

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة 8 ماي 1945 قالمة
Université 8 Mai 1945 Guelma
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la Terre et de l'Univers



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : Science de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences Alimentaires
Spécialité/Option : Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire
Département : Biologie

Thème :

Essai de formulation d'un jus de tomate

Présenté par :

BEDAD Amina

BOUHADJA Meriem

HAMDI Hadjar

Devant le Jury composée de :

Présidente :	LEKSIR C.	M.A.A	Université 8 Mai 1945 Guelma
Encadreur :	MEZROUA E.	M.A.A	Université 8 Mai 1945 Guelma
Examineur :	BOUSBIA A.	M.C.B	Université 8 Mai 1945 Guelma

Juin 2018

Remerciements

Nous remercions vivement les membres de ce jury :

Madame LEKSIR Choubeila, maitre assistante (A) à l'Université 8 Mai 1945 Guelma. Nous sommes très honorées que vous acceptiez la présidence de notre jury, trouvez ici l'expression de nos sincères remerciements, et soyez assuré de notre profonde gratitude.

Nous exprimons tous nos sincères remerciements et notre grand respect à Monsieur MEZROUA El Yamine maitre assistant (A) à l'Université 8 Mai 1945 Guelma, pour nous avoir encadrés et orientés et pour toute sa patience et les précieux conseils qu'elle nous a donnés.

Monsieur BOUSBIA Aissam, maitre de conférences «B» à l'Université 8 Mais Guelma, merci pour avoir accepté d'examiner notre mémoire, pour l'intérêt que vous portez à notre travail, et pour le temps consacré à son évaluation.

Nous adressons nos sincères remerciements à tous les professeurs de l'Université 8 Mai 1945 Guelma.

Sommaire

Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations.....	
Introduction.....	1
I. Partie bibliographique	
1. Généralité sur la tomate.....	2
1.1. Historique de la tomate	2
1.2. Définition	2
1.3. Qualité organoleptique du fruit de tomate	3
1.4. Texture et fermeté du fruit.....	3
1.4.1. Texture.....	3
1.4.2. Fermeté.....	3
1.5. Composition	4
1.5.1. L'eau.....	4
1.5.2. Sucre.....	4
1.5.3. Protéines.....	4
1.5.4. Lipides.....	4
1.5.5. Minéraux	4
1.5.6. Vitamine E.....	5
1.5.7. Vitamine C.....	5
1.5.8. Poly phénol	5
1.5.9. Pigments liés à la coloration du fruit	6
a. β -carotène et lycopène	6
1.6. Culture et production de la tomate	6
1.6.1. Culture de la tomate	6
a. Culture de plein champ.....	6
b. Culture sous abris	6
1.6.2. Production de la tomate	7
a. Principaux pays producteurs de la tomate	7

b. Superficies et productions de la tomate en Algérie	7
1.7. Importance de la tomate	8
1.7.1. Importance économique	8
1.7.2. Valeur nutritionnelle du fruit de tomate.....	8
1.7.3. Importance médicinale de la tomate.....	9
1.8. Variétés des tomates pour la transformation	10
1.9. Dérivés de la tomate.....	10
1.10. Processus de transformation	10
1.10.1. Jus de tomate	10
1.10.2. Concentrés de tomate.....	10
1.10.3. Tomate desséchée	11
1.10.4. Conserve	11
2. jus de fruits et des légumes.....	11
2.1. Définition du jus	11
2.1.1. Jus de fruits	12
2.1.2. Pura jus de fruits.....	12
2.1.3. Jus de fruits à base de concentrée	12
2.1.4. Nectar de fruits	13
2.2. Valeur nutritionnelle des jus de fruits	13
2.3. Ingrédients autorisés	15
2.4. Critère de qualité	15
2.5. Variation des composés nutritionnels des jus en fonction des facteurs technologiques.....	15
2.5.1. Les jus de fruits commerciaux transformés.....	15
2.5.2. Impact des traitements technologiques sur les composés nutritionnels des jus	15
a. La stabilité des vitamines dans les jus de fruits	16
2.6. Vérification de la composition, de la qualité et de l'authenticité.....	16

II. Matériel et méthodes

1 .Matériel végétal.....	17
2. Préparation de la pulpe de tomate.....	17
. 3. Analyses physico-chimiques de la pulpe de tomate	19
3.1. Teneur en eau.....	19
3.2. pH.....	20
3. 3. Acidité titrable « A° ».....	20

3. 4. Teneur en cendres.....	21
3. 5. Matière sèche soluble (Brix).....	22
4. Analyses physico-chimiques de l'eau.....	22
4.1. pH.....	22
4.2. Brix.....	22
4.3. Résidu sec	22
4.4. Conductivité.....	23
5. Analyses physico-chimiques du jus de citron.....	23
5.1. pH.....	23
5.2. Brix.....	23
5.3. Acidité titrable « A° ».....	23
6. Analyses physico-chimiques de sucre (saccharose).....	23
6.1. pH.....	23
6.2. Pouvoir tampon de sucre.....	23
7. Préparation de la formulation du jus de tomate.....	24
7.1 Formulation de jus de tomate.....	24
8. Evaluation sensorielle.....	26
8.1 .Objectif.....	26
8.2. Déroulement	26
9. Amélioration de la qualité de jus de tomate	27
9.1. Calcul mathématique.....	27
9.2. L'analyse des descripteurs sensoriels du jus (test de classement).....	28
a) Objectif.....	28
b) Principe.....	28
c) Jury.....	28
10. Analyses physico-chimiques de jus de tomate amélioré.....	29
10.1. Acidité titrable.....	29
10.2. Extrait sec ou Brix.....	29
10.3. Mesure de pH.....	29
10.4. Densité.....	29
10.5. Résidu sec total.....	29

III. Résultats et discussion

1. Caractéristiques physico-chimiques des constituants du jus de tomate.....	30
--	----

1.1. Pulpe de tomate.....	30
1.2. Eau.....	30
1.3. Jus de citron	31
1.4. Sucre.....	32
2. Evaluation sensorielle de jus de tomate.....	32
3. Evaluation sensorielle de jus de tomate amélioré	34
4. Effet d'adition de jus de citron sur les caractéristiques physico-chimiques de jus de tomate.....	35
Conclusion.....	36
Références bibliographiques.....	37
Résumés	

Liste des tableaux

1	Principaux pays producteurs de la tomate en 2010 (en tonnes)	7
2	Valeur nutritionnelle moyenne pour 100g de tomate.	9
3	Apports journaliers recommandés en vitamines pour 100 g de jus de fruits	14
4	Teneurs en polyphénols et caroténoïdes totaux de quelques jus de fruits	14
5	Stabilité des vitamines dans les jus de fruits	16
6	Combinaison des trois facteurs (pulpe de tomate, sucre et eau)	25
7	Composition des huit jus de tomate élaboré	25
8	Combinaison des deux facteurs (jus de tomate, jus de citron)	27
9	Pourcentage des deux facteurs utilisés dans l'élaboration de jus de tomate amélioré.	28
10	Exemple de bulletin de réponses	28
11	Caractéristiques physico-chimiques de la pulpe de tomate	31
12	Caractéristiques physico-chimiques de l'eau utilisée	31
13	Caractéristiques physico-chimiques du jus de citron	31
14	Caractéristiques physico-chimiques du sucre	32
15	Classement général des huit jus de tomate	33
16	Classement général des quatre jus de tomate amélioré	34
17	Caractéristiques physico-chimiques du jus de tomate et jus de tomate amélioré	35

Liste des figures

1	Photo de la variété de tomate (<i>Solanum Lycopersicon</i> L.)	17
2	Technique de la préparation de la purée de la tomate	18
3	Déroulement de la préparation de purée (pulpe) de la tomate (A : Tomate fraîche ; B : photo de tomate découpée en morceau ; C : photo de broyat de tomate ; D : photo de la purée de tomate (pulpe))	19
4	Préparation de la formulation du jus de tomate	24

Liste d'abréviation

μ/CM : Micro semence par centimètre

A° : Acidité titrable

AA : Acides ascorbique

AFNOR : Association Française de Normalisation

AJR : Apports Journaliers Recommandés

CD : Cendres

DHAA : Dé hydro ascorbique

DLUO : Date limite l'utilisation optimale

FAO : Organisation pour l'alimentation et l'agriculture

HA : Hectare

MO : Matière organique

PF: Poids de l'échantillon après séchage

PI : Poids de l'échantillon avant séchage

PPM : Partie par million

TN : Tonne

Introduction

Introduction

Ces dernières années, il y a un intérêt considérable pour les composés bioactifs contenus dans les fruits et les légumes. Les différentes recherches sur les profils phytochimiques des aliments ont mis l'accent sur le rôle de la consommation des fruits et des légumes dans la prévention des maladies liées au stress oxydatif. Les fruits sont considérés comme des aliments fonctionnels en raison de la quantité considérable de composés chimiques avec des propriétés anti-oxydantes qu'ils contiennent (Derrardja., 2014).

Parmi les fruits, la tomate est un réservoir de diverses molécules antioxydantes tels que l'acide ascorbique, la vitamine E, les caroténoïdes et les polyphénols. Le lycopène, caroténoïde qui donne à la tomate sa couleur rougeâtre, est l'un des puissants antioxydants et joue un rôle important dans de nombreuses fonctions biologiques (Bellili et Khenouce, 2013).

La faible consommation de fruits et de légumes est associée à l'augmentation des risques de cancers ou autres maladies chroniques. Pour pallier cette sous-consommation de fruits et de légumes, due entre autres à une faible durée de conservation, le jus de fruit apparaît être une bonne alternative. D'ailleurs les recommandations nutritionnelles mondiales intègrent clairement le jus de fruits comme une portion de la consommation quotidienne en fruits et légumes (Cendres, 2011).

En accord avec la norme générale Codex *Alimentarius* des jus de fruits et des nectars, « les jus de fruits ont les principales caractéristiques nutritionnelles, chimiques, physiques et organoleptiques des fruits dont ils proviennent », avec l'avantage de la facilité de consommation et d'une plus longue conservation (International Federation of Fruit Juice Producers, 2005).

Dans ce contexte général, l'objectif de notre travail consiste à la préparation d'une formulation de jus de tomate et l'amélioration de sa qualité organoleptique en ajoutant le jus de citron. Le présent mémoire est structuré en 3 parties :

- La première partie est une revue bibliographique mettant l'accent sur des généralités sur la tomate et les jus de fruits et des légumes.
- La deuxième partie est consacrée pour décrire le matériel et les méthodes utilisées dans notre travail.
- Et la dernière partie présente les principaux résultats obtenus et leur discussion.

I. Partie bibliographique

1. Généralités sur la tomate

1.1. Historique

Le terme "Tomate" dérive du mot inca Tomalt. Elle fut découverte par les conquérants espagnols en Amérique du Sud au XVIème siècle. Elle fit sa première apparition en Europe dans les jardins sévillans (en Espagne) de quelques monastères qui se spécialisaient à cultiver des curiosités du Nouveau Monde.

