

EVALUATION DES PERTES EN MICRONUTRIMENTS ET EN OXALATES AU COURS DE LA CUISSON A L'EAU ET A LA VAPEUR DES FEUILLES D'EPINARD MALABAR (*Basella alba*) ET DE CELOSIE (*Celosia argentea*).

A.E. AGBO¹, G.A. GBOGOURI¹, J.C. N'ZI², K. KOUASSI², L. FONDIO³, C. KOUAME⁴

¹UFR des sciences et technologies des aliments Université Nangui Abrogoua, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire.

²UFR Biosciences, Université Félix Houphouët Boigny, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

³Centre National de Recherche Agronomique, 08 BP 33 Abidjan 08, Côte d'Ivoire.

⁴Centre International de recherche en Agroforesterie, 08 BP 2823 Abidjan 08, Côte d'Ivoire.

Auteur correspondant : edipagbo@gmail.com

RESUME

Les légumes-feuilles renferment des nutriments dont les teneurs sont affectées par la cuisson. Afin d'apprécier le mode et la durée de cuisson de l'épinard Malabar et de la célosie, une enquête de consommation a été conduite dans 69 ménages de la ville d'Abidjan. Les pertes en nutriments ont été estimées. Les dosages ont porté sur la détermination de la vitamine C, des minéraux et de l'acide oxalique. Les résultats ont montré que les femmes cuisent les légumes-feuilles à l'eau pendant 20 minutes. Toutefois, la cuisson à l'eau favorise les pertes en vitamine C, en magnésium et en potassium tandis que la cuisson à la vapeur favorise les pertes en acide oxalique, en fer et en calcium. Ainsi, 33,91 % de vitamine C ont été éliminés dans les feuilles d'épinard Malabar cuites à l'eau. A 20 minutes de cuisson à la vapeur, 49,30 % et 40,54 % de la teneur respective en acide oxalique des feuilles d'épinard Malabar et de célosie ont été éliminés. Le meilleur temps de cuisson des légumes feuilles devrait être de 20 minutes afin de limiter les pertes en micronutriments et éliminer l'acide oxalique.

Mots clés : Epinard Malabar, célosie, perte en nutriment, cuisson à l'eau, cuisson à la vapeur.

ABSTRACT

EVALUATION OF MICRONUTRIENTS AND OXALATES LOSSES DURING MALABAR SPINACH (*BASELLA ALBA*) AND LAGOS SPINACH (*CELOSIA ARGENTEA*) COOKING WATER AND STEAMING.

Leafy vegetables contain nutrients which are affected by cooking. In the aim to appreciate cooking methods and duration of Malabar spinach and Lagos spinach, a survey has been conducted with 69 households in Abidjan. Nutrients losses have been evaluated. The analyses were on vitamin C, minerals and oxalic acid determination. The results showed that women cooked leafy vegetables with water for 20 minutes. However, cooking water favors losses in vitamin C, magnesium and potassium while steaming favors oxalic acid, iron and calcium losses. Around 33.91% of vitamin C have been lost in Malabar spinach cooked with water for 20 minutes. After 20 minutes of steaming, oxalic acid losses were about 49.30% and 40.54% respectively in Malabar spinach and Lagos spinach. The best leafy vegetables cooking time should be 20 minutes to avoid important nutrients losses and favor oxalic acid elimination.

Keywords: Malabar spinach, Lagos spinach, nutrients losses, cooking water, steaming.

INTRODUCTION

En Côte d'Ivoire, de nombreux légumes-feuilles traditionnels sont cultivés dans le maraîchage urbain et périurbain. Ils sont vendus sur les marchés et largement consommés par les populations. En plus de leurs coûts abordables, les raisons essentielles de la consommation de ces denrées sont culturelles et fonction de critères de choix dont le plus important est le goût (Agbo *et al.*, 2014). Les légumes-feuilles possèdent une très haute valeur nutritive. En effet, ils contiennent des vitamines du groupe B, de la vitamine C, du β -carotène, des protéines, des minéraux (fer, calcium, phosphore, potassium, magnésium, iode et zinc) et des fibres qui contribuent au bien être de l'organisme (Rémésy et Nicolle, 2001). Par ailleurs, la consommation de certains d'entre eux, notamment les feuilles d'épinard Malabar, les feuilles de célosie et les feuilles de taro, est recommandée pour contribuer à éviter certaines carences nutritionnelles dont la malnutrition protéino-énergétique et les anémies par carence en fer et en vitamine B₉ et B₁₂ (Vyas *et al.*, 2009 ; Grela et Pietrzak, 2014).

Toutefois, les légumes-feuilles sont consommés après cuisson. La cuisson permet d'améliorer la digestibilité en modifiant la structure des fibres alimentaires. Cependant, la cuisson entraîne une diminution plus ou moins marquée de la valeur nutritionnelle, soit par diffusion de constituants hydrosolubles dans l'eau de cuisson, soit par destruction de substances thermolabiles et/ou oxydables. (Rocca-Poliméni, 2007)

Plusieurs études sur la cuisson des légumes-feuilles ont révélé d'importantes pertes en nutriments dues aussi bien à la durée qu'au mode de cuisson. En effet, Zoro *et al.* (2014) et Oulaï *et al.* (2015) ont indiqué des pertes en nutriments respectivement au cours de la cuisson à l'eau et du blanchiment pendant 45 minutes. Cependant, aucune étude n'a comparé la cuisson à l'eau et à la vapeur en vue d'apprécier leur impact sur les nutriments pour une même plante. Vu l'importance et la contribution de l'épinard Malabar et de la célosie pour relever les carences en micronutriments, il est opportun, outre l'appréciation des pertes en nutriments au cours de la cuisson, de comparer la cuisson à l'eau à la cuisson à la vapeur afin de proposer aux consommateurs le mode et le temps de cuisson qui préserve le mieux les

nutriments.

