

Etude de la qualité microbiologique des salades de 4^{ème} gamme vendues dans des supermarchés de la ville d'Abidjan (Côte d'Ivoire) durant la période de conservation domestique après ouverture des emballages

[Study of the microbiological quality of 4th range salads sold in supermarkets in the city of Abidjan (Côte d'Ivoire) during the domestic conservation period after opening the packaging]

N'Goran Parfait N'Zi¹⁻², Djédoux Maxime Angaman¹, Valérie Carole Gbonon², and Konan Bertin Tiekoura²

¹Département de Biochimie-Microbiologie, Laboratoire d'Agrovalorisation, Université Jean Lorougnon Guédé, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

²Département de Bactériologie-Virologie, Centre National de Référence des Antibiotiques, Institut Pasteur, 01 BP 490 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The consumption of salads of the fourth range (4th range) has become increasingly worrying in Abidjan (Côte d'Ivoire). This work was undertaken to determine the microbiological status of these foods during the period of domestic conservation (7°C) after opening the packaging in order to prevent the risk of intoxication from bacterial pathogens. The material and methods used for the microbiological analyses refer to the techniques of classical microbiology followed by statistical tests through R4.1.2 and excel software. The results obtained showed that the 4th range salads sold in the hypermarkets of the city of Abidjan were highly contaminated by bacterial pathogens such as *S. aureus* with a prevalence of 24%, *E. coli* O157: H7 with 16% and *Salmonella* spp. with 18%. On opening the packages (D0), 63.43% of the salads were unfit for consumption, 5% had an acceptable load and 31.57% were of satisfactory microbiological quality. On the third day (D3), the rate of salads unfit for consumption increased (68.43%). On the seventh day (D7), the microbiological quality was the same as on the third day. However, the Salads of the Green Oaks (SChV) and the Meli melo salads (SMe), with perforated packaging were more conducive to the growth of the pathogens studied. Domestic refrigeration does not guarantee the safety of 4th range salads after opening the packages.

KEYWORDS: Fourth range, Carriage pathogens, Domestic refrigeration.

RESUME: La consommation des salades de quatrième gamme (4^{ème} gamme) est devenue de plus en plus préoccupante à Abidjan (Côte d'Ivoire). Ces travaux ont été entrepris pour déterminer le statut microbiologique de ces aliments durant la période de conservation domestiques (7 °C) à près ouverture des emballages afin de prévenir les risques intoxications vis-à-vis des pathogènes bactériens de portages. Le matériel et les méthodes utilisés pour les analyses microbiologiques font références aux techniques de la microbiologie classique suivi des tests statistiques à travers les logiciels R4.1.2 et excel. Les résultats obtenus ont montré que les salades de 4^{ème} gamme vendues dans les Hypermarchés de la ville d'Abidjan étaient fortement contaminées par les pathogènes bactériens de portages comme *S. aureus* de prévalence 24 %, *E. coli* O157: H7 de 16 % et *Salmonella* spp. de 18 %. A l'ouverture des emballages (J0), 63,43 % des salades étaient impropres à la consommation, 5 % avait une charge acceptable et 31,57% de qualité microbiologique satisfaisante. Au troisième jour (J3), le taux des salades impropres à la consommation a augmenté (68,43 %). Au septième jour (J7), la qualité microbiologique était de même que celle du troisième jour. Cependant, les Salades des feuilles de Chênes Vertes (SChV) et les salades Meli melo (SMe), avec des

emballages perforés étaient plus propices à la croissance des pathogènes étudiés. La réfrigération domestique ne garantir donc pas la sécurité sanitaire des salades de 4^{ème} gamme après ouverture des emballages.

MOTS-CLEFS: Quatrième gamme, Pathogènes de Portages, Réfrigération domestique.

1. INTRODUCTION

En Côte d'Ivoire, le secteur de la grande distribution des produits alimentaires connaît un essor fulgurant dû au développement d'une classe socioprofessionnelle. Le pays dispose de plus d'une centaine de supermarchés repartis sur l'ensemble du territoire national. Aujourd'hui, les rayons de la plupart des grands supermarchés d'Abidjan sont bondés des produits prêts-à-consommer. Le déménagement vers un mode de vie sain de la population ivoirienne en particulier abidjanaise a fait tourner son régime alimentaire vers celui des pays européens d'où le choix des produits prêts-à-consommer (principalement les salades). En effet, les fruits et les légumes représentent un élément essentiel pour une alimentation saine car ils constituent la principale source de macro et de micronutriments [1]. Ce sont des aliments faibles en gras et en énergie, relativement riches en vitamines, minéraux et d'autres composés bioactifs, en plus d'être une bonne source de fibres [2].

De façon générale, une alimentation riche en fruits et légumes est susceptible de réduire les risques de maladies cardiovasculaires et de protéger contre certains types de cancer [3]. Ainsi, la consommation de 400 à 600 g de fruits et légumes par jour est recommandée par l'OMS, la FAO et le Fonds Mondial de Recherche contre le cancer [4], [5]. En outre, les salades de 4^{ème} gamme sont une option saine, peu calorique et pratique pour un style de vie contemporain et actif [6]. C'est ainsi que la demande de ces produits par les consommateurs est devenue de plus en plus forte [7].

Cependant, malgré l'application du froid comme mode de conservation, ces produits ont fait l'objet d'une forte contamination par des agents pathogènes d'origine alimentaire dans certains pays africains [8], [9]. De plus, Angaman *et al* [10] ont montré une forte croissance des microorganismes comme la flore aérobie mésophile, la flore aérobie psychrophile et la flore fongique dans les salades de 4^{ème} gamme vendues dans les grands supermarchés de la ville d'Abidjan durant la période de conservation après ouverture des emballages.

La croissance donc de la flore aérobie mésophile donne lieu à l'évaluation de la qualité microbiologique de ces aliments vis à vis des pathogènes bactériens de portage afin de prévenir les risques d'intoxication alimentaire et aussi de combler le déficit d'informations dans la table scientifique ivoirienne.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1. MATÉRIEL VEGETAL

C'est une étude expérimentale qui a porté sur des salades de 4^{ème} gamme vendues dans des grands supermarchés de la ville d'Abidjan (Côte d'Ivoire). En effet, 19 types de salades dont 38 échantillons a raison de 2 échantillons par types de salades ont été analysés.