En 1806, un américain affirme que la tomate rehausse le goût des sauces et des potages. Trois ans plus tard, Thomas Jefferson se porte à la défense de ce fruit. A partir de 1830, on ne parle plus que de la tomate. L'offensive médiatique fait tomber les dernières barrières et les éditeurs se lancent dans la publication de livres, de recettes, de périodiques horticoles et de chroniques Médicales.

Aujourd'hui, la plante tropicale s'est adaptée à des régions plus froides que celles de son pays d'origine et la tomate est cultivée dans les pays chauds ou tempérés du monde entier (Coombe, 1976).

1.2. Définition

La tomate est un fruit mais cultivée et utilisée en tant qu'un légume. Elle est constituée de trois parties : le péricarpe (peau et partie charnue), le gel (contenu dans les loges), et les graines. La peau consiste en quatre à cinq couches de cellules de type épidermique ou hypodermique sous une fine cuticule.

Le péricarpe est formé par l'épicarpe, le mésocarpe et l'endocarpe. Les graines sont à l'intérieur de la tomate dans les loges. Le pédoncule sert quand à lui à relier le fruit au plan.

La tomate est un fruit climactérique : au début de sa maturation, le fruit présente un pic de respiration caractéristique associé à un pic d'éthylène (C_2H_4). Au cours de sa maturation, la tomate change de couleur par la dégradation de la chlorophylle et la mise en place de la voie de biosynthèse des caroténoïdes. Elle va donc passer du vert au blanc, puis au jaune, pour enfin parvenir au rouge à maturité (pour la majorité des variétés). Il est à noter l'existence de variétés qui auront une couleur différentes à maturité, telles les tomates « noire de Crimée » qui ne dégradent pas la chlorophylle ou les divers mutants de la voie de biosynthèse des caroténoïdes.

Pendant la même période, la teneur en sucre du fruit augmente par l'apport des sucres de la plante et l'hydrolyse des réserves d'amidon. L'acidité des fruits due en grande partie à la présence d'acides citrique et malique est maximale au stade jaune et diminue ensuite peu à peu. Au cours de la maturation le goût du fruit va se développer ainsi que sa structure, qui va

I. Partie bibliographique

devenir de plus en plus molle grâce à l'action d'enzymes au niveau des parois cellulaires (Degrou, 2013).

1.3. Qualité organoleptique

La qualité organoleptique d'un fruit réunit l'ensemble des composantes évaluées par quatre des cinq sens (Zidani, 2009).

La perception des saveurs sucrées et acides de tomate est principalement associée aux teneurs en fructose et en acide citrique. Concernant l'intensité aromatique, plus de 400 composés volatils ont été identifiés chez la tomate, mais seul un sous-ensemble est important dans la perception des arômes, le nombre variant d'une trentaine à une dizaine selon les études. Enfin, de nombreux attributs sont utilisés pour décrire la texture du fruit tels que la fermeté, la farinosité, la jutosité, la peau gênante, le fondant, le croquant (Barrett *et al.*, 1998).

1.4. Texture et fermeté

1.4.1. Texture

La texture est la résultante de caractéristiques liées à la chaire (péricarpe), à la présence du gel contenu dans les loges du fruit et à l'épaisseur ou l'élasticité de la peau. La tomate est un fruit dont la composition interne n'est pas homogène.

Au stade mur, la proportion du gel est variable. Pour les variétés de calibre intermédiaire, elle se situe autour de 20% du poids total du fruit et peut être inférieure à 10% pour les variétés charnues. D'autres composantes caractérisent la texture, il s'agit de critères induisant des défauts tels que l'épaisseur de la peau, la farinosité de la chaire, l'apparition de zone fibreuses dans la chaire ou de fibres au niveau du pilier central du fruit (Brigitte *et al.*, 2011).

1.4.2. Fermeté

La fermeté est une caractéristique mécanique de la qualité des tomates. Elle constitue à la fois un critère important de la perception de la texture et un critère de qualité commerciale, car elle détermine la résistance des fruits aux manipulations et leur comportement dans le circuit de commercialisation. Elle résulte de plusieurs caractéristiques intrinsèques des fruits, comme les propriétés mécaniques de l'épiderme, les propriétés physico-chimiques du péricarpe et le rapport entre péricarpe et loges internes. L'élaboration de la fermeté du fruit de tomate n'est pas complètement comprise. Toutefois la turgescence des tissus et les propriétés des parois cellulaires ainsi que leur évolution permettent l'expliquer. Les modifications biochimiques au niveau de la paroi cellulaires interviennent à la fois dans la phase précoce du développement du fruit et dans la phase de maturation. En lien avec la synthèse d'éthylène

I. Partie bibliographique

qui coordonne les processus de maturation. La diminution de la fermeté au cours de la maturation du fruit coïncide avec la dégradation des parois cellulaires et une diminution de l'adhésion intercellulaire ainsi qu'avec l'évolution de la structure de l'épiderme (Brigitte *et al.*, 2011).

1.5. Composition

Les tomates peuvent avoir des compositions variables en fonction du cultivar, du lieu de culture, de la façon dont elles sont cultivées (techniques agricoles et facteurs environnementaux), ainsi que de la conservation post-récolte. Par exemple une intensité lumineuse plus importante permet d'obtenir une augmentation des teneurs en caroténoïdes et en vitamine C (Génard *et al.*, 2010).

1.5.1. Eau

Le jus représente la majeure partie des constituants physiques de la tomate. La tomate est constituée de 94 à 96 % d'eau (Moresi and Liverotti, 1982) cité par Blila et Bouanaka, 2017.

1.5.2. Sucre

Les sucres contenus dans la tomate sont essentiellement des sucres réducteurs, le glucose représente 0,88-1,25%, et le fructose quant à lui représente 1,08-1,48% (Moresi and Liverotti, 1982) cité par Blila et Bouanaka, 2017.

1.5.3. Protéines

Les constituants protéiques sont présents en faible concentration dans La majorité des fruits et légumes. Ils sont toutefois d'une importance Capitale en tant qu'enzymes impliquées dans le métabolisme des fruits au cours de leur croissance. La tomate malgré sa faible teneur en protéines (1,1%) contient pratiquement tous les acides aminés (Alhagadow., 2006).

1.5.4. Lipides

La composition en lipides varie en fonction de la variété et du degré de maturité lors de la récolte ; il répertorie plus de 33 acides gras dans le péricarpe, la teneur en lipides est de 0,3g par 100g de poids frais (Benard C., 2009).

1.5.5. Minéraux

Les principaux minéraux que contient la tomate sont : le Calcium (2,95 à 3,95 ppm), le Magnésium (2,5 à 4 ppm), le Fer (0,6 à 0,8 ppm), le Phosphore (2,4 à 2,9 ppm), le Potassium

I. Partie bibliographique

(18,7 à 29,5 ppm) et le Sodium (15,7 à ppm) (Fabrice., 2000) cité par Blila et Bouanaka, 2017.

1.5.6. vitamine E

L' α -tocophérol est la forme de vitamine E majoritairement retrouvée dans les tomates fraîches. Les autres formes du tocophérol (β -, γ - et δ -) sont également présentes mais dans des proportions plus faibles. Les teneurs en vitamine E varient beaucoup en fonction des variétés de tomate et des dates de récolte. Au sein du fruit, la vitamine E est répartie dans les différents tissus mais c'est dans les graines que les concentrations les plus importantes sont retrouvées. Or, elles ne sont pas digérées par l'organisme et la tomate contribue donc peu aux apports en vitamine E (Marsic N *et al.*, 2010).

1.5.7. vitamine C

A la différence de la vitamine E, la tomate fraîche apporte des quantités non négligeables de vitamine C sous les formes oxydée et réduite. Les teneurs en vitamine C totale sont variables selon les variétés et les conditions de culture ; elles sont généralement comprises entre 7 et 30 mg/100g (de matière fraîche) mais peuvent atteindre 70 mg/100 g pour des tomates cerises. Les proportions d'acides ascorbique et de déhydroascorbique varient également en fonction des cultivars et des conditions environnementales (Raffo *et al.*, 2006).

La forme oxydée pourrait représenter 0 à 85 % de la vitamine C totale et même atteindre 90 % lorsque les fruits sont cultivés sous un climat chaud. Ces variations s'expliquent par le fait qu'une modification des conditions environnementales est susceptible d'induire un changement de l'état redox (Lenucci, M *et al.*, 2006 ; Raffo, A *et al.*, 2006).

1.5.8. Poly phénol

Tous les végétaux possèdent des composés phénoliques. Ces derniers regroupent une large gamme de substances, des formes les plus simples aux plus complexes (lignines et tanins) et possèdent tous un noyau aromatique portant un ou plusieurs groupements hydroxyles. Les composés d'intérêt pour la qualité du fruit sont principalement les acides phénoliques, les phénylepropanoïdes, les coumarines et les flavonoïdes (flavonols, anthocyanidins, flavanols...). Ces composés jouent un rôle sur l'apparence du fruit (pigmentation, son goût (astringence et amertume) et sa valeur nutritive (antioxydant). Les flavonoïdes sont majoritairement localisés dans la partie externe du fruit (peau et péricarpe). Les acides hydroxycinnamiques (ester de glucose et d'acide quinique ou de glucoside formé avec les acides caféique férulique et para-coumarique) sont plus présents au niveau de la chair et dans les

I. Partie bibliographique

graines et le gel qui les entoure .le composé phénolique le plus abondant dans le fruit de tomate est l'acide chlorogénique dont la concentration est la plus élevée au stade fruit vert et chute au cours du murissement. A l'inverse, la rutine et des dérivés de l'acide caféique voient leur concentration augmenter dans le fruit mur (Brigitte *et al.*, 2011).

1.5.9. Pigments liés à la coloration du fruit

a. β -carotène et lycopène

Les caroténoïdes sont des pigments naturels des fruits et des légumes à 4° atomes de carbone. Ils leur apportent une coloration jaune orangé à rouge violet. Les caroténoïdes forment une importante classe de molécules lipophiles synthétisées par les plantes, les algues et de nombreuses bactéries. La tomate contient deux principaux caroténoïdes le lycopène et le β -carotène. Ils ne sont pas également répartis dans le fruit, la majorité du lycopène est retrouvé dans la peau et les graines. Il représente 80 % à 90% de la totalité des pigments présents dans la tomate, et est responsable de la couleur rouge des tomates mures. La teneur en β -carotène est négligeable face à celle du lycopène, mais son activité biologique est importante car le β -carotène est un précurseur de la vitamine A, plus communément connue sous le nom de rétinol (Brigitte *et al.*, 2011).

1.6. Culture et production de la tomate

Le cycle complet graine à graine est de 90 à 120 jour dans des conditions optimales ; la première fleur apparaît de 50 à 60 jours après le semis et il faudra encore de 40 à 60 jours après la fleur pour que le fruit soit mur. Le cycle de culture de la tomate est fonction de la variété en présence (Zerguine, 2014).