MATERIEL ET METHODES

MATERIEL VEGETAL

L'étude a porté sur 2 légumes-feuilles : l'épinard Malabar (*Basella alba*) et la célosie (*Celosia argentea*).

ENQUETE DE CONSOMMATION ALIMENTAIRE

Une enquête diagnostique a été conduite au niveau des consommateurs à Abidjan, capitale économique de la Côte d'Ivoire, en Septembre 2015. Au total 69 femmes y ont participé. Elles ont été choisies au hasard. Les critères d'inclusion étaient de connaître et de consommer les légumes-feuilles. Aucun critère d'exclusion n'a été pris en compte. Les informations requises ont porté sur la consommation des feuilles de l'épinard Malabar et de la célosie ainsi que sur le mode et la durée de cuisson pratiqués par les consommatrices.

ECHANTILLONNAGE

Les feuilles matures d'épinard Malabar et de célosie ont été collectées en station de recherche (CNRA) après 4 semaines de culture comme suggéré par Agbo *et al.* (2012). Après la récolte, les feuilles ont été séparées des tiges, lavées et égouttées pour les analyses.

CUISSON A L'EAU ET A LA VAPEUR

Pour la cuisson à l'eau, une quantité de 3 L d'eau a été portée à ébullition (100 °C) dans un récipient en acier inoxydable et 600 g de feuilles fraîches des deux espèces de légumes-feuilles y ont ensuite été immergées pendant 20, 30, 45 ou 60 minutes soit un ratio de 100 g de feuilles pour 500 ml d'eau (Randrianatoandro, 2010). Une fois le temps écoulé, les feuilles ont été retirées, égouttées et refroidies à température ambiante.

Pour la cuisson à la vapeur, 600 g de feuilles ont été cuites à la vapeur dans un cuiseur à vapeur (SEVERIN DG 2438) respectivement pendant 20, 30, 45 ou 60 minutes.

Le pourcentage de perte en nutriments au cours des différentes cuissons a été calculé selon l'équation 1 suivante :

$$\text{Pourcentage de perte (\%)} = \frac{(\text{Teneur en nutriment dans la feuille crue} - \text{Teneur en nutriment dans la feuille cuite à Tx})}{\text{Teneur en nutriment dans la feuille crue}} \times 100 \quad (1)$$

Tx : T20 (cuisson pendant 20 min), T30 (cuisson pendant 30 min), T45 (cuisson pendant 45 min) ou T60 (cuisson pendant 60 min).

METHODES D'ANALYSE

Le dosage de la vitamine C (l'acide ascorbique) a été effectué sur les feuilles fraîches à l'aide du 2,6-dichlorophenol-indophenol (Tomohiro, 1990). Pour réaliser les autres analyses, les feuilles fraîches égouttées ont été séchées à l'étuve (SELECTA) à $45 \pm 2^\circ \text{C}$ pendant 24 à 36 heures et broyées finement à l'aide d'un broyeur (IKAMAG) à la maille 1 mm. Les oxalates ont été extraits à l'acide sulfurique puis titrés par une solution de permanganate de potassium 0,1 N selon la méthode modifiée #974.24 de AOAC (2005). Le dosage des minéraux (calcium, fer, magnésium, potassium) a été effectué après attaque des échantillons séchés par l'acide nitrique 0,2 N. Les teneurs en magnésium, en calcium et en potassium ont été déterminées au spectrophotomètre à absorption atomique (SHIMADZU AA-680) respectivement à 285,2 nm, 422,7 nm et 766,5 nm. Les teneurs en fer ont été déterminées au spectrophotomètre UV visible à 510 nm.

ANALYSES STATISTIQUES

Le traitement des données statistiques a été réalisé à partir du logiciel SPSS 20.0 pour Windows. Les données des enquêtes ont été analysées par la méthode de calcul de fréquences. Les résultats de l'analyse des nutriments ont été comparés par une ANOVA et les moyennes séparées par un test de Bonferroni au seuil de 5 %.

RESULTATS

ENQUETE DE CONSOMMATION ALIMENTAIRE

En moyenne, 28 % des femmes enquêtées consomment les feuilles de l'épinard Malabar et 3 % les feuilles de célosie (Figure 1). La figure 2 montre que ces femmes cuisent généralement ces feuilles à l'eau (98,60 %) et quelquefois à la vapeur (1,40 %).

