

République Algérienne Démocratique Et Populaire
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université KASDI MERBAH – Ouargla
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département Des Sciences Biologiques



Mémoire de Master Académique
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences Biologiques
Spécialité : Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire
Thème

Effets de l'ajout de la farine du quinoa sur la qualité physico-chimique et microbiologique de yaourt à base de lactosérum

Présenté par

BERHI Hedil

MEHALLI Dalal

Soutenu Publiquement Le : 21/06/2022

Devant le jury :

Présidente	BOUAZIZ Sabrina	M.C.B	UKM Ouargla
Examineur	AKKOUCHE Zoubida	M.C.B	UKM Ouargla
Encadreur	MOSBAH Said	M.C.A	UKM Ouargla
Co- Encadreur	DJERROUDI Ouiza	M.C.A	UKM Ouargla

Année Universitaire : 2021 / 2022

Remerciements

Avant tous nous avons à remercier "Allah" qui a guidé nos pas vers la voie du savoir.

A travers ce modeste travail, nos remerciements les plus vifs s'adressent surtout à

*notre encadrement Mr. **MOSBAH Said***

*Co-Encadreur Mme **DJERROUDI Ouiza***

pour leur présence et leurs précieux conseil et pour toutes les indication qu'ils nous ont données lors de notre étude et de la réalisation de ce projet.

Mes remerciements les plus vifs d'adressent aussi au

*président du jury: Mme. **BOUAZIZ Sabrina***

*et l'examineur: Mme. **AKKOUCHE Zoubida***

d'avoir accepté d'examiner et d'évaluer notre modeste travail.

Je remercie également:

tout les membres des laboratoires université Kasdi Merbah Ouargla

pour leur soutien, leur générosité et leur bonne ambiance.

***Mr. Guendafa** laboratoire maria d'analyse et de contrôle de qualité*

Et enfin, nous tenons à remercier toute nos familles

et nos proches pour leur soutien moral

et leur compréhension durant la réalisation de ce travail.

Hedil & Dalal

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à:

*A qui je porte fièrement mon nom, cher père **Mohammed Said** qui ma
appris le sens de la lutte et du dévouement*

*A celle qui ma élevé, et sa supplication a été la raison de mon succès, à
mon soutien et à ma force, ma chère mère **Fatima***

*A mes frères et sœurs et leurs enfants, tous en son nom et surtout ma
sœur **manal** qui m'a beaucoup aidé*

*A tous les enfants ayant des besoins particuliers, surtout mes enfants
du centre psychopédagogique pour enfants handicapés mentaux, le
moudjahid Chakli Kadour Ouargla*

A tous mes collègues et amies.

A vous tous je dédie ces humble travail.

Dalal

Dédicace

Je dédie ce modeste travail aux êtres qui me sont les plus chère :

A mes chères parents qui ont consacré leur vie à ma réussite. Sans eux je ne serais pas là où je suis maintenant. Qui m'ont aidé à suivre le chemin de la science, qui m'ont encouragé durant toute ma vie à m'abreuver à la source des connaissances et qui n'ont pas cessé de sacrifier leur bien être pour ma réussite et mon bonheur.

*A ma très cher sœur **Ibtihel** merci pour ton soutien indéfectible.*

*A mes belles petites sœurs : **Tesnim** , **Raouan**.*

*A mon cher frère et sa chère épouse : **Nadjib** et **kaouther**.*

*A tous mes amies en particulier : **hayat**, **saadia** merci de m'avoir soutenu tout au long de mon parcours universitaire.*

A tous ceux qui m'ont aidé à arriver là où je suis maintenant.

A tous ma famille chacun en son nom.

Hedil

Table des matières	Page
Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction	01
Partie I: Etude bibliographiques	
Chapitre 1. Généralité sur la farine du quinoa	
1.1. Origine et distribution géographique	05
1.2. Quinoa en Algérie	06
1.3. Classification botanique	06
1.4. Grains du quinoa	07
1.5. Description botanique de la plant du quinoa	07
1.5.1. Racines	07
1.5.2. Tige	07
1.5.3. Ramifications	07
1.5.4. Feuilles	07
1.6. Valeur nutritive et la composition de grains du quinoa	08
1.6.1. Carbohydrates	08
1.6.2. Protéines et acides aminés	08
1.6.3. Lipides	09
1.6.4. Fibres	09
1.6.5. Vitamines	09
1.6.6. Sels minéraux	10
1.6.7. Saponines (triterpenoide glycosides)	10
1.7. Utilisations du quinoa	10
Chapitre 2. Lactosérum	
2.1. Définition du lait	13
2.2. Définition du lactosérum	13
2.3. Différents types de lactosérum	13