1.6.1. Culture

La tomate est cultivée selon deux systèmes principaux qui sont :

a. Culture de plein champ

Ce système de culture est le plus répandu .si l'irrigation est disponible, les plantations peuvent être faites en saison sèche.la mécanisation est souvent réduite à la préparation du sol (Zerguine ,2014).

b. Culture sous abris

Ce système de culture vise à produire les tomates au long de l'année. Généralement, les tomates cultivées sous tunnels à couverture plastique sont plantées en sol. Elles sont conduites en rangs simples ou jumelés avec une tige par plante érigée verticalement par une ficelle. La

I. Partie bibliographique

culture sous abris fournit aujourd'hui une part essentielle du marché de frais pour les légumes-fruits tels que la tomate (Zerguine, 2014).

1.6.2. Production

a. Principaux pays producteurs de la tomate

L'essentiel de la production mondiale en 2010, est concentré dans quelques pays dont la très grande productivité provient des perfectionnements techniques employés ainsi que des quantités importantes de plantes en culture (Zerguine, 2014).

Tableau 1 : Principaux pays producteurs de la tomate en 2010 (en tonnes) (FAO STAT, Avril 2012) cité par Blila et Bouanaka, 2017.

Pays	Production (tn)	Pays	Production (tn)
1/Chine	41 879 624	15/Portugal	1 406 100
2/Etas Unis	12 902 000	16/Maroc	1 277 750
3/Inde	11 979 900	17/Tunisie	1 100 000
4/Turquie	10 052 000	18/ Chili	900 000
5/Egypte	8 544 990	19/ pays Bas	815 000
6/Italie	6 544 990	20/ Remanie	768 532
7/ Iran	5 256 110	21/ Jordanie	737 261
8/ Espagne	4 312 700	22/ Argentine	697 900
9/ Brésil	3 691 300	23/ Japon	690 700
10/ Mexique	2 997 640	24/ Pologne	677 700
11/ Ouzbékistan	2 347 000	25/ France	587 586
12/ Russie	2 000 000	26/ Algérie	578 500
13/ Ukraine	1 824 700	27/ Canada	492 650
14/ Grèce	1 406 200	28/ Arabie S	489 800

b. Superficies et production de la tomate en Algérie

La tomate est l'une des productions maraichères les plus cultivées en Algérie. En 1999 et sur une superficie de 55210 Ha, la production était de 945,8 mille tonnes. En 2004, sur une superficie globale de 46739 ha consacrée à la tomate, la production a atteint 1092.2 Mille tonnes. Entre 2006 et 2007, la production a été de 796.1 mille tonnes sur une superficie de 31005 ha. En 2008, on note une réduction qui a ramené les superficies à 19655 ha, la

I. Partie bibliographique

production a été estimée à 559.24 mille tonnes. Les statistiques de l'année 2009 établies par le Ministère de l'agriculture Algérienne font état d'une superficie globale de tomate cultivée de 20789 ha dont 18620 ha ont été consacrés à la tomate de plein champ ,et 2170 ha cultivés sous serre (Zerguine ,2014).

1.7. Importance de la tomate

1.7.1. Importance économique

La tomate est, après la pomme de terre ; le légume le plus consommé dans le monde ; soit frais soit après transformation.

La production mondiale de tomates a progressé régulièrement au cours du XXe siècle et s'est accrue considérablement durant les trois dernières décennies. Elle est passée de 48 millions de tonnes en 1978 à 74 millions en 1992, 89 millions en 1998 et atteint 124 millions en 2006.parmi les 16 pays qui ont produit 1 million de tonnes ou plus, 6 sont largement au-dessus de 5 tonnes.

On estime que 30% des tomates produites sont transformées. Ce pourcentage est très différent d'un pays à l'autre. La consommation par individu, que ce soit en tomates fraîches ou transformées, ne cesse d'augmenter à l'échelle mondiale et spécialement les pays méditerranéens qui en sont de gros consommateurs en toutes saisons (Khelifi et Melllal, 2015).

1.7.2. Importance nutritionnelle

La tomate largement consommée, joue un rôle bénéfique dans notre alimentation. Ce fruit contenant 93% à 95% d'eau. Très pauvre en calories, ne fournit guère plus de 19k calories aux 100g, soit 63 k joules. Elle est très riche en carotène et lycopène qui lui donne sa couleur rouge, cet antioxydant diminuerait le risque de maladies cardiaques et de certaines formes de cancer, dont celui de la prostate. Elle fournit des quantités appréciables de vitamines c (18 mg et plus), ainsi que de la provitamine A et de nombreuses vitamines du groupe B. ses minéraux sont abondants (notamment en potassium, magnésium et phosphore) (Khelifi et Melllal, 2015).

I. Partie bibliographique

Tableau 2 : valeur nutritionnelle moyenne pour 100g de tomate (Khelifi et Mellal, 2015).

Comportement de la tomate crue valeur nutritionnelle pour 100g			
Eau		93.80	
Valeur calorique		19.00 kcal	
Éléments énergétiques	Protides	0.80g	
	Glucides	3.50 g	
	Lipides	0.30 g	
Vitamines	Provitamine A	0.00 mg	
	Vitamine B1	0.06 mg	
	Vitamine B2	0.05 mg	
	Vitamine B6	0.00 mg	
	Vitamine C	18.00 mg	
	Vitamine PP	0.60 mg	
Minéraux	Fer	0.40 mg	
	Calcium	9.00 mg	
	Magnésium	11.00 mg	
	Phosphore	24.00 mg	
	Potassium	226.00 mg	
	Sodium	5.00 mg	
	Soufre	11.00 mg	
	Zinc	0.24 mg	
	Chlore	40.00 mg	
	Fibres		1.20 g
	Cellulose		0.60 g

1.7.3. Importance médicinale

Le rôle médicinal de la tomate est connu depuis bien longtemps chez les Incas en Amérique du sud, où ils utilisaient la feuille fraîche du plant de tomate comme antibiotique (Khelifi et Mellal, 2015).

De plus la consommation de tomate joue plusieurs rôles :

- Accélère la formation du sucre dans le sang ce qui permet au corps de combattre la fatigue ;
- Diminue l'hypertension grâce à son haut taux en potassium ;

I. Partie bibliographique

- Contient des traces d'éléments antitoxiques (chlorite et sulfure) excellents pour la santé du foie ;
- Stimule les sécrétions digestives grâce à sa saveur acidulée ;
- Contribue à la prévention des maladies cardiovasculaires, l'artériosclérose et la cécité ;
- Joue un rôle de prévention du cancer grâce à sa teneur en pigments caroténoïdes antioxydants, notamment sa forte concentration en lycopène (3,5 mg/125g de tomate) (Khelifi et Mellal, 2015).

1.8. Variétés des tomates pour la transformation

La tomate est principalement produite pour deux marchés distincts : la tomate de marché pour l'agriculture consommation en frais et la tomate d'industrie pour la transformation et la conserve .selon FAO, plus de 170 pays produisent de la tomate ce qui en fait le premier légume cultivé dans le monde avec on compte environ 160 millions de tonnes produites en 2013 (Khelifi et Mellal, 2015).

1.9. Dérivés de la tomate

En 2008, près de 37 millions de tonnes de tomates ont été transformées dans le monde pour donner principalement des concentrés de tomate, mais aussi des sauces, des jus et des tomates en conserves. La gamme de produits transformés proposée par les industriels de la tomate est large (pulpes, sauces, concentrés, purées, condiments et plats préparés). Ceux-ci sont soit préparés à partir de produits frais, soit préalablement transformés industriellement (concentré conditionné en conserves le plus souvent) (Tomatoland., 2008) cité par Blila et Bouanaka, 2017.

1.10. Processus de transformation

1.10.1. Jus de tomate

Après nettoyage, lavage et triage des tomates, le jus est obtenu par broyage à chaud suivi de tamisage et de raffinage, dans des appareillages différents de ceux utilisés pour les concentrés afin de ne pas incorporer de l'air. Le jus est ensuite soumis à plusieurs opérations telles que la filtration, l'homogénéisation, la stérilisation, etc (Cotte Fabrice., 2000) cité par Blila et Bouanaka, 2017.

1.10.2. Concentrés de tomate

Après lavage également, les tomates suivent un procédé d'épépinage ce qui va éviter de donner un goût amer au produit final. Ces dernières subissent un broyage à froid avant d'être

I. Partie bibliographique

chauffées à 65-90°C selon leur degrés de coloration, ce traitement a pour but de détruire les enzymes pectolytiques ce qui permet de conserver au produit final une certaine consistance.

Ces étapes sont suivies par les opérations de tamisage (tamis de 2 mm) et de raffinage (tamis de 0.8mm) qui vont séparer la pulpe des peaux, fragments grossier et graines non éliminés lors de l'épépinage. La pulpe est ensuite concentrée par évaporation de l'eau contenue dans la pulpe. Une adjonction de sel est possible avant la mise en boîte (Cotte Fabrice., 2000) cité par Blila et Bouanaka, 2017.

1.10.3. Tomate desséchée

Le séchage est la plus ancienne méthode de conservation des aliments. Les microorganismes ne peuvent plus se développer dans un produit auquel on a retiré suffisamment d'eau. La première partie de l'opération consiste à préparer le produit (lavage découpage-trempage dans un bain de conservation). Viennent ensuite les étapes de triage et de broyage. Enfin la poudre de tomate est prête (Corlien H., 2005) cité par Blila et Bouanaka, 2017.

1.10.4. Conserve

Les tomates sont lavées, triées selon leur taille puis pelées. Elles sont ensuite broyées puis soumises à un premier traitement thermique (préchauffage). Les concentrés sont généralement préparés selon un procédé dit "Hot Break" dans des échangeurs tubulaires horizontaux, Cette étape joue un rôle essentiel pour les caractéristiques physico-chimiques du produit, en particulier sa viscosité. Dans le traitement hot break, les tomates sont chauffées à une température supérieure à la température d'inactivation enzymatique.

L'étape qui suit le préchauffage est le tamisage afin d'éliminer les particules de peau restantes et les pépins. Le produit est ensuite concentré puis pasteurisé. La concentration consiste à réduire la teneur en eau grâce à un chauffage sous vide jusqu'à obtention d'un taux de 28-30 % de solides solubles pour des doubles concentrés, voire 36 à 45 % pour des triples concentrés.

La dernière étape consiste à assurer la stabilité du produit par un traitement thermique de quelques secondes à une température supérieure à 85°C (Gould, W. A., 1991) cité par Blila et Bouanaka, 2017.

2. Jus de fruits et des légumes

2.1. Définition

Le jus est défini, dans le sens le plus général, comme le contenu liquide extractible de cellules ou tissus (Derrardja, 2014).

2.1.1. Jus de fruits

La norme générale codex (CODEX STAN 247-2005) définit le jus de fruits comme le liquide non fermenté, mais fermentescible, tiré de la partie comestible de fruits sains, parvenus au degré de maturation approprié et frais ou conservés dans des conditions saines conformément aux dispositions pertinentes de la commission du Codex alimentarius.

Certains jus peuvent être obtenus à partir de fruits comprenant des pépins, graines et peaux qui ne sont habituellement pas incorporés dans le jus, bien que des parties ou composantes de pépins, graines et peaux impossibles à retirer par des bonnes pratiques de fabrication soient acceptées (Cendres, 2011).

Le jus est obtenu par des procédés adaptés qui conservent les caractéristiques physiques, chimiques, organoleptiques et nutritionnelles essentielles du fruit dont il provient.