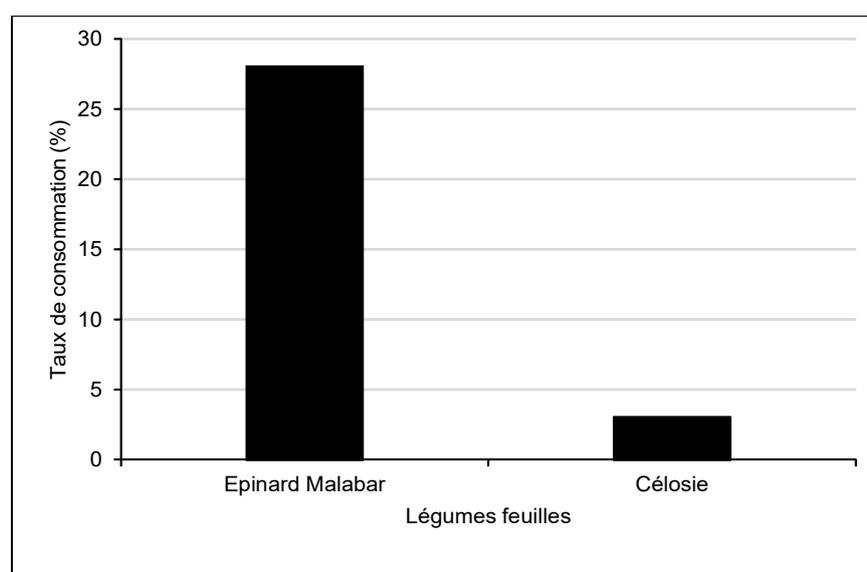


Figure 1 : Taux de consommation des feuilles d'épinard Malabar et de célosie.

Consumption rate of Malabar spinach and Lagos spinach leaves.

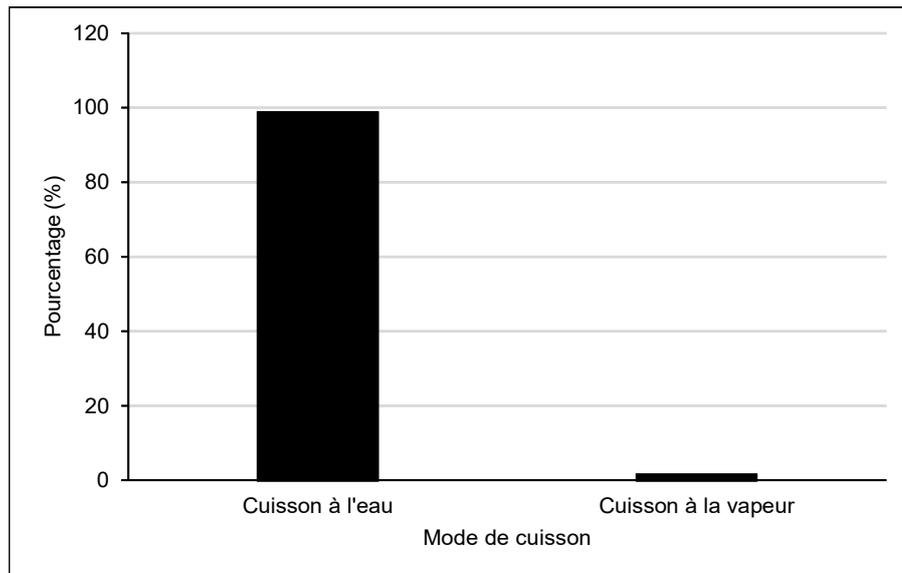


Figure 2 : Mode de cuisson des feuilles d'épinard Malabar et de célosie pratiqué par les ménagères.

Malabar spinach and Lagos spinach leaves cooking methods applied by housewives.

Le temps de cuisson des feuilles varie selon les ménagères. En moyenne 76,81 % d'entre elles les cuisent pendant 20 minutes, 4,35 % les

cuisent pendant 30 minutes, 4,35 % pendant 45 minutes 14,49 % préfèrent cuire les feuilles pendant 60 minutes (Figure 3).

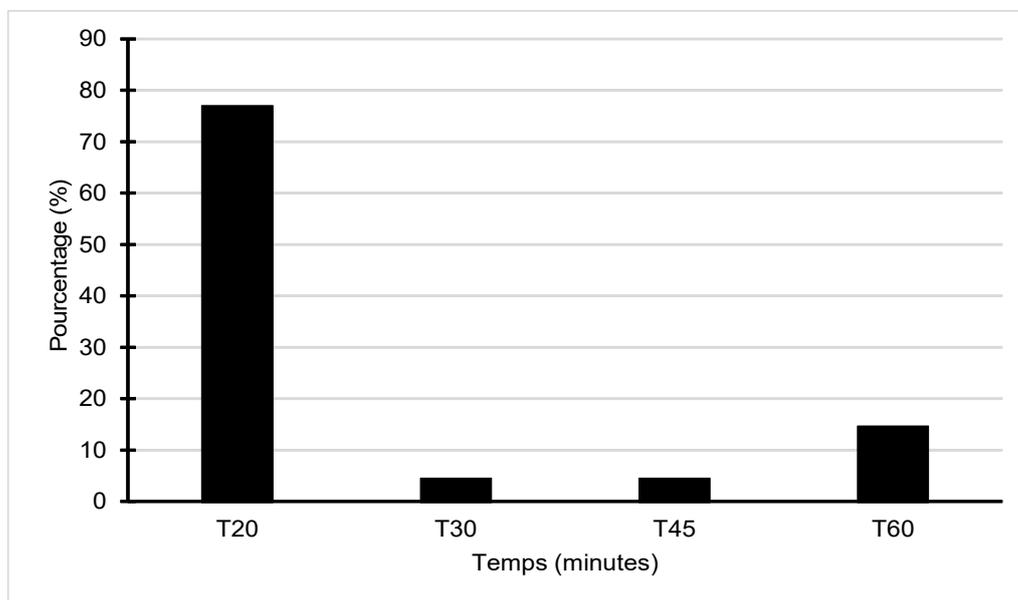


Figure 3 : Durée de cuisson des feuilles d'épinard Malabar et de célosie pratiquée par les ménagères.

