



Réf :/UAMOB/FSNVST/2023

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV Filière : Science Alimentaire.

Spécialité : Agroalimentaire et contrôle de qualité

Présenté par :

Kerkoud Chaima & Talbi Melisa

Thème

**Elaboration d'une formule alimentaire à haute valeur
nutritionnelle "choucroute"**

Soutenu le : 02/07/2023

Devant le jury composé de :

| <i>Nom et Prénom</i> | <i>Grade</i> | | |
|----------------------|--------------|-----------------|------------|
| DOUMANJI Wafa | MAA | Univ. de Bouira | Président |
| CHEKROUNE Malika | MCB | Univ. de Bouira | Promotrice |
| IAZZOURANE Ghania | MCB | Univ. de Bouira | Examineur |

Année Universitaire : 2022/2023

Remerciement

Au début et avant tout, le remerciement et louange à Dieu le tout puissant, de nous avoir donné le courage, la santé de finaliser ce travail.

Nous remercions par ailleurs vivement les membres du jury : Mme Doumandji wafa qui nous a fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire.

Nous remercions Mme Iazzourane ghania d'avoir accepté de faire partie du jury et d'examiner ce modeste travail.

Nous remercions vivement notre encadreur Mme Chekroune Malika pour sa confiance, son soutien, son attention et ses bons conseils.

Nos sentiments de reconnaissance et nos remerciements vont également de toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Avant tout, nous remercions ''Allah'' le tout puissant de nous avoir donné la santé, la force, le courage, la patience, la persistance et nous a permis d'exploiter les moyens disponibles à fin d'accomplir ce modeste travail. Merci de nous avoir éclairé le chemin de la réussite.

A mes chers parents,

Ma mère Saida et mon père Hocine pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,

A ma chère sœur Yasmine pour leurs encouragement permanent, et leur soutien moral,

A mes chers frères, Yasser et Hamza pour leur appui et leur encouragement,

À mon fiancé qui a rendu cette année spéciale,

A toute ma famille pour leur soutien tout au long de ma vie.

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infaillible,

Merci d'être toujours là pour moi, Je vous aime.

Chaima

Dédicaces

A ce qui m'a tout donné sans rien en retour ;

A ce qui m'a aidé, encouragé et soutenu dans les moments les plus difficiles.

A ma chère maman, je la remercie du fond du cœur pour ta soutien continu, ta tendresse. Je te dédie ce mémoire en témoignage de ma profonde reconnaissance.

A ma chère sœur roumaïssa, qui a été toujours présente à mes côtés. Je t'exprime à travers ce travail mes sentiments de fraternité et d'amour.

A mes copines, merci de m'avoir remonté le moral, encouragé et soutenu pendant plusieurs années, j'ai vraiment des copines en or.

Un énorme merci à toutes les personnes qui m'ont aidé à réaliser ce travail.

Melisa

Sommaire

| | |
|--|----|
| Remerciements | |
| Liste des abréviations | |
| Listes des figures | |
| Liste des tableaux | |
| Introduction..... | 1 |
| PREMIERE PARTIE : PARTIE THÉORIQUE | |
| Chapitre 1 : Fermentation lactique | |
| 1. Fermentation lactique..... | 4 |
| 1.1. Définition | 4 |
| 1.2. L'origine de la fermentation lactique | 4 |
| 1.3. L'avantage de la fermentation lactique..... | 5 |
| 2. Bactéries lactiques | 5 |
| 2.1. Définition | 5 |
| 2.2. Origine et habitat..... | 6 |
| 2.3. Caractéristiques des bactéries lactiques..... | 7 |
| 2.4. Métabolismes des bactéries lactiques | 8 |
| 2.4.1. Homofermentation | 8 |
| 2.4.2. Hétéro-fermentation | 8 |
| 2.5. Intérêt des bactéries lactiques..... | 9 |
| 2.5.1. Intérêt thérapeutique | 9 |
| 2.5.2. Intérêt probiotique, alimentaire, et bio-préservateur | 9 |
| Chapitre 2 : Choucroute | |
| 1. Généralités sur la choucroute..... | 12 |
| 1.1. Historique..... | 12 |
| 1.2. Définition de la choucroute..... | 12 |
| 2. Fermentation de la choucroute..... | 13 |
| 2.1. Taux de sel..... | 14 |
| 2.2. Le pH..... | 14 |
| 3. Effets bénéfiques de choucroute..... | 14 |
| 3.1. Améliorer la qualité et la sécurité alimentaire | 14 |
| 3.2. Élimination des composés antinutritionnels..... | 15 |
| 3.3. Effet sur la santé humaine..... | 15 |
| 3.4. Bio-préservation | 15 |

DEUXIEME PARTIE : PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre 1 : Matériel et méthode

| | |
|--|----|
| Matériel et méthode..... | 18 |
| 1. Matériel végétal..... | 18 |
| 2. Préparation de la choucroute..... | 18 |
| 3. Etude des caractéristiques physicochimiques..... | 19 |
| 3.1. Teneur en eau (NF V 05-108, 1970)..... | 19 |
| 3.2. Détermination de pH (NF V 05-108, 1970)..... | 19 |
| 3.3. Détermination de l'acidité titrable..... | 19 |
| 3.4. Détermination de taux de cendres (AFNOR, 1972)..... | 20 |
| 4. Evaluation de l'activité anti-oxydants..... | 22 |
| 4.1. Préparation des extraits..... | 22 |
| 4.2. Dosage des polyphénol totaux..... | 23 |
| 4.3. Dosage des Flavonoïdes..... | 24 |
| 5. Evaluation de l'activité anti-radicalaire (DPPH)..... | 25 |
| 6. Dosage des sucre totaux..... | 26 |
| 7. Analyses microbiologique..... | 27 |
| 7.1. Recherche de germe de contamination..... | 27 |
| 7.1.1 Recherche de salmonelle..... | 27 |
| 8. Analyse sensorielle..... | 28 |
| 8.1. Les propriétés sensorielles étudiée..... | 28 |
| Chapitre : Résultats et discussion | |
| 1. Caractérisation physico-chimique..... | 32 |
| 1.1. Chou cru..... | 32 |
| 1.1.1. ph et l'acidité titrable..... | 32 |
| 1.1.2. La teneur en eau..... | 32 |
| 1.1.3. La teneur en matière organique et cendre..... | 33 |
| 1.2. Choucroute..... | 33 |
| 1.2.1. pH et l'acidité titrable..... | 33 |
| 2. Dosage des composes phénoliques..... | 36 |
| 2.1. Dosage des polyphénols..... | 36 |
| 2.2. Flavonoïdes..... | 36 |
| 3. Evaluation de l'activité anti-radicalaire (DPPH)..... | 37 |
| 4. Dosage des sucre totaux..... | 37 |
| 5. Analyse microbiologique..... | 37 |
| 5.1. Les bactéries lactiques..... | 37 |
| 5.2. Salmonelles..... | 38 |
| 6. Analyse sensoriale..... | 39 |

| | |
|---|-----------|
| Conclusion | 42 |
| Références bibliographiques..... | 44 |
| Annexes | |

Liste d'abréviation :

μ : Micro

° C : Degrés Celsius

A% : Taux d'acidité titrable

Abs C : Absorbance du contrôle

Abs E : Absorbance de l'extrait

AFNOR : Association Française de Normalisation

CCM : chromatographie sur couche mince

Cd% : Taux de cendres

E. coli : Escherichia coli

EAG : Equivalent acide gallique

EQ : Equivalent quercétine

FAO : Organisation Des Nations Unies Pour L'alimentation Et L'agriculture

H : heure

H% : Taux d'humidité

Lb : bactérie lactique

m : la masse en gramme

MO % : matière organique

MRS : Man Rogosa Sharpe

p : Masse finale de l'échantillon en g correspondant à une masse constante

p : Masse initiale de l'échantillon en g

pH : potentiel d'hydrogène

RF : rapport frontal

TSS : Taux du solide soluble

UFC : Unité formant colonie

USDA : United States Département of Agriculture

LISTES DES FIGURES

| | |
|---|----|
| Figure01 : (A)Lactobacillus, (B)Streptococcus, (C)Leuconostoc (Wallace et al, 2003 ; Corrieu et Luquet, 2008)..... | 7 |
| Figure 02 : Les principales voies de fermentation lactiques (Goy et al,2015)..... | 8 |
| Figure 03 : les différentes étapes de fabrication d'une choucroute..... | 18 |
| Figure 04 : Schéma d'extraction (Chiang et al.,1994)..... | 22 |
| Figure 05 : Extraction des glucides à partir de chou..... | 26 |
| Figure 06 : Evolution de pH au cours de la fermentation | 34 |
| Figure 07 : Evolution du taux d'acidité titrable au cours de la fermentation..... | 34 |
| Figure 08 : Dosage de vitamine C dans le jus de la choucroute..... | 35 |
| Figure 9 : Evolution du nombre de bactérie lactique au cours de la fermentation | 38 |
| Figure 10 : graphique en toile d'araignée qui représente la qualité sensorielle de la choucroute..... | 39 |
| Figure 11 : graphique en toile d'araignée qui représente la qualité sensorielle de jus de la choucroute..... | 40 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|---|----|
| Tableau 01 : Préparation des dilutions de l'acide gallique pour la réalisation de la courbe standard des polyphénols totaux..... | 24 |
| Tableau 02 : Préparation de la courbe d'étalonnage des flavonoïdes..... | 24 |
| Tableau 03 : les dilutions de l'extrait de chou cru..... | 25 |
| Tableau 04 : les micro-organismes recherchés..... | 27 |
| Tableau 05 : Composer de chou cru..... | 32 |
| Tableau 06 : l'évolution de l'acide lactique et Lben durent la fermentation..... | 36 |

Introduction

Introduction :

La fermentation est un procédé de préservation largement utilisé dans le secteur alimentaire. En effet, elle permet de conserver des matières premières périssables, garantissant ainsi la qualité sanitaire, tout en améliorant les caractéristiques organoleptiques et nutritionnelles du produit. En Asie, la fermentation de légumes est très répandue, créant ainsi une variété de produits différents, qui sont obtenus à partir de la fermentation du chou (par exemple, kimchi) ou d'autres légumes tels que la carotte, la betterave et les navets, qui peuvent être associés au chou (**Cao-Hoang et al., 2013**). Ces légumes fermentés ont l'avantage de contenir une grande variété de micro-nutriments ayant des effets bénéfiques pour la santé (**Chen et al., 2012**). En Europe occidentale, cette méthode de consommation de légumes est moins courante malgré la présence de certains plats traditionnels tels que la choucroute ou encore les olives et les cornichons. Cependant, les légumes fermentés connaissent actuellement un regain d'intérêt en raison de l'enthousiasme croissant des consommateurs pour des produits plus sains offrant de nouvelles saveurs et qui sont préparés à la maison.

Les bactéries lactiques sont des bactéries alimentaires qui ont un rôle crucial dans la transformation des matières premières d'origine animale et végétale par fermentation (**Manas, 2014**).

Les microorganismes garantissent non seulement des propriétés distinctives de saveurs et de consistance, mais également une salubrité alimentaire satisfaisante. Cette sécurité est obtenue grâce à la synthèse d'acides organiques, tels que les acides lactiques et acétiques, qui réduisent le pH du milieu (**Bekhouche et Boulahrouf, 2005**).

Le chou est l'un des légumes qui n'est pas vraiment utilisé dans l'alimentation humaine.

Nous avons choisi le chou comme véhicule de notre projet, car il est riche en vitamine C, l'acide lactique, les bactéries lactiques, composés minéraux et polyphénoliques.

De plus la fermentation rend le plus approprié en éliminant les facteurs anti-nutritionnels présente, ainsi le jus de choucroute lactofermenté peut être consommé par des personnes qui ne consomment pas de produit laitier.

La choucroute est un aliment fabriqué à partir de choux salés et fermentés. Le processus de salage encourage la prolifération de bactéries lactiques en empêchant la croissance de nombreux micro-organismes indésirables. La fermentation est initiée par des ferments hétérolactiques tels que *Leuconostoc mesenteroides*, suivis de *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, *Lb. curvatus*, *sake*, etc. D'autres micro-organismes tels que *Flavobacterium rhenans*, *Enterococcus faecalis* et *Enterobacter cloacae* peuvent également

Introduction :

contribuer à la production d'arômes agréables si leur concentration reste faible (**Guiraud, 2003**).

Le présent essai vise à améliorer la qualité nutritionnelle de chou par élaboré une recette d'une choucroute lactofermenté, pour atteindre cet objectif nous avons développé notre travail de la façon suivant :

En premier lieu, nous avons fait une synthèse bibliographique traitant la description de la fermentation lactique, les bactéries lactiques et leur effet.

En deuxième lieu, nous avons présenté la méthodologie du travail, les résultats trouvés ainsi qu'une discussion en comparant nos résultats avec ceux publiés dans la littérature mondiale.

A partir de l'interprétation des résultats expérimentaux, nous terminerons notre travail par une conclusion générale.

Partie théorique

1.1. Définition :

C'est le processus par lequel les bactéries, principalement *Leuconostoc mesenteroides* *Lactobacillus plantarum*, convertissent les sucres des aliments en acide lactique.

Le but principal de la fermentation est de permettre la conservation des matières premières périssables sans chaîne du froid. Il s'agit d'un processus biologique qui utilise des bactéries lactiques pour convertir la source de carbone présente dans l'acide lactique. Par conséquent, les matières premières sont transformées biochimiquement. La fermentation malolactique contribue donc à l'acidification, à la formation des aromatiques et à l'épaississement. Ces transformations améliorent non seulement la durée de conservation, mais améliorent également les propriétés organoleptiques et nutritionnelles. Les bactéries lactiques sont des micro-organismes qui effectuent la fermentation.

Les micro-organismes, définis par **Pelczar** en 1986, peuvent être considérés comme des industries chimiques à petite échelle capables de transformer des ressources biologiques à travers des chaînes métaboliques. Ces micro-organismes peuvent ou non être naturellement présents dans les matières premières. Les processus de fermentation peuvent modifier tous les composés des aliments. Le microbiote alimentaire contient jusqu'à 10¹⁰ cellules par gramme et peut être composé de centaines d'espèces différentes (**Delbes et al., 2015**). Les microbes qui composent votre microbiome peuvent ou non être bénéfiques.

De nombreux aliments peuvent être fermentés, notamment le lait, les légumes entiers, la viande et les fruits de mer. La fermentation lactique représente la majorité des fermentations dans le monde (**Tamang et Kailasapathy, 2010**).

Les propriétés sensorielles et nutritionnelles produites par la fermentation dépendent de la composition de l'écosystème fermentaire (matières premières et microorganismes) et des paramètres physico-chimiques appliqués (tels que la température de fermentation et la présence d'oxygène).

1.2. L'Origine de la fermentation lactique :

Depuis plus de 10 000 ans, les gens créent des aliments et des boissons fermentés par essais et erreurs. Actuellement, il existe plus de 5 000 aliments et boissons fermentés différents qui sont reconnus et représentent de 5 à 40 % de l'alimentation humaine (**Tamang et Kailasapathy, 2010**). Récemment, il y a eu un intérêt croissant pour l'étude des processus de fermentation, car les consommateurs s'y sont de plus en plus intéressés.

1.2. L'avantage de la fermentation lactique :

L'implication pratique pour les aliments en tant que sites de fermentation lactique est que les bactéries lactiques jouent un rôle important dans la suppression de la flore techniquement nuisible ou pathogène (Avagodo, 2004).

Deux facteurs principaux parfois difficiles à dissocier doivent être pris en compte : le pH et l'acidité. Ainsi, une bonne acidification de l'acide lactique inhibera la croissance d'*Escherichia coli*, *Pseudomonas*, *Salmonella*, *Clostridium* ou *Listeria monocytogenes*. En revanche, l'acide acétique est beaucoup plus toxique que l'acide lactique (Avagodo, 2004).