Le jus peut être trouble ou clair et peut contenir des substances aromatiques et des composés volatils restitués, à condition qu'ils proviennent des mêmes espèces de fruits et soient obtenus par des moyens physiques adaptés. De la pulpe et des cellules obtenues par des moyens physiques adaptés à partir du même type de fruits peuvent être ajoutées. Un jus simple est obtenu à partir d'un seul type de fruits. Un jus mélangé est obtenu en mélangeant deux ou plusieurs jus ou jus et purées obtenus à partir de différents types de fruits (Cendres, 2011).

2.1.2. Purs jus de fruits

Il est réservé aux jus de fruits ou purées de fruits qui n'ont été obtenus ni avec concentration, ni à partir de matières premières concentrées et qui n'ont subi l'addition d'aucun produit, même de sucre (Bouregbi *et al.*, 2011).

On trouve des purs jus pasteurisés qui se conservent à température ambiante, des purs jus surgelés dont la conservation jusqu'à la DLUO doit être réalisée à -18°C (un traitement thermique n'est pas nécessaire à leur conservation). Certains purs jus, portent aussi le qualificatif de frais réservée aux jus de fruits purs, ou purée de fruits pures n'ayant subi aucun traitement après leur extraction ou leur broyage initial ; ils doivent être réfrigérés leur DLC est très limitée (Bouregbi *et al.*, 2011).

I. Partie bibliographique

2.1.3. Jus de fruits à base de concentrée

Produits obtenu, à partir de jus de fruits concentré, après restitution de la proportion d'eau extraire du jus de fruits lors de la concentration, l'eau ajoutée présentant des caractéristiques appropriées, notamment des points de vue chimique, microbiologique et organoleptique de façon à garantir les qualités essentielles du jus. La restitution de son arôme se fait au moyen des substances aromatisants récupérées lors de la concentration du jus de fruits dont il s'agit u de jus de fruits de la même espèce et qui présente des caractéristiques organoleptiques et analytiques équivalentes (Bouregbi *et al.*, 2011).

L'addition du sucre est autorisée, la mention à base de concentré doit être inscrite à proximité de la dénomination. Des spécifications sont précisées par les normes AFNOR (Bouregbi *et al.*, 2011).

2.1.4. Nectar de fruits

Produit, non fermenté mais fermentescible, obtenu par addition d'eau et souvent de sucre ou de miel au jus de fruits, au jus de fruits concentré, à la purée de fruits, à la purée de fruits concentrée ou à un mélange de ces produits.

Le qualificatif pulpeux sous-entend nectar obtenu à partir de purée de fruits. la réglementation précise l'acidité minimale en jus :

- 26% pour les groseilles et goyaves, cassis, fruits de la passion ;
- 30% pour les prunes ;
- 40% pour les abricots, fraises, framboises, mures et myrtilles ;
- 45% pour les pêches ;
- 50% pour les agrumes, pires et pommes.

La teneur minimale de chaque jus est fixée pour les nectars employant divers fruits exotiques (Bouregbi *et al.*, 2011).

2.2. Valeur nutritionnelle des jus de fruits

Les jus de fruits à 100% sont considérés comme des aliments idéals pour contenir des ingrédients fonctionnels puisque leur contenu de base contient des nutriments bénéfiques pour la santé. Les jus de fruits ont un profil de goût qui plus à tous les groupes d'âge. de plus, ils sont perçus comme étant nutritifs, sains et rafraîchissants (Patrick, 2009).

Par ailleurs, les jus de fruits sont une source intéressante qualitativement et quantitativement de vitamines que l'on peut mettre en évidence sur la base des Apports Journaliers Recommandés (AJR) pour un adulte (Tableau 3). Les principales vitamines

I. Partie bibliographique

intéressantes sont la vitamine C, le β -carotène, la vitamine B9 et éventuellement la vitamine E pour quelques jus à base de mangue par exemple (Dhuiquemayer, 2007).

Tableau 3 : Apports journaliers recommandés en vitamines pour 100 g de jus de fruits (Dhuiquemayer, 2007).

	Pro-vitamine A (β-carotène)	Vitamine E a-tocophérol	Vitamine B9 (Acide folique)	Vitamine c (Acide ascorbique)
AJR	3 mg/jour	12mg/jour	200 μ g/jour	60mg
Pomme	-	4%	3%	20%
Raisin	-	-	3%	7%
Ananas	-	-	1%	32%
Abricot	60%	4%	2%	16%
Tomate	18%	-	7%	25%
Mangue	93%	8%	18%	65%
Mandarine	8%	-	-	53%
Pomelos	-	2%	6%	73%
Orange	2%	2%	12%	38%

Tableau 4 : Teneurs en polyphénols et caroténoïdes totaux de quelques jus de fruits (Dhuiquemayer, 2007).

Polyphénols totaux (mg)	Pour 100 ml de jus	Références
Range	48 à 109	(Rapisarda <i>et al.</i> , 1999)
Pomelo rose	54	(Gardner <i>et al.</i> , 2000)
Tomate	28	(Gahler <i>et al.</i> , 2003)
Pomme	11 à 46	(Kahle <i>et al.</i> , 2005)
Ananas	36	(Gardner <i>et al.</i> , 2000)
Raisin	100	(Mehrlander <i>et al.</i> , 2004)
Caroténoïdes totaux (mg)	/	/
Orange	1,1 (2,4% β -carotène)	(Lin et Chen, 1995)
Orange valencia	0,8-2,1(1,6-2,7% β -carotène)	(Mouly <i>et al.</i> , 1999)
Pomelo rose	0,8 (22% β -carotène)	(Lee, 2000)
Tomate	17 (dont 1,6% β -carotène)	(Tunci <i>et al.</i> , 1995)

I. Partie bibliographique

2.3. Ingrédients autorisés

L'addition de vitamines et de minéraux peut être autorisée au cours de la fabrication du jus de fruits sous réserve. L'addition de sucres et citron est autorisée dans les jus de fruits selon des normes bien précises. Par exemple, pour corriger le goût acide d'un jus de fruits, la quantité de sucres ajoutée ne peut pas dépasser (en matière sèche) 15 g.L^{-1} de jus ; à des fins d'édulcoration, la concentration en sucres ne doit pas excéder 150 g.L^{-1} .

Le dioxyde de carbone en tant qu'ingrédient est autorisé. Autre exemple, l'acide ascorbique est un additif très utilisé dans la production de jus à cause de ses propriétés anti oxydantes. Cette vitamine donne une valeur ajoutée et protège la couleur des jus (Cendres, 2011).

2.4. Critère de qualité

Les jus de fruits et les nectars de fruits doivent avoir la couleur, l'arôme et la saveur, caractéristiques du jus de la variété de fruits à partir de laquelle ils sont obtenus. Le fruit ne conservera pas plus d'eau provenant des opérations de lavage, d'étuvage ou d'autres préparatifs qu'il n'est inévitable sur le plan technique (CODEX STAN, 2005).

2.5. Variation des composés nutritionnels des jus en fonction des facteurs technologiques

2.5.1. Jus de fruits commerciaux transformés

Le point commun à la fabrication des jus de fruits commerciaux transformés est le traitement thermique qui consiste généralement en une pasteurisation (et une évaporation pour les concentrés). Ce traitement thermique est la méthode la plus utilisée pour la conservation des jus de fruits. Elle vise à inhiber le développement de micro-organismes et à inactiver les enzymes (comme la pectine méthylestérase) qui pourraient altérer le produit ou le rendre impropre à la consommation. Ce traitement thermique varie de quelques secondes à quelques minutes pour des températures allant de 70 à 90°C selon qu'il s'agisse d'une flash-pasteurisation ou d'une pasteurisation classique. La technique industrielle de concentration des jus consiste en une série d'évaporations sous pression réduite ou le jus est chauffé de 55 à 96°C pendant plusieurs minutes (Dhuiquemayer, 2007).

2.5.2. Impact des traitements technologiques sur les composés nutritionnels des jus

La transformation et le stockage des jus sont indispensables pour prolonger la durée de vie de ces aliments. Cependant, ces procédés peuvent être à l'origine de dégradations ou de pertes de composés nutritionnels importants tels que les vitamines, les caroténoïdes ou encore les non-nutriments comme les polyphénols (Dhuiquemayer, 2007).

I. Partie bibliographique

a. La stabilité des vitamines dans les jus de fruits

La stabilité des vitamines dans les jus de fruits dépend de plusieurs facteurs : température, pH, oxygène, lumière, acides et la présence d'ions métalliques. Les principales réactions de dégradation sont l'oxydation, l'hydrolyse ou la réduction. Le Tableau 5 extrait de Dhuiquemayer (2007), donne une estimation des pertes occasionnées au cours de la fabrication et du stockage des jus de fruits. Les pertes dues au processus de fabrication (incluant la pasteurisation) sont relativement faibles comparativement aux pertes observées au cours du stockage.

Tableau 5 : Stabilité des vitamines dans les jus de fruits (Dhuiquemayer, 2007).

Vitamines	Pertes à la fabrication (%)	Pertes au stockage* (%)
β -carotène, E, B ₂	< 10	10 à 20
B ₁ , B ₆ , B ₁₂	5 à 20	10 à 20
B ₅ , B ₉	5 à 20	40 à 60
C	5 à 20	30 à 60

* Stockage température ambiante à l'obscurité (1 an à 20-25°C)

2.6. Vérification de la composition, de la qualité et de l'authenticité

Les jus et les nectars de fruits devraient être soumis à des tests d'authenticité, de composition et de qualité chaque fois que nécessaire. Les méthodes d'analyse utilisées devraient être celles décrites à la Section 9, Méthodes d'analyse et d'échantillonnage (CODEX STAN, 2005).

L'authenticité ou la qualité d'un échantillon peut être vérifiée en comparant les données disponibles pour l'échantillon, générées à l'aide de méthodes appropriées décrites dans la norme, avec celles obtenues pour des fruits du même type et de la même région, compte dûment tenu des variations naturelles, des changements saisonniers et de variations pouvant se produire pendant la transformation (CODEX STAN, 2005).

II. Matériel et méthodes

1. Matériel végétal

Le présent travail est réalisé sur une quantité de 6 kg de tomate (*Solanum lycopersicon L.*) achetée directement du marché couvert de la ville de GUELMA durant le mois de Mars 2018. Les tomates choisies sont fraîches, saines, mures, fermes et de couleur rouge (Figure 1).



Figure 1. Photo de la variété de tomate (*Solanum lycopersicon L.*)

2. Préparation de la pulpe de tomate

Les tomates collectées du marché sont soigneusement lavées, parées et débarrassées de leurs grains et de leurs gels dans le laboratoire. Elles sont ensuite découpées en petits morceaux à l'aide d'un couteau. Les tomates découpées sont broyées dans un mixeur puis dans un ultraturax pour l'obtention de la purée de tomate (pulpe) (Figure 2). D'après ESPIARD (2002), une pulpe ou purée de fruits est le produit fermentescible mais non fermenté obtenu par tamisage de la partie comestible des fruits en entier ou épluchés sans élimination de jus.

