

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université « Dr. Moulay Tahar » de Saida

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire présenté en vue de l'obtention

Du diplôme de Master en : Biologie

Option: Microbiologie appliquée

Par : Bouaoudja zahira et

Moulay fatima zohra rania

## Vinaigre de pomme, propriétés microbiologiques

Soutenu devant le jury composé de :

<b>Président</b>	Benreguieg Mokhtar	MCA	Université de Saida
<b>Examineur</b>	Halla Noureddine	MCB	Université de Saida
<b>Promoteur</b>	Mr.Ghellai Lotfi	MCA	Université de Saida

2021-2022

# *Remerciements*

## ***A Allah***

*Tout puissant Qui m'a inspiré Qui m'a guidé dans le bon chemin et à qui Je dois ce que je suis devenue Louanges et remerciements Pour votre clémence et Miséricorde.*

Remerciements, à notre promoteur, **Mr GHELLAI**, d'avoir accepté de nous encadrer et de nous avoir laissé la liberté nécessaire à l'accomplissement de notre travail, tout en y gardant un œil critique et avisé. Merci pour sa rigueur scientifique, ses conseils ainsi que sa sympathie. Nous le remercions également de nous avoir responsabilisées tout au long de notre travail.

Par ailleurs, je tiens aussi à exprimer ma profonde gratitude aux enseignants de la Microbiologie de l'Université Dr Moulay Tahar de SAIDA et en particulier à **Mr. Benreguiég**, **Mr Gacemi**, **Mr halla noureddine** pour tous les conseils qu'ils m'ont prodigué tout au long de notre cursus.

## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à ceux qui me sont chers,  
À mes chers parents Mon père Youcef et ma mère  
Dhaïba, pour tous leurs sacrifices, leurs amour, leurs  
tendresse, leurs soutien et leurs prières tout au long de mes  
études. Vous m'avez toujours soutenue, vous avez éduqué  
en moi le sens de la responsabilité, de la raison, du devoir, et  
surtout de la confiance en soi. Que dieu te garde en bonne  
santé pour nous chère MAMAN, et que toi qui porte le  
mot PAPA à merveille, et qui été mon phare dans la nuit  
et qui sa lumière sur le bon chemin m'a conduite, que dieu se  
tout puissant t'accueille mon chéri dans son vaste paradis.  
J'adresse mes sincère remerciements à ma sœur Sarah et mes  
frères Benali et Reda, Mimoun, Yacine pour leur  
encouragement.*

*En fin, je remercie ma chère binôme Rania et mes tres  
chers amis Sarah Hanaa et Kawtar, Aïda,  
salihà, Masika qui ont toujours été là pour moi.*

*Zahira*

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à ceux qui me sont chers,*

*À Ma très chère Mère,*

*C'est pour moi un jour d'une grande importance, car je sais que tu es à la fois fière et heureuse de voir le fruit de ton éducation et de tes efforts insassables se concrétiser.*

*Aucun mot, aussi expressif qu'il soit, ne saurait remercier à sa juste valeur, l'être qui a consacré sa vie à parfaire mon éducation avec un dévouement inégal.*

*Que ALLAH te protège et t'accorde santé, longue vie et bonheur.*

*À mon très cher père*

*Aucun mot ne saurait exprimer la profonde gratitude et l'immense amour que j'ai pour toi. Ton soutien, ta prière ont été pour moi un stimulant tout au long de mes études.*

*J'espère, cher père, que j'ai gagné ta confiance, ta satisfaction et ta fierté.*

*À mes frères Ahmed, ànes, Aymen.*

*À ma très chère sœur sendos*

*À ma chère binôme zahira, et sa famille.*

*Rania*

## **Résumé**

L'objectif de cette étude était une recherche bibliographique portant sur les propriétés microbiologiques du vinaigre de pomme. La préparation de ce type de vinaigre passe par deux fermentations successives, la première est alcoolique, elle se fait en anaérobiose et durant laquelle les sucres naturels de la pomme (glucose, saccharose, fructose,...) sont transformés par les levures *saccharomyces cerevisea* en alcool éthylique .et la deuxième est acétique durant laquelle l'alcool est transformé en acide acétique, par des bactéries acétiques en présence d'oxygène .