2.3.1. Lactosérum acide	14
2.3.2. Lactosérum doux	14
2.4. Composition biochimique du lactosérum	14
2.5. Valorisation du lactosérum	15
2.5.1. Domaine médical	15
2.5.2. Domaine alimentaire	16
2.5.3. Domaine biotechnologique	16
Chapitre 3. Yaourt	
3.1. Définition du yaourt (lait fermentés)	18
3.2. Différentes types du yaourt	18
3.2.1. Selon le mode de présentation (texture)	18
3.2.2. Selon la teneur en matière grasse	18
3.2.3. Selon le goût	18
3.3. Matières premières et ingrédients	19
3.3.1. Matières premières	19
3.3.1.1. Poudre du lait	19
3.3.1.2. Eau de procès	19
3.3.1.3. Ferments lactiques	19
3.3.2. Ingrédients	19
3.3.2.1. Sucre	19
3.3.2.2. Arome	20
3.3.2.3. Fruit	20
3.4. Grandes étapes de la fabrication des yaourts	20
3.4.1. Réception du lait	20
3.4.2. Homogénéisation	20
3.4.3. Traitement thermique (pasteurisation)	21
3.4.4. Refroidissement	21
3.4.5. Ensemencement (fermentation lactique)	21
3.4.6. Etuvage (incubation)	21
3.4.7. Refroidissement et stockage	21
Partie II: Etude expérimentale	
Chapitre 4. Matériel et méthodes	

4.1. Lieu de l'étude.	25
4.2. Matériel	25
4.3. Méthodes	25
4.3.1. Préparation de la farine du quinoa	25
4.3.2. Processus de fabrication de yaourt	26
4.3.3. Préparation des différents échantillons du yaourt	27
4.3.4. Analyses physicochimiques	28
4.3.4.1. Détermination de pH	28
4.3.4.2. Détermination de l'acidité titrable	28
4.3.4.3. Détermination de cendre	28
4.3.4.4. Détermination de l'extrait sec total	29
4.3.5. Analyses microbiologiques	29
4.3.5.1. Milieux de culture utilisés	29
4.3.5.2. Préparation de dilutions	29
4.3.5.3. Recherche de germe de contamination	30
4.3.5.3.1. Recherche et dénombrement de la flore mésophile aérobie totale.	30
4.3.5.3.2. Recherche des salmonelles	30
4.3.5.3.3. Recherche et dénombrement des sulfite réducteurs	31
4.3.5.3.4. Recherche et dénombrement des <i>Staphylococcus aureus</i>	31
4.3.6. Analyses sensorielles	31
4.3.6.1. Test de dégustation	33
4.3.6.2. Présentation des échantillons	33
Chapitre 5. Résultats et discussion	
5. Résultats et discussion d'analyses du yaourt préparé	35
5.1. Résultats et discussion des analyses physico-chimiques	35
5.1.1. ph	35
5.1.2. Acidité titrable	35
5.1.3. Cendres	36
5.1.4. Extrait sec totale	36
5.2. Résultats et discussion des analyses microbiologiques.	36

5.3. Résultats et discussion d'analyse sensorielle	37
5.3.1. Test visual.	37
5.3.2. Test olfactif	39
5.3.3. Test gustative	40
5.3.4. Test hédonique	41
Conclusion et perspectives	44
Références bibliographiques	
Annexes	
الملخص	
Résumé	
Abstract	

Liste des abréviations

Abs : Absence.

AC: Acide

AFNOR : Association Française de Normalisation.

ASR : anaérobies sulfito-réducteurs

AT: Acidité titrable

C°: degré Celsius

D°: Degré Dornic

E:Echantillons

EST : Extrait sec total

FAO: Food and Agriculture Organization

FTAM: Flore Totale Aérobie Mésophile

H% : P o u r c e n t a g e d ' h u m i d i t é

ISO : International Standard Organisation

JORA : Journal Officiel de la république Algérienne

NaOH: Hydroxyde de sodium

OMS: Organisation mondiale de la santé

pH : potentiel d ' H y d r o g è n e

PCA : Plate Conte Agar

RV: Rappaport Vassiliadis

TC : taux des cendres

UFC : Unité Formant Colonies

VF: viande foie

Liste des tableaux

Tableaux	Page
Tableau I : Classification botanique de quinoa	06
Tableau II : Quantité des acides aminés dans le quinoa	08
Tableau III : Nombre de vitamine dans 100g de grain du quinoa	09
Tableau IV: Différents types de lactosérum	13
Tableau V: Composition de différents types de lactosérum	15
Tableau VI: P r o p o r t i o n des ingrédients(%) au cours de n fabrication du yaourt.	27
Tableau VII : Résultats des analyses physico-chimique des yaourts préparés.	35
Tableau VIII : Critères microbiologiques du yaourt	36
Tableau IX: Les notes des dégustateurs.	42
Tableau X: Classement des six échantillon.	42

Liste des figures :

Figures	Page
Figure 01: Carte de localisation de la production de quinoa dans les pays andins	05
Figure 02: Graines de quinoa	25
Figure 03: Les principales étapes de préparation de la farine du quinoa	26
Figure 04: Diagramme de fabrication du yaourt à base de la farine de quinoa et lactosérum	27
Figure 05: Résultats du test d'évaluation	37
Figure 06: Résultats du test d'évaluation	38
Figure 07: Résultats du test d'évaluation	38
Figure 08: Résultats du test d'évaluation	39
Figure 09: Résultats du test d'évaluation	39
Figure 10: Résultats du test d'évaluation	40
Figure 11: Résultats du test d'évaluation prédominant.	40
Figure 12: Résultats du test d'évaluation de saveur prédominant.	41
Figure 13: Résultats du test hédonique par les dégustateurs	41

Introduction

Introduction

Le lait est une denrée alimentaire hautement nutritive et qui occupe une place prépondérante dans l'alimentation humaine, en raison de sa richesse en glucides, protéines et lipides) et sa richesse en certaines vitamines et en éléments minéraux notamment le calcium (**Latham, 2001**).