Malabar spinach and Lagos spinach leaves cooking time applied by housewives.

PERTE EN NUTRIMENTS AU COURS DES CUISSONS A L'EAU ET A LA VAPEUR

Perte en vitamine C

Le tableau 1 présente les résultats de la perte en vitamine C. Dans les feuilles d'épinard Malabar, les pertes en vitamine C sont plus importantes lorsque les feuilles sont cuites à l'eau et à la vapeur au-delà de 20 minutes. Il y a une différence significative entre le pourcentage

de pertes liées à la cuisson à l'eau et à la vapeur à T20 et T30 avec des valeurs plus élevées lors de la cuisson à l'eau. Dans les feuilles de célosie, les pertes en vitamine C sont observées lorsque la cuisson à l'eau dure plus de 20 minutes et la cuisson à vapeur plus de 30 minutes. Les résultats n'ont montré aucune différence significative entre la cuisson à l'eau et la cuisson à la vapeur pour ce légume feuille quel que soit le temps de cuisson.

Tableau 1 : Perte en vitamine C au cours de la cuisson à l'eau et à la vapeur des feuilles d'épinard Malabar et de célosie.

Vitamin C losses during Malabar spinach and Lagos spinach leaves cooking water and steaming.

	Epinard Malabar				Célosie			
	Cuisson à l'eau		Cuisson à la vapeur		Cuisson à l'eau		Cuisson à la vapeur	
Temps de cuisson	Vitamine C (mg/100g MF)	Perte (%)	Vitamine C (mg/100g MF)	Perte (%)	Vitamine C (mg/100g MF)	Perte (%)	Vitamine C (mg/100g MF)	Perte (%)
T0	51,11 ± 7,70 ^c		51,11 ± 7,70 ^c		37,78 ± 7,70 ^b		37,78 ± 7,70 ^b	
T20	33,78 ± 1,07 ^b	33,91 [*]	40,89 ± 1,54 ^c	20,00 [*]	33,78 ± 1,07 ^{ab}	10,60	28,89 ± 3,85 ^{ab}	23,53
T30	24,45 ± 3,85 ^{ab}	52,16 [*]	33,78 ± 1,07 ^b	33,91 [*]	24,45 ± 3,85 ^a	35,29	24,45 ± 3,85 ^{ab}	35,29
T45	20,00 ± 2,00 ^a	60,87	24,45 ± 3,85 ^b	52,17	20,00 ± 2,00 ^a	47,06	20,00 ± 3,85 ^a	47,06
T60	17,78 ± 3,85 ^a	65,21	11,11 ± 3,85 ^a	78,26	15,55 ± 3,85 ^a	58,83	17,78 ± 3,85 ^a	52,94

En colonne, les chiffres marqués d'une même lettre ne diffèrent pas significativement (test de Bonferroni, $p \leq 0,05$).

*En ligne, différence significative entre les pertes dues à la cuisson à l'eau et à la vapeur pour un même légume feuille et un même temps de cuisson.

T0 : légume feuille cru ; T15 : 15 minutes de cuisson ; T30 : 30 minutes de cuisson ; T45 : 45 minutes de cuisson ; T60 : 60 minutes de cuisson.

MF : Matière fraîche

Perte en acide oxalique

Les résultats de la perte en oxalates sont présentés dans le tableau 2. Les pertes en acide oxalique dans les feuilles d'épinard Malabar sont observées après 20 minutes de cuisson à l'eau comme à la vapeur tout comme dans celles de célosie.

Dans l'épinard Malabar les pertes en acide oxalique au cours de la cuisson à la vapeur

varient de 49,30 % (T20) à 65,12 % (T60) tandis que celles observées au cours de la cuisson à l'eau varient de 37,67 % (T20) à 60,08 % (T60). Pour la célosie, les pertes en acide oxalique varient de 40,54 % (T20) à 50,89 % (T60) lors de la cuisson à la vapeur et de 19,10 % à 50,41 % lors de la cuisson à l'eau. Quel que soit le temps de cuisson, les pertes en acide oxalique sont plus élevées lorsque les feuilles des 2 plantes sont cuites à la vapeur.

≤

Tableau 2 : Perte en acide oxalique au cours de la cuisson à l'eau et à la vapeur des feuilles d'épinard Malabar et de célosie.

Oxalic acid losses during Malabar spinach and Lagos spinach leaves cooking water and steaming.

Temps de cuisson	Epinard Malabar				Célosie			
	Cuisson à l'eau		Cuisson à la vapeur		Cuisson à l'eau		Cuisson à la vapeur	
	AO (mg/100g MS)	Perte (%)	AO (mg/100g MS)	Perte (%)	AO (mg/100g MS)	Perte (%)	AO (mg/100g MS)	Perte (%)
T0	12,9 ± 2,24 ^d		12,9 ± 2,24 ^d		11,01 ± 0,90 ^c		11,01 ± 0,90 ^b	
T20	8,04 ± 0,28 ^a	37,67*	6,54 ± 0,28 ^a	49,30*	8,91 ± 0,09 ^b	19,10*	6,55 ± 0,10 ^a	40,54*
T30	6,90 ± 0,21 ^a	46,51*	6,17 ± 0,11 ^a	52,14*	7,86 ± 0,37 ^b	28,61*	6,21 ± 0,09 ^a	43,63*
T45	6,36 ± 0,28 ^a	50,70*	5,80 ± 0,12 ^a	55,04*	6,14 ± 0,15 ^a	44,23*	5,74 ± 0,18 ^a	47,87*
T60	5,15 ± 0,22 ^a	60,08*	4,50 ± 0,18 ^a	65,12*	5,46 ± 0,10 ^a	50,41	5,41 ± 0,19 ^a	50,89

En colonne, les chiffres marqués d'une même lettre ne diffèrent pas significativement (test de Bonferroni, $p \leq 0,05$).