Plusieurs techniques peuvent être utilisées pour la préparation du vinaigre de pomme, Soit traditionnelles en utilisant des futs en bois ou en plastique fermés hermétiquement durant la première fermentation alcoolique et ouverte durant la deuxième fermentation acétique. Une durée de 40 jours est nécessaire pour la transformation totale des sucres de pomme en acide acétique qui doit être de 5% d'acide acétique au minimum.

Une deuxième technique moderne et plus rapide peut être utilisée pour la préparation du vinaigre de pomme grâce à des fermentations submergées et qui se fait dans des fermenteurs en Inox en injectant de l'air filtré au cidre de pomme pour le transformer finalement en vinaigre de pomme riche en acide acétique, en enzymes et en micro éléments (vitamine, minéraux, poly phénols,...) essentiels pour avoir une bonne sante.

Le vinaigre de cidre de pomme a un effet thérapeutique très important surtout hypoglycémique, hypo lipidiques, antifongique, et antibactérien et qui est également utilisé dans l'industrie de conserve des produits alimentaires (conserve de végétaux, conserve de poissons,...) contre les levures et moisissures et les bactéries anaérobies dangereux (*Clostridium botulinum*) et peut même avoir un effet à visée esthétique pour les femmes c'est la perte de poids, la brillance aux cheveux et effet anti pelliculaire ainsi que anti-inflammatoire durant les brûlures.

**Mots clés :** vinaigre de pomme

Fermentation alcoolique

Fermentation acétique

## ملخص

الهدف من هذه الدراسة هو البحث الأدبي عن الخصائص الميكروبيولوجية لخل التفاح يتم تحضير هذا النوع من الخل من خلال عمليتي تخمير متتاليتين الأولى هي الكحولية ، ويتم ذلك في الأوساط منعدمة الأكسجين حيث يتم خلالها تحويل السكريات الطبيعية للتفاح ( الجلوكوز،السكروز ، الفركتوز،..الخ) بواسطة الخميرة سكارومييسس سرفزيا إلي كحول اثيلي. والثاني خلي يتحول خلاله الكحول إلي حمض اسيتيك ، بواسطة بكتيريا الاسيتيك في وجود الأكسجين .

يمكن استخدام عدة تقنيات لتحضير خل التفاح ، إما تقليديا باستخدام براميل خشبية أو بلاستيكية محكمة الغلق خلال التخمير الكحولي الأول ويفتح خلال التخمير الثاني اسيتيك . فترة 40 يوما ضرورية للتحويل الكلي للسكريات من تفاح إلي الاسيتيك الذي يجب أن يحتوي علي 5 ٪ الأقل من حمض الاسيتيك. يمكن استخدام تقنية ثانية حديثة وأسرع لإعداد خل التفاح بفضل التخمير المغمور والذي يتم في المخمرات من الفولاذ المقاوم للصدأ عن طريق حقن الهواء المصفي في عصير التفاح لتحويله في النهاية إلي خل التفاح غني بحمض الخلي والإنزيمات والعناصر الدقيقة ( فيتامين ، المعادن ، البوليفينول ،..الخ )

ضرورية لصحة جيدة. لخل التفاح تأثير علاجي مهم جدا خاصة سكر الدم ، ناقص الدهون ، مضاد للفطريات ، ومضاد للبكتيريا و الذي يستخدم أيضا في صناعة تعليب المواد الغذائية (خضروات معلبة ، اسماك معلبة ،...الخ) ضد الخمائر والعفن والبكتيريا اللاهوائية الخطرة كلستريديوم بوتيلينوم و يمكن حتى أن يكون لها تأثير جمالي علي النساء هو فقدان الوزن وتألق الشعر وتأثيره المضاد للقشرة وكذلك مضاد للالتهابات أثناء الحروق.

الكلمات المفتاحية : خل التفاح

التخمير الكحولي

التخمير الخلي

**Abstract:**

The objective of this study was a literature search on the microbiological properties of apple cider vinegar. The preparation of this type of vinegar goes through two successive fermentations, the first is alcoholic, it takes place anaerobically and during which the natural sugars of the apple (glucose, sucrose, fructose, etc.) are transformed by the yeasts *saccharomyces cerevisea* into alcohol ethylic. and the second is acetic during which the alcohol is transformed into acetic acid, by acetic bacteria in the presence of oxygen. Several techniques can be used for the preparation of apple vinegar, Either traditional using hermetically sealed wooden or plastic barrels during the first alcoholic fermentation and open during the second fermentation acetic. A period of 40 days is necessary for the total transformation of the sugars from apple in acetic acid which must be at least 5% acetic acid.