Il est bien connu que les produits laitiers frais fermentés, comme le yaourt, sont des aliments de grande consommation dans tous les pays (**Nakasaki et al., 2008**).

Le yaourt est un lait coagulé obtenu par la fermentation lactique acide dû à deux ferments spécifiques : *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* qui sont contenus naturellement dans le lait, à l'exclusion de toute autre bactérie (**Fredot, 2005**).

Le lactosérum est un sous-produit de la fabrication du fromage. On estime que 33 % de la production mondiale de lait est utilisée dans l'industrie fromagère et que le volume de lactosérum restant pendant la production représente environ 85 à 90 % du volume de lait. (**Skryplonek, 2018**).

Cela permet aux industriels de créer une marge bénéficiaire en réduisant les coûts de production.

Le quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) est une pseudo-céréale qui appartient à la famille des Chénopodes (Chénopodacées) et originaire d'Amérique du Sud. Depuis des milliers d'années, le quinoa était utilisé par les Andes au Pérou et en Bolivie (**Jyoti et Chanu, 2018**).

Il a une très grande importance pour les gens qui sont sensibles au gluten puisque la plante dépourvue de cette protéine, ce qui constitue une solution sanitaire pour ces gens.

La graine de quinoa (QS) est considérée comme un aliment complet en raison de sa teneur en protéines de haute qualité ; il maintient un bon équilibre des acides aminés essentiels, qui sont très importants pour la croissance et le développement du corps. Ces graines sont riches en fibres alimentaires, minéraux, vitamines et antioxydants naturels. Le quinoa contient également certains facteurs antinutritionnels tels que les saponines qui sont connues pour leur amertume et leur toxicité ; les saponines sont présentes dans le péricarpe de la graine et peuvent être éliminées par décorticage/polissage ou lavage (**Jyoti et Chanu, 2018**).

En effet, la santé humaine est de nos jours, marquée par une augmentation de la prévalence de maladies cardiovasculaires et de diabète, ce qui constitue un problème de santé publique. Le présent travail étudie l'effet de l'ajoute de farine de quinoa sur la qualité physico-chimique, microbiologique et sensorielle à base de lactosérum.

Introduction

Afin de répondre à cet objectif, nous avons structuré ce mémoire comme suit :

Une première partie bibliographique et qui présente les généralités sur la farine du quinoa, le lait, le lactosérum, les laits fermentés (yaourt).

Une deuxième partie expérimentale contenant:

Une présentation du matériel, les méthodes
Détermination les analyses physicochimique, microbiologique et sensoriel de produit fini élaboré.

Une troisième partie résultats et discussion et interprétation des résultats obtenus.

Partie I

Etude

bibliographique

Chapitre 1 :
Généralité sur la farine du
quinoa

1.1. Origine et distribution géographique

« Quinoa » est un mot d'origine ~~feuilles triangulaires~~ et panicules composées. Selon les traces archéologiques découvertes dans les grottes d' Ayacucho (Brackegg, 2003) ou

Le quinoa est une plante originaire des Andes, et plus précisément des alentours du lac Titicaca, entre le Pérou et la Bolivie. Le quinoa constituait un aliment de base des populations précolombiennes ; il fut néanmoins remplacé. D'après les témoignages historiques, il a entre 3 000 et 5 000 ans avant J.-C. Des traces de quinoa ont été retrouvées dans des tombes de Tarapacá, Calama et Arica au Chili, ainsi que dans différentes régions du Pérou (Mujica et al., 2001).

Le quinoa est un produit alimentaire populaire, en particulier en Europe et en Amérique du Nord, mais aussi dans les régions urbaines andines (Figure 01)



Figure 01: Carte de localisation de la production de quinoa dans les pays andins (Del Castillo, 2008).

1.2. Quinoa en Algérie

La culture de quinoa a été introduite en Algérie par FAO le 02/06/2014 dans le cadre de l'adaptation des cultures alternatives (FAO, 2018). Les essais d'introduction effectués au niveau des stations expérimentales des institutions de recherche et développement du secteur de l'agriculture potentiels de production dans différentes zones agro-écologiques (ITDAS, 2018). Dix-sept (17) variétés sont introduites en Algérie et huit (08) sites ont été choisis au niveau des différentes régions agro-écologiques, pour l'implémentation à (Alger), Sétif, Guelma, Tiaret, Relizane, Biskra, El Arfiame (El Oued), Ouargla et Adrar.

Au nord algérien, la majorité des essais de sur la culture de quinoa ont échoué à cause du froid (période hivernal), par contre les essais réalisés dans les régions sud ont réussi avec un rendement moyen variant entre 5 et 20 Qtxs/ha, surtout pour les deux variétés Q102 et Giza, en dépit de la qualité des eaux d'irrigation très saline dans dS/m (FAO, 2018).

1.3. Classification botanique

Le quinoa est une pseudo-céréale, de la famille des Chenopodiaceae (Jyoti et Chanu, 2018). Depuis 2009, une nouvelle classification dite phylogénétique (APG III) range le quinoa dans la famille des Amaranthaceae (Herbillon, 2015).

Tableau I. Classification botanique de quinoa (Herbillon, 2015).