*En ligne, différence significative entre les pertes dues à la cuisson à l'eau et à la vapeur pour un même légume feuille et un même temps de cuisson.

T0 : légume feuille cru ; T15 : 15 minutes de cuisson ; T30 : 30 minutes de cuisson ; T45 : 45 minutes de cuisson ; T60 : 60 minutes de cuisson.

AO : acide oxalique

MF : Matière fraîche

MS : Matière sèche

Perte en magnésium

Les pertes en magnésium dans les feuilles d'épinard Malabar et de Célosie sont observées après une cuisson de 20 min à l'eau et à la vapeur (Tableau 3). Ces pertes s'accroissent allant jusqu'à 73,05 % (épinard Malabar cuit pendant 60 min à la vapeur). Ces pertes atteignent 44,14 %, dès les 20 premières

minutes, pour la cuisson à l'eau de l'épinard Malabar. Pour la célosie, c'est après 30 minutes de cuisson à l'eau que 43,10 % du magnésium sont éliminés (Tableau 3). Les pourcentages de pertes en magnésium diffèrent significativement de la cuisson à l'eau à la cuisson à vapeur avec des pertes plus importantes au niveau de la cuisson à l'eau.

Tableau 3 : Perte en magnésium au cours de la cuisson à l'eau et à la vapeur des feuilles d'épinard Malabar et de célosie.

Magnesium losses during Malabar spinach and Lagos spinach leaves cooking water and steaming.

Temps de cuisson	Epinard Malabar				Célosie			
	Cuisson à l'eau		Cuisson à la vapeur		Cuisson à l'eau		Cuisson à la vapeur	
	Mg (g/100g MS)	Perte (%)						
T0	0,98 ± 0,03 ^e		0,98 ± 0,03 ^c		1,72 ± 0,01 ^d		1,72 ± 0,01 ^e	
T20	0,55 ± 0,06 ^d	44,14*	0,86 ± 0,02 ^c	11,99*	1,43 ± 0,01 ^c	16,82*	1,32 ± 0,01 ^d	23,26*
T30	0,41 ± 0,01 ^c	58,51*	0,43 ± 0,02 ^b	55,96*	0,98 ± 0,03 ^b	43,10*	1,23 ± 0,01 ^c	28,49*
T45	0,37 ± 0,02 ^b	61,98*	0,40 ± 0,03 ^b	59,19*	0,65 ± 0,02 ^a	62,25*	0,92 ± 0,00 ^b	46,56*
T60	0,36 ± 0,04 ^a	63,61*	0,26 ± 0,01 ^a	73,05*	0,64 ± 0,01 ^a	63,75*	0,83 ± 0,00 ^a	51,67*

En colonne, les chiffres marqués d'une même lettre ne diffèrent pas significativement (test de Bonferroni, $p \leq 0,05$).

*En ligne, différence significative entre les pertes dues à la cuisson à l'eau et à la vapeur pour un même légume feuille et un même temps de cuisson.

T0 : légume feuille cru ; T15 : 15 minutes de cuisson ; T30 : 30 minutes de cuisson ; T45 : 45 minutes de cuisson ; T60 : 60 minutes de cuisson.

Mg : magnésium

MF : Matière fraîche

MS : Matière sèche

Perte en fer

Dans l'épinard Malabar, les pertes en fer au cours de la cuisson à l'eau varient de 20 % (T20) à 67,50 % (T60). Au cours de la cuisson à la vapeur, les pertes en fer à T20 sont négligeables (0,83 %) mais elles augmentent considérablement avec le temps de cuisson atteignant 85,83 % à T60 (Tableau 4). Pour chaque temps de cuisson, les pertes entre la cuisson à l'eau et la cuisson à la vapeur diffèrent significativement.

Au niveau des feuilles de célosie, les pertes en fer au cours de la cuisson à l'eau et à la vapeur, augmentent avec le temps de cuisson. Elles diffèrent significativement entre elles à tous les temps de cuisson. Ces pertes vont de 1,45 % à 95,41 % pour la cuisson à l'eau et de 57,49 % à 81,64 % pour la cuisson à vapeur. La cuisson à l'eau favorise plus de perte que la cuisson à la vapeur. Toutefois, la cuisson à la vapeur favorise 57,49 % de pertes en début de cuisson (T20) contre 1,45 % pour la cuisson à la vapeur.

Tableau 4 : Perte en fer au cours de la cuisson à l'eau et à la vapeur des feuilles d'épinard Malabar et de célosie.

Iron losses during Malabar spinach and Lagos spinach leaves cooking water and steaming.