A second modern and faster technique can be used for the preparation of the apple vinegar thanks to submerged fermentations and which is done in stainless steel fermenters by injecting filtered air into the apple cider to finally transform it into Apple vinegar rich in acetic acid, enzymes and microelements (vitamin, minerals, polyphenols,...) essential for good health. Apple cider vinegar has a very important therapeutic effect especially hypoglycemic, hypo lipidic, antifungal, and antibacterial and which is also used in the food canning industry (canned vegetables, canned fish, etc.) against yeasts and molds and dangerous anaerobic bacteria (*Clostridium botulinum*) and can even have an aesthetic effect for women is weight loss, hair shine and anti dandruff effect as well as anti-inflammatory during burns.

**Key words:** cider vinegar

Fermentations alcoholic

Fermentations acetic

# Table des matières

Introduction.....	01
<b>Chapitre I : Généralités sur le fruit de la pomme</b>	
1. Historique.....	02
2. Anatomie et histologie.....	02
3. composition de la pomme.....	03
4. Données physiologiques :.....	05
a) Principales étapes de la croissance du fruit.....	05
b) Principaux phénomène intervenant dans la maturation.....	05
c) Sénescence et préservation du fruit.....	06
5. Variétés des pommes .....	06
6. Qualité du fruit.....	08
7. Exigences pédoclimatique .....	08
a) Les exigences pédologiques .....	08
b) Les exigences climatique.....	08
<b>Chapitre II. Le vinaigre artisanal de pomme</b>	
1. Historique :.....	10
2. Définition et réglementation :.....	10
3. Les différents types du vinaigre et la matière première utilisée :.....	10
4. Procédés de production du vinaigre artisanal :.....	11
4.1. La fermentation alcoolique.....	12
4.1.1. La levure <i>Saccharomyces cerevisiae</i> :.....	13
4.1.2 Les technologies de fermentation alcoolique:.....	14
4.1.3. Les produits issus de la fermentation alcoolique.....	14
4.1.4. L'influence du pH sur la formation de produits secondaires issus de la Fermentation alcoolique .....	15
4.2. La fermentation acétique :.....	17
4.2.1. Les bactéries acétiques .....	17
4.2.2. Les étapes de biosynthèse de l'acide acétique à partir de l'éthanol .....	18
4.2.3. Les procédés d'acétification.....	18
4.2.4. Les processus traditionnels « lents ».....	19
4.2.4.1. Le procédé « d'Orléans » ou encore appelé le procédé de Pasteur .....	19
4.2.4.2. Le procédé dit rapide « Schutzenbach» .....	19



4.2.5. Les processus modernes « rapides » .....	20
4.2.5.1. La culture immergée (submergée).....	20
4.2.5.2. Les réacteurs à haute densité cellulaire.....	22
<b>4.2.6. La fermentation spontanée.....</b>	<b>22</b>
<b>5. Microorganismes impliqués dans la production du vinaigre .....</b>	<b>24</b>
<b>6. Effet thérapeutique du vinaigre de pomme (vcp).....</b>	<b>25</b>
6.1. La posologie du vinaigre de cidre de pomme .....	25
6.2. Effet antibactérien vcp .....	25
6.3. Effet hypo lipidique.....	25
6.4. L'effet hypoglycémique.....	26
6.5. Autres effets thérapeutiques vcp .....	26
<b>7) Les effets secondaires .....</b>	<b>27</b>
<b>8) Propriétés antimicrobiennes des vinaigres .....</b>	<b>28</b>
8.1) Activité antimicrobienne contre les mycobactéries.....	28
8.2. Activité antimicrobienne contre les bactéries pathogènes d'origine alimentaire.....	28
8.3. Activité antimicrobienne contre les maladies animales.....	29
8.4. Activité antimicrobienne contre les infections des plaies <i>pseudomonales</i> .....	29
8.5. Activité antimicrobienne contre quelques bactéries Gram négatif.....	29
<b>Conclusion.....</b>	<b>31</b>