II. Matériel et méthodes

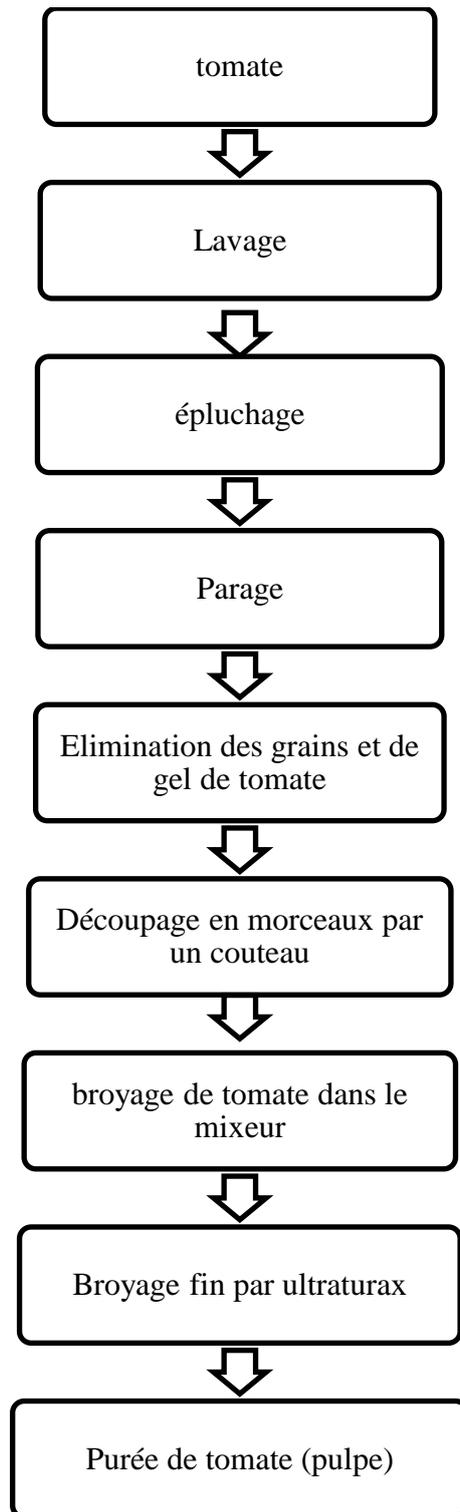


Figure 2. Technique de la préparation de la purée de la tomate

II. Matériel et méthodes

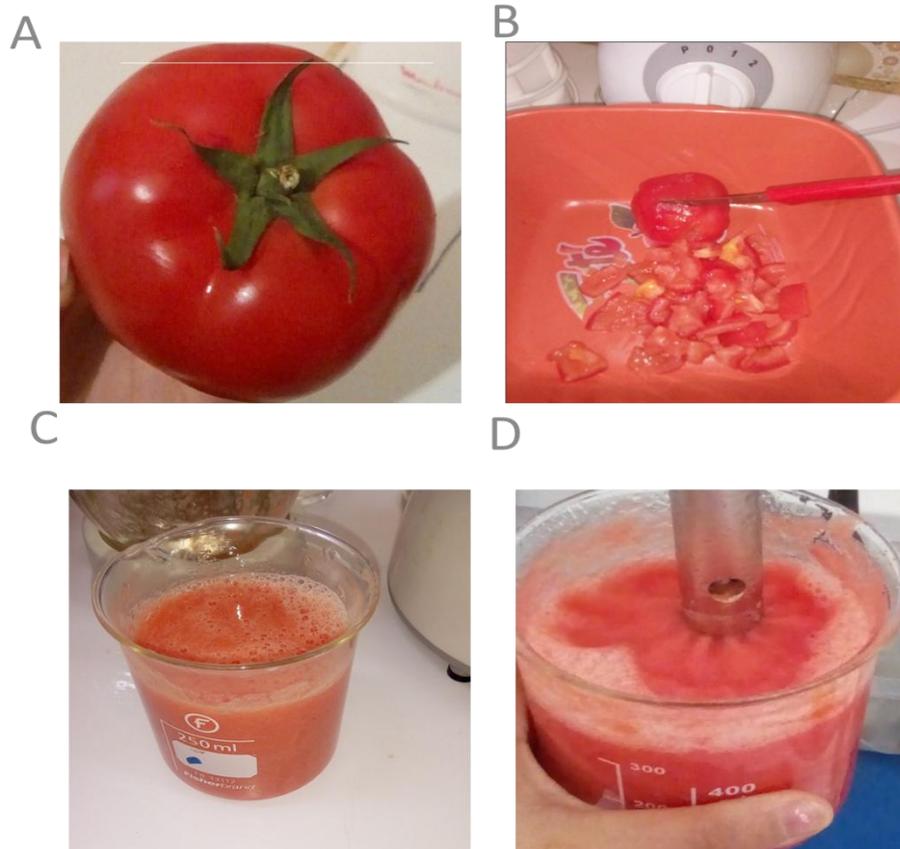


Figure 3. Déroulement de la préparation de purée (pulpe) de la tomate (A : Tomate fraîche ; B : photo de tomate découpée en morceau ; C : photo de broyat de tomate ; D : photo de la purée de tomate (pulpe))

3. Analyses physico-chimiques de la pulpe de tomate

3.1. Teneur en eau

La mesure d'humidité de la pulpe de tomate consiste à sécher 1 g de purée de tomate fraîche à $105 \pm 2^\circ\text{C}$ dans une étuve pendant 3 heures jusqu'à stabilité du poids (AFNOR, 1982). La teneur en eau est déterminée selon la formule suivante :

$$\text{Humidité (\%)} = \frac{[\text{Pi} - \text{Pf}]}{\text{Pi}} \cdot 100$$

Où :

Pi : Poids de l'échantillon avant séchage.

Pf : Poids de l'échantillon après séchage.

II. Matériel et méthodes

3.2. pH

Le pH est une mesure de l'activité des ions H_3O^+ contenus dans une solution. Une quantité de 4 g de purée de tomate est additionnée à 30 ml d'eau distillée. Le mélange est agité pendant 15 minutes et suivi d'une filtration. Le filtrat récupéré a servi à la détermination des valeurs du pH à l'aide d'un pH-mètre (Bellili et Khenouce ,2013).

3.3. Acidité titrable « A° »

La méthode utilisée pour la détermination de l'acidité titrable est décrite par Hirehe (2013), le titrage de l'acidité se fait avec une solution de NaOH (0.1N) en présence de phénolphaléine comme un indicateur coloré.

On pèse 10 g de purée de tomate dans une fiole conique puis on ajoute 50 ml d'eau distillée récemment bouillie et refroidie, puis on mélange jusqu'à l'obtention d'un liquide homogène.

On chauffe le contenu dans le bain marie pendant 30 minutes et après refroidissement on verse le mélange dans une fiole jaugé de 100 ml en complétant jusqu'au trait de jauge avec l'eau distillé. Après filtration, on prélève un volume de 10 ml du filtrat puis on ajoute 10 ml d'eau distillée et quelques gouttes de phénolphaléine et on titre avec la solution de NaOH (0.1N) jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistante pendant 30 secondes.

L'acidité titrable est calculée selon la formule suivante :

$$A^{\circ} = \% (100 \times V_1 \times 100) / (V_0 \times M \times 10) \times 0.07 = 175 \times V_1 / V_0 \times M$$

Où :

M : masse en gramme prélevée

V₀ : volume en millilitre de la prise d'essai

V₁ : volume en millilitre de solution NaOH à 0.1 N

0.07 : facteur de conversion de l'acidité titrable en équivalent d'acide citrique (« C₆H₁₂O₈ ») pour 100 g de tomate

II. Matériel et méthodes

3. 4. Teneur en cendres

Selon AFNOR, (1982), cette méthode est basée sur la destruction totale de toutes les particules organiques et la pesée de la matière minérale restante.

La purée (2 g) est mise dans des capsules (M_1) qui sont placées dans un four réglé à 550°C pendant cinq heures jusqu'à obtention d'une couleur grise, claire ou blanchâtre. Après le refroidissement, on pèse les capsules (M_2).

La teneur en matière organique est calculée par la formule suivante :

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

La teneur en cendres (cd) est donnée comme suit :

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

Où :

MO : matière organique en pourcentage

M_1 : masse des capsules + prise d'essai

M_2 : masse des capsules + cendres

P : masse de la prise d'essai

3. 5. Matière sèche soluble (Brix)

Le résidu sec soluble ou le degré Brix est la concentration de la matière sèche d'une solution aqueuse ayant le même indice de réfraction que le produit analysé, dans les mêmes conditions de préparation et de température. Le degré Brix est déterminé à l'aide d'un réfractomètre et les concentrations sont exprimées en pourcentage massique (Bellili et Khenoucen, 2013). Dans notre travail, quelques gouttes de la purée de tomate fraîche sont déposées entre les deux surfaces du prisme du réfractomètre pour la mesure du Brix.

II. Matériel et méthodes

4. Analyses physico-chimiques de l'eau

L'eau étant un élément majeur de notre composition, ses caractéristiques physico-chimiques doivent être connues.

4.1. pH

La mesure du pH est effectuée selon la méthode décrite dans le paragraphe 3.2.

4.2. Brix

L'indice de Brix de l'eau utilisée est mesuré selon la méthode décrite dans le paragraphe 3.5.

4.3. Résidu sec

La détermination des résidus secs permet d'estimer la teneur en matières dissoutes et en suspension d'une eau. La détermination du résidu sur l'eau non filtrée exprime la teneur en matières dissoutes et en suspension d'une eau, c'est le résidu total (Hamira et Mezroua, 2008).

On entend par résidu sec total, l'ensemble des substances qui ne se volatilisent pas dans les conditions de dessiccation (AFNOR, 1986).

Une certaine quantité d'eau bien mélangée est évaporée dans une capsule tarée. Le résidu desséché est ensuite pesé (Hamira et Mezroua, 2008).

4.4. Conductivité

Elle est mesurée à l'aide d'un conductivimètre à l'électrode constitué de deux lames carrées de 1cm de côté en platine, on émerge complètement l'électrode dans l'eau à analyser.

5. Analyses physico-chimiques du jus de citron

5.1. pH

La mesure du pH de jus de citron est effectuée selon la méthode décrite dans le paragraphe 3.2.

5.2. Brix

II. Matériel et méthodes

L'indice de Brix de jus de citron est mesuré selon la méthode décrite dans le paragraphe 3.5.

5.3. Acidité titrable « A° »

L'acidité est déterminée par la méthode de Saïdani et Marzouk (2003). 10 ml de jus de citron est neutralisé par la solution d'hydroxyde de sodium (0,1N), en présence de quelques gouttes de phénolphtaléine, jusqu'au virage de la couleur au rose. L'acidité est exprimée en grammes d'acide citrique pour 100 g d'échantillon.

6. Analyses physico-chimiques de sucre (saccharose)

Le sucre est un solide très stable dans sa forme cristalline. A l'état pur, il est blanc, inodore et de goût sucré (Hamira et Mezroua, 2008).

6.1. pH

La mesure de pH de la solution du saccharose est effectuée selon la méthode décrite dans le paragraphe 3.2.