Temps de cuisson	Epinard Malabar				Célosie			
	Cuisson à l'eau		Cuisson à la vapeur		Cuisson à l'eau		Cuisson à la vapeur	
	Fer (mg/100g MS)	Perte (%)	Fer (mg/100g MS)	Perte (%)	Fer (mg/100g MS)	Perte (%)	Fer (mg/100g MS)	Perte (%)
T0	40,67 ± 2,52 ^e		40,67 ± 2,52 ^c		138,67 ± 8,50 ^c		138,67 ± 8,50 ^c	
T20	31,67 ± 0,58 ^d	20,00*	39,67 ± 1,15 ^c	0,83*	136,00 ± 11,14 ^c	1,45*	58,67 ± 1,15 ^b	57,49*
T30	23,33 ± 0,58 ^c	42,50*	16,67 ± 1,53 ^b	58,33*	27,33 ± 0,58 ^b	80,19*	54,33 ± 2,52 ^b	60,63*
T45	17,00 ± 1,00 ^b	57,50*	14,33 ± 0,58 ^b	64,17*	17,33 ± 0,58 ^a	87,44*	27,33 ± 0,58 ^a	80,19*
T60	13,00 ± 1,00 ^a	67,50*	5,67 ± 0,58 ^a	85,83*	6,33 ± 0,58 ^a	95,41*	25,33 ± 1,15 ^a	81,64*

En colonne, les chiffres marqués d'une même lettre ne diffèrent pas significativement (test de Bonferroni, $p \leq 0,05$).

*En ligne, différence significative entre les pertes dues à la cuisson à l'eau et à la vapeur pour un même légume feuille et un même temps de cuisson.

T0 : légume feuille cru ; T15 : 15 minutes de cuisson ; T30 : 30 minutes de cuisson ; T45 : 45 minutes de cuisson ; T60 : 60 minutes de cuisson.

MF : Matière fraîche

MS : Matière sèche

Perte en calcium

Les pertes en calcium augmentent au cours de la cuisson. Pour la cuisson à l'eau des feuilles d'épinard Malabar, elles varient de 12,29 % (T20) à 52,16 % (T60) et de 42,01 % (T20) à 68,06 % (T60) pour la cuisson à vapeur (Tableau 5). Dans

les feuilles de célosie, les pertes au cours de la cuisson à l'eau varient de 24,61 % (T20) à 42,66 % (T60) et celles engendrées par la cuisson à la vapeur varient de 17,07 % (T20) à 47,51 % (T60). Les pertes occasionnées par la cuisson à vapeur sont significativement plus élevées que celles dues à la cuisson à l'eau pour les deux types de plante étudiées (Tableau 5).

Tableau 5 : Perte en calcium au cours de la cuisson à l'eau et à la vapeur des feuilles d'épinard Malabar et de célosie.

Calcium losses during Malabar spinach and Lagos spinach leaves cooking water and steaming.

Cuisson à l'eau	Epinard Malabar				Célosie			
	Ca (g/100g MS)	Perte (%)	Ca (g/100g MS)	Perte (%)	Ca (g/100g MS)	Perte (%)	Ca (g/100g MS)	Perte (%)
T0	1,59 ± 0,08 ^d		1,59 ± 0,08 ^c		2,46 ± 0,04 ^c		2,46 ± 0,04 ^c	
T20	1,39 ± 0,03 ^c	12,29*	0,93 ± 0,03 ^c	42,01*	1,84 ± 0,06 ^b	24,61*	2,02 ± 0,04 ^b	17,07*
T30	1,07 ± 0,07 ^b	32,79*	0,80 ± 0,05 ^b	50,01*	1,85 ± 0,09 ^b	23,89*	1,31 ± 0,03 ^a	46,12*
T45	0,91 ± 0,03 ^{ab}	43,2*	0,78 ± 0,06 ^b	50,84*	1,56 ± 0,08 ^a	36,13*	1,29 ± 0,03 ^a	46,84*
T60	0,76 ± 0,05 ^a	52,16*	0,51 ± 0,03 ^a	68,06*	1,40 ± 0,06 ^a	42,66	1,28 ± 0,06 ^a	47,51

En colonne, les chiffres marqués d'une même lettre ne diffèrent pas significativement (test de Bonferroni, $p \leq 0,05$).

*En ligne, différence significative entre les pertes dues à la cuisson à l'eau et à la vapeur pour un même légume feuille et un même temps de cuisson.

T0 : légume feuille cru ; T15 : 15 minutes de cuisson ; T30 : 30 minutes de cuisson ; T45 : 45 minutes de cuisson ; T60 : 60 minutes de cuisson.

Ca : Calcium

MF : Matière fraîche

MS : Matière sèche

Perte en potassium

Les pertes en potassium varient de 0,08 % (T20) à 82,36 % (T60) pour l'épinard Malabar cuit à l'eau (Tableau 6). Au cours de la cuisson à la vapeur ces pertes varient de 20,44 % (T20) à 72,93 % (T60). Au niveau de la célosie, dès les

20 premières minutes de cuisson à l'eau il y a 60,25 % du potassium éliminés. Au cours de la cuisson à la vapeur ces pertes varient de 42,88 % (T20) à 59,02 % (T60). Il y a une différence significative entre les pourcentages de pertes pour les cuissons à l'eau et la vapeur à tous les temps de cuisson de la feuille de célosie.

Tableau 6 : Perte en potassium au cours de la cuisson à l'eau et à la vapeur des feuilles d'épinard Malabar et de célosie.

Potassium losses during Malabar spinach and Lagos spinach leaves cooking water and steaming.