Dans les milieux faiblement tamponnés, les deux acides agissent en synergie : l'acide lactique aide à abaisser le pH du milieu, augmentant ainsi la toxicité de l'acide acétique par rapport aux autres bactéries (Avagodo, 2004).

2. Bactéries lactiques :

2.1. Définition :

Avant le 20^e siècle, le terme bactérie (bactérie lactique) faisait référence aux organismes lactiques acides (bactérie lactique). Fait important, la première culture pure de ces bactéries était la culture bactérienne *Bacterium lactis* (probablement *Lactococcus lactis*) obtenue par Lister en 1873 (Axelsson, 2004).

En particulier, les genres *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* et *Streptococcus* ont été décrits pour la première fois. D'un point de vue technique, les genres listés ci-dessous sont considérés comme les principaux genres de bactéries lactiques : *Aerococcus*, *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Bagococcus* et *Weissella* (Axelsson, 2004 ; Guiraud et al., 2003 ; Limsowtin et al., 2004 et Klein et al., 1998).

Les bactéries lactiques sont souvent positivement associées à la nutrition humaine en raison de leur capacité à fermenter les glucides en acide lactique (Ross et al., 2002 et Dellaglio et al., 1994).

Ils se présentent sous forme de microflore technique dans les produits laitiers (yaourt, fromage), produits carnés, produits végétaux, levain, boissons alcoolisées (Leroy et De Vuyst, 2004).

Actuellement, dans l'industrie agroalimentaire, les micro-organismes lactiques occupent une place importante parmi les auxiliaires de fabrication. Bien qu'elles soient

principalement connues pour leur rôle dans la production laitière (**Dortu et Thonart, 2009 ; Moraes et al., 2010**), elles sont également utilisées dans la préparation de légumes marinés, la salaison de la viande et du poisson, la boulangerie et la production de vin (**Dortu et Thonart, 2009 ; Moraes et al., 2010**). Ces applications nécessitent toutes une étape de fermentation pendant la production des produits finis. En tant que micro-organismes d'intérêt industriel, les bactéries lactiques sont considérées comme étant juste après la levure *Saccharomyces cerevisiae* (**Saad, 2010**).

2.2 Origine et habitat :

Les bactéries lactiques sont présentes partout, et peuvent être trouvées dans divers environnements comme le lait. En effet, le lait est très riche en nutriments et en facteurs de croissance, ce qui en fait un milieu de culture idéal pour les bactéries lactiques qui peuvent utiliser différentes voies microbiennes pour assimiler ses composants (**Alais, 1984**). Ces bactéries sont très flexibles et peuvent coloniser différents milieux riches en nutriments essentiels à leur croissance, même s'ils diffèrent considérablement d'un point de vue physico-chimique et biologique (**Rebiha et Ghoul, 2017**). Toutefois, certaines espèces sont spécifiques à un environnement particulier et ne se trouvent que dans leur habitat naturel (**De Roissart, 1986**).

Les variétés appartenant à la famille Lactococcus sont découvertes dans le lait ou les plantes qui sont les habitats naturels de la plupart de ces variétés (**Manuel de Bergey, 2009**). En conséquence, les variétés de la famille Lactobacillus sont présentes dans divers environnements : dans le lait et les fromages (Lb. *Casei subsp. Casei*, Lb. *plantarum*, Lb. *curvatus* et Lb. *brevis*), dans les laits fermentés (Lb. kefir, Lb. *brevis* et Lb. *fermentum*), dans les produits végétaux fermentés, les marinades, l'ensilage, le vin et les viandes fraîches ou fermentées (Lb. *brevis*, Lb. *Curvatus*, Lb. *buchneri* et Lb. *San francisco*) (**Demazeaud, 1996**).

D'autres variétés de Streptococcus, telles que Streptococcus thermophilus, sont découvertes dans le lait pasteurisé, les équipements laitiers et les levains artisanaux. Les variétés de *Leuconostoc* sont récupérées dans le lait, les produits laitiers, les fruits, les légumes (surtout la betterave), les légumes en fermentation (comme la choucroute), les produits de boulangerie et les solutions visqueuses de sucre dans les sucreries. Les variétés de *Pediococcus* sont principalement présentes dans les végétaux en décomposition, parfois dans les boissons alcoolisées, le lait, différents types de fromages (tels que le Parmesan et d'autres

fromages italiens) et les préparations culinaires (comme les saucisses, les anchois salés ou la sauce de soja) (Bekhouche, 2006).

2.3. Caractéristiques des bactéries lactiques :

Les bactéries lactiques constituent un groupe aux morphologies différentes sphérique (*coque/genre*) *Streptococcus* et *Lactococcus*, en bâtonnets (*Bacillus/Lactobacillus*) et même ovoïdes (*Leuconostoc ssp.*) (Luquet et Corrieu, 2005 et Galvez et al., 2011).

Leurs principales caractéristiques sont :

Gram positif, asporogène, anaérobie mais aérotoleérant, pigmenté, généralement immobile, capable de croître à des températures comprises entre 10°C et 45°C et à un pH compris entre 4,0 et 4,5. Ils se caractérisent par la production d'acide lactique comme produit majeur de métabolisme (Salminen et al., 2004 ; König et Fröhlich, 2009 et Pringsulaka et al., 2011).

En général, ces bactéries sont dépourvues de catalase, de nitrate réductase ou de cytochrome oxydase (sauf pour quelques souches sous certaines conditions) et sont protéolytiques (Dellaglio et al., 1994 et Salminen et al., 2004).

Outre l'acide lactique et d'autres acides organiques qui limitent la croissance de micro-organismes indésirables en réduisant le pH du milieu, les bactéries lactiques fabriquent d'autres substances ayant des propriétés antimicrobiennes, comme le peroxyde d'hydrogène, le diacétyle, la reutérine, le dioxyde de carbone et les bactériocines (Tonnart, 2009).

Ces bactéries ont des besoins nutritionnels complexes en acides aminés, peptides, vitamines, sels, acides gras et glucides fermentescibles (Dellaglio et al., 1994 et Hogg, 2008).

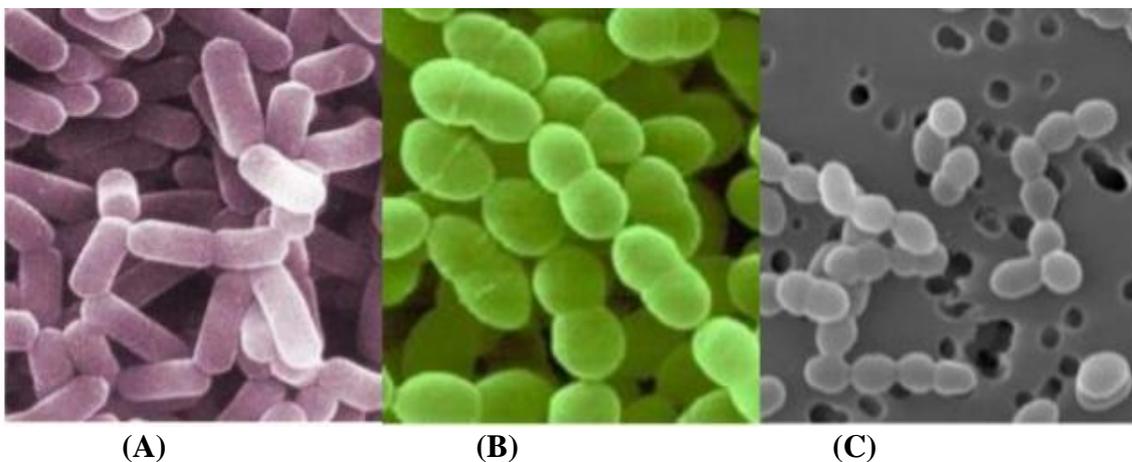


Figure01 : (A)Lactobacillus, (B)Streptococcus, (C)Leuconostoc(Wallace et al, 2003 ; Corrieu et Luquet, 2008).

2.4. Métabolismes des bactéries lactiques :

Selon le produit final de la fermentation, les bactéries lactiques sont catégorisées en deux classes :

2.4.1. Homofermentaires :

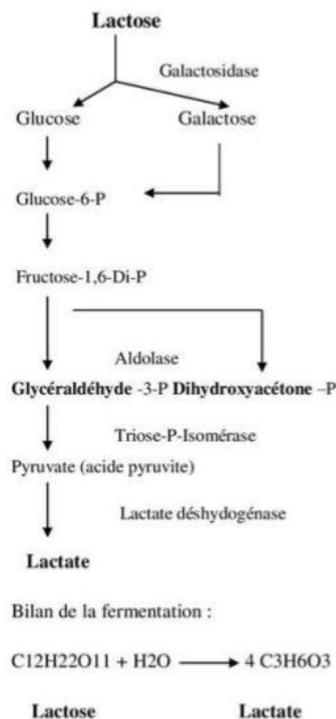
Comprend la voie glycolytique, les bactéries lactiques dégradent l'hexose (glucose), qui subit diverses étapes de transformation pour produire du pyruvate, qui est réduit en un produit unique, l'acide lactique (**Mozzi et al., 2010**).

Cette voie est principalement utilisée par les bactéries du genre *Streptococcus* et certaines espèces de *Lactobacillus* telles que *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus caucasicus*, *Lactobacillus lactis* et *Lactobacillus* (**Makhloufi, 2011**).

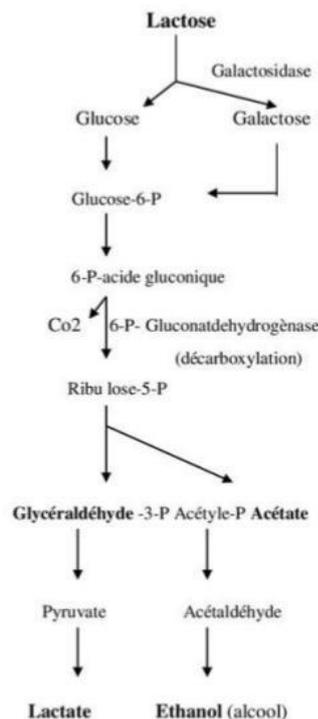
2.4.2. Hétéro-fermentaires :

Les bactéries lactiques qui fermentent le glucose en produisant de l'éthanol et du CO₂ en plus de l'acide lactique sont considérées comme des hétéro-fermentaires et constituent le principal groupe de bactéries lactiques.

Les bactéries de ce type métabolique sont *Leuconostoc* et certains *Lactobacillus* (**Hadef, 2012**).



La voie homofermentative



La voie hétéro-fermentative.

Figure02 : Les principales voies de fermentation lactiques (Goy et al.,2015).

2.5. Intérêt des bactéries lactiques :

L'importance technique et industrielle des bactéries lactiques et des probiotiques est d'une grande importance. Ces micro-organismes sont largement utilisés comme auxiliaires techniques dans l'industrie agroalimentaire pour transformer des matières premières d'origine animale (lait, viande, poisson) ou végétales (fruits, légumes, céréales) ou pour valoriser la valeur nutritionnelle de production de produits alimentaires. (Béal et al., 2008). Il réduit également la production de substances toxiques et les propriétés probiotiques. En plus des propriétés de bioconservation, les bactéries productrices de bactériocines auraient plusieurs propriétés, notamment : Réduire les gaz de fermentation et améliorer le goût et la qualité du produit final (Makhloufi, 2011).

Les bactéries lactiques ont les propriétés suivantes :

Effet acidifiant, Propriétés enzymatiques (protéolytiques, peptidasiques et dégradantes), production de métabolites cibles tels que le peroxyde d'hydrogène, les acides organiques, les bactériocines (Belyagoubi, 2014).

2.5.1. Intérêt thérapeutique :

Les bactéries lactiques profitent à l'hôte en équilibrant le microbiote intestinal et jouent également un rôle important dans la maturation du système immunitaire (Yateem et al., 2008). Les bactéries les plus couramment utilisées comme probiotiques sont *Lactobacillus* et *Bifidobacterium* (Khan et Ansari, 2007).

Les avantages potentiels des probiotiques vont de l'inhibition de l'activité de certains agents pathogènes, à l'amélioration de l'utilisation du lactose, à la réduction des taux de cholestérol sanguin et de substances cancérigènes, à l'inactivation des composés toxiques, à la prévention de divers types de diarrhée, à la protéolyse. Ces activités vont de la capacité à atténuer les allergies alimentaires (Ninane et al., 2009 ; Mkrtchyan et al., 2010 ; El-Ghaish et al., 2011 et Uehara et al., 2006).

2.5.2. Intérêts probiotiques, alimentaire et bio-préservateur :

De nombreux micro-organismes sont considérés comme des probiotiques, notamment les lactobacilles des genres *Bifidobacterium* et *Lactobacillus* (Makhloufi, 2012 et Fao, 2001).

Ces bactéries font partie de l'alimentation humaine depuis l'Antiquité qui participe aussi à la fermentation et conservation biologique de divers aliments à l'aide de bactéries.

Les inhibiteurs d'acide lactique peuvent aider à améliorer la qualité et la sécurité microbiologiques et fournir une alternative au stockage réfrigéré des produits avec des durées de conservation de quelques jours à plusieurs semaines (**Hugenholtz et al., 2002 et Pilet et al., 2009**).

Le but de l'utilisation de ces bactéries est d'améliorer les propriétés organoleptiques des produits fermentés et de prolonger leur durée de conservation sans l'utilisation de conservateurs chimiques, grâce aux substances antibactériennes qu'elles sécrètent (**Dortu et Thonart, 2009 et Yateem et al., 2008**).

La lactofermentation améliore les bienfaits des aliments pour la santé en augmentant la quantité de probiotiques présents dans les aliments qui favorisent la santé intestinale. Les niveaux d'enzymes et les vitamines B et C facilitent leur absorption. Présence d'antibiotiques et d'anticancérigènes. Selon l'USDA, la fermentation de l'acide lactique est considérée comme plus sûre que la consommation d'aliments crus, car l'acide lactique produit inhibe la croissance d'autres bactéries. Les bactéries responsables de la fermentation de l'acide lactique sont également présentes dans le vagin d'une femme et aident à développer le système immunitaire d'un bébé né naturellement. Un aliment fermenté contenant de la choucroute a sauvé les marins du scorbut.

Choucroute

1. Généralités sur la choucroute :

1.1. Historique :

Le mot « choucroute » est dérivé de l'allemand « choucroute », qui signifie « chou aigre ». En fait, une dérive a conduit au mot "Sürkrüt", qui signifie littéralement herbe aigre ("sür" signifie aigre et "krüt" signifie herbe) (**Guignard, 2004**).

La choucroute semble être originaire de Chine et était un aliment de base pour les constructeurs de la "Mur de Chine". En fait, la légende raconte que c'était au III^{ème} siècle av. J.C., les chinois sont tombés sur le chou fermenté. Dans un hiver froid, les travailleurs ont dû se réfugier dans les plaines, laissant les chantiers et la nourriture sous la neige. Quand ils reviennent. Ils ont goûté le chou aigre, car ils ont abrité l'air sous la neige, avaient fermenté. Puis de grands voyageurs comme **Marco Polo** nous ont apporté la choucroute (**Farnworth, 2005**).

Quant aux Allemands, ils ont été découverts lors de l'invasion des Mongols et des Tatars. Au XVI^e siècle, ils perfectionnent le procédé de fermentation au sel, permettant aux aliments de se répandre dans les pays voisins comme l'Alsace. C'est cette dernière qui a contribué à la renommée et au développement de la choucroute après qu'elle soit devenue un plat traditionnel local. Cela fait de l'Alsace la première région productrice de choux à choucroute en France. Vers la fin du siècle dernier, du fait du développement des transports et d'autres aspects, la choucroute s'est répandue en France et est passée de "Paysanne" à "Bourgeoise" en raison de son abondance, de sa gastronomie et de sa présence sur les tables de fête (**Farnworth, 2005**).