2.2. MÉTHODES

Elle a concerné la recherche, le dénombrement par intervalle de temps et de l'identification des pathogènes tels que *Escherichia coli* entérohémorragique (*E. coli* O157: H7), *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) et *Salmonella* spp.

2.2.1. PRÉPARATION DE MILIEUX DE CULTURES ET DILUTIONS DÉCIMALES

D'abord, une préparation des milieux de cultures a été effectué en fonction des besoins et des germes à rechercher selon la prescription du fabricant. Ensuite, les suspensions mères et les dilutions décimales ont été réalisées conformément à la norme AFNOR NF V08-010-2.

2.2.2. DÉNOMBREMENT DE SOUCHES BACTÉRIENNES

2.2.2.1. E. COLI O157: H7

Le dénombrement a été réalisé selon la Norme XP ISO/TS 16649-3 par la technique d’ensemencement dans la masse. En effet, une quantité de 1 mL de chaque dilution (10^{-1} à 10^{-3}) a été ensemencée sur milieu *E. coli* chromogène puis incubée à une température de 44 °C pendant 24 à 48 h. Les colonies caractéristiques ont été dénombrées puis isolées pour identification.

2.2.2.2. S. AUREUS

Les techniques de microbiologie classique selon les normes (NF EN ISO 6888-1 et 2, NF V08-057-1) ont été utilisées. Une quantité de 0,1 mL de chaque solution (10^{-1} à 10^{-4}) a été ensemencée en surface sur milieu gélosé Baird Parker déjà coulé et séché. Après incubation à 37 °C pendant 24 h. Les colonies caractéristiques de *S. aureus* ont été dénombrées puis isolées pour les tests d’identification.

2.2.2.3. SALMONELLA SPP.

La recherche de ce germe a été effectué selon les Normes EN ISO 6579-1. D’abord, un pré-enrichissement été réalisé avec une prise d’essais de 25 g de salade homogénéisée dans 225 mL d’eau peptonée tamponnée (EPT) puis incubé à 37°C pendant 24 h. Ensuite, un enrichissement sélectif a été réalisé dans du rapport vassilliadis (RV) puis incubé à 44°C pendant 24 h. Après l’incubation, un isolement a été effectué par la technique des stries d’épuisement sur le milieu Hektoën. Les boîtes de Pétri ont été incubées à 37 °C pendant 24 h. Après cette incubation, des colonies caractéristiques de *salmonella spp.* ont été isolées puis identifiées.

2.2.3. IDENTIFICATIONS BACTÉRIENNES ET ANALYSES STATISTIQUES

D’abord une coloration de Gram a été effectuée sur toutes les souches bactériennes suivie des tests biochimiques tels que les tests de Catalase, d’Oxydase, d’ADNase, Mannitol mobilité et du Portoir réduit de Le Minor selon les méthodes employées par Abdelali [11], Débarras [12] et Ogbankotan [13].

L’analyse des données a été effectuée à travers le logiciel R 4.1.2. Pour les analyses de variances des packages comme Ade4, Rcmdr et FactomineR ont été utilisés après dépouillement des résultats sur le logiciel Excel. Les différences ont été considérées comme significatives pour des valeurs de $P < 0,05$

3. RÉSULTATS

3.1. PRÉVALENCE DES PATHOGÈNES BACTÉRIENS DE PORTAGE

Les analyses microbiologiques des différents types de salades collectées ont permis d’identifier quelques germes de portage comme *E. coli O157: H7*, *S. aureus* et de *Salmonella spp.* En effet, l’étude a révélé une forte contamination de ces aliments par les pathogènes bactériens faisant état d’une présence de 22 souches réparties comme suit, 6 souches de *E. coli O157: H7* avec une prévalence de 16 %, 9 souches de *S. aureus* soit une prévalence de 24 % et 7 souches de *Salmonella spp.* dont une prévalence de 18 % (**Figure 1**).

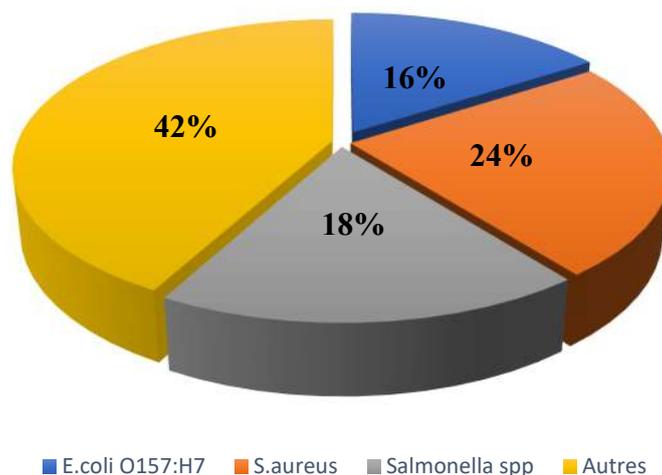


Fig. 1. Prévalence des souches de portage dans les salades de 4ème gamme

3.2. QUALITÉ MICROBIOLOGIQUE DES SALADES DURANT LA PÉRIODE DE CONSERVATION

Le dénombrement par intervalle de temps des germes étudiés a donné les charges moyennes consignées dans les **tableaux I, II et III**. Les résultats montrent que les échantillons de salades qui ont fait l'objet d'étude avaient des charges élevées de bactéries pathogènes (*E. coli O157: H7*, *S. aureus* et *Salmonella spp.*) à l'ouverture des emballages (J0). En effet, les charges de *E. coli O157: H7* variaient entre $1,87.10^2$ et $2,21.10^6$ UFC/g dont la plus forte charge a été observée dans les salades des feuilles de chênes vertes (SChV). Concernant les charges de *S. aureus*, elles variaient entre $1,89.10^3$ et $4,63.10^5$ UFC/g, elles avaient également la plus forte charge élevée dans les salades des feuilles de chênes vertes (SChV). Pour les souches de *Salmonella spp.*, elles ont été présentes dans 7 types de salades dont les salades de feuilles de chênes vertes (SChV). Pour apprécier la qualité microbiologique ou la conformité des échantillons analysés, les critères font référence à la norme de l'Association Française de Normalisation (AFNOR).

Ainsi, les qualités microbiologiques à l'ouverture des emballages (J0) ont permis de faire une classification hiérarchique, des différentes salades, représentée par la **Figure 2**.