6.2. Pouvoir tampon de sucre

La détermination du pouvoir tampon de sucre consiste en la mesure du volume d'HCL nécessaire pour ramener une solution sucrée à pH=3 (Hamira et Mezroua, 2008).

7. Préparation de la formulation du jus de tomate

La préparation de formulation du jus de tomate est passée par plusieurs étapes successives pour arriver à la meilleure formulation. La figure ci-dessous présente les différentes étapes réalisées pour l'obtention du meilleur jus.

II. Matériel et méthodes

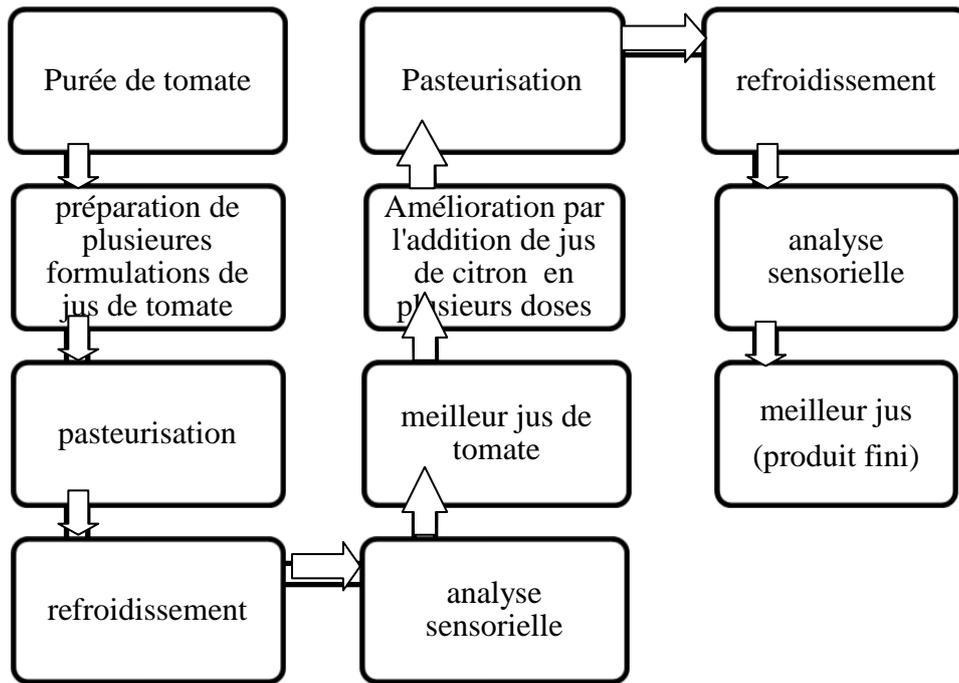


Figure 4. Préparation de la formulation du jus de tomate

7.1. Formulation de jus de tomate

Nous avons préparé une série des jus de tomate pour choisir la meilleure formulation à base d'un mélange d'eau, sucre et pulpe de tomate dont les proportions sont les suivantes : 26 à 30 % de pulpe, 60 à 64 % d'eau, 08 à 10 % de sucre. Ces proportions sont fixées sur la base des résultats des tests préliminaires réalisés.

La combinaison des trois facteurs eau, pulpe et sucre se fait selon le modèle statistique suivant : $X = 2^n$ où :

X : nombre de formulation.

n: nombre de facteurs (3 constituants)

Le nombre de toutes les formulations possibles est égal à $2^3 = 8$

La moyenne de la pulpe égale a $\frac{26+30}{2} = 28$ %

La moyenne du sucre égale a $\frac{8+10}{2} = 9$ %

La moyenne de l'eau égale a $\frac{60+64}{2} = 62$ %

-Inferieur à la moyenne, on est au niveau bas.

II. Matériel et méthodes

-Supérieur à la moyenne, on est au niveau haut.

Les différentes combinaisons possibles sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6 : Combinaisons des trois facteurs : pulpe de tomate, sucre et eau.

Formulations	Pulpe	Sucre	Eau
1	-	-	-
A	+	-	-
B	-	+	-
C	-	-	+
Ab	+	+	-
Ac	+	-	+
Bc	-	+	+
Abc	+	+	+

+ : niveau haut ; - : niveau bas

Le tableau 7 montre les proportions utilisées pour les trois constituants : pulpe de tomate, eau et sucre afin de préparer les huit formulations possibles du jus de tomate.

Tableau 7 : Composition des huit formulations élaborées du jus de tomate

Formulations	Pulpe de tomate (%)	Sucre (%)	Eau (%)
1	26	08	60
A	30	08	60
B	26	10	60
C	26	08	64
Ab	30	10	60
Ac	30	08	64
Bc	26	10	64
Abc	30	10	64

Après la préparation, les huit jus de tomate sont pasteurisés à 73 °C pendant 30 secondes (Yaozhou *et al.*, 2017). Puis refroidis à une température ambiante.

II. Matériel et méthodes

8. Evaluation sensorielle

8.1 .Objectif

L'objectif de l'évaluation sensorielle, est de déterminer la formulation donnant le meilleur produit, en se basant sur l'évaluation des caractéristiques organoleptiques : couleur, odeur, goût et consistance des produits de différentes formulations.

Nous avons appliqué le test de classement qui fournit une information relative sur la préférence ou l'acceptabilité des produits.

Il permet d'enregistrer les préférences des consommateurs entre les différentes formulations et de classer ces dernières les unes par rapport aux autres.

8.2. Déroulement

L'évaluation a été faite dans un laboratoire propre, bien éclairé et exempt des odeurs qui peuvent être affecté l'évaluation sensorielle.

Les jus ont été proposés à la dégustation auprès de 12 étudiants de filière de science alimentaire. Un classement de préférence a été demandé pour les huit formulations.

Chaque sujet doit rincer sa bouche après chaque dégustation et noter son classement sur un bulletin.

Nous avons utilisé le test de FRIEDMAN pour traiter les données issues des tests de classement.

Le test de FRIEDMAN (norme NF ISO 8587, Mai 1989) est appliqué sur la somme des rangs attribuée à chaque échantillon.

Le F de FRIEDMAN est calculé comme suit :

$$F = \frac{12(R_1^2 + R_2^2 + \dots + R_p^2)}{JP(P+1)} - 3J(P+1)$$

JP (P+1)

Où :

J : Nombre de sujets.

P : Nombre de produits.

R1...RP : Somme des rangs.

II. Matériel et méthodes

Si la valeur de F calculé est supérieure à la valeur critique correspondant au nombre de sujets, au nombre d'échantillons et au seuil de signification choisis ($\alpha= 0.05$ seuil de 5%) lue dans la table (norme ISO 8587 : 1988) la différence perçue entre les échantillons est significative. Après l'analyse statistique des résultats, nous avons préparé un jus identique à celui qui a été préféré par le jury.

9. Amélioration de la qualité de jus de tomate

Afin d'améliorer le goût et l'odeur de jus de tomate préparé sur la base de la formulation choisie : eau (60%), pulpe de tomate (30%) et sucre (8%), avec du jus de citron.

Les proportions du jus de tomate et jus de citron ajouté varient respectivement entre : 91 à 93% de jus de tomate et 07 à 09 % de jus de citron.

9.1. Calcul mathématique

La combinaison des deux facteurs essentiels (jus de tomate et jus de citron) se fait suivant un modèle statistique représente deux niveaux ; un niveau haut (+) et un niveau bas (-) par rapport à la moyenne pour bien déterminer le nombre des cas possibles. Nous combinons les cas possibles avec leur niveau haut et bas.

On appelle K le nombre de facteurs. Le nombre de combinaisons possibles est donné par la forme suivante: $Y=2^K$, $Y=2^2=4$ (nombre de combinaisons). Nous présentons les cas possibles dans le tableau 8.

Tableau 8 : Combinaison des deux facteurs (jus de tomate, jus de citron)

Formulations	Le jus de tomate	Le jus de citron
A	+	+
B	+	-
C	-	-
D	-	+

Les proportions de deux facteurs (jus de tomate et jus de citron) pour élaborer les quatre cas de notre jus de fruit sont présentés dans le tableau 9.

II. Matériel et méthodes

Tableau 9 : Pourcentage des deux facteurs utilisés dans l'élaboration de jus de tomate amélioré.

Jus de tomate (%)	Jus de citron (%)
93	9
93	7
91	7
91	9

9.2. Analyse des descripteurs sensoriels du jus (test de classement)

a) Objectif

L'objectif de l'analyse consiste à classer les formulations préparées selon les différents descripteurs sensoriels pour aboutir à la meilleure formulation.

b) Principe

Présentation des quatre échantillons du jus au jury qui est chargé par leur classement selon la couleur, l'odeur, le goût, la consistance et l'appréciation générale. Le tableau suivant présente le bulletin de réponse de cette épreuve.

Tableau 10 : Exemple de bulletin de réponses

Echantillons	Couleur	Odeur	Goût	Consistance	Appréciation générale
1					
2					
3					
4					

c) Jury

Le groupe d'examineurs est constitué de 30 étudiants de filière de sciences alimentaires. Les essais se sont déroulés de 10h à 12h et de 15 à 17 h. Chaque personne doit rincer la bouche après chaque dégustation.

II. Matériel et méthodes

10. Analyses physico-chimiques de jus de tomate amélioré

Pour connaître les caractéristiques physico-chimiques de jus de tomate sélectionnée par le jury de dégustation nous avons étudié les paramètres physico-chimiques suivants : le Brix, le pH, l'acidité titrable, le résidu sec total et la densité.

10.1. Acidité titrable

La mesure de l'acidité titrable est décrite en détails dans la norme française NF V 05-101 ; Prélever 100 ml de l'échantillon et les verser dans un bécher muni d'un agitateur. Ajouter 0,25 à 0,5 ml de Phénolphtaléine et tout en agitant versé dans la burette la solution d'hydroxyde de sodium jusqu'à l'obtention d'une coloration rose persistant pendant 30 s.

10.2. Brix

L'indice de Brix de jus de tomate amélioré est mesuré selon la méthode décrite dans le paragraphe 3.5.

10.3. pH

La mesure du pH de jus de citron est effectuée selon la méthode décrite dans le paragraphe 3.2.

10.4. Densité

La densité d'un liquide est le rapport entre la masse d'un volume de ce liquide est la masse des mêmes volumes d'eau (AFNOR ,1986).

10.5. Résidu sec total

La détermination du résidu sec du jus amélioré est faite par une dessiccation sous vide d'une prise d'essai à 105°C pendant trois heures (Hamira et Mezroua, 2008).

III. Résultats et discussion

1. Caractéristiques physico-chimiques des constituants du jus de tomate

1.1. Pulpe de la tomate

Les résultats des caractéristiques physico-chimiques de la pulpe de tomate utilisée dans la formulation de jus de tomate sont présentés dans le tableau 11.

Tableau 11 : Caractéristiques physico-chimiques de la pulpe de tomate

Caractéristique	Valeur
pH	4,47±0,005
Brix (%)	5,6±0
Teneur en eau (%)	93,25 ±0,65
Taux de cendres (%)	2,617 ±0,004
Acidité titrable (g/100g)	4,37±0

Ces résultats montrent que la pulpe de tomate utilisée présente un pH égal à 4,47. Cette valeur est en concordance avec celle donnée par Hireche (2013) (pH = 4,5). Le Brix mesuré dans ce produit est de l'ordre de 5,6 %. Il est proche des normes de CODEX STAN 247-2005 (Brix = 5).