1.2. Définition de la choucroute :

La choucroute est le produit du chou salé coupé en fines lanières après fermentation lactique spontanée (**Di Cagno et Coda, 2014**).

Bactéries lactiques naturellement présentes dans la choucroute, comme la *Leuc. mesenteroides*, *L.brevis* et *L. plantarum* produisent de grandes quantités d'acide lactique, ce qui abaisse rapidement le pH et confère ensuite des propriétés organoleptiques au produit fini (**Fessard, 2017**).

De par ses qualités sensorielles et conceptuelles, la choucroute est un aliment de base traditionnel intéressant dans l'alimentation moderne :

- Faible pouvoir calorique : 66kj (16kcal)
- Riche en fibres alimentaires (2.2%) pour favoriser le transit intestinal
- Sans lipides et apport important de protéines végétales (2,0%)

• Riche en micronutriments essentiels. En plus des vitamines B, de la vitamine K et de la provitamine A, la choucroute contient naturellement de la vitamine C (20mg/100g). Il contient également des sels minéraux et de nombreux oligo-éléments naturellement présents dans le chou.

1. Fermentation de choucroute :

En 1930, **Pederson** a identifié les micro-organismes impliqués dans la fermentation de la choucroute. Il existe trois types principaux qui sont séquentiellement présents dans le milieu au cours du processus de fermentation : *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*. Cette flore est naturellement présente sur la face interne des feuilles de chou et a une concentration d'environ 4000 bactéries/g.

La fermentation débute à 18°C et se déroule en plusieurs étapes de la coupe à la mise en cuve. La flore aérobie (comme *E. coli* et *Pseudomonas*) consomme tout l'oxygène présent dans le réservoir. Au bout de 2 jours, cette microflore a disparu et dans le même temps la bactérie hétéro-fermentaire *Leuconostoc mesenteroides* a transformé divers sucres (glucose, fructose et saccharose) contenus dans les cellules végétales en divers métabolites (lactate, acétate, mannitol, dextran, éthanol, dioxyde de carbone).

La réduction au CO₂ entraîne une diminution du pH qui est observée en même temps que l'oxygène résiduel (**Farnworth, 2005**). Le microbiote aérobie ne peut plus se développer. Avec une acidité totale de 1%, *Leuconostoc mesenteroides* est remplacé par *Lactobacillus plantarum*. Cette flore homofermentaire élimine l'amertume de la choucroute et transforme le dextrane et le mannitol. Cette étape se traduit par une acidité de 1,5 à 1,9 %. Puis, pour compléter ce cours d'action microbienne, le *Lactobacillus brevis* hétéro-fermentaire acidotolérant transforme les sucres restants, amenant le pH à des valeurs d'acide de 3,60 ou 2,5 (**Stamer, 1971**).

Pendant la fermentation, un processus appelé "décollage" est effectué pour éliminer le liquide fermenté. Ce processus est effectué tous les 3-4 jours jusqu'à ce que la saumure soit nette et claire. Ce processus prend environ 3 semaines et la saumure est terminée remplacée par une solution saline fraîche. Après un mois de fermentation, la choucroute est « consommable ». Cependant, il est préférable de prolonger cette fermentation jusqu'à deux mois afin de pouvoir profiter pleinement de toutes ses propriétés organoleptiques. Le rendement (rapport de la masse de choucroute prélevée à la masse de chou épluché utilisé) est

d'environ $\frac{1}{3}$ du poids du chou épluché. Plusieurs paramètres peuvent influencer la qualité de la choucroute (Tolonen, 2004)

L'anaérobicité : est essentielle à la croissance des bactéries lactiques et inhibe la croissance d'autres bactéries. Cela empêche la détérioration oxydative du chou et évite la synthèse de produits secondaires indésirables qui modifient le goût et l'arôme du chou. Par conséquent, le chou est toujours recouvert de jus (Tolonen, 2004)

La température de fermentation de 18°C donne un vin de bonne qualité Capable d'une fermentation sensuelle et rapide, il peut aussi être vendu en 3 semaines (Tolonen, 2004).

2.1. Taux de sel :

La salinité permet d'extraire les nutriments du tissu du chou au-dessus de l'eau qui servent de substrats aux bactéries lactiques. La combinaison de sel et d'acide inhibe le développement de la microflore aérobie et réduit l'action des enzymes dégradant la pectine dans les cellules végétales. Sa concentration optimale est de 1,5 à 2,5% du poids du chou. (Tolonen, 2004).

2.2. Le pH :

Est important pour l'héritage du microbiote qu'il induit, mais doit être contrôlé Parce que *Leuconostoc mesenteroides* y est très sensible. Le temps de division (le temps que met le nombre de bactéries à doubler) peut passer de 40 à 145 minutes lorsque le pH varie entre 6,2 et 4,5. Par conséquent, il est détecté dans la première étape de la fermentation (Tolonen, 2004).

3. Effets bénéfiques de choucroute :

3.1. Améliorer la qualité et la sécurité alimentaire :

La fermentation peut améliorer la qualité nutritionnelle des aliments, la digestibilité et les ingrédients bénéfiques des aliments fermentés, la teneur en vitamines et minéraux de la matière première a été augmentée par rapport à sa teneur initiale. De nombreux composés antimicrobiens tels que les acides organiques, Au cours du processus de fermentation, du peroxyde d'hydrogène, du diacétyle et de la bactériocine sont produits, ce qui affecte la croissance unidirectionnelle des bactéries, d'autre part, augmente la durée de conservation des aliments et la teneur en acide lactique des produits.

Les aliments fermentés peuvent améliorer le taux d'utilisation du calcium, du phosphore et du fer, Augmente également l'absorption du fer et de la vitamine D.

Les aliments fermentés ont Il existe de nombreux types d'enzymes, chacune pouvant jouer un rôle différent dans l'amélioration de la qualité des aliments. Dégradation par la lactase du lactose dans la fermentation des aliments dans le galactose. Le galactose est un composant important des cérébrosides, qui peut favoriser développement du cerveau de bébé. De même, par Les bactéries lactiques peuvent décomposer la caséine en petites molécules facilement digestibles. Ce Les aliments fermentés sont riches en graisses globulaires faciles à digérer Digestion (Manas et al., 2014).

3.2. Élimination des composés antinutritionnels :

La plupart des fruits et légumes contiennent des toxines et des composés anti nutriments. Ceux-ci peuvent être éliminés ou détoxifiés par action microscopique microorganismes au cours de la fermentation. Les plantes contiennent une série de composés, appelés collectivement anti nutriments, interfèrent souvent avec absorber certains nutriments et, dans certains cas, peut même avoir un effet Conditions physiologiques toxiques ou défavorables.

Ces anti nutriments comprennent les oxalates, les protéases, les alpha-amylase, lectines, tanins condensés, acide phytique. De nombreux traitements et Il a été démontré que les méthodes de cuisson réduisent potentiellement cette quantité.

Les anti-nutriments et leurs effets indésirables. Il a été conclu que les méthodes de préparation et de cuisson des aliments sont aussi importantes que l'identité de l'aliment lui-même, et la recherche se concentre désormais sur l'identification des effets de plusieurs ingrédients.

Plutôt que d'étudier leur devenir au cours de la fermentation lactique, les anti nutriments ont été étudiés (Manas et al., 2014).

3.3. Effets sur la santé humaine :

De nombreux chercheurs ont décrit les effets bénéfiques des bactéries lactiques. Cela peut modifier positivement le microbiote intestinal et empêcher la colonisation par d'autres agents pathogènes intestinaux. Les souches LBA améliorent également la fonction digestive et le système immunitaire, réduisent le risque de cancer du côlon, contrôlent les taux de cholestérol sérique et éliminent les anti-nutriments indésirables dans les aliments. Les avantages généraux pour la santé des bactéries lactiques sont illustrés dans un diagramme (Settani et Corsetti, 2008).

3.4. Bio-préservation :

Les consommateurs sont particulièrement conscients des problèmes de santé liés aux additifs alimentaires. Les avantages pour la santé des aliments « naturels » et « traditionnels » sans conservateurs chimiques ajoutés deviennent de plus en plus attrayants.

Les additifs chimiques sont couramment utilisés pour contrôler certains micro-organismes. Les bactéries lactiques font partie intégrante des aliments fermentés depuis des milliers d'années. Ils jouent un rôle important dans le maintien de la sécurité microbienne des aliments fermentés, favorisant ainsi la stabilité microbienne produit final de la fermentation.

La protection des aliments repose sur la production d'acides organiques, de dioxyde de carbone, d'éthanol, de peroxyde d'hydrogène, d'antimycotiques diacétyl tels que les acides gras et les bactériocines phényllactates, et d'antibiotiques tels que la reutéricycline (**Settani et Corsatti, 2008**).

Partie expérimentale

Matériel et méthode

1. Matériel végétal :

Le matériel végétal utilisé dans ce travail est le chou vert acheté du marché local de Bouira durant la période allant du 21/03/2023 au 18/05/2023. Les échantillons ramenés environ 10kg ont été entreposés entre 2-4°C.

2. Préparation de la choucroute

La choucroute a été préparée en suivant le protocole donné par la figure ci-dessous :

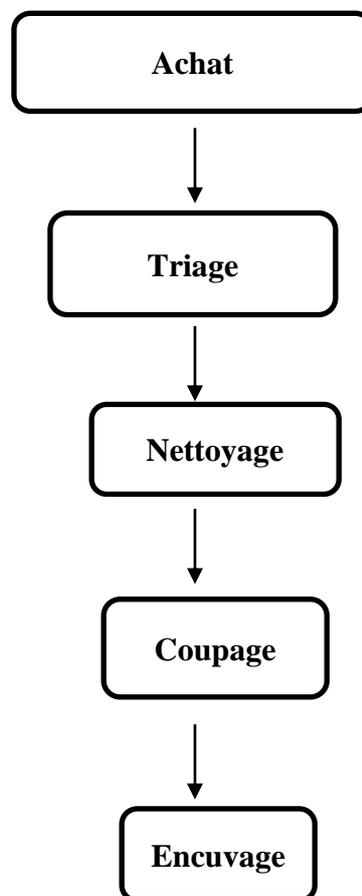


Figure03 : les différentes étapes de fabrication d'une choucroute.

- **Achat** : le processus débite par l'achat du 10kg de chou du marché local de la willaya de Bouira.
- **Triage** : les têtes de chou ont été triées, les feuilles extérieures enlevées, y compris tous les tissus meurtris, souillés et les parties dures.
- **Nettoyage** : les feuilles de chou ont été lavée soigneusement à l'eau de robinet puis les séchez avec un torchon propre.
- **Coupage** : à l'aide d'un couteau, les feuilles de chou ont été émincés en fin et en long lanières d'épaisseurs moyen de 2 à 3 mm.
- **Préparation de solution salé** : par liquéfaction de sel (chlorure de sodium) avec l'eau a une concentration de 2,5% en poids.
 - **Encuvage** : les lanières de chou qui été pesé et remplis dans des boucaux stériles puis étalées et tassées 75%-80% pour le stockage et la fermentation anaérobie.
 - Verser la solution salée dans les boucaux préparé jusqu'à ce qu'ils sont recouverts. Placer les boucaux dans un endroit sec et à l'abri de la lumière dans une température ambiante (fermentation spontanée).

L'évaluation du pH, l'acidité ainsi que la vitamine C ont été réalisé chaque 3jours. Le démembrement des bactéries lactique et la chromatographie sur couche mince (ccm) de l'acide lactique a été réalisé chaque sept jours càd : j7, j14, j21, j28.

3. Etude des caractéristiques physicochimiques

3.1. Teneur en eau (NF V 05-108, 1970) :

La mesure du taux d'humidité a été effectuée en utilisant la méthode de **Lako et al., (2007)**, qui implique le séchage d'un échantillon dans une étuve maintenue à une température de $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ jusqu'à ce que le poids devienne constant ($\pm 0.01\text{g}$). (Annexe 2)

3.2. Détermination de pH (NF V 05-108, 1970) :

La méthode utilisée est celle de la **NF V 05-108 (1970)** . La mesure du pH a été réalisée avant et durant la fermentation (Annexe 2).

3.3. Détermination de l'acidité titrable :

Cette évaluation est basée sur la **NF V05-101 (1974)** elle consiste à titrer avec une solution d'hydroxyde de sodium en présence de quelque goutte de phénophtaléine comme indicateur.

Le mode opératoire utilisé pour le chou cru et la choucroute est dans l'annexe 2.

L'acidité en milliéquivalents pour 100 g de produit est exprimée dans le rapport suivant :

$$\text{Acidité (\%)} = (250/m * V_a/10 * 100/V_b) * 0,09$$

Soit :

m : La masse, en grammes de produit prélevé.

V_a : Le volume en millilitres de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée (0,1 N).

V_b : Le volume en millilitres de la prise d'essai.

0,09 : Facteur de conversion de l'acidité titrable en équivalent d'acide lactique.

3.4. Détermination de taux de cendres (AFNOR, 1972) :

Les cendres totales sont les résidus de composés minéraux qui subsistent après la combustion d'échantillons contenant des matières organiques d'origine animale, végétale ou synthétique. La cendre représente environ 1 à 5 % de la masse alimentaire sur une base humide (Annexe 2).

La matière organique est calculée selon la formule suivante :

Soit :

$$\text{MO \%} = (M_1 - M_2)/p \times 100$$

MO % : Matière organique.

M₁ : Masse de la capsule + prise d'essai

M₂ : Masse de la capsule + cendres.

P : Masse de la prise d'essai

La teneur en cendres (Cd) est calculée comme suit :

$$\text{Cd} = 100 - \text{MO \%}$$

4. Evaluation de l'activité anti-oxydants :

4.1. Préparation des extraits :

La méthode d'extraction utilisée dans notre étude est l'extraction par macération réalisée selon le protocole de (**Chiang et al., 1994**) avec des modifications mineures. Le principe de cette méthode repose sur l'extraction sélective liquide-solide des composés phénoliques.

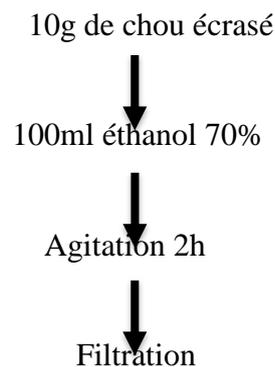


Figure 04 : Schéma d'extraction (**Chiang et al.,1994**)

4.2. Dosage des polyphénol totaux :

Principe :

Le mélange de réactifs de Folin-ciocalteu est composé d'un mélange d'acide phosphotungstique (H₃PW₁₂O₄₀) et de phosphomolibdique (H₃PMo₁₂O₄₀), qui est réduit par les phénols en un mélange d'oxydes bleus de tungstène (W₈O₂₃) et de molybdène (Mo₈O₂₃), qui peut être mesuré par colométrie. Le principe de cette méthode repose sur l'oxydation et la réduction de l'état alcalin, où l'ion phénolate est oxydé. L'ion complexe MO₆⁺ et W⁺ présent dans le réactif de Folin-ciocalteu est réduit et change la réaction en bleu. La coloration produite est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans les extraits. La teneur totale en phénoliques est exprimée en mg d'équivalents d'acide gallique par gramme d'extrait d'échantillon (mg de GAE/g d'extrait).

Le mode opératoire et la préparation de la courbe d'étalonnage est dans l'annexe 2, 5.

4.3. Dosage des flavonoïdes :

Principe :

La méthode décrite par (**Bahorun et al.,1996**), avec quelques modifications, est utilisée pour évaluer la quantité de flavonoïdes totaux présents dans les extraits éthanoliques de chou. Les flavonoïdes possèdent un groupe hydroxyle (OH) libre en position 5, qui peut former un complexe coloré avec le chlorure d'aluminium en réagissant avec le groupe CO. Ils ont la capacité de former des complexes jaunâtres en se liant à des métaux tels que le fer et l'aluminium par chélation. Ce phénomène est dû à la perte de deux électrons par le métal (Al) pour se lier à deux atomes d'oxygène de la molécule phénolique qui agit comme donneur d'électrons.