Classification de Cronquist (1981)	
Règne	Plantae
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsidae
Sous-classe	Caryophyllidae
Ordre	Caryophyllales
Famille	Chenopodiaceae
Genre	Chenopodium
Classification APG III (2009)	
Ordre	Caryophyllales
Famille	Amaranthaceae
Nom binomial	
<i>Chenopodium quinoa</i> Willd, 1798	

1.4. Grains du quinoa

Les quinoas sont riches en protéines, en acides aminés essentiels, en fibres alimentaires, en graisses, en minéraux, en vitamines et en antioxydants naturels (Jyoti et Chanu, 2018). Etant une excellente source de fer. Le quinoa représente donc un aliment intéressant particulièrement pour les personnes végétariennes. Un très grand avantage, pour les personnes atteintes du syndrome du côlon irritable ou de la maladie coeliaque, est que le quinoa ne contient pas du gluten.

1.5. Description botanique de la plant du quinoa

1.5.1. Racines

En raison de l'absence de rhizome, la germination du quinoa est extrêmement rapide, elle s'initie en quelques heures en présence d'une humidité de sol adéquate. La première racine continue de croître pour donner lieu à une racine pivotante pouvant atteindre 30 cm de profondeur et à partir de laquelle vont se développer des racines secondaires et tertiaires, desquelles se forment des racelles pouvant également se ramifier (Gandarillas, 1979).

1.5.2. Tige

La tige est cylindrique au niveau du collet puis devient plus anguleuse à partir des ramifications avec une position alterne des feuilles le long de chacune des quatre faces. Elle peut être unique ou bien présenter de nombreuses ramifications. Son diamètre varie entre 1 et 8 cm, et sa hauteur entre 50 cm et 2 m, selon les variétés et les conditions de culture comme la densité de fertilisation (Mujica et al., 2001). La

1.5.3. Ramifications

Les branches naissent à l'aisselle de chaque variété et les conditions environnementales ont une longueur équivalente à celle de la tige principale (Jacobsen et Stolen, 1993).

1.5.4. Feuilles

Les feuilles sont alternes et se composent de limbes fins et cannelés sur la face supérieure et de longueur variable au sein de la même plante. Le plus souvent, les limbes sont plans mais ils peuvent parfois être ondulés. Les feuilles inférieures sont grandes, jusqu'à 15 cm, tandis que les feuilles supérieures sont plus petites (Mujica et al., 2001).

1.6. Valeur nutritive et la composition de grains du quinoa

1.6.1. Carbohydrates

L'amidon est l'élément majeur de carbohydrates de quinoa, et il est présent entre 32% et 69.2% (Jancurová et al., 2009), dont 11% d'amylose. En tant que glucide, il constitue la principale source d'énergie physiologique dans l'alimentation humaine, de plus, la farine du quinoa contient des pourcentages élevés de D-xylose et de maltose (Vega et al., 2010) et une faible teneur en glucose et en fructose. Ainsi, 100 g de quinoa contiennent: 1.70 mg de glucose, 0.20 mg de fructose, 2.90 mg de saccharose et 1.40 mg de maltose (Gordillo et al., 2016).

1.6.2. Protéines et acides aminés

Le quinoa a tendance à avoir une teneur en protéines totales plus élevée par rapport aux autres grains. La teneur en protéines des graines de quinoa varie de 8% à 22%, la plus grande partie de la protéine se trouve dans l'embryon (El hafid, 2005; Jancurová et al., 2009). Le quinoa est également caractérisé en étant un grain sans gluten (FAO, 2011; Ortuño et al., 2013). C'est la composition nutritionnelle équilibrée en acides aminés de la protéine qui a suscité un intérêt particulier (El hafid, 2005).

Le quinoa contient également les acides aminés essentiels, l'intérêt principal est la valeur lysine élevée. Il est également haut dans l'acide aminé essentiel rencontré qui est déficient dans de nombreuses légumineuses tableau II.

Tableau II : Quantité des acides aminés dans le quinoa (Gordillo et al., 2016).

Acides aminé	Quantité en %
Histidine	180%
Isoleucine	274%
Lysine	338%
Méthionine	212%
Phénylalanine + tyrosine	320%
Thréonine	331%
Tryptophane	228%
Valine	323%

Pour ces raisons, le quinoa pourrait représenter une source précieuse de nutritionnelle, en particulier pour les nourrissons et les enfants, et peut être utilisé aliments nutritifs et boissons (Gordillo et al., 2016).

1.6.3. Lipides

Les lipides sont des sources d'énergie concentrées. La teneur totale en lipides de quinoa est de 14.5 %, environ 70% à 89.4% étant insaturés (38.9% à 57% d'acide linoléique (ω -6), 24% à 27.7% d'acide oléique et 4% d'acide α -linoléique (ω -3)). La teneur en acides gras insaturés est protégée par la vitamine E dans cette plante (Tang et al., 2015; Vega et al., 2010). La composition en lipides de quinoa saturé de 12.3%, à 19 % principalement l'acide palmitique (Abugoch et al., 2009).

1.6.4. Fibres

Les fibres alimentaires sont la partie non digestible des aliments dérivés des plantes et a deux composants principaux : soluble et insoluble. Fibre soluble se dissout dans l'eau, est facilement fermenté dans le côlon en gaz et produits physiologiquement actifs, et possède des propriétés prébiotiques. Insoluble la fibre, qui ne se dissout pas dans l'eau, est soit métaboliquement inerte et fournit une masse gonflante, ou il peut être prébiotique et métaboliquement fermenté dans le gros intestin. Les fibres gonflantes absorbent l'eau, facilitant la défécation.