## Liste des abréviations

<b>pH:</b>	potentiel d'Hydrogène
<b>g:</b>	gramme
<b>%:</b>	Pourcentage
<b>mg:</b>	Milligramme
<b>kJ:</b>	kilo joules
<b>kcal:</b>	kilo calorie
<b>°C:</b>	Degré Celsius
<b>AC :</b>	d'atmosphère contrôlée
<b>m :</b>	mètre
<b>ml :</b>	milli litre
<b>FAO:</b>	organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
<b>µm<sup>3</sup> :</b>	micromètre cube
<b>L:</b>	liter
<b>mmoles:</b>	millimole
<b>AC:</b>	Acide
<b>CO<sub>2</sub>:</b>	Le dioxyde de carbone
<b>ATP :</b>	adénosine triphosphate
<b>ADP :</b>	adénosine dé phosphate
<b>NAD<sup>+</sup> :</b>	nicotinamide adénine dinucléotide
<b>NADP :</b>	Le nicotinamide adénine dinucléotide phosphate
<b>NADH :</b>	hydrure de nicotinamide adénine dinucléotide
<b>h:</b>	heur
<b>ADN:</b>	L'acide désoxyribonucléique
<b>ARN:</b>	acide ribonucléique
<b>µm:</b>	micrometer cube
<b>LDL:</b>	lipoprotéines de basse densité
<b><i>E. coli</i> :</b>	<i>Escherichia. coli</i>
<b>EHEC:</b>	<i>Enterohemorrhagic Escherichia coli</i>
<b>EPEC:</b>	<i>Enteropathogenic Escherichia coli</i>
<b>VCP :</b>	vinaigre de cidre de pomme

## Liste des figures

<b>Figure 1</b> : schéma d'une pomme: coupe longitudinale et transversale .....	02
<b>Figure 2</b> : structure anatomique générale d'une pomme.....	03
<b>Figure 3</b> : Diagramme de fabrication du vinaigre artisanal.....	12
<b>Figure 4</b> : Fermentation alcoolique en présence de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	14
<b>Figure 5</b> : Schéma de biosynthèse de l'acide acétique.....	18
<b>Figure 6</b> : Représentation schématique des deux méthodes de production de vinaigre à partir de vin de table .....	18
<b>Figure7</b> : Schéma d'un tonneau préparé pour l'acétification selon le procédé d'Orléans.....	19
<b>Figure8</b> : Schéma de l'acétification à biomasse fixée sur des copeaux de hêtre.....	20
<b>Figure 9</b> : Acétator de Frings.....	21
<b>Figure 10</b> : schéma d'une vinaigrerie moderne.....	22

## Liste des tableaux

<b>Tableau 01 :</b> Composition moyenne d'une pomme.....	04
<b>Tableau 02 :</b> les produits secondaires formés par <i>S. cerevisiae</i> à différents pH.....	16
<b>Tableau 03 :</b> Les voies fermentaires de différents microorganismes, leurs principaux Produits, et leurs domaines d'applications.....	24

## Référence bibliographique

### A

- 1-**Ayaz F. A, Kadioglu, A, Reunanen, M.**Changes in phenolic acid contents of *Diospyros lotus* L. during fruit development. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*,**1997**: 2539–2541
- 2-**APRIFEL.** Agence pour la recherche et l'information en fruits et légumes frais **2008**
- 3-**(Anonyme 01) MORGAN DIEMOZ et IVAN BARREL ,** NOUVELLES VARIÉTÉS DE POMMES , L'Institut Agricole Régional , 5 nouvelles ,p3-4.
- 4-**(Anonyme02)** (Document Agriculture et Agroalimentaire Canada). Le marché mondial du vinaigre, possibilités pour les exportateurs canadiens de vinaigre. *Agriculture et Agroalimentaire***2007**, C : 16.
- 5- **(Anonyme03)** *Life Science Journal* **2012**,9:4
- 6- **Akin, H .** Evolution du pH pendant la fermentation alcoolique modélisation et interprétation métabolique. Thèse doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse**2008**, option : Génie des Procédés et Environnement : 121 .
- 7- **Alain Baron. (2002).** Jus de fruits dans *Technologie de transformation des fruits.* ; Albagnac G., Varoquaux P. et Montigaud J.-C., Eds.; Lavoisier, Tec & Doc: Londres- Paris- New York, p: 287-338.