On évalue la concentration des flavonoïdes présents dans les extraits de chou en se basant sur la courbe d'étalonnage obtenue avec la quercétine comme référence.

Le mode opératoire et la préparation de la courbe d'étalonnage des flavonoïdes est dans l'annexe 2, 5.

La concentration des flavonoïdes contenus dans les extraits de chou est calculée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant la quercétine comme standard. (Annexe 5)

5. Evaluation de l'activité anti-radicalaire (DPPH) :

➤ Principe :

Le DPPH[•], un composé radicalaire stable 2-2-diphényl 1-picryl-hydrazil, est largement utilisé pour évaluer rapidement et directement l'activité antioxydante en raison de sa stabilité en tant que radical libre et de la simplicité de son analyse, qui permet de mesurer le pouvoir réducteur en calculant la EC50. Il a une absorption dans le visible à une longueur d'onde de 517 nm et se présente sous forme de violet foncé. En présence de composés anti-radicalaires, il est réduit pour prendre une couleur jaune (forme réduite) (**Molyneux, 2004 ; Bozin et al., 2008**) (Annexe 1).

La préparation des dilutions de l'extrait de chou cru et l'expression des résultats (Annexe 1, 2).

6. Dosage des sucres totaux :

Extraction des glucides :

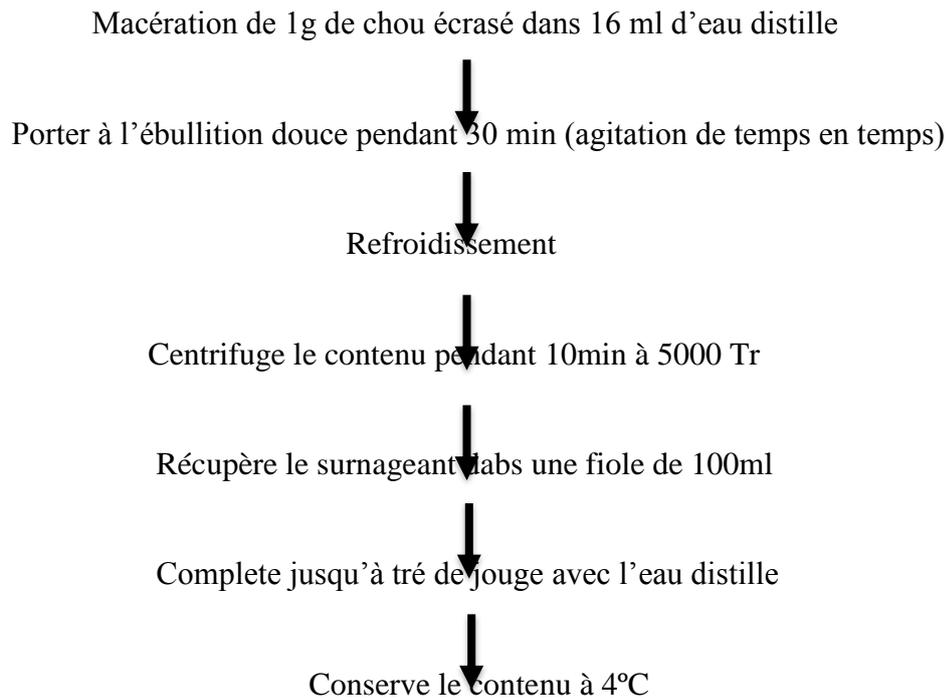


Figure 05 : extraction des glucides à partir de chou.

➤ Principe :

Selon **MORRIS (1948)**, l'Anthrone réagit avec tous les oses, dioxydes et polysaccharides, en particulier les amidons et diverses dextrans. Il semble également réagir avec les polysaccharides de nombreuses gommages bactériennes. A poids égal, le glucose et le fructose présentent la même réaction chromogénique que l'Anthrone. MORRIS a également montré que l'Anthrone présente sensiblement la même couleur que les composés contenant du sucre ou les produits d'hydrolyse de ces composés. Des rapports pondéraux égaux de glucose (un sucre en C6), de maltose, de saccharose (un dioxyde) et de glycogène (un polysaccharide)

produisent peu de résultats, que ces sucres soient pré-hydrolysés ou non, cela donnera approximativement la même couleur.

Lorsqu'il est dissous dans un milieu de soufre concentré, l'Anthrone apparaît une couleur jaune clair et les solutions glucidiques donnent une coloration bleue allant du vert assez clair au bleu-vert selon la concentration de la solution. Diosanes produit une certaine fluorescence et les protéines produisent une couleur rouge (MORRIS, 1948).

Le mode opératoire est dans l'annexe 2.

La gamme d'étalonnage est effectuée à partir d'une solution mère de glucose (0.1mg/ml) (Annexe 1).

7. Analyses microbiologiques :

Le contrôle microbiologie de jus de la choucroute est effectué au niveau du laboratoire de la faculté SNV et laboratoire d'hygiène de la wilaya de Bouira et selon les directives générales de normes française pour le dénombrement des micro-organismes (NF 4833,1991).

Le Tableau 04 suivant résume l'ensemble de bactérie recherchés et dénombrés (Annexe2).

Tableau 04 : les micro-organismes recherchés (NF 4833, 1991).

| Les bactéries recherchés | Milieux Utilisés | Température d'incubation | Durée d'incubation | Observation |
|--------------------------|------------------|--------------------------|--------------------|---|
| Bactéries lactiques | MRS | 37°C | 24h à 72h | Colonies de petite taille d'environ 1 à 2 mm de diamètre, de forme circulaire, et de couleur blanchâtre |
| Salmonelles | Hektoen | 37°C | 24h | Colonie de taille moyen environ 1 à 2 mm, de forme bâtonnet, et de couleur noir |

9.4. Recherche de germe de contamination :

9.4.1. Recherche de salmonella :

La recherche des salmonelles se fait dans 25 ml du produit en suivant les quatre étapes suivantes : pré-enrichissement, enrichissement, isolement et identification.

Pré-enrichissement : On place directement l'échantillon dans 10 ml d'eau peptone tamponnée, puis on le met à incuber à 37°C pendant 24 heures. Cette étape permet aux salmonelles (si présentes) de se multiplier abondamment.

Enrichissement : Dans chaque tube à vis stérile contenant 10 ml de bouillon d'eau peptone tamponnée, on ajoute 1 ml de sous-culture à l'aide d'une pipette stérile. Les bouillons sont ensuite incubés à 37°C pendant 24 heures. La sélectivité du bouillon et la température d'incubation relativement élevée permettent de réduire considérablement la flore d'accompagnement et de favoriser la croissance des salmonelles.

Isolement : On utilise un milieu **Hektoen** pour l'isolement, les boîtes de Pétri sont mises à incuber pendant 24 heures à 37°C. Les colonies verdâtres ou bleuâtres à centre noir sont ensuite repiquées pour être soumises à une identification plus précise (**Secke, 2007**). Le protocole est détaillé dans l'annexe 3.

8. Analyses sensoriales :

La science sensorielle est une discipline pluridisciplinaire cruciale dans toutes les recherches alimentaires et est utilisée dans divers domaines tels que l'amélioration des produits, le contrôle qualité, le stockage et le développement de processus (**Watts et al., 1991**).

L'analyse sensorielle implique des testeurs qui utilisent les organes sensoriels regroupés en cinq modalités : la vision, l'odorat, le goût, le toucher et l'ouïe.

Pour évaluer les caractéristiques sensorielles et l'acceptabilité des produits alimentaires ainsi que de nombreux autres produits, la réaction humaine est irremplaçable et ne peut être reproduite par un autre instrument (**Watts et al., 1991**).

13.2. Les propriétés sensorielles étudiées :

Les caractéristiques perceptibles sont détectées lorsque nos récepteurs sensoriels interagissent avec les stimulations de notre environnement (**Kemp et al., 2011**). L'agrément gustatif de la choucroute et du jus de choucroute est évalué en fonction des propriétés sensorielles suivantes :

La couleur :

La couleur est définie dans un espace à trois dimensions : la nuance (rouge, bleu, vert, jaune, rose, etc.), la luminance (clair-foncé) et la saturation (couleur vive ou plutôt terne grisâtre) (**Bauer, 2010**). La couleur d'un aliment peut être due aux constituants de ce dernier

donc naturelle (pigments naturels tel que les carotènes, la chlorophylle, ...), ou à des colorants alimentaires autorisés ajoutés (**Jellinek et al., 1985**).

Texture :

D'après **Bauer (2010)**, la norme **ISO 5492** donne la définition suivante de la texture : "l'ensemble des caractéristiques mécaniques, géométriques et de surface d'un produit qui peuvent être perçues par les récepteurs mécaniques, les récepteurs tactiles et, éventuellement, les récepteurs visuels et auditifs". Cela inclut toutes les propriétés mécaniques, géométriques et de surface d'un produit (**Iso, 1992**). Les sensations associées à cette perception sont celles du toucher et de la proprioception. Elles sont d'abord perçues par la main et ensuite par la bouche (**Dupin et al., 1992**).

Gout et saveur :

Il désigne la perception ressentie par le sens du goût lorsqu'il est activé par certaines substances dissoutes (**AFNOR, 1992**).

Les goûts (ou les saveurs) sont détectés par le récepteur gustatif (les bourgeons du goût de la langue) lorsqu'il est activé par des composés solubles. Cela comprend les perceptions de salé, sucré, acide et amer (**Delacharlerie et al., 2008**).

Odeur :

Ces caractéristiques sont détectables par le sens olfactif : la fragrance en "reniflant" certaines matières volatiles, le parfum par la voie rétro-nasale lors de la dégustation (**AFNOR, 1992**).

Recueil des résultats :

Le recueil des résultats est effectué sur une fiche ou questionnaire remplie par chaque dégustateur.

Résultats et discussion

1. Caractérisation physico-chimique :

1.1. Chou cru :

Il est bien connu que la qualité du produit final est grandement influencée par la composition des matières premières. Les données relatives à la caractérisation de divers paramètres physico-chimiques sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 05 : Composer de chou cru.

| Paramètres | Valeurs |
|-----------------------|------------|
| pH | 6,05 |
| Teneur en eau (%) | 81,18% |
| Acidité titrable (%) | 0,18% |
| Les cendres (%) | 0,67% |
| Polyphénol mg EAG /ml | 23,71 |
| Flavonoïde mg/ml | 0,72 |
| Sucre totaux (%) | 2% |
| DPPH | 0,26 mg/ml |

1.1.1. pH et l'acidité titrable :

Dans notre étude le pH de chou cru est de 6.05, cette valeur est presque semblable à celle cité par (**Krishna Thakur et al, 2017**) qui est 5.48 pour la même variété.

La détermination du pH des aliments est d'une grande importance, car il a un impact direct sur leur conservabilités et leur qualité organoleptiques (**CLINQUART, 1999**), en comparant, (**LIZA Begriche, 2021**) a trouvé un pH de 6.3, presque identique de notre résultat.

Concernent l'acidité titrable, le chou étudié présente une tenure de 0,18 d'acide lactique, cette valeur est presque la même à celle trouvé par (**Krishna Thakur et al, 2017**) qui est de 0,20.

Le pH et l'acidité titrable et l'un des paramètres déterminent la proportion a la conservation des aliments (**Matallah, 1970**).

1.1.2. La teneur en eau :

Le taux d'humidité est d'une grande importance pour les caractéristiques technologiques, microbiologiques et nutritionnelles des produits agroalimentaires, il englobe

également des aspects réglementaire et économiques, par conséquent, l'évaluation du taux d'humidité est l'une des analyses les plus courantes dans l'industries agroalimentaire (**Isengand, 1995**).

Le taux d'humidité est un critère de qualité principalement utilisé pour évaluer la teneur en eau, il influe sur la durée de la conversation de produit. Le chou étudié présente une teneur de 81,19%.

Selon (**Lovaliana et al., 2011**), les produits à faible Taux d'humidité peuvent être conservé plus longtemps ce qui ne correspond pas au notre aliment étudiée, le chou cru constitué principalement d'eau.

1.1.3. La teneur en matière organique et cendre :

Les cendres sont des débris issus de l'incinération de la matière organique (**MULTON et al., 1991**).

Le pourcentage organique de résidu minéraux indique la totalité des sel minéraux présente. Le taux de cendres de chou cru analysé est de 0,67%et le pourcentage de la matière organique de chou cru étudier et de 99,33%,

D'après **FRANCO, (2003)** la qualité globale de résidu ne correspond pas exactement aux concentrations de minéraux d'un aliment, il est possible que des éléments s'évaporent ou se transforme en oxyde et carbonate durant la combustion.

Le terme cendres totales désigne la partie inorganique d'un échantillon alimentaire qui reste après sa combustion à 550 °C pendant une durée de cinq heures, cette substance résiduelle renferme des micronutriments tels que le calcium, le phosphore , le sodium, le potassium, le magnésium et le manganèse , la détermination des minéraux nous permet d'évaluer la qualité nutritionnelle de l'enchantions a analysé, en effet les aliments ne doivent pas dépasser un certain seuil de teneur en cendre pour être consommés par les humains et les animaux (**Gaouar, 2011**).

1.2. Choucroute :

1.2.1. pH et l'acidité titrable :

Les valeurs moyennes du pH observer au cours de la fermentation de la choucroute, sont représentées dans la figure ci-dessous :

Le tableau montre une diminution du pH de 4,06 à 3,5 après 28jour de fermentation a une température ambiante (20 - 25°C).

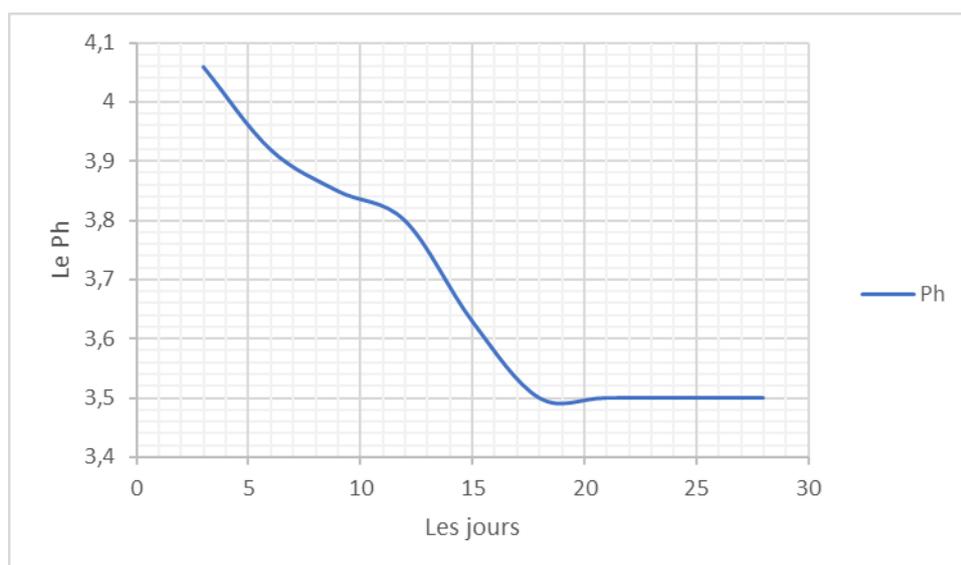


Figure 06 : Evolution de pH au cours de la fermentation

La figure montre une diminution du pH de 4,06 à 3,5 après 28 jours de fermentation à une température ambiante (20 - 25°C).