Le taux d'humidité de la pulpe de tomate est de l'ordre de 93,25 % de la matière fraîche. Cette teneur est similaire à celle rapportée par Davies *et al.* (1981). Les résultats des cendres obtenus se situent entre 2,15 et 2,91 % avec une moyenne de 2,617 %. Cependant, l'acidité titrable enregistrée dans la pulpe de tomate est constante pour les trois essais avec une valeur de 4,37 g équivalent d'acide citrique pour 100g de la pulpe de tomate.

1.2. Eau

La caractérisation physico-chimique de l'eau utilisée dans la préparation des différentes formulations de jus de tomate est résumée dans le tableau 12. Le pH obtenu pour l'eau étudiée est de 7,42 à 7,48 avec une moyenne de 7,43. Ces valeurs sont conformes aux normes algériennes qui fixent des valeurs de pH entre 6,5 et 8,5.

III. Résultats et discussion

Tableau 12 : Caractéristiques physico-chimiques de l'eau utilisée

Caractéristique	Valeur
pH	7,43 ± 0,04
Conductivité (µS/cm)	938 ± 0
Brix (%)	0,1 ± 0
Résidu sec (mg/l)	482,73 ± 1,96
Salinité	0,2 ± 0

La conductivité de l'eau étudiée présente une valeur égale à 938 µs/cm qui est conforme à la norme algérienne indiquant une valeur limitée de 2880 µs/cm à 20°C.

Le résidu sec d'un litre de l'eau utilisée est situé entre 480,9 et 484,8 mg/l avec une moyenne de 482,73 mg/l dont 425,1 mg/l sont des matières minérales et 57,63 mg/l sont des matières organiques. Les résultats sont conformes aux normes algériennes (<1000 mg/l). L'eau utilisée dans les formulations présente un Brix égal à 0,1.

1.3. Jus de citron

Dans note étude, le pH, le Brix et l'acidité titrable sont déterminés pour caractériser le jus de citron utilisé afin d'améliorer le goût et l'odeur de jus de la tomate. Les résultats de ces paramètres physico-chimiques sont illustrés dans le tableau 13.

Tableau 13 : Caractéristiques physico-chimiques du jus de citron

Caractéristique	Valeur
pH	2,73 ± 0,004
Brix (%)	7,2 ± 0
Acidité titrable (g/100g)	99,45 ± 0,4

Les résultats de pH obtenus dans le jus de citron se situent entre 2,73 et 2,74 avec une moyenne de 2,73. Par ailleurs, l'acidité titrable du même produit est comprise entre 99,22 et 99,92 g/100g avec une moyenne de 99,45 g d'acide citrique pour 100 g de jus de citron. Ces

III. Résultats et discussion

résultats sont analogues à ceux obtenus par Albertini (2007) qui a noté un pH égal à 2,6 et une acidité égale à 100 d'acide citrique pour 100 g de jus de citron.

Les résultats obtenus montrent que la valeur du Brix de jus de citron est de 7,2 %. Elle est proche de la valeur 8 % fixée par les normes du codex *alimentarius*.

1.4. Sucre

Le sucre utilisé dans la préparation des formulations de jus de tomate est caractérisé en mesurant son pH et son pouvoir tampon. Les résultats de ces paramètres sont résumés dans le tableau 14.

Tableau 14 : Caractéristiques physico-chimiques du sucre

Caractéristique	Valeur
pH	6,18 ± 0,02
Pouvoir tampon	5,03 ± 0,20

Le pH est inférieur à 7 (pH<7) donc le saccharose que nous avons utilisé provient de la canne à sucre.

Pour déterminer le pouvoir tampon du sucre, nous avons réalisé trois essais. Les résultats obtenus montrent que pour ramener les solutions sucrées à un pH égal à 3, le volume d'HCl ajouté est toujours inférieur à 10 ml. On peut conclure donc que la pureté de ce sucre est acceptable et on peut l'utiliser pour la préparation de notre jus de tomate.

2. Evaluation sensorielle de jus de tomate

Selon l'analyse sensorielle, le classement général des huit jus de tomate par le jury de dégustation est présenté dans le tableau 15. La majorité des sujets ont choisi le produit A comme la formulation présentant les meilleures caractéristiques organoleptiques du jus.

La composition de produit A est la suivante : 30 % pulpe de tomate, 8 % sucre et 60% d'eau ce qui correspond à la formulation suivante :

$$Y_1 = 0,30 X_1 + 0,08 X_2 + 0,6 X_3$$

Formule de deuxième produit :

$$Y_2 = 0,26 X_1 + 0,1 X_2 + 0,6 X_3$$

Formule de troisième produit :

$$Y_3 = 0,3 X_1 + 0,1 X_2 + 0,6 X_3$$

Formule de quatrième produit :

III. Résultats et discussion

$$Y_4 = 0,26 X_1 + 0,1 X_2 + 0,6 X_3$$

Formule de cinquième produit :

$$Y_5 = 0,26 X_1 + 0,08 X_2 + 0,64 X_3$$

Formule de sixième produit :

$$Y_6 = 0,3 X_1 + 0,1 X_2 + 0,64 X_3$$

Formule de septième produit

$$Y_7 = 0,3 X_1 + 0,08 X_2 + 0,64 X_3$$

Formule de huitième produit :

$$Y_8 = 0,26 X_1 + 0,1 X_2 + 0,64 X_3$$

X_1 : pulpe de tomate

X_2 : sucre

X_3 : eau

Tableau 15 : Classement général des huit jus de tomate

Echantillon	Effectif	Somme des rangs	Moyenne des rangs	<i>P</i>	Groupes
A	12	36,500	3,042	0,011	1
B	12	38,000	3,167	0,011	1
ABC	12	49,000	4,083	0,011	1 2
1	12	51,000	4,250	0,011	1 2
C	12	59,000	4,917	0,011	1 2
AB	12	60,500	5,042	0,011	1 2
AC	12	60,500	5,042	0,011	1 2
BC	12	77,500	6,458	0,011	2

L'analyse statistique des données sensorielles par le biais du test FRIEDMAN montre que la valeur de *p* est inférieure à la valeur alpha (0,05), donc la différence perçue entre les échantillons est significative, on conclut que les produits ne sont pas identiques. Ils sont regroupés en 3 groupes : 1, 1 2 et 2.

III. Résultats et discussion

3. Evaluation sensorielle de jus de tomate amélioré

D'après l'évaluation sensorielle en se basant sur les critères de bulletin de la notion : la couleur, l'odeur, le goût, la consistance et l'appréciation générale, le produit B ayant obtenu une moyenne de 2,317, donc il est classé le premier par rapport aux autres formulations par le jury de dégustation (Tableau 16).

Ce produit répond à la composition suivante : 93% de jus de tomate et 7% de jus de citron, ce qui correspondant à la formulation suivante :

$$Y_1 = 0,93 X_1 + 0,07 X_2$$

Formule de deuxième produit :

$$Y_2 = 0,91 X_1 + 0,07 X_2$$

Formule de troisième produit :

$$Y_3 = 0,91 X_1 + 0,09 X_2$$

Formule de quatrième produit :

$$Y_4 = 0,93 X_1 + 0,09 X_2$$

Tableau 16: Classement général des quatre jus de tomate amélioré

Echantillon	Effectif	Somme des rangs	Moyenne des rangs	<i>P</i>	Groupes
B	30	69,500	2,317	0,395	1
C	30	71,000	2,367		1
D	30	74,500	2,483		1
A	30	85,000	2,833		1

L'analyse statistique des données organoleptiques par le test FRIEDMAN montre que la valeur de *p* est supérieure à la valeur alpha (0,05) donc la différence perçue entre les échantillons est non significative, on conclut que les produits des quatre formulations sont identiques.

III. Résultats et discussion

4. Effet d'addition de jus de citron sur les caractéristiques physico-chimiques de jus de tomate

Tableau 17 : Caractéristiques physico-chimiques de jus de tomate et jus de tomate amélioré

	Jus témoin	Jus améliorée	P
pH	4,60 ± 0,015	3,64 ± 0,011	0,108
Brix (%)	12,000 ± 0	11,700 ± 0	0,083
Densité	0,913 ± 0,006	0,907 ± 0,029	0,785
Acidité titrable (g/100g)	2,68 ± 0,1	11,725 ± 0,175	0,109
Résidu sec (mg/l)	0,6044 ± 0,004	0,579 ± 0,001	0,109

Selon l'analyse statistique des données physico-chimiques par le biais du test WILCOXON, la valeur de *p* est supérieure à la valeur alpha (0,05) donc la différence perçue entre les échantillons est non significative, on conclut que les produits ont les mêmes propriétés physico-chimiques c'est-à-dire l'addition du jus de citron au jus de tomate n'a pas d'effet significatif sur les caractéristiques physico-chimiques de ce dernier. Cependant, on peut observer une différence dans le pH et l'acidité titrable des deux jus mais elle n'est pas statistiquement significative, ceci peut être due au nombre limité des essais réalisés (3 répétitions).

Conclusion

Conclusion

Les jus de fruits sont des boissons très répandues dans le marché vu la demande importante sur ce genre des produits durant l'année et surtout dans la saison de l'été. La popularité de ces boissons est principalement due à leur qualité organoleptique et nutritionnelle analogues aux fruits d'origine. Dans ce contexte, l'objectif de notre travail est d'élaborer un jus de tomate à base de la pulpe de tomate, de l'eau, de sucre et de faire une amélioration de sa qualité organoleptique par l'addition de jus de citron.

La caractérisation physico-chimique des trois composants : eau, pulpe de tomate, sucre montre que la pulpe de tomate utilisée présente un pH, une acidité, une humidité, un Brix conformement aux normes de *Codex Alimentarius* et analogues à ceux notés dans la littérature. L'eau utilisée a une qualité physico-chimique conforme aux normes algériennes. De même, le sucre utilisé est le saccharose de la canne à sucre. Il est également de bonne qualité, sa pureté est satisfaisante. Le jus de citron préparé et additionné présente aussi un pH, un Brix et une acidité proches à ceux rapportés dans la littérature et le *Codex Alimentarius*.

La combinaison de l'eau, de sucre et de la pulpe de tomate a donné une série de huit jus de tomate qui ont été présentées au jury de dégustation qui ont choisi le jus de tomate qui correspond à la composition suivante : 30% de la pulpe de tomate, 8% de sucre et 60 % d'eau.

L'amélioration de la qualité organoleptique de jus de tomate en combinant entre les deux facteurs, le jus de tomate sélectionné et le jus de citron, a offert une série de quatre jus de tomate améliorés dont la formulation (93 % jus de tomate et 7 % jus de citron) est la plus appréciée par le jury de dégustation par rapport aux autres formulation.

La comparaison des caractéristiques physico-chimiques du jus de tomate et du jus de tomate amélioré montre qu'il n'y a pas une différence significative entre les caractéristiques physico-chimiques des deux produits donc l'addition de jus de citron a amélioré la qualité organoleptique de jus de tomate sans modifier significativement ses caractéristiques physico-chimiques.