Une plus grande consommation de grains entiers riches en fibres est associée à une risque moindre de diabète de type 2 et de maladies cardiovasculaires. Le quinoa est une excellente source de fibres alimentaires, comprenant environ 2,6% à 10% du poids total du grain ; environ 78% de sa fibre le contenu est insoluble et 22% soluble (Gordillo et al., 2016).

1.6.5. Vitamines

Les vitamines sont des composés essentiels pour la santé des humains. Le quinoa contient de nombreuses vitamines tableau III.

Tableau III : Nombre de vitamine dans 100g de grain du quinoa (Tang et al., 2015; Jancurová et al., 2009).

Vitamines	Quantité en mg
Thiamine	0,4 mg
Acide folique vitamine B9	78,1 mg
Vitamine C	1,4 mg
Vitamine B6	0,20 mg

Acide pantothénique		0,61 mg
Vitamine E		37.49 et 59.82 µg/g
Isoformes de tocophérol	γ-tocophérol	47-53 µg/g
	α-tocophérol	17-26 µg/g
	β- et δ-tocophérol	<5 µm / g

1.6.6. Sels minéraux

Les minéraux diététiques sont des éléments chimiques essentiels qui jouent un rôle dans la régulation de l'équilibre électrolytique, l'homéostasie du glucose, la transmission des impulsions nerveuses et des cofacteurs enzymatiques dans le corps (**Gordillo Bastidas et al., 2016**). Le Quinoa a une teneur élevée en calcium (874 mg / kg), magnésium (1901.5 mg / kg), fer (948.5 mg / kg), cuivre et zinc (**Vega et al., 2010**).

1.6.7. Saponines (triterpénoïde glycosides)

Les saponines sont un large groupe de glycosides trouvés dans les plantes (**Abugoch et al., 2009**) qui se présentent en deux groupes selon la nature de la fraction sapogénine, ils sont conjugués avec des hexoses, des pentoses ou des acides uroniques. Les sapogénines sont des stéroïdes (C27) ou des triterpénoïdes (C30). La saponine localisée dans la couche externe du grain de quinoa présente une toxicité variable, aussi bien pour les animaux que pour les hommes (**Bazile, 2015**) et dans les feuilles jeunes également. Les saponines sont anti-nutriments (**Lovejoy, 2015**) pouvons donner un goût amer leur séparation de la graine de quinoa est facilement accomplie en rinçant la graine dans l'eau froide alcaline ou par abrasion mécanique. Le contenu du quinoa en saponines varie entre 0.1% et 5% (**Jancurová et al., 2009**).

1.7. Utilisation du quinoa

Les graines de quinoa (céréales) sont utilisées comme aliments de base ou comme céréales alternatives riches en énergie et sans gluten, à haute teneur en protéines, en acides aminés essentiels précieux, en vitamines, en minéraux et en antioxydants naturels. Le grain de quinoa peut être cuit (bouilli) de la même manière que le riz et fournit une nourriture savoureuse, moelleuse et moelleuse avec une saveur de noix.

Il peut être ajouté aux soupes, ragoûts ou "tamales". Le grain de quinoa peut être utilisé comme céréale pour le petit-déjeuner ou il peut être moulu pour faire du porridge ou de la farine et est ensuite utilisé en boulangerie pour faire du pain, des crêpes, des pâtisseries et des biscuits. Il peut remplacer partiellement le blé dans les pains de pain (**Lim, 2013**). Étant sans

gluten, le grain de quinoa est inclus dans de nombreuses recettes alimentaires destinées aux personnes atteintes (intolérance au gluten) et est bien accepté par les consommateurs (Lim, 2013).

Le grain peut être fermenté pour préparer des boissons chaudes ou froides et de la bière. Il peut être utilisé dans la préparation de la chicha, boisson de référence en Amérique du Sud (Metheny et al., 2015). Une boisson nutritive composée d'un mélange de céréales de quinoa, de mesquite (*Prosopis chilensis*) et de lupin (*Lupinus albus*), aromatisée à la pulpe de framboise, a été utilisée pour la renutrition des enfants sous-alimentés (Cerezal et al., 2012).

Le quinoa possède des propriétés fonctionnelles qui en font un ingrédient technologique précieux pour l'industrie alimentaire. Le quinoa donne une huile précieuse riche en acides gras polyinsaturés et en vitamine E (Abugoch, 2009; Lim, 2013). Les feuilles de quinoa sont utilisées comme potiron. Ils peuvent être consommés crus en salade ou cuits comme des épinards (Ecocrop, 2019; Maughan et al., 2007).

Les feuilles, les tiges et le grain ont des usages médicaux (Hernandez et al., 1994). Le grain de quinoa, les parties végétatives, les résidus de culture et les sous-produits de transformation peuvent être utilisés pour nourrir le bétail (Blanco, 2015). Toutes les parties de l'usine de quinoa ont été nourries aux camélidés avant l'invasion du Conquistador. Après l'invasion, il a été donné à des bovins, des moutons, des porcs et des oiseaux (Hernandez et al., 1994). La culture de quinoa fournit une gamme d'aliments pour les animaux de la ferme :

- Les feuilles fraîches, les paillettes peuvent être ensilées (Baskota et al., 2017; Montoya et al., 2005)
- Les tiges, les morceaux de feuilles et les racines sont donnés aux ruminants et aux camélidés et aux porcs (Capelo, 1979 ; Cardozo, 1968)
- Les grains cassés jetés peuvent être donnés compris les cobayes et les poissons (Blanco, 2015)
- Le son de quinoa est utilisé dans l'Altiplano pour nourrir les moutons (Aduviri, 2006)

Chapitre 2:
Lactosérum

2.1. Définition du lait

Le lait est un système complexe, en raison de son organisation, des interactions existant entre ces divers constituants, et de la variété de la race, du régime alimentaire et de la période de lactation (Michel et al., 2000).