À partir du 3^{ème} jour de la fermentation, le pH commence à diminuer jusqu'au 21^{ème} jour, puis se stabilise pendant la dernière semaine, par contre (Krichna Thakur *et al.*, 2017) montre que le pH diminue de 3,56 puis ça augmente pendant la dernière semaine à 3,80.

L'acidité titrable de la choucroute :

Les résultats de l'acidité titrable sont présentés par la figure suivante

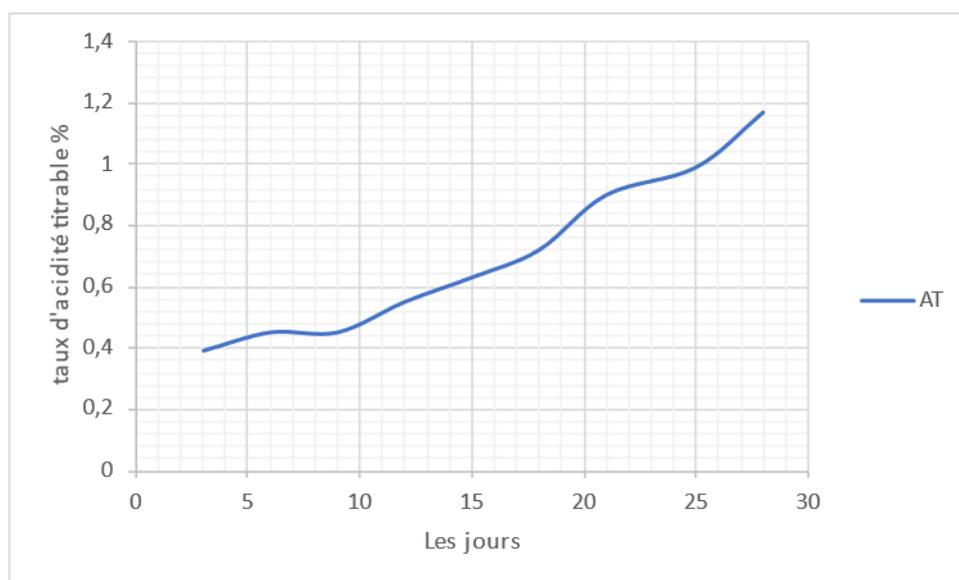


Figure 07 : Evolution du taux d'acidité titrable au cours de la fermentation.

La choucroute étudiée présente une augmentation d'acidité de 0,33% à 1,17% durant une fermentation de 28 jours à une température ambiante.

Cette valeur est légèrement supérieure à celle trouvée par (**Krichna Thakur et al., 2017**) qui varie entre 0,96 à 1,47 dans une température ambiante.

Il existe une relation entre les valeurs de Ph et de l'acidité selon la durée de fermentation, effectivement lorsque le Ph baisse, l'acidité progresse de manière graduelle (**laurinia et al., 2012**).

L'ajout de sel (chlorure de sodium) et sa répartition homogène dans les fibres du chou sont deux aspects critiques à contrôler lors de la fabrication de la choucroute (**Farmwortg, 2005**).

Tout comme d'autres processus biologiques, la fermentation de choucroute est soumise à l'influence de la température. Du point de vue sensoriel, les résultats obtenus sont lorsque les températures se situent entre 20 et 25°C.

Les températures plus élevées accélèrent la production d'acide, ce qui se traduit par des produits à la saveur qualifiée verte et immature. En revanche, si la température est inférieure à 10°C cela entraîne le début de la fermentation et favorise la détérioration du chou (**Farmworth, 2005**).

1. Dosage des composés phénoliques :

a. Dosage des polyphénols :

Le taux des polyphénols dans le chou cru est de 23,71 mg EAG/ml. Ce résultat est inférieur à celui trouvé par (**DJENIDI Habiba, 2019**) qui donne une valeur de 62,22 de chou. En comparant à celui d'autres légumes qui sont respectivement de 360,2±8,20 , 340,22±4,64 , 305,85±3,79 mg d'EAG /ml de fève , le chou-fleur , la courgette qui sont plus élevés que celui trouvé par **Cieslik et al. (2006) ; Liu et al. (2007) ; Baginsky et al. (2013) et Mokhtar et al. (2015)**. La production des composés phénoliques est influencée par la lumière, ils se concentrent principalement dans les peaux des baies, et des légumes (**Peschel et al, 2006, Wolf et al, 2003, Hakkimer, 2000 Macheux et al 1990**).

b. Flavonoïdes :

La teneur en flavonoïdes dans les légumes varie de 0,34±0,80 à 34,8 ±0,80 mg d'EQ/ml d'extraits (**DJENIDI Habiba, 2019**). Dans cette étude, la teneur en flavonoïdes de chou cru est de (0,72 mg/100g), presque identique à celle trouvée par **DJENIDI Habiba** qui est égale à 0,73±0,09.

2. Evaluation de l'activité anti-radicalaire (DPPH) :

La présence de divers antioxydants dans les tissus végétaux, spécialement dans les fruit et légumes complique la mesure de l'effet antioxydants de chaque élément. Pour cette raison plusieurs techniques ont été conçues récemment pour évaluer l'effet antioxydant des échantillons biologique (**Kahkomen et al, 1999**).

Le mesure de potentiel antioxydant est effectués en détectant les produit résultat de l'oxydation ou en évaluant la capacite à capturer des radicaux des modèles réactionnels, nous avons utilisé le test d'activité antioxydante de notre extrait de chou, bien que ce test que ce ne soit pas quantifié il permet de déterminer la capacite à capturer le radical DPPH et ainsi de détecter les variations qualitatives des composer phénoliques.

La méthode de DPPH est fondée sur la capacite des substances à fonctionner comme des capteurs de radicaux en libérant un atome d'hydrogène (**Leoy et al., 2009**).

L'activité antioxydant est noter dans l'extrait de chou analysé à l'aide de logicielle origine Pro 8.5, cette activité inhibitrice selon EC 50 est de 0,26mg/ml qui est inférieure à celle trouvé par (**DJENIDI Habiba, 2019**).

En comparaison avec d'autre légumes telle que la carotte, le concombre, le navet ont une activité antiradicalaire avec une $EC \geq 20MG/ml$.

3. Dosage des sucre totaux :

Les sucres totaux ont été déterminés par la méthode de **Dubois**.

La quantification est effectuée en utilisant l'équation de la courbe d'étalonnage suivent : $y=0,004x+0,104$ mg/100g (voir annexe 5). cette équation utilise le glucose comme référence et la concentration du sucre soluble sont finalement exprimées en mg/100g.

D'après les résultats obtenus, nous remarquons que le chou contient une teneur de 2% du sucre totaux du poids frais, cette valeur est presque identique de celle trouve par (**Krishna Thakur, 2017**).

4. Analyse microbiologique :

7.1. Les bactéries lactiques :

L'évaluation de la microflore lactique d'extrait de chou en culture sur le milieu MRS est très lente durant les premiers jours. Au bout de 7eme jour, le nombre des bactéries lactique à 37⁰ C a augmenté et atteint 2×10^6 UFC/ml.

Au-delà de 14 -ème jour on constate une augmentation significative de façon exceptionnelle de 28×10^7 EFC/ml.

Concernant le 21ème jour de fermentation, on remarque que le nombre des bactéries lactique continue son augmentation atteint 24×10^7 UFC/ml

A la fin de la fermentation, dans le 28 jour le nombre des BL et arrivé à 32×10^7 EFC/ml.

Tandis que le pH diminue, notant qu'il contribue à inhiber la prolifération des bactéries.

En comparant avec les études qui sont faites sur le lait de chamelle de CHETOUNA,2011 et MOSBAH,2017 $2,15 \times 10^4$ UFC/ml, $7,8 \times 10^3$ UFC/ml respectivement, ces résultats indiquent que le jus de la choucroute contient un taux supérieure des bactéries lactiques.

En effet, les faibles valeurs de pH favorisent le développement des bactéries lactiques (pH 2,9 à 3,5) et acétiques (pH 3 à 4,5) (**chamba et al, 1994**) ce qui pourrait expliquer les résultats des compactages obtenus.

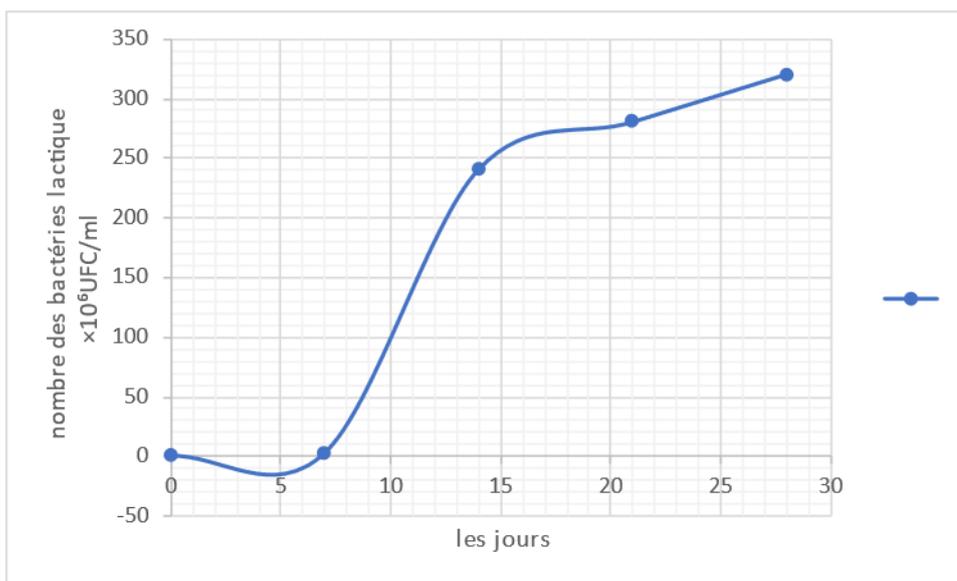


Figure 09 : Evolution du nombre de bactérie lactique au cours de la fermentation

7.2. Salmonelles :

Le dénombrement de salmonelles cultivé sur le milieu Hektoen n'a pas été détecté sur notre produit fini, ce qui est en accord avec les normes nationales recommandées (**J.O. N°35 ;1998**) et intentionnels (**OMS et FAO,2009**).

Les valeurs minimales de pH favorisant la croissance des bactéries lactique et acétiques sont respectivement de pH 2,9 à 3,5 et pH 3 à 3,5.

La capacité des bactéries lactiques a développer les composés actifs tels que l'acide lactique, l'acide acétiques, l'eau oxygénée et les bactériocines explique leur rôle

bactériostatique ou bactéricide contre les espèces nuisibles responsable des défauts sensoriels des aliment fermentés ou présentant des risques pour la santé publique, tels que les Salmonelles et les clostridium (**chamba et al.,1994**).

5. Analyse sensoriale :

Les figures 14 représentent les résultats du profil sensorial de la choucroute et de jus de la choucroute de différents paramètres évaluer qui sont la couleur, la texture (pour la choucroute), l'odeur, gout acide, arrière gout et l'acceptabilité globale par un groupe de 14 participant non spécialisés.

Pour la choucroute :

Couleur : selon les résultats obtenus, on remarque que 64,28% sont d'accord que la couleur de notre choucroute est de jaune pale.

Odeur : un moyen de 42,85% des dégustateurs sentie une odeur normale.

Texture : à partir les résultats obtenu, 57,14% ont été mis pour la texture moyen de choucroute.

Gout acide : la moitié de nos dégustateurs 57,14% remarqué que la choucroute est acide.

Arrière-gout : la majorité de dégustateurs ont trouvé que la choucroute a un arrière-gout normal.

Acceptabilité globale : selon les moyens calculer 78,57% de dégustateurs on approuver que la choucroute soit acceptable.

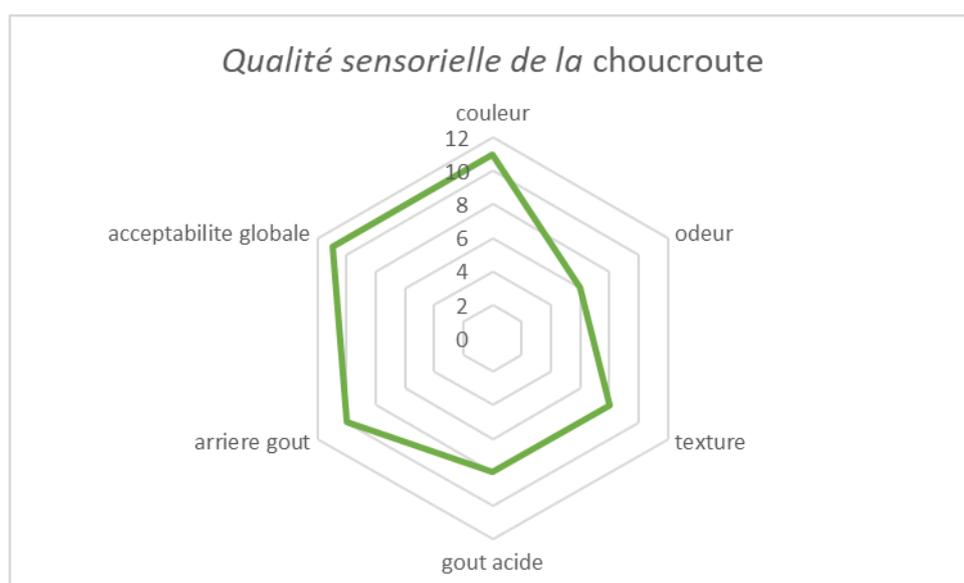


Figure 11 : graphique en toile d'araignée qui représente la qualité sensorielle de la choucroute.

Ce qui est du liquide d'immersion de la choucroute :

Couleur : selon les résultats obtenus, on remarque que 64,28% sont d'accord que la couleur de jus de la choucroute apparaît en vert.

Odeur : après avoir déguster notre jus, plus de 50% des dégustateur ont senti une odeur normale et pas désagréable.

Gout acide : pour l'acidité nos dégustateurs sont presque totalement (71,42%) remarqué que notre jus est acide.

Arrière-gout : plus que 50% de nos dégustateurs ont senti un arrière-gout normal qui passe juste après avoir avaler notre jus.

Acceptabilité globale : Après avoir effectué tous ses analyses sensorielles on a constaté que notre jus est bien acceptable malgré qu'il soit peu connu par la majorité des dégustateurs.

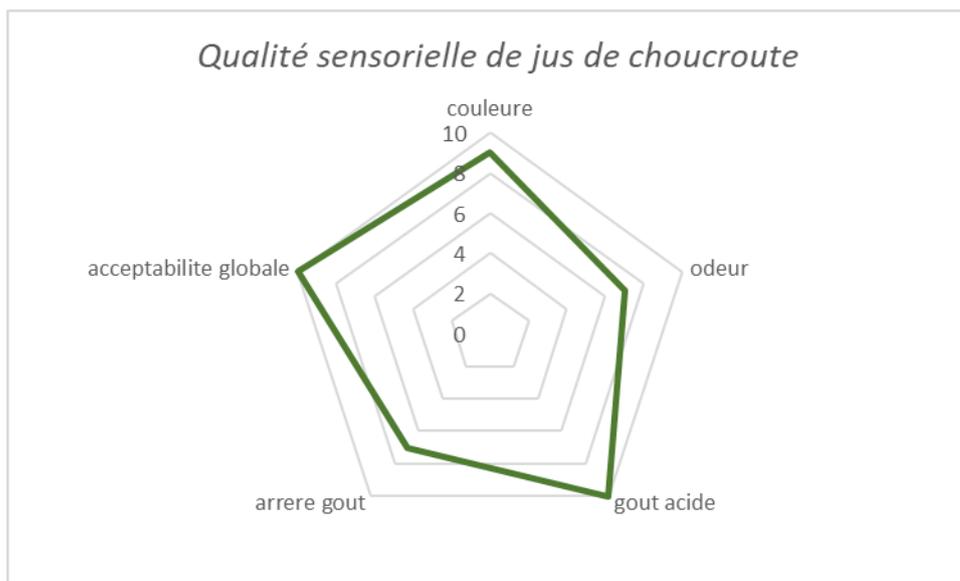


Figure 11 : graphique en toile d'araignée qui représente la qualité sensorielle de jus de choucroute.