L'arbre hiérarchique montre une classification à 8 classes dont la première à droite en couleur rouge représente les salades de qualité satisfaisante vis-à-vis des germes étudiés (31,57%). La classe représentée en noir est de qualité microbiologique acceptable (5%), elle concerne la salade de fruits composées (SFC). Les six (6) autres classes sont de qualité microbiologique insatisfaisante (63,43 %).

Pour mieux apprécier la qualité microbiologique des salades contaminées, l'Analyse des Correspondances Multiples (ACM) a montré que les salades des feuilles de chênes vertes (SChV) et les salades nicoises (SN) sont plus favorables à la prolifération bactérienne car ces salades sont plus corrélées aux germes étudiés (*Salmonella spp.*, *E. coli O157: H7* *S. aureus*). Il en ressort également que les souches de *S. aureus*, prolifèrent plus aisément dans les salades des feuilles de chênes vertes (SChV) et les salades nicoises (SN) ce qui est le cas pour les souches de *E. coli O157: H7* même si sa croissance est aussi marquée dans les salades de Choux (Sch). Cette dernière est également plus propice à la prolifération de *Salmonella spp.*

Au troisième jour (J3) d'analyse, les charges moyennes des souches de *E. coli O157: H7* variaient entre $2,24.10^4$ et $6,63.10^6$ UFC/g dont la plus forte charge est observée dans les SChV. Quant aux souches de *S. aureus*, les charges moyennes variaient entre $1,91.10^4$ et $4,98.10^6$ UFC/g avec pour plus forte charge celle des SChV. Conformément aux critères microbiologiques, les salades de qualité microbiologique satisfaisante sont restées intactes. Cependant, la SFC qui était de qualité acceptable, au troisième jour (J3) était devenue de qualité insatisfaisante ce qui a augmenté le taux des salades impropres à la consommation (68,43 %).

Au septième jour (J7) d'analyse, les charges moyennes de *E. coli O157: H7* étaient toujours plus élevées dans les SChV ($1,23.10^7$ UFC/g). Les plus fortes charges enregistrées chez les souches de *S. aureus* étaient dans les salades Meli melo (SMe) et les SChV avec des charges respectives de $9,79.10^7$ UFC/g et de $4,76.10^7$ UFC/g. Même s'il y a eu une augmentation des charges bactériennes dans l'ensemble, le statut microbiologique de façon générale du troisième (J3) au septième jour (J7) n'a pas changé.

L’Analyse des Correspondances Multiples montre que durant la période de conservation domestique, les souches de *E. coli* O157: H7 ont une forte croissance dans les SChV et les SN mais elle s’est avérée significative que dans les SChV ($p\text{-value} = 0,005492 < P$). L’ACM montre également que les SCa, SCom, SFC, SMe sont plus propices à la prolifération des souches de *S. aureus* cependant l’analyse de variance a révélé une croissance plus significative de ces souches dans les SMe avec une $p\text{-value} = 2,502.10^{-12}$ (Figure 3). En outre, la corrélation faible entre la croissance de *E. coli* O157: H7 et celle de *S. aureus* au troisième jour ($p\text{-value} = 0,2699$) et au septième jour ($p\text{-value} = 0,1538$) d’analyse montre que la croissance de ces deux pathogènes bactériens est indépendante dans les différentes salades analysées

Tableau 1. Charges moyennes des souches bactériennes à l’ouverture des emballages (J0)

Salades	Germes	<i>E. coli</i> O157: H7 (UFC/g)	<i>S. aureus</i> (UFC/g)	<i>Salmonella spp.</i> (UFC/g)
100% Coeur de frisés (Cf)		<1	<1	Absence
Baby Epinards (Ep)		<1	<1	Absence
Jeunes Pousses (JP)		<1	<1	Présence
Mâches (Ma)		<1	<1	Absence
Mâches + Roquettes (MR)		<1	<1	Présence
Roquettes (Rq)		<1	$1,89.10^3 \pm 8,57.10^2$	Absence
Salades Apéritives (SA)		<1	$9,01.10^4 \pm 9,45.10^3$	Présence
Salades Carottes (SCa)		$4,75.10^2 \pm 45$	$5,42.10^4 \pm 4,53.10^4$	Absence
Salades Choux (SCh)		$8,87.10^4 \pm 2.10^4$	<1	Présence
Salades Feuilles de Chênes Vertes (SChV)		$2,21. 10^6 \pm 2.10^5$	$4,63.10^5 \pm 3,75.10^4$	Présence
Salades Composées (SCom)		$1,87.10^2 \pm 2$	$4,45.10^3 \pm 1,05.10^3$	Absence
Salades de Fruits d’Ananas (SFA)		<1	<1	Absence
Salades de Fruits Composées (SFC)		$2,80.10^2 \pm 10$	<1	Absence
Salades de Fruits d’Ananas +Mangues (SFAM)		<1	<1	Absence
Salades de Fruits de Papaye +Ananas (SFPA)		<1	$2,20.10^5 \pm 10^5$	Absence
Salades de Fruits de Papaye + Citron (SFPC)		<1	<1	Absence
Salades de Fruits de Raisin (SFR)		<1	$2,07.10^3 \pm 85$	Présence
Salades Meli melo (SMe)		<1	$6,25.10^4 \pm 6,5.10^3$	Absence
Salades Nicoises (SN)		$8,23.10^3 \pm 5,25.10^2$	$4,3.10^5 \pm 6,05.10^4$	Présence
Critères		m= 10^2 (UFC/g) M= 10^3 (UFC/g)	m = 10^2 (UFC/g) M= 10^3 (UFC/g)	Absence dans 25 g d’aliment

Tableau 2. Charges moyennes des souches bactériennes au troisième jour (J3) d'analyse