En fin, plusieurs études semblent nécessaires pour compléter ce travail :

- Etude de la durée de conservation du jus préparé
- Optimiser les paramètres de la pasteurisation, la méthode de conservation
- Etude de l'activité biologique des composés actifs du jus de tomate
- Etude de la qualité nutritionnelle du jus de tomate.

Références bibliographiques

Références bibliographiques



- AFNOR, (1982). Recueil de normes françaises des produits dérivés des fruits et légumes jus de fruits. Ed. AFNOR. p 1-325.
- AFNOR, (1986). Recueil de normes françaises d'agro-alimentaires. 1^{ère} édition. p 17.
- AFNOR, (1995). Contrôle de la qualité des produits alimentaires. 5^{ème} édition. p 132-135-136, 242.
- Albertini, MV., 2007. Caractérisation biochimique et moléculaire des fruits d'agrumes (*Citrus*Sp.). Modèle métabolique d'utilisation des acides organiques et des sucres, Université de Corse, 138p.
- Alhag Dow, M., (2006). Caractérisation fonctionnelle de la GDP-D-MANNOSE- 3,5-EPIMERASE ET GALACTONO-1,4-LACTONE DESHYDROGENASE, enzyme de la voie de biosynthèse de la vitamine c chez la tomate. Thèse de doctorat .université de Bordeaux 1. 245p.



- Barrett, D.M., Garcia, E., Wayne, J.E., (1998). Textural modification of processing tomatoes. CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 38: 173-258.
- Bellili, S., et Khenouche, L., (2013). Effet de la cuisson sur la physico-chimie et l'activité antioxydante de la tomate. Mémoire d'ingénieur, université Abderrahmane Mira de Bejaia. 76p.
- Benard, C., (2009). Etude de l'impact de la nutrition azotée et des conditions de culture sur le contenu en poly-phénols chez la tomate. Thèse de doctorat. Nancy Université-INRA Agronomie et Environnement. 265p.
- Blila, I., et Bouanaka, N.E., (2017). Etude de vieillissement accéléré de conserves d'origine végétale (la tomate). Mémoire de master, université des Frères Mentouri Constantine. 108p.
- Bouregbi, O., Makheloufi, S., Sabeur, F., (2011). Etude de l'effet des rayons solaires sur la qualité organoleptique et bactériologique des jus de fruits. Mémoire de master, université 8 mai 1945 GUELMA. 56p.

Références bibliographiques

- Bourokaa, A., (2012). Etude biochimique de l'adultération du jus de fruits. Thèse de doctorat, université de carthage. 153p.
- Brigitte, N., Michel, L., et Nadia, B., (2011).Tomate qualité et préférence. paris.271p.

C

- Cendres, A., (2011). Procédé novateur d'extraction de jus de fruits par micro-onde (viabilité de fabrication et qualité nutritionnelle des jus). Thèse de doctorat, université d'Avignon et des pays de vaucluse. 288p.
- CODEX STAN 247-2005 (2005). "Codex Alimentarius - Codex General Standard for Fruit Juices and Nectars " www.codexalimentarius.net.
- Coombe, B., (1976). The Development of Fleshy Fruits. Annual Review of Plant Physiology, 27:207- 228.

D

- Davies J.N. et Hobson G.E. (1981). The constituents of tomato fruit –The influence of environment, nutrition, and genotype. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 15:205-280.
- Degrou A., (2013). Etude de l'impact des procédés de transformation sur la diffusion des caroténoïdes (cas du lycopène de la tomate). Thèse de doctorat, université d'Avignon et des pays de vaucluse. 191p.
- Derrardja, A.E., (2014). Impact de deux procédés technologique (jus et confiture) et du séchage sur les polyphénols et les caroténoïdes de l'abricot. Mémoire de magister, université Constantine 1. 161p.
- Dhuiquemayer, C., (2007). Evaluation de la qualité nutritionnelle des jus d'agrumes (estimation in vitro de la biodisponibilité des caroténoïdes). Thèse de doctorat, université Montpellier II. 167p.

E

- Espiard, E., (2002). Introduction à la transformation industrielle des fruits. Technique de documentation. Lavoisier. Paris.

Références bibliographiques

F

- Fabrice C., (2000). Etude de la valeur alimentaire de pulpe de tomate chez les ruminants. Thèse de Doctorat vétérinaire. Université Claude Bernard de Lyon1. 135p.

G

- Génard, R., Gautier, M., Bénard, L., et Bertin, A., (2010). Innovations Agronomiques ,9 :47-57.

H

- Hamira, A., et Mezroua, E., (2008). Essai d'élaboration d'une eau fruitée lactée. Mémoire d'ingénieur, université mentouri de constantine. 65p.
- Hirehe, M., (2013). Etude de l'activité antioxydant de la tomate sèche. Mémoire de master, université de hassiba ben bouali chleff. 71p.

I

- International Federation of Fruit Juice Producers (2005)."Fruit Juice Nutrition Policy (IFU position paper)." <http://www.ifu@ifufruitjuice.com>.

K

- Khelifi, A., et Mellal, A., (2015). Comportement morpho-physiologique et biochimiques de deux variétés locales de tomate *lycopersicon esculentum Mill* (Guelma,Isma) sous contrainte hydrique. Mémoire de master, université 8 mai 1945 GUELMA. 62p.

L

Références bibliographiques

- Lenucci, M.S., Cadinu, D., Taurino, M., Piro, G., and Dalessandro, G., (2006). Antioxidant composition in cherry and high-pigment tomato cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54: 2606-2613.

M

- Marsic, N., Sircelj, H., and Kastelec D, (2010). Lipophilic antioxidants and some carpometric characteristics of fruits of ten processing tomato varieties, grown in different climatic conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58: 390-397.

P

- Patrick, V., (2009). Réponse des consommateurs aux jus de fruits fonctionnels ciblant le soulagement de maladies chroniques et le maintien de la santé. Mémoire d'ingénieur, université laval québec. 96p.

R

- Raffo, A., LaMalfa, G., Fogliano, V., Malani, G., and Quaglia, G., (2006). Seasonal variations in antioxidant components of cherry tomatoes (*Lycopersicon esculentum* cv. Naomi F1). *Journal of Food Composition and Analysis*, 19: 11-19.

S

- Saïdani, M., et Marzouk, B., (2003). Biochemical characterization of blood orange, sweet orange, lemon, bergamot and bitter orange. *Phytochemistry*, 62 : 1283-1289.
- Sari, H., (2014). Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de la source –attar-(tlemcen). Mémoire de master, université abou-bekr belkaid. 92p.

Y

Références bibliographiques

- Yaozhou, Z., Charles, A.S., Harry, J.K., et Paul, J.S., (2017). Sensory and flavor characteristics of tomato juice from garden gem and roma tomatoes with comparison to commercial tomato juice. *Journal of food science*, 83:153-161.



- Zerguine, K., (2014). Etude in vitro du pouvoir antagoniste de *Trichoderma harzianum* vis-à-vis de *Botrytis cinerea* agent causal de la pourriture grise de la tomate (*Lycopersicon esculantum*). Mémoire de master, université 8 mai 1945 GUELMA. 53p.
- Zidani, S., (2009). Valorisation des pelures de tomates séchées en vue de leur incorporation dans la margarine. Mémoire de magister, université M'hamed bougara boumerdes. 114p.

ملخص

تلعب العصائر بسبب قيمتها الغذائية المنعشة دوراً رائداً في مجال الغذاء. عصير الطماطم رابط في هذه السلسلة يستحق الكثير من الاهتمام. مهمتنا هي صنع عصير الطماطم. يمر تحضير هذا المشروب على مرحلتين:

. وضع عصير الطماطم على اللب والسكر والماء.

- تحسين جودته الحسية بإضافة عصير الليمون. لاختيار أفضل صيغة ، تم إجراء تقييم حسي متبوعاً بمعالجة إحصائية لبيانات الحواس من خلال اختبار فريدمان.

النتائج الظاهرة من خلال التحليلات الحسية تبين أن عصير الطماطم يتكون من التشكيلة التالية : 30% من لب الطماطم، و 8% من السكر و 60% من الماء، هي أكثر تقدير من قبل لجنة تذوق.

وبالتالي، فإن الصيغة التي تتكون من 93% من عصير الطماطم و 7% من عصير الليمون، هي الأفضل بين الصيغ المحسنة الأخرى. يبين التحليل الإحصائي للبيانات الفيزيائية الكيميائية للصيغتين المختارتين عدم وجود تأثير لإضافة عصير الليمون على الخصائص الفيزيائية الكيميائية لعصير الطماطم.

الكلمات المفتاحية : الطماطم ، عصير ، التركيب ، التقييم الحسي ، الخصائص الفيزيائية الكيميائية ، الليمون.

Summary

Juices due to their refreshing nutritional value play a leading role in the food field. Tomato juice is a link in this chain that deserves a lot of interest and attention. Our job is to make a tomato juice. The preparation of this drink goes through two stages:

-the elaboration of a tomato juice based on pulp, sugar and water.

-improving its organoleptic quality by adding lemon juice. To choose the best formulation, a sensory evaluation was performed followed by statistical processing of the organoleptic data through the FRIEDMAN test.

The results obtained from the sensory analyzes show that the formulation of tomato juice having the following composition: 30% of tomato pulp, 8% of sugar and 60% of water, is the most appreciated by the tasting panel. Thus, the formulation which consists of 93% tomato juice and 7% lemon juice, is the best among the other improved formulations. The statistical analysis of the physicochemical data of the two selected formulations shows the absence of effect of the addition of lemon juice on the physicochemical characteristics of tomato juice.

Key words : tomato, juice, formulation, sensory evaluation, physico-chemical characteristics, lemon.

Résumé

Les jus alimentaires en raison de leur valeur nutritionnelle rafraîchissante jouent un rôle de premier plan dans le domaine alimentaire. Le jus de tomate est un maillon parmi cette chaîne qui mérite beaucoup d'intérêt et d'attention. Notre travail consiste à élaborer un jus de tomate. L'élaboration de cette boisson passe par deux étapes :

-l'élaboration d'un jus de tomate à base de pulpe, de sucre et d'eau.

-l'amélioration de sa qualité organoleptique en ajoutant de jus de citron. Pour choisir la meilleure formulation, une évaluation sensorielle a été réalisée suivie par un traitement statistique des données organoleptiques par le biais du test de FRIEDMAN.

Les résultats obtenus d'après les analyses sensorielles montrent que la formulation de jus de tomate ayant la composition suivante : 30% de pulpe de tomate, 8% de sucre et 60% d'eau, est la plus appréciée par le jury de dégustation. Ainsi, la formulation qui est constituée de 93% jus de tomate et 7% jus de citron, est la meilleure parmi les autres formulations améliorées. L'analyse statistique des données physico-chimiques des deux formulations choisies montre l'absence d'effet de l'addition de jus de citron sur les caractéristiques physico-chimiques de jus de tomate.

Mot clés : tomate, formulation, évaluation sensorielle, caractéristiques physico-chimiques, citron, pulpe