D'après les résultats de l'analyse sensorielle montre que la choucroute et le jus de la choucroute ont été acceptable par la majorité de dégustateur malgré que c'est un nouveau produit qui est peu connu.

Conclusion

Conclusion :

Cette actual recherche dépense à l'élaboration d'un produit lactofermenté ayant une haute valeur nutritionnelle a permis trouver les résultats suivants :

- Durant la fermentation, le pH et l'acidité sont inversement proportionnelle. Ce qui confirme l'accélération de l'acidité au cours de la fermentation.
- Les bactéries lactiques naturellement dans la choucroute produisent une grande quantité d'acide lactique qui abaisse rapidement le pH.
- La diminution de pH et l'augmentation de l'acidité titrable présente un milieu favorable pour la croissance des bactéries lactique, ses dernières sont responsables de la production de l'acide lactique et l'évolution de vitamine C se qui inhibe la présence des bactéries pathogènes, cela améliore la qualité de nos produits.
- Les résultats montrent que le produit élaboré présente une qualité microbiologique satisfaisante vue l'absence de germe de contamination (salmonelle)
- L'évaluation sensorielle a confirmé l'acceptabilité de ce produit par les consommateurs.

Les résultats de notre étude permettant d'ouvrier de nouvelle perspective, pour compléter de travaille nous proposons :

- Une analyse de vitamine B.
- Une caractérisation de bactérie pathogène.
- Une étude moléculaire pour déterminer les minéraux et les défèrent nutriment.
- Une détermination de taux de fibre.

Références

Références :

Alais, C.H. Et Linden, G. (1984). Les glycanes : Abrégé de biochimie alimentaire. 4^{ème} édition, Masson, Paris, pp : 39-53.

Avagodo, A. (2004). Caractérisation biochimique et Moléculaire des bactéries Lactiques productrices d'exopolysaccharides isolées à partir d'échantillons de lait fermenté du Burkina Faso. Thèse doctorat. Biochimie et Biotechnologie. Université Ouagadougou.

Axelsson. (2004). Lactic Acid Bacteria: classification and physiology. In *Biology of Microorganisms on Grapes, in Must and in Wine*. König, H. et Frohlich, J. (2009) Springer ed, Allema, P 3 à 29.

Axelsson. L., (2004). Lactic Acid Bacteria: Classification and Physiology In *Lactic Acid Bacteria Microbiological and Functional Aspects*. Salminen S., Wright A.v., Ouhelal A. 3^e Ed. Marcel Dekker, pp: 1- 66.

Baginsky et al, 2013. Phenolic compound composition in immature seeds of fava bean (*Vicia faba* L.) varieties cultivated in Chile. *J Food Compos Anal* ; 31: 1-6.

Bahorun, T., Gressier, B., Trotin, F., Brunet, C., Dine, T., Luyckx, M., Vasseur, J., Cazin, M., Cazin, J.C., Pinkas, M. (1996). Oxygen species scavenging activity of phenolic

Bauer, W. J., Badoud, Raphaël, Lölliger, Jürg, Etauranud, A. (2010). Science et technologie des aliments. Ed. Presses polytechniques et universitaires. Italie. pp 1-754.: PUR Presses polytechniques.

Béal, C., Marin, M., Fontaine, E., Fonseca, F., Obert, J.P., (2008). Production et conservation des ferments lactiques et probiotiques. In Corrieu G. et Luquet F.M. *Bactéries lactiques, de la génétique aux ferments*. Tec & Doc, Lavoisier, Paris. p 661-766.

BEGRICHE Liza, (2021). Impact des paramètres de fabrication sur la composition microbiologique et physico-chimique des légumes fermentés, UNIVERSITE DE BRETAGNE OCCIDENTALE

Bekhouche F. et Boulahrouf A., (2005). Etudes quantitative et qualitative des bactéries lactiques de lait cru produits par des vaches locales appartenant à six stations d'élevage de Constantine. *Sciences & Technologie.*, 23 : 38-45

Bekhouche, F. (2006). Bactéries lactiques du lait cru de vache et Microorganismes pectinolytiques des olives noires et vertes : 1. Isolement et Identification biochimique. 2. Evaluation et Optimisation de la production d'enzyme polygalacturonase. Thèse de doctorat d'état en microbiologie et enzymologie option : génie alimentaire. Université De Mentouri Constantine Institut De La Nutrition De L'alimentation Et Des Technologies.

Références :

Belyagoubi L., (2014). Antibiotiques produits par des bactéries (actinomycètes et bactéries lactiques) issus de différents écosystèmes naturels Algériens. Thèse de Doctorat en Biologie. Université AboubakrBelkaïd-Tlemcen. 170p.

Bordjah A. (2011). Analyse physico-chimique et microbiologique du lait UHT demi écrémé dans le but d'obtention du diplôme de Brevet de Technicien Supérieure en Contrôle de Qualité dans les Industries Agro-alimentaire, centre de formation professionnelle El Hidhab Sétif Algérie - BTS en contrôle de qualité dans les industries agroalimentaires.

Bozin, B., Mimica-Dukic, N., Samojlik, I., Goran, A., Igc, R. (2008). Phenolics as antioxydants in garlic (*Allium sativum* L., Alliaceae). *Food Chemistry*.111(4): Pp925929

CHETHOUNA F., (2011). Etude des caractéristiques physico-chimiques, biochimiques et la qualité microbiologique du lait camelin pasteurisé, en comparaison avec le lait camelin cru. Mémoire magister en science Biologique, Université Kasdi Merbah, Ouargla.

Cielik E, Grda A, Adamus W, (2006). Contents of polyphenols in fruit and vegetables. *Food Chem*, 94 : 135-142.

CLINQUART A (1999). Les Techniques de conservation des aliments, université de Liège, faculté de Médecine Vétérinaire (ULG).

De Roissart, H.B. (1986). Les bactéries lactiques. Dans : le lait et les produits laitiers. Luquet F. M., 3, Ed. Techniques et Documentations Lavoisier. Paris, pp : 343-407.

Delacharlerie, S., de Biourge, Sandrine, Chéné, Christine, Sindic, Marianne, Deroanne, Claude. (2008). Les Méthodes d'Analyse. in "HACCP organoleptique: Guide pratique". Presses Agronomiques de Gembloux. pp 72-73.

Delbes, C., Monnet, C., Irlinger, F., (2015). Des communautés microbiennes au service de la qualité des fromages : diversité et dynamique adaptative et fonctionnelle des populations endogènes etensemencées. *Innovations Agronomiques* (44), 69-86.

Dellaglio F., Roissard H., Torriani S., Curk MC., Janssens D., (1994). Caractéristiques générales des bactéries lactiques. Dans : ROISSARD H., LUQUET FM. Dans *Bactéries lactiques*. Lorica : Uriage, p. 25-116.

Demazeaud, M. (1996). Les bactéries lactiques dans : L'alimentation humaine : utilisation et innocuité. *Cahiers Agricultures*, 5, pp: 331-343.

Depledge, F. S., F. (2002). Evaluation sensorielle des produits alimentaires. Référence F4000V1. www.techniques-ingenieur.fr

Di Cagno R., Coda R., De Angelis M. & Gobbetti M., (2014). Exploitation of vegetables and fruits through lactic acid fermentation. *Food Microbiol.* 33(1), 1–10, DOI :10.1016/j.fm.2012.09.003.

Références :

DJENIDI Habiba, (2019). Activité antioxydante et antiradicalaire des aliments d'origine végétale consommés dans les régions de biskra et sétif Doctorat en sciences, Université Ferhat Abbas Sétif 1.

Djerrad, Z., Kadik, L. & Djouahri, A. (2015). Chemical variability and antioxidant activities among *Pinus halepensis* Mill. essential oils provenances, depending on geographic variation and environmental conditions. *Industrial Crops and Products*, 74, 440-449.

Dortu C. and Thonart P., (2009). Les bactériocines des bactéries lactiques : caractéristiques et intérêts pour la bioconservation des produits alimentaires. *Biotechnol. Agron. Soc. Env.* 13(1): 143-154

Dortu, C. and Thonart, P. (2009). Les bactériocines des bactéries lactiques : caractéristiques et *Biotechnol. Agron. Soc. Environ* 13 : 143-154.

Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A. et Smith, F. (1955). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.* 28: 350-356.

Duchateau, G. & Florkin, M. (1959). Sur la tréhalosémie des insectes et sa signification. *Arch. Insect. Physiol. Biochem*, 67: 306-314.

Dupin, H. (1992). Alimentation et nutrition humaines : Ed. Esf Editeur. Paris. pp 1-1533.

EL-ghaish S., Ahmadova A., Hadji-sfaxi I., EL mecherfi K.E., Bazukyane I., Choiset Y., Rabesona H., Sitohy M., Popov Y.G., A. Kuliev A., Mozzi F., Chobert J.M. et Haertlé T., (2011). Potential use of lactic acid bacteria for reduction of allergenicity and for longer conservation of fermented foods. *Tre. Food Sci. Technol.* 1-8.

FAO, T. W. H. O., (2001). Probiotic definition.

Farnworth. Edward R. (2005). Hand book of fermented functional foods. 343-357. ISBN: 0-8493-1372-44.

Galvez A., Abriouel H., Ben omar N. and Lucas R., (2011). Food Applications and Regulation In: Drider D., et Rebuffat S. (eds). *Prokaryotic Antimicrobial Peptides: From Genes to Applications.* Springer Verlag. Jaen, Spain. pp, 253-390.

Goy D., Jakob E., et Haldemann J., (2015). Les fermentations lactiques. Agroscope. N°59.Suisse. 5 p.

Guignard, J.-L ; Dupont, F, (2004). Abrégés de botanique systématique moléculaire ; 13e éd. Editions Masson. Guiraud J.P. 200

Guiraud J.P. (2003). Microbiologie Alimentaire. Tec &Doc, Dunod. Paris. 90-292.

Références :

Guiraud j.-P., (2003). Microbiologie alimentaire. Dunod – RIA, 696 Limsowtin G.K.Y., Broome M.C., powell I.B. Lactic acid bacteria, taxonomy. In Encyclopedia of Dairy Sciences. Roginski H. Oxford, Elsevier. 2004, 1470-1478.

Hadef S., (2012). Evaluation des aptitudes technologiques et probiotiques des bactéries lactiques. Mém mgiter: p7-8. Université Kasdi Merbah. Ouargla.

Hogg T., (2008). Essential microbiology. John Wiley & Sons, Ltd. 188-190.

Hugenholtz J., Sybesma W., Groot M. N., Wisselink W., Ladero V., Burgess K., Van Sinderen D., Piard J.C., Eggink G.J., Smid= E., Savoy G., Sesma F., Jansen T., Hols P., (2002). Metabolic engineering of lactic acid bacteria for the production of nutraceuticals. Antonie Van Leeuwenhoek, vol. 82, p. 217-235.

Isengard., H. (1995). Rapid water determination in foodstuffs. Trends in Food Science & Technology, 6(5), 155-162.

Jellinek, G. (1985). Sensory evaluation of food-Theory and practice. Ed. Ellis Horwood Series in Food Science and Technology, Chichester (England).

Kemp, S. E. H., T.& Hort J. (2011). Sensory Evaluation: a practical handbook: Sensory perceptions, Ed. willy-blackwell pp 96.

Khan S.H. and Ansari F.A., (2007). Probiotics-The friendly bacteria with market potential in global market. Pak. J. Pharm. Sci., 20(1) : 76-82.

Klein G., Pack A., Bonaparte C., Reuter G., (1998). Taxonomy and physiology of probiotic lactic acid bacteria. International Journal of Food Microbiology, vol. 41,103-125.

Konig H., Frohlich J., (2009). Biology of microorganisms on grapes, in must and in wine. Ed Springer-Verlag., Berlin Heidelberg.109p.

Lako, J., Trenerry, V. C., Wahlqvist, M., Wattanapenpaiboon, N., Sotheeswaran, S., & Premier, R. (2007). Phytochemical flavonols, carotenoids and the antioxidant properties of a wide selection of Fijian fruit, vegetables and other readily available foods. Food Chemistry, 101(4), 1727-1741.

Leroy, F. and De Vuyst, L., (2004). Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. Trends in Food Science & Technology 15, 67-78.

Liu X et al, (2007). Total phenolic content and DPPH radical scavenging activity of lettuce (*Lactuca sativa* L.) grown in Colorado. LWT-Food Sci Technol ; 40 : 552-557.

Lovaliana., I., Fanomezantsoa, Rakotovololona, (2011). études de conservation des fruits de saison d'abricot-litchis. Université d'Anatanarivo, école supérieure des sciences agronomiques, 50-60.

Références :

Luquet F.M. et Corrieu G., (2005). Bactéries lactiques et probiotiques. Santé et Nutrition. France.

Macheix J.J., Fleuriet A., Billot J., (1990). Fruit Phenolics-Boca Raton, USA : CRC PRESS.

Makheloufi K.M., (2011). Caractérisation d'une bactériocine produite par une bactérie lactique *Leuconostoc pseudomesenteroides* isolée du boza. Thèse de doctorat : université Pierre et Marie Curie : France, p. 08-10.

Makhloufi.K. M., (2012). Caractérisation d'une bactériocine produite par une bactérie lactique *Leuconostoc pseudomesenteroides* isolée du boza. Thèse de doctorat de l'université pierre et marie curie. Spécialité : microbiologie, biochimie (école doctorale iviv)

Makhloufi K.M., (2011). Caractérisation d'une bactériocine produite par une bactérie lactique *Leuconostoc pseudomesenteroides* isolée du boza. Thèse de Doctorat en Microbiologie, Biochimie. Université Pierre et Marie Curie-Paris 6. France. 200p.

Manas Ranjan Swain, Marimuthu Anandharaj, Ramesh Chandra Ray, and Rizwana Parveen Rani, (2014). Fermented Fruits and Vegetables of Asia: A Potential Source of Probiotics. Volume 2014, Article ID 250424, 19 pages.

Manuel de Bergey. (2009). Systematic of bacteriology. Second Edition. Volume three the fermicutes. Edition springer.

Matallah, S., (1970). Contribution a la Valorisation de la Datte Algérienne', Thèse Ingénieur. INA, El Harrach, pp103.

Mkrtchyan, H., Gibbons, S., Heidelberger, S., Zloh, M., Limaki, H.K., (2010). Purification, characterization and identification of acidocin LCHV, an antimicrobial peptide produced by *Lactobacillus acidophilus* n.v. Er 317/402 strain narine. Int.J. Antimicrobial Agents., 35: 255-260.

Mokhtar M et al, (2015). Determination of the polyphenolic content of a *Capsicum annum* L. extract by liquid chromatography coupled to photodiode array and mass spectrometry detection and evaluation of its biological activity. J Sep Sci; 38: 171-178.

Moraes, M.P., Perin, L.M., Ortolani, M.B.T., Yamazi, A.K., Viçosa, G.N. and Nero, L.A. (2010). Protocols for the isolation and detection of lactic acid bacteria with bacteriocinogenic." Food Sci.Technol 43: 1320-1324.

MORRIS, D. L., (1948). Quantitative determination of carbohydrates with Dreywd's thymol reagent. Science, 5 mars 1948, 107, 254-255.

Références :

MOSBAH et al., (2017). Qualité microbiologique du lait de chamelle (*camelus dromedarius*) élevée en système semi intensif dans la localité de Ghardaïa (sud d’algérien.), 46-47.

Mozzi F., Raya R. R., Vignolo G.M., (2010). Biotechnology of lactic acid bacteria: Novel applications. Blackwell publishing. Singapore. p 3-73.