Salades	Germes	<i>E. coli</i> O157: H7 (UFC/g)	<i>S. aureus</i> (UFC/g)	<i>Salmonella</i> spp (UFC/g)
100% Coeur de frisés (Cf)		<1	<1	Absence
Baby Epinards (Ep)		<1	<1	Absence
Jeunes Pousses (JP)		<1	<1	Présence
Mâches (Ma)		<1	<1	Absence
Mâches + Roquettes (MR)		<1	<1	Présence
Roquettes (Rq)		<1	1,91.10 ⁴ ± 4,87.10 ³	Absence
Salades Aperitives (SA)		<1	1,16.10 ⁵ ± 4,50.10 ³	Présence
Salades Carottes (SCa)		7,27.10 ⁵ ± 3,84.10 ⁵	1,36.10 ⁵ ± 1,25.10 ⁵	Absence
Salades Choux (SCh)		1,12.10 ⁵ ± 2,08.10 ⁴	<1	Présence
Salades Feuilles de Chênes Vertes (SChV)		6,63.10 ⁶ ± 1,94.10 ⁶	4,98.10 ⁶ ± 1,37.10 ⁶	Présence
Salades Composées (SCom)		1,65.10 ⁵ ± 1,50.10 ⁴	8,45.10 ⁵ ± 1,25.10 ⁵	Absence
Salades de Fruits d'Ananas (SFA)		<1	<1	Absence
Salades de Fruits Composées (SFC)		2,57.10 ⁵ ± 3,25.10 ⁴	<1	Absence
Salades de Fruits d'Ananas +Mangues (SFAM)		<1	<1	Absence
Salades de Fruits de Papaye +Ananas (SFPA)		<1	7,95.10 ⁵ ± 5,50.10 ²	Absence
Salades de Fruits de Papaye + Citron (SFPC)		<1	<1	Absence
Salades de Fruits de Raisin (SFR)		<1	1,59.10 ⁶ ± 5.10 ³	Présence
Salades Meli melo (SMe)		<1	5,95.10 ⁶ ± 5.10 ⁴	Absence
Salades Nicoises (SN)		2,24.10 ⁴ ± 1,1.10 ³	1,21.10 ⁷ ± 1,57.10 ⁶	Présence
Critères		m= 10 ² (UFC/g) M= 10 ³ (UFC/g)	m = 10 ² (UFC/g) M= 10 ³ (UFC/g)	Absence dans 25 g d'aliment

Tableau 3. Charges moyennes des souches bactériennes au septième jour (J7) d'analyse

Salades	Germes	<i>E. coli</i> O157: H7 (UFC/g)	<i>S. aureus</i> (UFC/g)	<i>Salmonella</i> spp (UFC/g)
100% Coeur de frisés (Cf)		<1	<1	Absence
Baby Epinards (Ep)		<1	<1	Absence
Jeunes Pousses (JP)		<1	<1	Présence
Mâches (Ma)		<1	<1	Absence
Mâches + Roquettes (MR)		<1	<1	Présence
Roquettes (Rq)		<1	2,90.10 ⁴ ± 2.10 ³	Absence
Salades Aperitives (SA)		<1	2,38.10 ⁵ ± 2,25.10 ⁴	Présence
Salades Carottes (SCa)		2,56.10 ⁶ ± 3,89.10 ⁵	3,96.10 ⁵ ± 2,84.10 ⁵	Absence
Salades Choux (SCh)		1,16.10 ⁵ ± 1,45.10 ⁴	<1	Présence
Salades Feuilles de Chênes Vertes (SChV)		1,23.10 ⁷ ± 1,51.10 ⁶	4,76.10 ⁷ ± 1,60.10 ⁶	Présence
Salades Composées (SCom)		1,60.10 ⁶ ± 3,50.10 ⁵	4,89.10 ⁶ ± 4.10 ⁴	Absence
Salades de Fruits d'Ananas (SFA)		<1	<1	Absence
Salades de Fruits Composées (SFC)		2,36.10 ⁶ ± 2,19.10 ⁶	<1	Absence
Salades de Fruits d'Ananas +Mangues (SFAM)		<1	<1	Absence
Salades de Fruits de Papaye +Ananas (SFPA)		<1	1,02.10 ⁷ ± 2.10 ⁴	Absence
Salades de Fruits de Papaye + Citron (SFPC)		<1	<1	Absence
Salades de Fruits de Raisin (SFR)		<1	3,65.10 ⁶ ± 5,50.10 ⁴	Présence
Salades Meli melo (SMe)		<1	9,79.10 ⁷ ± 1,50.10 ⁴	Absence
Salades Nicoises (SN)		3,22.10 ⁵ ± 1,30.10 ⁴	6,69.10 ⁶ ± 4,50.10 ⁵	Présence
Critères		m= 10 ² (UFC/g) M= 10 ³ (UFC/g)	m = 10 ² (UFC/g) M= 10 ³ (UFC/g)	Absence dans 25 g d'aliment