Ces complexités conduisent à une instabilité du lait qui peut être exploitée lors de sa transformation en une diversité de produit laitiers tel que, les fromages, les crèmes, et le produit fermenté comme le yaourt (Michel et al., 2000).

2.2. Définition de lactosérum

Appelé autrefois petit lait, le lactosérum est un co-produit de l'industrie de la préparation des caséinates (Jouan, 2002). Il représente 90 % du volume original de lait utilisé en fromagerie et en est le principal sous-produit (Moletta, 2002).

Le terme lactosérum se rapporte au liquide translucide et jaune verdâtre qui se sépare du caillé (Heslot, 1996), après séparation des caséines par coagulation acide ou par processus enzymatique au moyen de la présure ou de la chymosine (Jouan, 2002).

2.3. Différents types de lactosérum

Le lactosérum doit être considéré comme un produit dérivé plutôt qu'un sous produit de la fabrication des fromages, ou de la caséine. On distingue deux types de lactosérums: celui résultant de la coagulation des laits non acides, par la présure, et qu'on appelle " lactosérum doux" et celui résultant, de la fabrication des fromages à pâtes fraîches, à pâtes molles ou de la caséine lactique appelle " lactosérum acide" (Linden et al., 1994; De La Fuente, 2002).

Tableau IV: Différents types de lactosérum (Adrian et al., 1991).

Degré d'acidité	Type	PH	Production
<18° D	Lactosérum doux	6,5 _ 6,7	-Fromagerie à pâte pressée - Fromagerie à pâte cuite -Caséinerie présure.
>18° D	Lactosérum acide	4,5 – 5,5	- Fromagerie à pâte fraîche - Fromagerie à pâte molle - Caséinerie acide

2.3.1. Lactosérum acide

Obtenu après la coagulation du lait par précipitation des caséines à leur pH isoélectrique de 4.6 par ajout d'acide fort ou d'acide lactique (Violleau, 1999). La caséine est combinée à des sels de calcium, l'acidification entraîne sa déminéralisation qui fait passer dans le sérum une part importante d'élément minéraux, notamment le calcium et le phosphore (Sottiez, 1990).

Les lactosérums acides sont moins riches en lactose et plus riche en minéraux. Ils sont aussi plusensemencés en germes lactiques et moins sujets à des fermentations que les lactosérums doux (Moletta, 2002). Les teneurs élevées en acide lactique et en minéraux posent des difficultés pour la déshydratation; aussi les lactosérums acides sont souvent utilisés à l'état liquide alors que les sérums doux sont généralement déshydraté (Moletta, 2002). Le lactosérum acide provient de la fabrication des pâtes fraîches et des pâtes molles, son pH varie entre 4.5 - 5 (Adrian et al., 1991).

2.3.2. Lactosérum doux

Il est obtenu après la coagulation de la caséine sous l'action de la présure sans acidification préalable, on obtient alors un sérum doux, pauvre en sels minéraux et riche en lactose et en protéines. En plus des protéines solubles du lait, ce type de lactosérum contient une glycoprotéine qui provient de l'hydrolyse de la caséine Kappa par la présure (Sottiez, 1990, De La Fuente et al., 2002)

Lorsque le lactosérum de fromagerie n'est pas traité avec toutes les précautions nécessaires, la poursuite de la fermentation naturelle augmente son acidité.. Le lactosérum doux issu de la fabrication de fromage à pâte pressée cuite ou non cuite (Emmenthal, Saint Paulin, Edam.... . et c.), est d(Morpehal, 1993). i a n t e n t r e 5 e t

2.4. Composition biochimique du lactosérum

La composition dépend du lait d'origine et ci-dessous présente les chiffres approximatifs de la composition des sous-produits issus de la fabrication du fromage et de la caséine (tableau V).

Tableau V: Composition de différents types de lactosérum (Sottiez, 1990).

		Lactosérum doux			Lactosérum acide	
		Fromagerie à pâte pressée cuite	Fromagerie à pâte pressée	Camembert	Fromagerie pate fraiche	Caséine
Liquide (%)		93,5	95	93,5	94	94
Extrait sec(%)		6,5	5	6,5	6	6
Ph		6,7	6,5	6,1	6	4,6
Constituants (g/L)	Lactose	76	75	75	65,5	74
	Protéines	13,5	13,5	12	12	12
	Cendres	8	8	8,25	9	12
	Matière grasse	1	1	1	0,5	0,50
	Acide lactique	1,80	2,80	2,20	10	18
Minéraux (%)	Ca	0,60	0,65	0,70	1,90	1,80
	P	0,60	0,65	0,70	1,50	1,50

En industries fromagères, la plus grande partie de l'eau contenue dans le lait se retrouve dans le lactosérum et avec elle, toutes les substances solubles: le lactose, les protéines solubles et des peptides, les sels minéraux solubles (lactates, chlorures...) et les matières grasses. Les protéines présentes sont les matières azotées ne précipitant pas; elles représentent 20 % des protéines du lait; ce sont les albumines (75 %), les globulines (10 %) et divers autres (15 %). En plus de cette composition s'ajoutent les vitamines, avec des quantités importantes de riboflavine (B2) ce qui donne la couleur jaune verdâtre du lactosérum, l'acide pantothénique (B5), la thiamine (B1), la pyridoxine (B6) et l'acide ascorbique (C) (Woo, 2002).