Multon J L., (1984). Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agro – alimentaires .3em Edition. p 3, 35,133-138.

Ninane V., Mukandayambaje R. et Berben G., (2009). Probiotiques, aliments fonctionnels et kéfir : le point sur la situation règlementaire en Belgique et sur les avancées scientifiques en matière d’évaluation des effets santé du kéfir. *Biotechnol Agron Soc Environ*, 13(3) : 459–466.

Pelczar, n.d. *Microbiology Application Based Approach*. Tata McGraw-Hill Education.

Peschel W., Sandez-Rabaneda F., Diekmann W., Plescher A., Gartzia I., Jiménez D., Lamuela-Ravantos R., Buxaderas S., Codina C., (2006). An industriel approach in the search of natural antioxydants from vegetable and fruit wastes. *Food Chemistry*, 97, pp 137-150.

Pilet M.F., Calvez S., Brollet A., Prevost H., (2009). Applications alimentaires : Produits fermentés. In *bactéries lactiques- Physiologie, Métabolisme, Génomique et Applications industrielles*. Economica, p. 520-537.

Pourmaghi-Azar MH, Ojani R. (1997). A selective catalytic voltammetric determination of vitamin C in pharmaceutical preparations and complex matrices of fresh fruit juices. *Talanta*, 44: 297-303.

Pran Krishna Thakur, Payel Panja and Jahangir Kabir, (2007). Department of Post Harvest Technology of Horticultural Crops Bidhan Chandra Krishi Viswavidyalaya, Mohanpur -741 252, Nadia, India.

Pringsulaka O., Thongam N., Suwannasai N., Atthakor W., Pothivejkul K. and Rangsiruji A., (2011). Partial characterization of bacteriocins produced by lactic acid bacteria isolated from Thai fermented meat and fish products. *Food Control*, 23: 547-551.

Ross, R.P., Morgan, S et Hill, C., (2002). Preservation and fermentation: past, present and future. *International Journal of Food Microbiology* 79 : 3-16.

Saad, N. (2010). Caractérisation d’entités moléculaires de surface impliquées dans la relation de la bactérie probiotique *Lactobacillus plantarum* 299v avec l’hôte : approche in vitro. These Doctorat. Biologie et santé. Université Limoge.

Références :

Salminen S., Wright A.V. and Ouwehand A., (2004). Lactic acid bacteria. Microbiological and functional aspects. Marcel Dekker. Inc., U.S.A

Secke C. (2007). Contribution à l'étude de la qualité bactériologique des aliments vendus sur la voie publique de Dakar. Doctorat d'état en médecine vétérinaire. Université Cheikh Anta Diop.

Settanni L .and A. Corsetti, (2008). "Application of bacteriocins in vegetable food biopreservation," International Journal of Food Microbiology, vol. 121, no. 2, pp. 123–138.

Stamer, J.R., Stoyla, B.O., and Dunckel, B.E., (1971). Growth rates and fermentation patterns of lactic acid bacteria associated with the sauerkraut fermentation, J. Milk Food Technol., 34, 521–525.

Stone, H., Bleibaum, R.M. & Thomas H.A. (2012). Sensory evaluation practices. In "Introduction to sensory evaluation". Ed. Elsevier, pp 8-15.

Tamang, J.P., Kailasapathy, K., (2010). Fermented Foods and Beverages of the World. CRC Press.

Tolonen, M. Rajaniemi, S. Pihlava, J.-M. Johansson, T. Saris, P. E. J.; Ryhänen, E.-L. Formation of nisin,(2004). plant-derived biomolecules and antimicrobial activity in starter culture fermentations of sauerkraut. Food Microbiology, 21, 167-179.

Uehara, S., Monden, K., Nomoto, K., Seno, Y., Kariyama, R., Kumon, H., (2006). A pilot study evaluating the safety and effectiveness of Lactobacillus vaginal suppositories in patients with recurrent urinary tract infection. Int. J. Antimicrobial Agents, 28: 30-34.

Wallace, T. D., Bradley, S., Buckley, N. D. and Green-Johnson, J. H. (2003). Interactions of lactic acid bacteria with human intestinal epithelial cells: Effects on cytokine production. Journal of Food Protection 2003. Vol. 66 (3): 466-472.

Watts., F. N. C., K... (1991). Recall bias for stimulus and response anxiety words in spider phobics. Anxiety Research, 4(4), 315-323.

Wolfe K.I., Wu X., Liu R.H., (2003). Apple peels as a value-added food ingredient. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51, pp 609-614.

Yateem, A., Balba, M. T., Al-Surrayai, T., Al-Mutairi, B., Al-Daher, R., (2008). Isolation of lactic acid bacteria with probiotic potential from camel milk. Int. J. Dairy Sci., 3 : 194-199.

Zineb G, Boukouada M, Djeridane A, Saidi M, Yousfi M, (2012). Screening of antioxidant activity and phenolic compounds of various date palm (Phoenix dactylifera) fruits from Alge-ria. Med J Nutr Metab ; 5 : 119-126.

Références :

Annex N°01 :

Préparation des solutions chimique :

✓ **Solution d'hydroxyde de sodium à 0.1 N (NAOH) :**

Pesé 4g de la solution de soude caustique

Mise en fiole de 1litre

Ajusté avec l'eau distillée jusqu'au tait de jauge

✓ **Phénolphtaléine à 1 %:**

Mettre 0.1g de la poudre de phénolphtaléine dans une fiole jaugée de 10ml

Ajouter ensuite 60 ml d'éthanol, puis ajouter à trait de jaugée

✓ **Réactif d'anthrone:**

150mg d'anthrone sont mis avec une quantité d'eau distillée de 25 ml en agitation afin de faire dissoudre l'anthrone, ensuite 75ml d'acide sulfurique ont été verse dans une fiole entourée de glace dépose l'hôte, une fois l'anthrone est dissout ce dernier a été verse dans la fiole

✓ **Carbone de sodium 10%:**

20g de NAOH dans 100ml d'eau distille

✓ **Chlorure d'aluminium à 2%:**

Faire dissoudre 20 de chlorure dans 100ml d'éthanol

✓ **Acide gallique:**

0,2 g d'acide gallique dans 100ml d'éthanol

✓ **Quercitaine:**

0,2g de quercitrine dans 100 ml d'éthanol

✓ **Glucose:**

1g de glucose dans 1l d'eau distillé

✓ **DPPH:**

0,0236g de poudre de DPPH dans 100ml d'éthanol

Préparation de milieu de culture :

Gélose MRS :

Nous avons suivi les étapes mentionnées sur le biote de poudre de MRS

68,2 g de poudre de MRS dans 1L d'eau distillé

Annex :

Mise dans une fiole de 11,68,2g de poudre de MRS, le volume est ensuite ajouté jusqu'au trait de jauge avec d'eau distillé

Le contenu est chauffé jusqu'à l'ébullition avec agitation, reparti dans flacons et autoclavé à 121°C



Figure01 : la préparation de Gélose MRS

Annex :

Annex N°2 :

1. Détermination de pH : (AFNOR,1970) :

Il s'agit d'une action pour mesurer les différents potentiels de PH.

➤ **Mode opératoire:**

Etalonnage de pH-mètre.

Rincer et éponger les électrodes, les immerger ensuite dans l'échantillon (extrait de chou cru, jus de choucroute) et relever le ph en laissant l'appareil se stabiliser pendant une minute.

L'expérience est répétée trois fois.



Figure02: determination de pH

2. Acidité titrable: (AFNOR, 1994)

La technique implique une révolution de l'acidité en utilisant une solution de NAOH en présence de phénolphtaléine en tant qu'indicateur coloré.

➤ **Mode opératoire:**

Prélevé 10ml l'échantillon d'extrait de chou et jus de choucroute est les verser dans un muni d'un agitateur

Ajouter 1 à 3 goutte de phénolphtaléine et toute en agitation

Verse dans la burette la solution d'hydroxyde de sodium (NAOH) jusqu'à l'obtention d'une coloration rose présentant pendant 30s. L'expérience est répétée trois fois.

Annex :



Figure03 : détermination de l'acidité titrable

3. Les cendres:

➤ Mode Opérateur:

Une masse de 2g de chou cru crasé est placée dans des capsules en porcelaine et calciné à 550 °C pendant 5h dans un four à moufle, jusqu'à l'obtention d'une couleur gris clair ou blanchâtre, puis les capsules sont retirées du four et pesé.



Figure 05 : les cendres

4. La teneur en eau :

➤ Mode opératoire :

Pour déterminer la teneur en eau initiale de chou cru utilisées, trois capsules métalliques préalablement nettoyées, séchées et refroidis sont placés dans un dessiccateur, à l'intérieur desquelles on mit des masses qui varie entre 4 et 6 grammes de chou et homogénéisé.

Les capsules contenant les échantillons sont ensuite placées à l'étuve (à air statique), à $105 \pm 2^\circ\text{C}$ selon la méthode décrite par (Acourene et Tama, 1997). Après une heure de

Annex :

séchage, les capsules sont retirées de l'étuve et placées dans un dessiccateur pour qu'elles se refroidissent, les capsules contenant les échantillons sont ensuite pesées avec une balance de précision 0.001 g. Cette opération est répétée régulièrement pour chaque intervalle de 30 min. Le séchage est arrêté lorsque la variation du poids de l'échantillon devient



négligeable.

Figure06 : le déroulement de la tenure en eau

6. Dosage des polyphénol totaux :

➤ Mode opératoire :

- Prélever 0,5 ml de chaque dilution d'échantillon dans des tubes à essais
- Ajouter 5 ml d'eau distillée dans chaque tube ;
- Ajouter 0,5 ml de réactif de Folin-Ciocalteu's ;
- Après 3mm. Ajouter 0.5 ml de carbonate de sodium à 10% ;
- Laisser incuber pendant une heure à température ambiante et à l'abri de la lumière.

Le blanc est représenté par 5 ml d'eau distillée additionné de 0,5 ml de Folin-Ciocalteu's et 0,5 ml de carbonate de sodium à 10 %.

La lecture des absorbances est faite à 760 nm, après agitation et repos d'une heure. La concentration en composés phénoliques totaux est déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant l'acide gallique comme standard d'étalonnage (Annexe5).

Préparation de la courbe d'étalonnage :

- Peser 200 mg d'acide gallique
- Les dissoudre dans 100 ml d'éthanol, soit une solution de concentration de 2 mg/ml
- Diluer la solution mère comme suit :

Prélever 5 ml de la solution mère puis ajouter 5 ml d'eau distillée et l'on obtient la dilution S/2

Prélever 5 ml de la solution S/2 puis rajouter 5 ml d'eau distillée et l'on obtient la Solution S/4

Annex :

Refaire la même procédure pour les autres dilutions.

Tableau 01 : Préparation des dilutions de l'acide gallique pour la réalisation de la courbe standard des polyphénols totaux.

| Dilution | S | S/2 | S/4 | S/8 | S/16 | S/32 | S/64 |
|-----------------------|---|-----|-----|------|------|------|------|
| Concentration (ug/ml) | 2 | 1 | 0,5 | 0,25 | 0,12 | 0,06 | 0,03 |

5. Dosage des flavonoïdes :

➤ Mode opératoire :

Mettre 1 ml d'extrait éthanolique de chou dans un tube à essai ; ajouter 1 ml de solution de chlorure d'aluminium à 2%, après 10 nm, l'absorbance est lue à 430 nm.

La préparation de la courbe d'étalonnage des flavonoïdes est illustrée dans le tableau suivant :

Tableau 02 : Préparation de la courbe d'étalonnage des flavonoïdes.

| Dilution | S | S/2 | S/4 | S/8 | S/16 | S/32 | S/64 |
|-----------------------|-----|-----|-----|------|-------|---------|---------|
| Concentration (ug/ml) | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,05 | 0,025 | 0,00125 | 0,00625 |

6. Evaluation de l'activité anti-radicalaire (DPPH) :

➤ Mode opératoire :

Préparer une gamme de dilution à partir de la solution mère (extrait de chou), ajouter 500 µl de l'extrait dans la première dilution (S/2), faire transmettre 500 µl de la première dilution à la 2ème (1/4) et répéter l'opération d'une dilution à l'autre jusqu'à la dernière (1/64) et jeter les 500 µl enlever de cette dernière. Prendre de chaque dilution 50 µl de la solution et ajouter 800 µl de la solution éthanolique DPPH. Mettre à l'abri de la lumière pendant 1h, ensuite lire l'absorbance à 517nm. Ajuster le blanc avec de l'éthanol pur (Djerrad et al., 2015).

Tableau 03 : les dilutions de l'extrait de chou cru.

| Dilution | 1/2 | 1/4 | 1/8 | 1/16 | 1/32 | 1/64 |
|--------------|-----|-----|-----|------|------|------|
| Ethanol (µl) | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 |

- Expression des résultats :

Le pourcentage d'inhibition du radical libre est calculé comme suit :

$$\% \text{ d'inhibition} = [(\text{Abs C} - \text{Abs E}) / \text{Abs C}] \times 100$$

Abs C : Absorbance du contrôle

Abs E : Absorbance de l'extrait

7. Dosage des sucre totaux :

- Mode opératoire :

La quantification des sucres totaux a été exécutée en utilisant la technique de ROY, modifiée par (Duchateau et Flokin, Reynes et al., 1996). Cette méthode implique l'ajout de 0.5 ml de l'échantillon (préalablement dilué à 1/1000) et 4.5 ml du réactif d'anthrone, suivi d'un chauffage du mélange à 80°C durant 10 minutes. Une coloration verte apparaît et son intensité est proportionnelle à la quantité de sucres présents dans l'échantillon. La mesure de l'absorbance est réalisée à 620nm en comparaison à un blanc de référence.

Annexe N°3 :

1. Détermination des caractères microbiologiques de choucroute

Les bactéries lactiques:

Dénombrement des bactéries lactiques

Les bactéries lactiques (LAB) occupent une place importante parmi les auxiliaires de fabrication alimentaire leurs caractères variés et leurs multiples propriétés sont largement exploités dans l'agroalimentaire. Elles sont responsables de la fermentation des produits alimentaires c'est pourquoi on les appelle des ferments lactiques.

➤ Mode opératoire :

Transférer 1 ml du produit à analyser et de ses dilutions décimales dans des boîtes de Pétri stériles.

Couler 15 ml de milieu MRS

Homogénéiser parfaitement.

Laisser solidifier sur une surface froide.

Placer les boîtesensemencées dans les conditions spécifiées dans le mode opératoire choisi.

Incuber 48h à 37°C

1.1.2. Préparation des dilutions:

La préparation des dilutions fait à partir d'une solution mère liquide (jus).

Techniques de dilution :

Elles nécessitent la présence de cinq tubes à essais pour chaque échantillon contenant le plus souvent 9 ml de diluant stérile (eau physiologique) et de nombreuses pipettes stériles de 1ml.

On prélève stérilement 1 ml de jus de choucroute que l'on introduit dans un tube contenant 9 ml de l'eau physiologique. Le tube est agité manuellement. On obtient ainsi une dilution au 1/10. Avec une nouvelle pipette de 1 ml on prélève 1 ml de cette dilution que l'on introduit

Annex :

dans un nouveau tube de diluant de 9 ml ; on obtient une dilution au 1/100 et ainsi de suite jusqu'au niveau de dilution recherché (Boradjah, 2011).

Les dilutions:



Figure 07 : la préparation des dilutions.

L'ensemencement:



Figure08 : l'ensemencement des dilutions dans les boites de pétries

L'incubation : les boites de pétri sont incubées à 37°C pendant 48h

Lecture : les colonies sont de forme ronde ou lenticulaire, de taille différente (grande, moyenne et petite) de couleur blanchâtre ou grisâtre.