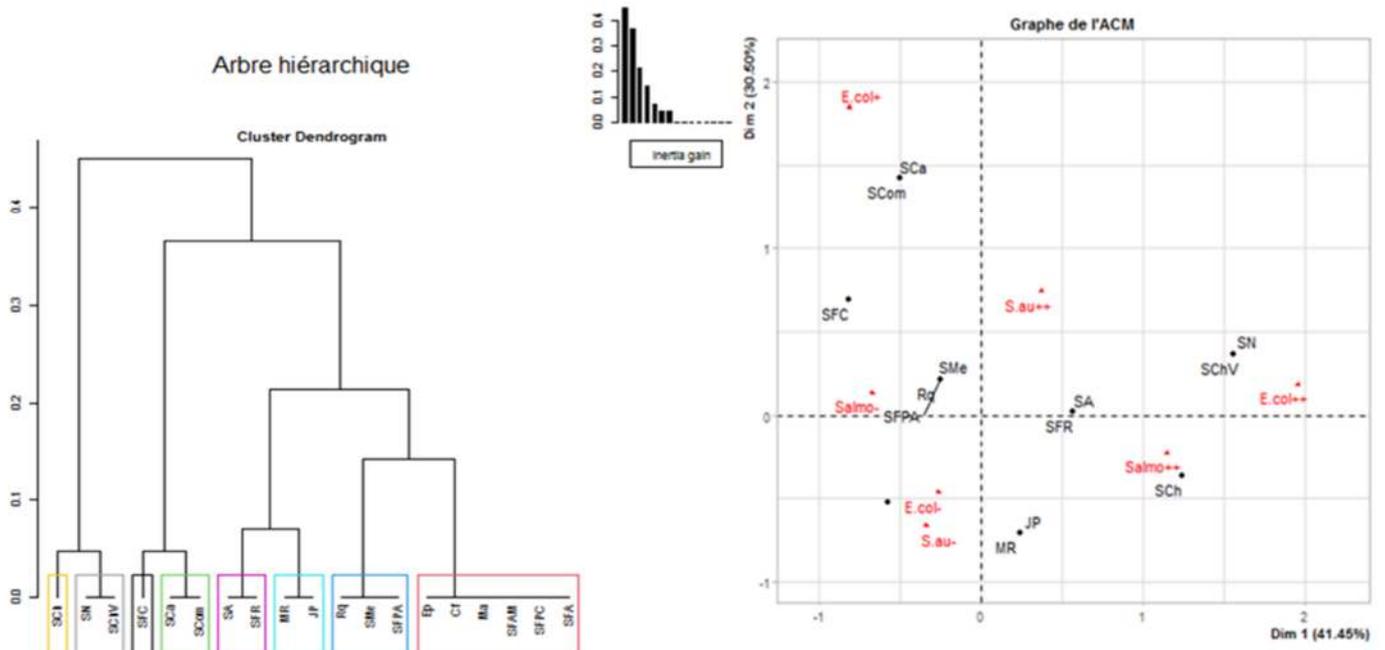


Fig. 2. Qualité microbiologique des salades a l’ouverture des emballages (J0)