### B

- 8-**Bourgeois C.M, Larpent J.P .** Microbiologie Alimentaire : aliments fermentés et fermentations alimentaires (Tome 2)**1996**, Edition Techniques et documentations : 623 .
- 9-**Beheshti1 Z, Chan Y.H, Sharif N.H, Hajhosseini F, Nazari R , shaabani.** Influence of apple cider vinegar on blood lipids.*Life Science Journal* **2012**;9:4
- 10-**Bárdos L, Bender B.** EFFECT OF APPLE CIDER VINEGAR ON PLASMA LIPIDS (MODEL EXPERIMENT IN MICE). *Potravinarstvo*, vol. 6, **2012**, no. 1: 1-4

### C

- 11- **COLIN-HENRION, M.** De la pomme à la pomme transformée .Impact du procédé sur deux composés d'intérêt nutritionnel: caractérisation physique et sensorielle des produits transformés **2008**,4 : 160-200.

**12- Callejón R.M, Tesfaye W, Torija M.J, Mas A, Troncoso A.M., Morales, M.L.** Volatile compounds in red wine vinegars obtained by submerged and surface acetification in different woods. *Journal of Food Chemistry* **2009**, Vol. 113: 1252–1259.

## D

**13- De Ory, I., Romero, L.E and Cantero, D. 2002.** Optimum starting-up protocol of pilotscale acetifer for vinegar production. *Journal of Food Engineering* 52: 31-37.

## G

**14- Guiraud J.P.** Microbiologie alimentaire. Edition DUNOD **1998**, Paris : 615

## H

**15- Hlebowicz J, Darwiche G, Björgell O, Almér L.** Effect of apple cider vinegar on delayed gastric emptying in patients with type 1 diabetes mellitus: a pilot study, **2007**, 7:46.

## L

**16- Larpent J.P.** Microbiologie Alimentaire : techniques de laboratoire **1997**, Edition Tec & Doc :1073

## O

**17- Oszmianski J., Wolniak M., Wojdylo A., Wawer I.** Influence of apple puree preparation and storage on polyphenol contents and antioxydant activity **2008**, *Food chemistry*: 1473-1484.

**18- Oukabli Ahmed (2004).** Le pommier: une culture de terroir en zones d'altitude. Bulletin de .transfert de technologie en agriculture N°:115.

## R

**19-Raspor and Duš san Goranovič, 2008,** Biotechnological Applications of Acetic Acid Bacteria ,*Critical Reviews in Biotechnology*, 28:101–124, pp112-113 Commission du *Codex Alimentarius* ,« Norme régionale révisée pour le vinaigre » (2000).

## S

**20-Suman Vikas Bhat<sup>1</sup>, Rehana Akhtar<sup>1</sup> and Tawheed Amin,** Dec. **2014**, An Overview on the Biological Production of Vinegar , *International Journal of Fermented Foods*, India ,v.3.n.2, PP- 145-146.

**21-Simon P, Meunier R.** Microbiologie industrielle et génie biochimique **1970**, édition Masson et Cie , paris

**22- Serrano R., Delafuente G.** Regulatory properties of the constitutive hexose transport in *Saccharomyces cerevisiae*. *Mol. Cell. Biochem* **1974**, 5: 161-171.

**23- Schvarcz E, Palmér M, Aman J, Berne C.** Hypoglycemia increases the gastric emptying rate in healthy subjects. *Diabetes Care* **1995**, 18(5):674-676.

## **T**

**24- Tesfay W, Morales M.L.,** Garcia-Parrilla, Troncoso, A.M. Wine vinegar: technology, authenticity and quality evaluation; *Journal of Trends in Food Science & Technology* **2002**, Vol. 13: 12-21.

## **W**

**25- Winarsih D S, Hidayati N, Subramaniam T.** THE ANTIBACTERIAL EFFECT OF APPLE CIDER VINEGAR ON THE GROWTH OF *Escherichia coli* IN VITRO **2007**.

**26- WAKIL, Y .** fabrication du vinaigre à partir de jus de fruits de figuier de barbarie , **2009**.

## **Z**

**27- Zamora F.** Biochemistry of Alcoholic Fermentation (chapter 1). *Journal of Wine Chemistry and Biochemistry* **2009**:26 .