Annex :

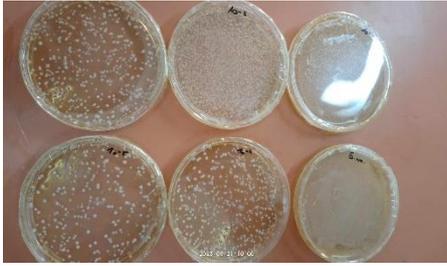


Figure09 : les boîtes de pétrie après l'incubation

1.1.Les salmonellas:

pré-enrichissement:



Figure 10 : les étapes de pré-enrichissement

Incubation:



Figure 11 : incubation de l'échantillon

Enrichissement:



Figure 12 : l'étape de l'enrichissement

Isolement :

Annex :



Figure 13 : isolement de l'échantillon

Incubation :



Figure 14 : l'incubation de l'échantillon

Lecture :



Figure 16 : la lecture sur le milieu Hektoen

Annex :

Annex N° 3 :

Matériel de laboratoires :



Figure 17 : Etuve de type Ventilé FSNV/5072/16



Figure18 : ph mètre de type OHAUS



Figure19 : Balance de type KERN

Annex :

Annex :



Figure20 : Centrifugeuse de type SIGMA



Figure21 : Four à moufle de type Wise Therm



Figure 22 : Balance analytique de type OHAUS



Figure23 : Spectromètre de type OPTIZEN 3220 UV

Annex :

Annex N° 04 :

1. Technologie de fabrication de la choucroute :



Figure 24 : les étapes de préparation d'une choucroute



Figure 26 : la technique de la chromatographie

Annexe N°05 :

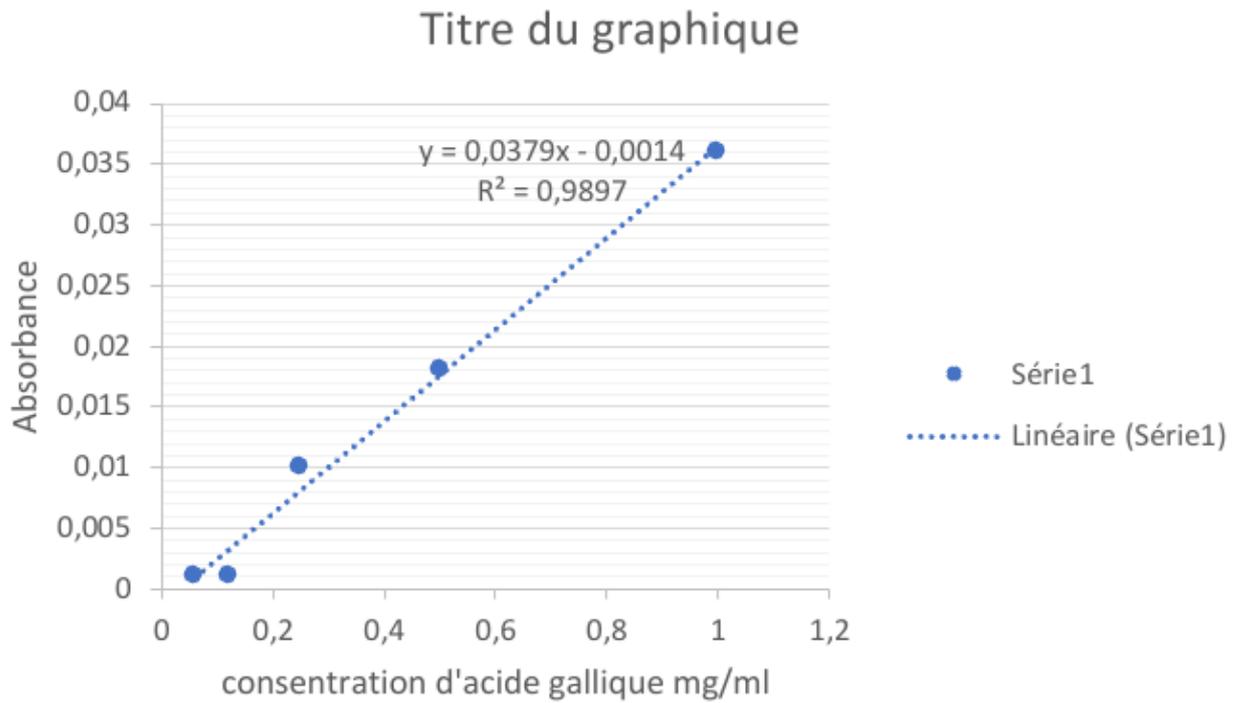


Figure 27 : courbe d'étalonnage des polyphénols

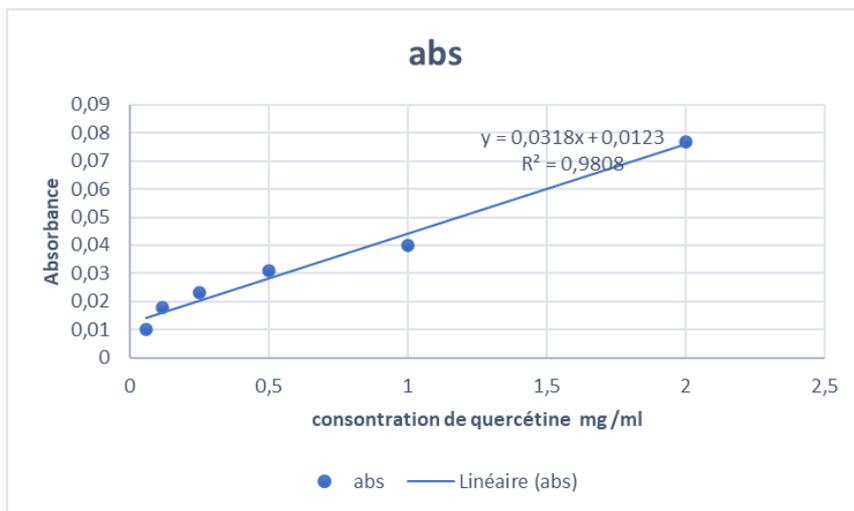


Figure28 : Courbe d'étalonnage des flavonoïdes

Annex :

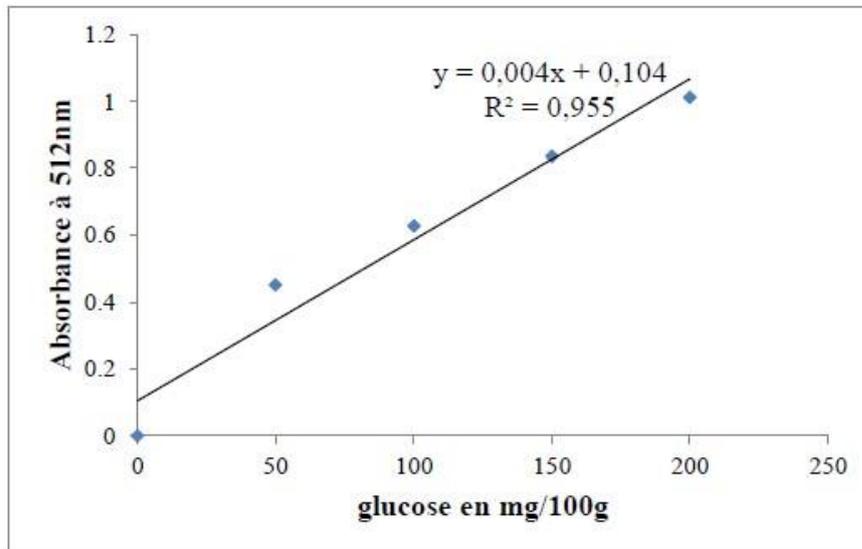


Figure29 : courbe d'étalonnage du glucose mg/100g

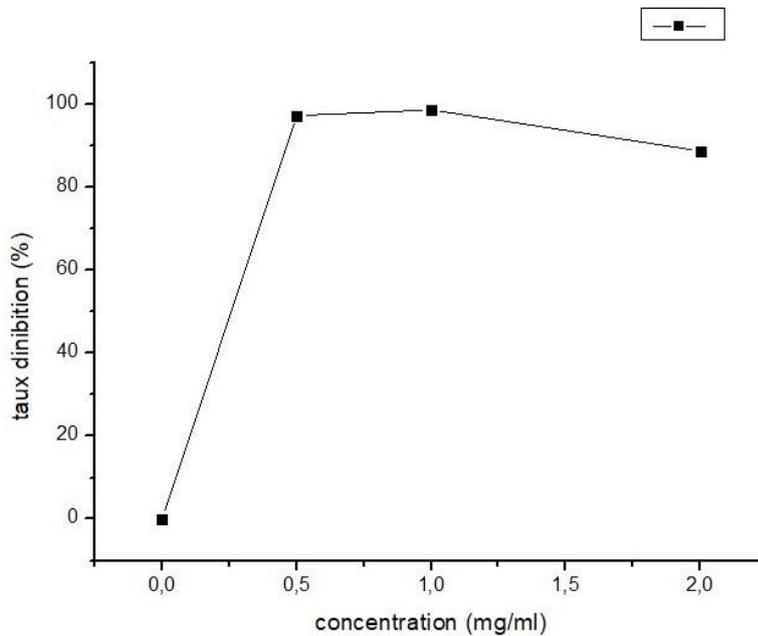


Figure 30 : le taux d'inhibition % par concentration

Annex N°06 : La fiche de dégustation de la choucroute :

| | |
|--|---|
| <p style="text-align: center;">Le / /</p> <p style="text-align: center;">Fiche d'évaluation sensorielle du choucroute lactofermenté</p> <p>Nous avons élaboré une nouvelle recette d'un produit lactofermenté (choucroute). Pour cela on vous invite à déguster et de nous dire de ce que vous avez pensé de notre choucroute.</p> <p>NB :</p> <p>Avant de commencer la dégustation respectez-vous les conditions pré-requises suivantes :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Des personnes en bonne santé (pas de rhume, pas de traitement médical permanent). 2. Ne pas utiliser de produits cosmétiques à forte odeur. 3. Ne pas fumer au moins une à deux heures avant le test. 4. Ne pas être trop rassasié ni affamé avant le test. 5. Être calme, concentré et intéressé. <p>Sex: <input type="text"/> Age: <input type="text"/></p> <p>A/la couleur :</p> <p>Jaune <input type="radio"/></p> <p>Jaune pâle <input type="radio"/></p> <p>Vert <input type="radio"/></p> <p>B/l'odeur :</p> <p>Faible <input type="radio"/></p> <p>Normal <input type="radio"/></p> <p>Fort <input type="radio"/></p> <p>C/la texture :</p> <p>Dure <input type="radio"/></p> <p>Moyenne <input type="radio"/></p> <p>Molleuse <input type="radio"/></p> <p style="text-align: right;">1</p> | <p>D/le goût acide :</p> <p>Normal <input type="radio"/></p> <p>Acide <input type="radio"/></p> <p>Trop acide <input type="radio"/></p> <p>E/arrière-goût :</p> <p>Court <input type="radio"/></p> <p>Normal <input type="radio"/></p> <p>Typique <input type="radio"/></p> <p>F/acceptabilité général :</p> <p>Non acceptable <input type="radio"/></p> <p>Acceptable <input type="radio"/></p> <p>Peu acceptable <input type="radio"/></p> <p style="text-align: right;">2</p> |
|--|---|

Figure 30 : fiche d'analyse sensoriels de choucroute

La fiche de dégustation de jus de la choucroute :

| | |
|--|---|
| <p style="text-align: center;">Le / /</p> <p style="text-align: center;">Fiche d'évaluation sensorielle du jus de choucroute lactofermenté</p> <p>Nous avons élaboré une nouvelle recette d'un produit lactofermenté (jus). Pour cela on vous invite à déguster et de nous dire de ce que vous avez pensé de notre choucroute.</p> <p>NB :</p> <p>Avant de commencer la dégustation respectez-vous les conditions pré-requises suivantes :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Des personnes en bonne santé (pas de rhume, pas de traitement médical permanent). 2. Ne pas utiliser de produits cosmétiques à forte odeur. 3. Ne pas fumer au moins une à deux heures avant le test. 4. Ne pas être trop rassasié ni affamé avant le test. 5. Être calme, concentré et intéressé. <p>Sex: <input type="text"/> Age: <input type="text"/></p> <p>A/la couleur :</p> <p>Jaune <input type="radio"/></p> <p>Vert clair <input type="radio"/></p> <p>Vert <input type="radio"/></p> <p>B/l'odeur :</p> <p>Faible <input type="radio"/></p> <p>Normal <input type="radio"/></p> <p>Fort <input type="radio"/></p> <p style="text-align: right;">1</p> | <p>D/le goût acide :</p> <p>Normal <input type="radio"/></p> <p>Acide <input type="radio"/></p> <p>Trop acide <input type="radio"/></p> <p>E/arrière-goût :</p> <p>Court <input type="radio"/></p> <p>Normal <input type="radio"/></p> <p>Typique <input type="radio"/></p> <p>F/acceptabilité général :</p> <p>Non acceptable <input type="radio"/></p> <p>Acceptable <input type="radio"/></p> <p>Peu acceptable <input type="radio"/></p> <p style="text-align: right;">2</p> |
|--|---|

Figure 31 : fiche d'analyse sensoriels de jus de choucroute

Annex :

Résumé

L'objectif du principal présent travail est d'élaborer d'une nouvelle recette qu'il est la choucroute, un produit lacto fermenté ne coûte pas cher «une fermentation spontanée de chou dans une solution salé, peut être une bonne source d'éléments nutritifs et évaluation de sa qualité au cours du fermentation à une température ambiante de 20°C pendant 21 à 28 jours. Le suivi des paramètres physico-chimiques, microbiologique, de l'activité antioxydante ont été effectuées avant et au cours de la fermentation. Une augmentation progressive et significative d'acidité, d'acide lactique et de vitamine C, condensés a été observée au cours de la fermentation. De même, les résultats enregistrés ont montré que la fermentation lactique à température ambiante (20°C) pendant 21 à 28 jours est accompagnée d'une diminution du pH. Cependant, une augmentation significative a été noté dans le taux d'acidité, la quantité d'acide lactique et la teneur en vitamine C. En outre, L'analyse microbiologique a révélé que la choucroute élaborée présente une qualité microbiologique des bactéries lactiques satisfaisante sans aucun risque sanitaire pour les consommateurs vue l'absence de germes pathogènes. L'analyse sensorielle a également révélé l'appréciation de cette recette par les dégustateurs. En conclusion, l'élaboration de la choucroute est présente une bonne qualité physico-chimique, microbiologique et sensorielle ce qui permet d'élargir sa transformation en produit lacto fermenté à l'échelle industrielle afin d'assurer sa disponibilité tout au long de l'année.

Les mots clés : Choucroute, chou, fermentation lactique, vitamine C, bactéries lactiques

Abstract

The main objective of this work is to develop a new recipe that it is sauerkraut, a fermented lacto product does not cost expensive a spontaneous fermentation of cabbage in a salty solution, can be a good source of nutrients and evaluation of its quality during fermentation at an ambient temperature of 20°C for 21 to 28 days. physico-chemical, microbiological, antioxidant activity parameters were carried out before and during fermentation. A progressive and significant increase in acidity, lactic acid and vitamin C, condensed was observed during fermentation. Similarly, the results recorded showed that lactic fermentation at room temperature (20°C) for 21 to 28 days is accompanied by a pH. However, a significant increase was noted in the acidity level, the amount of lactic acid and the vitamin C content. In addition, microbiological analysis revealed that sauerkraut developed has satisfactory microbiological quality of lactic bacteria without any health risk the absence of pathogenic germs for consumers. Sensory analysis also revealed the appreciation of this recipe by the tasters. In conclusion, the development of sauerkraut is having a good physico-chemical, microbiological and sensory quality which allows expand its processing into a fermented lacto product on an industrial scale to ensure its availability throughout the year.

Keywords: sauerkraut, cabbage, lactic fermentation, vitamin C, lactic bacteria.