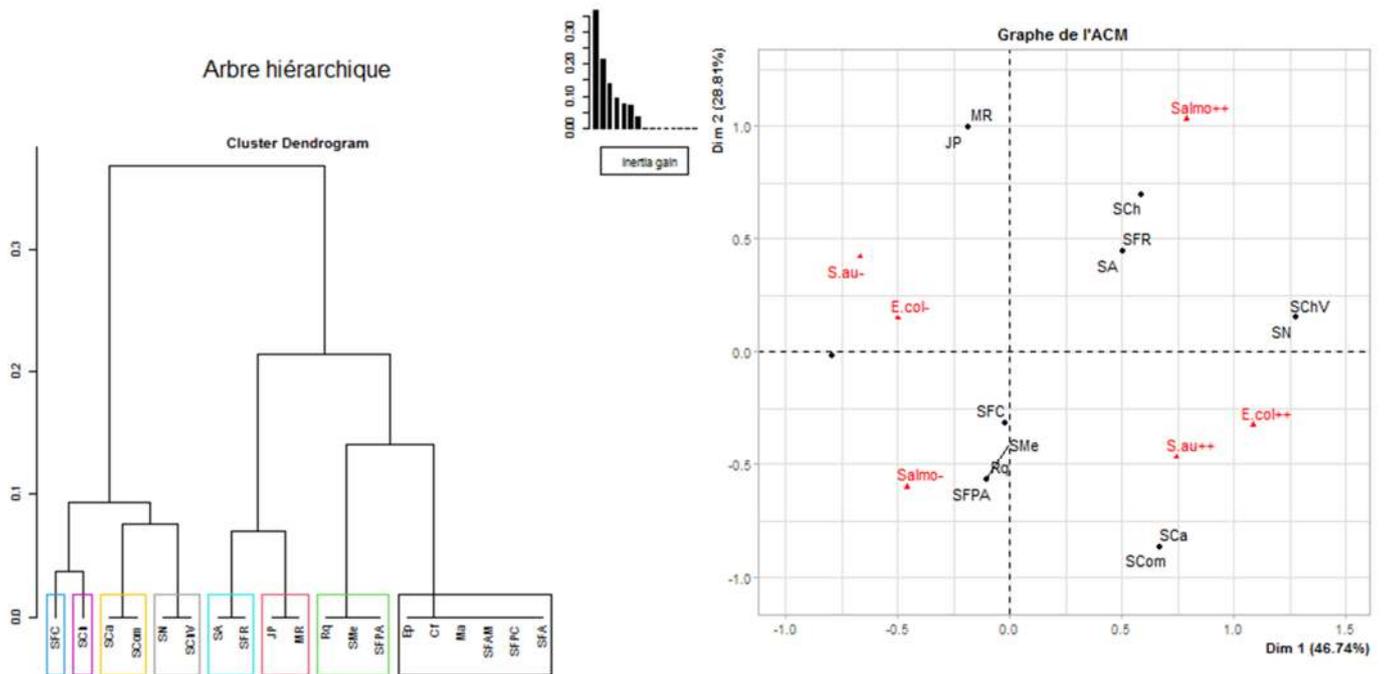


Fig. 3. Qualité microbiologique des salades au troisième (J3) d’analyses

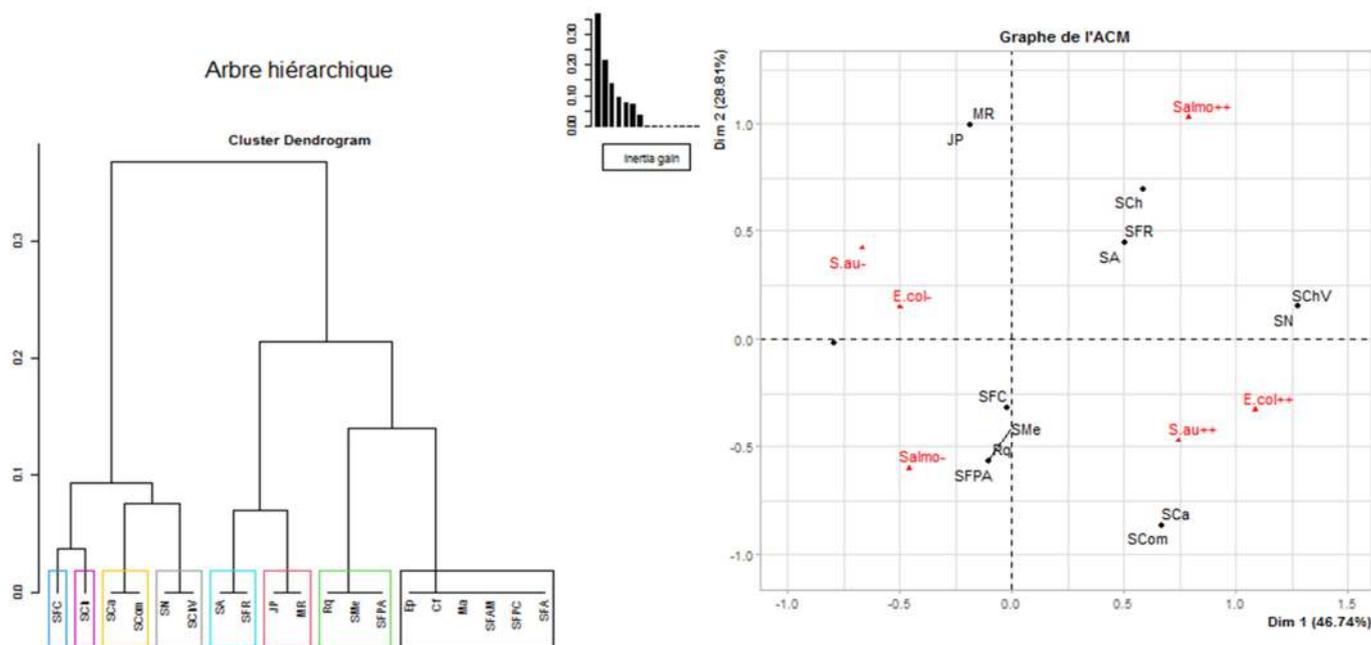


Fig. 4. Qualité microbiologique des salades au septième jour (J7) d'analyses

4. DISCUSSION

La 4^{ème} gamme des produits alimentaires joue un rôle essentiel dans l'industrie agroalimentaire en ce sens qu'elle répond aux attentes des consommateurs. De nos jours, les repas sont pris de plus en plus hors domicile et les ménages commencent à consacrer moins de temps à l'élaboration des repas. De plus, la volonté de bien s'alimenter est désormais une tendance générale. Cependant, le procédé de formulation, de conditionnement, de conservation ainsi que le transport peuvent occasionner une contamination bactérienne entraînant des cas d'intoxications alimentaires et des épidémies graves causes de décès.

Ainsi, au cours de cette étude nous avons constaté une forte contamination des salades de 4^{ème} gamme par des pathogènes bactériens de portage en occurrence *S. aureus*, *E. coli* O157: H7 et *Salmonella spp.* La présence de ces germes dans les salades pourrait s'expliquer par un état sanitaire médiocre des matières premières, du matériel de production, à une mauvaise hygiène du personnel ou à la contamination croisée d'agents pathogènes des aliments crus qui pourrait s'aggraver par un environnement insalubre [8].

Cette étude a fait mention de la présence de 9 souches de *S. aureus* avec une prévalence de 24 %, 7 souches de *Salmonella spp.* d'une prévalence de 18 % et 6 souches de *E. coli* O157: H7 dont d'une prévalence de 16 %. Ces résultats sont similaires à ceux de Paudyal *et al.* [8], au cours d'une étude réalisée sur la prévalence d'agents pathogènes d'origine alimentaire dans les aliments crus provenant des pays Africains. Ces auteurs ont trouvé une prévalence en *S. aureus* de 27,8 % et en *Salmonella spp.* de 19,9 % dans les aliments de 4^{ème} gamme. Dans une étude réalisée en Iran, sur un total de 60 échantillons de salades de légumes prêtes à consommer, 10 échantillons étaient positifs pour *E. coli* O157: H7 dont d'une prévalence de 16,66 % [14]. Nos résultats sont sensiblement conformes à ces résultats. Aussi, les travaux réalisés sur la prévalence des pathogènes dans les salades prêtes à consommer en Grèce, ont fait état d'une prévalence de 27 % des souches de *S. aureus* [15]. Mekhloufi *et al.* [16], quant à eux ont montré une prévalence de *S. aureus* de 23,2 % dans les aliments prêts-à-consommer collectés en Algérie. Habibi Najafi [17] a montré également de fortes contaminations des herbes fraîches mélangées par *S. aureus* (23.6 %) et *E. coli* O157: H7 (11.4 %). Les salades de légumes prêtes à consommer vendues dans le quartier central des affaires de Tamale au Ghana étaient aussi fortement contaminées par *Salmonella spp.* avec une prévalence de 73,3 % [18]. Ces résultats sont similaires à la forte contamination des salades de 4^{ème} gamme par les pathogènes bactériens de portage obtenus au cours de nos travaux. Mais Sant'Ana *et al.* [19] ont trouvé des résultats contraires au cours de leurs travaux réalisés sur les légumes peu transformés à São Paulo au Brésil où le niveau de contamination par *Salmonella spp.* était de 0,7 % (4/512). Cette différence expliquerait l'application de bonne pratique d'hygiène qui témoigne un état hygiénique satisfaisant dans la production de leurs salades.

Il ressort de nos analyses que 6 salades à savoir Baby Epinards (Ep), 100 % Cœur de frisés (Cf), Mâches (Ma), Salades de Fruits d’Ananas (SFA), Salades de Fruits d’Ananas+Mangues (SFAM), Salades de Fruits de Papaye+Citron (SFPC), conformément aux critères microbiologiques du règlement 2073/2005/CE étaient de qualité microbiologique satisfaisante (31,57 %), une était de qualité acceptable (5 %) et toutes les autres étaient insatisfaisantes (63,43 %) à l’ouverture des emballages (J0). En effet, la qualité microbiologique insatisfaisante enregistrée en grande partie dans les salades est liée à la présence de souches de *Salmonella spp.*, de la forte charge moyenne de *S. aureus* comprise entre $1,89.10^3$ et $4,63.10^5$ UFC/g et celle de *E. coli O157: H7* qui variait entre $1,87.10^2$ et $2,21. 10^6$ UFC/g. La qualité microbiologique médiocre dominante sur l’ensemble des salades témoigne un risque direct et élevé pour la santé de la population avec des conséquences imminentes sérieuses à cause de la présence de *Salmonella spp.* Ce qui pourrait être lié à une insuffisance dans la pratique d’hygiène durant la production de ces aliments. Les résultats obtenus sont en accord avec ceux de Vestrheim *et al.* [20] en Norvège. La forte présence de ce pathogène pourrait aussi s’expliquer par une prolongation de la durée de stockage de ces aliments dans les rayons des supermarchés. Arienzo *et al.* [21] au cours de leurs travaux réalisés sur la qualité et la sécurité microbiologiques des salades légumes-feuilles prêts-à-consommer vendues dans les grandes chaînes de supermarchés du Latium, en Italie, ont montré une qualité microbiologique insatisfaisante dans tous les échantillons analysés à la date d’emballage et à la date de péremption et une prévalence très élevée de *Salmonella spp.* (67 %) quelles que soient les variétés sélectionnées et les catégories de coûts. Xylia *et al.* [22], au cours de leurs travaux ont indiqué que la date de péremption et la durée de conservation des légumes peu transformés sont des paramètres importants dans la gestion de la sécurité sanitaire de ces produits. Ces paramètres augmentaient la croissance bactérienne ce qui est en conformité avec nos résultats. Aussi, les charges élevées de *S. aureus* et de *E. coli O157: H7* indiquent que les différentes salades contaminées pourraient avoir sur la santé des consommateurs des répercussions indésirables temporaires, sans menacer leur vie [23]. Ainsi, la préparation de salades à ingrédients mixtes nécessite une manipulation humaine, ce qui présente un risque supplémentaire de contamination bactérienne [24]. Yildirim *et al.* [25], durant une étude réalisée sur la qualité microbiologique des salades prêtes à consommer vendues à Afyonkarahisar en Turquie ont montré de forte contamination par les charges supérieures à 2 log UFC/g *S. aureus*. Ils ont ainsi, affirmé que les fortes contaminations de ces aliments peuvent constituer un danger potentiel pour la santé publique. Une qualité microbiologique des légumes peu transformés prêts-à-consommer consommés au Brésil, a fait état de contamination par *Salmonella spp* et de *E.coli* [26]. Ces résultats concordent avec les nôtres. Nos résultats confirment également ceux de Giwa *et al.* [27] qui ont montré que de bonnes pratiques d’hygiène peuvent minimiser le nombre de bactéries, diminuant ainsi les réservoirs de contamination bactérienne. De plus, la contamination observée au cours de nos travaux pourrait aussi s’expliquer par un abus de température de conservation commerciale [28]. Au troisième jour (J3) d’analyses le taux de contamination a augmenté (68,43 %) à cause de la variation croissante des charges bactériennes dans les SFC. Cette variation de la charge microbienne dans cette variété de salade serait probablement liée à sa forte teneur en eau mais aussi à sa composition ce qui confirme également les travaux de Söderqvist [24]. Selon cet auteur, les salades à ingrédients mixtes nécessitent une manipulation humaine, ce qui présente un risque supplémentaire de contamination bactérienne. Au septième jour d’analyse le statut microbiologique par rapport au troisième d’analyse n’a pas changé parce que la contamination microbienne de ces aliments proviendrait des procédés de formulation, le conditionnement, le transport, la température de conservation ou des matières premières.