	Epinard Malabar				Célosie			
	Cuisson à l'eau		Cuisson à la vapeur		Cuisson à l'eau		Cuisson à la vapeur	
Temps de cuisson	K (g/100g MS)	Perte (%)	K (g/100g MS)	Perte (%)	K (g/100g MS)	Perte (%)	K (g/100g MS)	Perte (%)
T0	9,10 ± 0,15 ^d		9,10 ± 0,15 ^c		21,97 ± 1,03 ^d		21,97 ± 1,03 ^c	
T20	9,09 ± 0,47 ^d	0,08*	7,24 ± 0,51 ^c	20,44*	8,73 ± 0,78 ^c	60,25*	12,55 ± 0,57 ^b	42,88*
T30	5,19 ± 0,56 ^c	43,02*	5,48 ± 0,09 ^b	39,83*	5,32 ± 0,53 ^b	75,78*	9,76 ± 0,05 ^a	55,59*
T45	3,42 ± 0,08 ^b	62,40*	5,37 ± 0,05 ^b	41,04*	4,05 ± 0,42 ^{ab}	81,55*	9,35 ± 0,48 ^a	57,46*
T60	1,61 ± 0,09 ^a	82,36*	2,46 ± 0,22 ^a	72,93*	3,31 ± 0,15 ^a	84,92*	9,00 ^a ± 0,38 ^a	59,02*

En colonne, les chiffres marqués d'une même lettre ne diffèrent pas significativement (test de Bonferroni, $p \leq 0,05$).

*En ligne, différence significative entre les pertes dues à la cuisson à l'eau et à la vapeur pour un même légume feuille et un même temps de cuisson.

T0 : légume feuille cru ; T15 : 15 minutes de cuisson ; T30 : 30 minutes de cuisson ; T45 : 45 minutes de cuisson ; T60 : 60 minutes de cuisson.

K : potassium

MF : Matière fraîche

MS : Matière sèche

DISCUSSION

L'enquête sur la consommation ainsi que le mode et le temps de cuisson des feuilles d'épinard Malabar et de la célosie a révélé que ces légumes feuilles sont en majorité cuits à l'eau par les femmes. Ce mode de cuisson est le plus courant et favorise l'élimination des facteurs antinutritionnels contenus dans les feuilles. En effet, la cuisson à l'eau des feuilles d'épinard Malabar et de la célosie a permis d'éliminer respectivement 33,91 % et 10,60 % d'acide oxalique en 20 minutes. Toutefois, Zoro *et al.* (2014) ont, eux, éliminés 36 % d'acide oxalique en 15 minutes de cuisson. Cependant, les teneurs en acide oxalique des feuilles d'épinard Malabar (12,90 mg/100 g MS) et de célosie (11,01 mg/100 g MS) obtenues au cours de notre étude sont moins élevées que celles indiquées par Acho *et al.* (2014) et Zoro *et al.* (2014) qui sont respectivement de 650 mg/100 g MS (épinard Malabar) et 750 mg/100g MS (célosie).

La cuisson à la vapeur favorise davantage l'élimination de l'acide oxalique dans les feuilles d'épinard Malabar et de célosie. Les pertes

accrues d'acide oxalique au cours de la cuisson à vapeur pourrait être due au fait que pour ce mode de cuisson, les feuilles ne sont pas en contact direct avec l'eau de cuisson dans laquelle vont diffuser l'acide oxalique éliminé des feuilles.

Le fait que la plupart des ménagères cuisent les feuilles d'épinard Malabar et de célosie pendant 20 minutes est appréciable car, un temps de cuisson court est nécessaire pour préserver les vitamines hydrosolubles et les minéraux (Oulaï *et al.*, 2014).

Les teneurs en vitamine C dans les feuilles d'épinard Malabar sont plus élevées tandis qu'elles sont plus faibles dans les feuilles de célosie comparées à celles indiquées par Sheela *et al.* (2004) qui sont de 15 mg/100g MF pour l'épinard Malabar et 59 mg/100g MF pour la célosie. Ces différences peuvent être dues au fait que les teneurs en vitamine C d'une même variété dépendent des facteurs génétiques, des conditions d'exposition de la plante au soleil et de son degré de maturité (Agbo *et al.*, 2012). Les pertes en vitamines C ont plus été observées au cours de la cuisson à l'eau contrairement la cuisson à la vapeur dans les feuilles d'épinard

Malabar car la vitamine C est hydrosoluble et thermolabile (Ejoh *et al.*, 2005). Les pertes en vitamine C au cours de la cuisson à l'eau des feuilles de célosie sont moins importantes que celles révélées par Zoro *et al.* (2014) qui varient entre 50,73 % (15 minutes) et 84,21 % (45 minutes de cuisson à l'eau).

Les minéraux, de façon générale, sont solubles dans l'eau et au cours de la cuisson, ils diffusent dans le milieu extra cellulaire (Nafir-Zenati *et al.*, 1993). La cuisson à l'eau favorise plus la perte en potassium et en magnésium que la cuisson à la vapeur. Cela pourrait renforcer la recommandation de ne pas verser l'eau de cuisson et de consommer les sauces afin d'optimiser les quantités de minéraux ingérés vue leur importance pour l'organisme.

Les pertes en fer et en calcium au cours de la cuisson à la vapeur sont plus importantes car les feuilles ne sont pas en contact direct avec l'eau de cuisson ce qui ne favorise pas les phénomènes de diffusion. Ces résultats sont aussi en accord avec ceux de Vodouhe *et al.* (2012) qui stipuleraient que la cuisson à vapeur augmenterait plus la teneur en fer par rapport à celle à l'eau dans les feuilles d'*Amaranthus hybridus*.