2.5. Valorisation du lactosérum

La valorisation du lactosérum en alimentation humaine et en industrie chimique est pharmaceutique est rendu possible grâce aux craquage pour obtenir, par fractionnement, des composée protéiques et glucidique (Moletta, 2002 ; Chistansen et al., 2004).

2.5.1. Domaine médical

Utilisation des fractions de protéines de cholestérol et de la tension artérielle), les ulcères, les cancers, le manque de sommeil,

l' hypertension. La valorisation de lactosérum individuelles -lactalbumine, la beta-lactoglobuline, la lactoferrine, la lactoperoxydase, le lysozyme, des phospholipides (croissance cérébrale de l'enfant) (Lortal et Boudier, 2011).

Les protéines sériques contiennent des séquences bioactives, qui sont obtenues par hydrolyse ciblée, éventuellement par voie microbienne, et dont la valeur ajoutée atteint celle pratiquée dans l'industrie (Jeanet et al., 2008; Schuck, 2009).

2.5.2. Domaine alimentaire

✓ Alimentation animale

Les poudres de lactosérum sont utilisées dans les aliments d'allaitement pour veaux. Elles sont également employées, de même que les concentrés liquides, en mélange avec d'autres aliments (hachis de paille, farine,..) pour animaux d'élevage (bovins, porcins, volailles) (Zadow, 1989).

✓ Alimentation humaine

Le lactosérum est incorporé dans la fabrication du yaourt et du leben comme remplaçant de l'eau dans le processus de reconstitution. L'incorporation permet une amélioration notable du point de vue aspect et arôme du yaourt, due essentiellement à l'effet bénéfique exercé (Vojnovic et al., 1993).

2.5.3. Domaine biotechnologique

✓ Biotransformation de lactose

Production des solvants, des vitamines, des polysaccharides du méthane, des enzymes, des acides aminés et organiques et de nombreux autres composés à partir de lactose de lactosérum (Zadow, 1989).

✓ Substrat de fermentation

Le lactosérum par sa composition est comme un milieu de fermentation pour plusieurs microorganismes assimilant le lactose comme source de carbone et énergie (Alais, 1975).

Les bactéries: à titre d'exemple, *Lactobacillus casei* pour la production d'acide lactique (Morabito, 1994).

Les moisissures: à titre d'exemple, *Penicillium camemberti* producteur de protéases (Mechakra et al., 1999).

Chapitre 3:

Yaourt

3.1. Définition du yaourt (lait fermentés)

Le yaourt est un lait fermenté obtenu par la multiplication dans le lait de deux bactéries lactiques spécifiques associées : *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*. Ces bactéries lactiques sont cultivées sur du lait préalablement pasteurisé, dans le but plus grande partie ou la totalité de la flore microbienne préexistante. Après la fermentation, le yaourt est refroidi à une température compatible avec un traitement thermique, il est alors prêt à être consommé » (Luquet, 1990).

3.2. Différents types du yaourt

Le yaourt se diffère selon plusieurs critères : selon le mode de présentation (texture), la teneur en matière grasse et les ingrédients additionnés (gout).

3.2.1. Selon le mode de présentation (texture)

- ✓ Yaourt fermé ou étuvé: dont la fermentation a eu lieu en pots. Ce sont généralement les Yaourts nature et aromatisés.
- ✓ Yaourt brassé: dont la fermentation a eu lieu en cuve avant brassage et conditionnement. C'est le cas (Handni, Jeantouret et Schuck, 2000).
- ✓ Yaourts à boire: est un lait fermenté brassé de faible viscosité, il est normalement aromatisé à l'aide de jus ou de purées de fruits, il est plutôt consommé comme une boisson rafraichissante qui comme un aliment. (Bouhaoya, 2012).

3.2.2. Selon la teneur en matière grasse

- ✓ Yaourt maigre: ce type renferme moins de 1 % de matière grasse, son apport énergétique est de 44 Kcal.
- ✓ Yaourt partiellement écrémés: contenant entre 1 à 3 % de matière grasse et son apport en énergie est estimé à 50 Kcal.
- ✓ Yaourt entier: contient au maximum 3 à 5% de matière grasse et apport énergétique est de 68 à 73 Kcal (Fao, 1995).

3.2.3. Selon le goût

- ✓ Yaourt naturels (sans addition).
- ✓ Yaourt sucrés.
- ✓ Yaourt aromatisé: aux arômes naturels ou de synthèses autorisées par la législation.
- ✓ Yaourt aux fruits, miel, à la confiture: moins de 30% d'éléments ajoutés (Heddane et Hamidi, 2012).

3.3. Matières premières et Ingrédients

3.3.1. Matières premières

3.3.1.1. Poudre du lait

L'industrie laitière en Algérie fonctionne avec des matières premières non importées, c'est-à-dire de la poudre de lait et de la matière grasse laitière anhydre. Sur le plan technologique, elle est fondamentalement un « processus de recombinaison » consistant en la réhydratation de poudre de lait à laquelle est associée de la matière grasse (Amellal, 2000).