De façon générale, la croissance des pathogènes bactériens de portage se sont avérés plus significatives dans les salades. Salades des feuilles de Chênes Vertes (SChV) et les salades Meli melo (SMe) durant la période de conservation domestique. Cette forte croissance observée serait probablement liée à l’emballage de ces produits. En effet, l’emballage de ces deux salades était en matériel de téréphtalate polyéthylène mais plutôt perforé. Pourtant, l’atmosphère d’un emballage des salades prêtes à consommer doit être modifiée de sorte à avoir 0,25-3 % O₂ et 3-12 % CO₂ avec un bilan en N₂ [29] ce qui est contraire dans notre cas. Alors, la croissance significative des bactéries se traduirait donc par une accumulation d’eau dans les produits, durant la période de conservation. Selon Prescott & Harley [30], lorsque les aliments sont mis à l’humidité, ils absorbent l’eau en surface ce qui permet finalement une croissance microbienne.

5. CONCLUSION

Les résultats ont montré dans cette étude que les salades de 4^{ème} gamme des grandes chaînes des supermarchés de la ville d’Abidjan étaient fortement contaminées par les pathogènes bactériens de portage dont *S. aureus* avec une prévalence de 24 %, *E. coli O157: H7* de 16 % et *Salmonella spp.* de 18 %. Aussi, le dénombrement par intervalle de temps a montré que dès l’ouverture des emballages les pathogènes étudiés se développent aisément dans les salades de 4^{ème} gamme durant la période de conservation domestique. Cependant, les salades des feuilles de chênes vertes (SChV) et les salades Meli melo (SMe), avec des emballages perforés étaient plus propices à la croissance bactérienne. Il serait donc judicieux pour la population abidjanaise d’éviter une conservation des salades de 4^{ème} gamme à 7 °C au-delà de 2 jours après ouverture des emballages.