CONCLUSION

Cette étude sur la consommation des feuilles d'épinard Malabar et de la célosie a permis d'apprécier le mode et la durée de cuisson pratiqués par les ménagères et d'évaluer les pertes en vitamine C, acide oxalique et minéraux (potassium, fer, calcium, magnésium) au cours de la cuisson. Il ressort que les feuilles sont cuites pendant 20 minutes par la plupart des femmes. Toutefois, les pertes sont aussi très importantes dès les 20 premières minutes de cuisson pour bon nombre de nutriments. La cuisson à l'eau favorise les pertes en vitamine C, en magnésium et en potassium tandis que la cuisson à la vapeur favorise celles en acide oxalique, en fer et en calcium. Cuire les feuilles d'épinard Malabar et de célosie à la vapeur pendant 20 minutes pourrait être recommandé avant de les remettre dans la sauce 5 minutes avant la fin de la cuisson.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient les femmes qui ont

participé à l'enquête et la Fondation Internationale pour la Science (IFS) qui a financé cette étude.

REFERENCES

- Acho C.F., Zoué L.T., Akpa E.E., Yapo V.G. and L.S. Niamké. 2014. Leafy vegetables consumed in Southern Côte d'Ivoire: a source of high value nutrients. *J. Ani. Pl. Sc.*, 20: 3159-3170.
- Agbo A. E., Brou K. D., Gnakri D., Fondio L., Nemlin G. J. and C. Kouamé. 2012. Evolution of nutrients during some leafy vegetables' growth. Proc. XXVIIIth IHC – IS on Emerging Health Topics in Fruits and Vegetables. Ed. : Y. Desjardins, *Acta Hort.* 939, ISHS, 1 : 411-418.
- Agbo A. E., Kouamé C., Anin A. O. L., Soro L. C., N'zi J.-C., Fondio L. and D. Gnakri. 2014. Seasonal variation in nutritional compositions of spider plant (*Cleome gynandra* L.) in South Côte d'Ivoire. *Int. J. Agri. Pol. Res.*, 2 (11): 406-413.
- AOAC Official Method. 2005. #970.39: Phosphorus in fruits and fruit product. Spectrophotometric Molybdovanadate Method. Chp 37, p 8-9. #974.24: Oxalic acid in canned vegetables. Calcium Oxalate Precipitation Method. 18th Edition. Chp 42, 8 p.
- Ejoh A. R., Tanya A. N., Djuikwo N. V. and C. M. Mbofung. 2005. Effect of processing and preservation methods on vitamin c and total carotenoid levels of some *Vernonia* (bitter leaf) species. *Afri. J. Food Nut. Sc.* 5 (2): 12 p.
- Grela E. R. and K. Pietrzak. 2014. Production Technology, Chemical Composition and Use of Alfalfa Protein-Xanthophyll Concentrate as Dietary Supplement. *J. Food Proc. Techn.*, 5: 373. 2014.
- Nafir-Zenati S., Gallon G. and J-C. Favier. 1993. Effet de la cuisson sur la teneur en minéraux des épinards. *ORSTOM fonds documentaire*, 36.915, 7 p.
- Oulai P. D., Zoué L. T. et S. L. Niamké. 2015. Evaluation of Nutritive and Antioxidant Properties of Blanched Leafy Vegetables Consumed in Northern Côte d'Ivoire. *Pol. J. Food Nut. Sc.*, 65 (1): 31-38.
- Randrianatoandro V. A., 2010. Identification et caractérisation des plats sources en micronutriments consommés en milieu urbain (Manjakaray, Madagascar) : étude des plats à base de légumes feuilles. Thèse, Madagascar, 150 p.

- Rémesy C. et Nicolle C., 2001. Place des fruits et légumes dans la nutrition préventive. *Cah. Rech. Aca. Agri.*, 87 (7) : 157-168.
- Rocca-Poliméni R., 2007. Contribution à la compréhension de la cuisson domestique sous pression de vapeur : étude expérimentale et modélisation des transferts, de l'évolution de la texture des légumes et du fonctionnement d'un autocuiseur. Thèse de doctorat en génie des procédés. Agro Tech, Paris, 277 p.
- Tomohiro S. 1990. Laboratory Manual for Food analysis. Technical Cooperation Project of Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology. 49 p.
- Sheela K., Nath G. K., Vijayalakshmi D., Yankanchi M. G. and B. R. Patil. 2004. Proximate composition of underutilized green leafy vegetables in southern karnataka. *J. Hum. Ecol.*, 15(3): 227-229.
- Vodouhe S., Dovoedo A., Anihouvi V. B., Soumanou M. M. and R. C. Tossou. 2012. Influence du mode de cuisson sur la valeur nutritionnelle de *Solanum crocarpum*, *Amaranthus hybridus* et *Ocimum gratissimum*, trois légumes feuilles traditionnels acclimatés au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sc.* 6 (5) : 1926 - 1937.
- Vyas S., Collin S., Bertin E., Davys G. and B. Mathur. 2009. Leaf concentrate ace adolescent year alternate to iron and folic acid supplements for anemic girls: randomized controlled trial in India, *Pub. Health Nut.* 1-6 pp.
- Zoro A.F., Zoué L.T., Bédikou M.E., Kra S.A. and S. L. Niamké. 2014. Effect of cooking on nutritive and antioxidant characteristics of leafy vegetables consumed in Western Côte d'Ivoire. *Arch. Appl. Sc. Res.*, 6 (4):114-123.