REFERENCES

- [1] M. Kaczmarek, S. V. Avery & I. Singleton. Microbes Associated with Fresh Produce: Sources, Types and Methods to Reduce Spoilage and Contamination. *Advances in Applied Microbiology* 107: 29-82. 2019.
- [2] R. Rekhy & R. McConchie. Promoting Consumption of Fruit and Vegetables for Better Health. Have Campaigns Delivered on the Goals ? *Appetite* 79: 113-23. 2014.
- [3] A. Kalia, and R. P. Gupta. (2006). Fruit Microbiology, in Hui Y.H, J., Cano, M.P., Gusek, W., Sidhu, J.W., Sinha, N.K. Handbook of Fruit and Fruit processing. 1st Edition, Blackwell publishing, pp3-28.
- [4] C. Pollard, M. Miller, R. J. Woodman, R. Meng & C. Binns. Changes in Knowledge, Beliefs, and Behaviors Related to Fruit and Vegetable Consumption among Western Australian Adults from 1995 to 2004. *American Journal of Public Health* 99 (2): 355-61. 2009.
- [5] Y. Adjrah, D.S. Karou, B. Djéri, K Anani, Soncy, Y. Ameyapoh, C. de Souza and M. Gheassor. Hygienic quality of commonly consumed vegetables, and perception about disinfecting agents in Lomé. *International Food Research Journal*, 18 (4): 1499-1503. 2011.
- [6] P. Xylia, G. Botsaris, A. Chrysargyris, P. Skandamis & N. Tzortzakos. Variation of Microbial Load and Biochemical Activity of Ready-to-Eat Salads in Cyprus as Affected by Vegetable Type, Season, and Producer. *Food Microbiology* 83: 200-210. 2019.
- [7] M. Cofelice, F Lopez & F Cuomo. Quality Control of Fresh-Cut Apples after Coating Application. *Foods (Basel, Switzerland)* 8 (6): 189. 2019.
- [8] N. Paudyal, V. Anihouvi, J. Hounhouigan, M. I. Matsheka, B. Sekwati-Monang, W. Amoa-Awua, A. Atter, N. B. Ackah, S. Mbugua, A. Asagbra, W. Abdelgadir, J. Nakavuma, M. Jakobsen & W. Fang. Prevalence of Foodborne Pathogens in Food from Selected African Countries - A Meta-Analysis. *International Journal of Food Microbiology* 249: 35-43. 2017.
- [9] M. E. Nyenje, C. E. Odjadjare, N. F. Tanih, E. Green & R. N. Ndip. Foodborne Pathogens Recovered from Ready-to-Eat Foods from Roadside Cafeterias and Retail Outlets in Alice, Eastern Cape Province, South Africa: Public Health Implications. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 9 (8): 2608-19. 2012.
- [10] D. M. Angaman, N. P. N'zi and V. C. Gbonon. Kinetics of Microorganisms in Ready-To-Eat Salads Stored at 4°C Sold in Supermarkets in the City of Abidjan, Côte d'Ivoire. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 10 (03): 1984-1992. 2021.
- [11] S. Abdelali. Résistance des entérocoques aux antibiotiques. *Microbiologie Appliquée, département de biologie. Mémoire de Master en faculté des sciences de la nature et de la vie et sciences de la terre et de l'univers, Université de Tlemcen, Algérie, 45p.* 2016.
- [12] C. Delarras. *Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyse ou de contrôle Sanitaire.* Lavoisier, Paris. 476p. 2007.
- [13] I. Ogbankotan. Prevalence et caractérisation de souches d'Escherichia coli o157 productrices de Shigatoxines isolées de denrées alimentaires et feces d'origine animale au Bénin. *Mémoire, Normes et contrôle de qualité des produits agroalimentaires, Université D'abomey-Calavi (Uac).* 78p. 2014.
- [14] H. Kochakkhani, P. Dehghan, M. H. Mousavi & B. Sarmadi. Occurrence, Molecular Detection and Antibiotic Resistance Profile of Escherichia coli O157: H7 Isolated from Ready-To-Eat Vegetable Salads in Iran, 22 (3): 195-202. 2016.
- [15] D. Sergelidis, A. Abraham, V. Anagnostou, A. Govaris, T. Papadopoulos & A. Papa. Prevalence, Distribution, and Antimicrobial Susceptibility of Staphylococcus aureus in Ready-to-Eat Salads and in the Environment of a Salad Manufacturing Plant in Northern Greece. *Czech Journal of Food Sciences* 30: 285-91. 2012.
- [16] O. A. Mekhloufi, D. Chieffi, A. Hammoudi, S. A. Bensefia, F. Fanelli & V. Fusco. Prevalence, Enterotoxigenic Potential and Antimicrobial Resistance of Staphylococcus Aureus and Methicillin-Resistant Staphylococcus Aureus (MRSA) Isolated from Algerian Ready to Eat Food. *Toxins* 13 (12): 835. 2021.
- [17] M. B. Habibi Najafi & M. Bahreini. Microbiological Quality of Mixed Fresh-Cut Vegetable Salads and Mixed Ready-to-Eat Fresh Herbs in Mashhad, Iran. *International Conference on Nutrition and Food Sciences*, 39 (2012): 62-66. 2012.
- [18] G. Abakari, S. J. Cobbina & E. Yeleliere. Microbial quality of ready-to-eat vegetable salads vended in the central business district of Tamale, Ghana. *Food Contamination* 5, 3. 2018.
- [19] A. S. Sant'Ana, M. Landgraf, M. T. Destro & B. D. G. M. Franco. Prevalence and Counts of Salmonella Spp. In Minimally Processed Vegetables in São Paulo, Brazil. *Food Microbiology* 28 (6): 1235-37. 2011.
- [20] D. F. Vestheim, H. Lange, K. Nygård, K. Borgen, A. L. Wester, M. L. Kvarme & L. Vold. Are ready-to-eat salads ready to eat? An outbreak of Salmonella Coeln linked to imported, mixed, pre-washed and bagged salad, Norway, November 2013. *Epidemiology & Infection* 144 (8): 1756-60. 2016.
- [21] A. Arienzo, L. Murgia, I. Fraudentali, V. Gallo, R. Angelini & G. Antonini. Microbiological Quality of Ready-to-Eat Leafy Green Salads during Shelf-Life and Home-Refrigeration. *Foods* 9 (10): 1421. 2020.
- [22] P. Xylia, G. Botsaris, P. Skandamis & N. Tzortzakos. Expiration Date of Ready-to-Eat Salads: Effects on Microbial Load and Biochemical Attributes. *Foods* 10 (5): 941. 2021.

- [23] Critères Microbiologiques Applicables aux Denrées Alimentaires (CMADA). Lignes directrices pour l’interprétation. Edition Août. 2018.
- [24] K. Söderqvist. Is your lunch salad safe to eat? Occurrence of bacterial pathogens and potential for pathogen growth in pre-packed ready-to-eat mixed-ingredient salads. *Infection Ecology & Epidemiology* 7 (1): 1407-216. 2017.
- [25] Y. Yildirim, S. Pamuk, Z. Gürler & E. Nurhan. The Microbiological Quality of Ready to Eat Salads Sold in Afyonkarahisar, Turkey. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi* 19 (6): 1001-1006. 2013.
- [26] M.A. Oliveira, V. Maciel de Souza, A. M. M Bergamini & E. C. P. De Martinis. Microbiological Quality of Ready-to-Eat Minimally Processed Vegetables Consumed in Brazil. *Food Control*, 22 (8): 1400-1403. 2011.
- [27] A. S. Giwa, A. G. Memon, A. A. Shaikh, R. Korai, G. U. Maitlo, I. Maitlo, S. Ali & A. Jabran. Microbiological survey of ready-to-eat foods and associated preparation surfaces in cafeterias of public sector universities ». *Environmental Pollutants and Bioavailability* 33 (1): 11-18. 2021.
- [28] C. Calonico, V. Delfino, G. Pesavento, M. Mundo & A. Lo Nostro. Microbiological Quality of Ready-to-Eat Salads from Processing Plant to the Consumers. *Journal of Food and Nutrition Research*, 8.
- [29] D. O’Beirne, V. Gomez-Lopez, J. A. Tudela, A. Allende & M. I. Gil. Effects of Oxygen-Depleted Atmospheres on Survival and Growth of *Listeria Monocytogenes* on Fresh-Cut Iceberg Lettuce Stored at Mild Abuse Commercial Temperatures. *Food Microbiology* 48: 17-21. 2015.
- [30] L. M. Prescott, J. H. P. Harley, D. E. Boeck & Larcier. *Microbiologie*, Editions De Boeck Université. Pour la traduction et l’adaptation française. 2003.