3.3.1.2. Eau de procès

L'eau est l'une des matières premières de recombinaison. Elle doit être potable, de bon niveau de dureté acceptable (Gosta, 1995).

3.3.1.3. Ferments lactiques

La fermentation lactique est l'un des plus importants de la microbiologie, un ferment désigne un micro-organisme responsable de l'acidification des bactéries dans le cas de yaourt qui fera durcir le lait : *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*.

- *Streptococcus Thermophilus*

Est une cocci, anaérobie facultative non mobile. Elle est isolée exclusivement du lait et des produits laitiers sous forme de coques disposées en chaînes de longueurs variables ou par paires. Sa température optimale de croissance varie entre 40°C et 50°C (Lamoureux, 2000).

Ce genre se trouve dans les laits fermentés. Elle est thermorésistante, sensible au bleu de méthylène (0.1%) et aux antibiotiques. Elle est aussi résistante au chauffage à 60°C pendant 30 minutes (Tariket, 2016).

- *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricu*

Est un bacille, immobile, asporulé et microaérophile. Elle est isolée sous forme de bâtonnets ou de chaînettes. Possède un métabolisme strictement fermentaire avec production exclusive d'acide lactique. Elle est un micro-organisme thermophile et est très exigeante en calcium et en magnésium et sa température optimale de croissance est d'environ de 42 °C. Elle a un rôle essentiel dans les propriétés organoleptiques et hygiéniques du yaourt (Marty et Garel, 2000).

3.3.2. Ingrédients

3.3.2.1. Sucre

Il est préférable d'ajouter le sucre avant la pasteurisation du lait, car le traitement thermique

du lait sucré détruit les levures et les moisissures osmophiles présentes dans le sucre : par ailleurs, la consistance du yaourt s'en trouve améliorée (**Lamontagne, 2002**).

3.3.2.2. Arôme

L'arôme désigne tout produit ou substance, destiné à être dans les denrées alimentaire pour leur donner une odeur un goût ou les deux en même temps (**Djouani et Mehennaoui, 2005**).

3.3.2.3. Fruit

Les fruits dans les yaourts sont apportés sous forme de préparations de fruits avec ou sans sucres ajoutés (**Vignola, 2002**).

3.4. Grandes étapes de la fabrication des yaourts

3.4.1. Réception du lait

Le lait destiné à la production de yaourt doit avoir une faible teneur en bactéries et substances susceptibles d'empêcher le développement du levain du yaourt. Le lait ne doit pas contenir des antibiotiques et des bactériophages (**Sodini et Béal, 2012**).

3.4.2. Homogénéisation

L'homogénéisation fait partie intégrante du processus de fabrication du yaourt. Elle est généralement réalisée avant le traitement thermique. Cependant, dans certains cas, elle peut avoir lieu après un traitement thermique (**Tamime et Deeth, 1980 ; FAO, 1995**).

L'homogénéisation a principalement pour but de réduire la taille des particules de matière grasses et les protéines.

Effet sur la matière grasse : l'homogénéisation réduit l'impêchement à la séparation entre le gras et le reste du mélange évitant ainsi la remontée de la crème à la surface durant la fermentation (**Lamontagne, 2002**).

Effet sur les protéines : cette opération augmente également la viscosité du lait et par conséquent, celle du yaourt en lui conférant une meilleure stabilité des protéines et réduisant l'exsudation du sérum lors du stockage. Enfin, l'homogénéisation confère un aspect plus blanc au produit fini (**Pernoud et al., 2005**).

Pour des raisons hygiéniques et pour éviter la formation de lactose non fermentable, l'homogénéisation est généralement réalisée au cours de sa montée en température vers 64°-70°C (**Lamontagne, 2002; Sodini et Béal, 2012**).

3.4.3. Traitement thermique (pasteurisation)

Une fois la préparation du lait terminée, celui-ci est soumise à un traitement thermique de pasteurisation (62°C pendant 20-30 min). Ce traitement permet de :

Créer des conditions favorables au développement des bactéries lactiques, Détruire les bactéries pathogènes et indésirables, et inactiver les inhibiteurs de croissance (**Paci kora, 2004 ; Jeantet et al., 2008**).

Le traitement thermique a également un effet sur la conformation tridimensionnelle des protéines, induisant la modification de leurs propriétés fonctionnelles. Il dénature la majorité des protéines du lactosérum (85%) qui se fixent ainsi sur les molécules de caséines. En fin, il modifie les équilibres salins, en entraînant une augmentation de la taille des micelles de caséines, de leur stabilité (**Mahaut et al., 2000**). de la qualité

3.4.4. Refroidissement

Le lait est ensuite refroidi pour atteindre la température optimale de fermentation (autour de 40 – 45°C) (**Syndifrais, 1997 ; Bourlioux et al., 2011**).

3.4.5. Ensemencement (fermentation lactique)

Le lait, enrichi et traité thermiquement, est refroidi à la température de fermentation 40-45°C. Cette température correspond à l'optimum de croissance des bactéries lactiques (**Loones, 1994**).

Le yaourt est généralement fermenté par des microorganismes à croissance thermophiles (**Chandan et Kilara, 2011**) *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus* (**Lamontagne, 2002**).

Habituellement, on utilise une culture fournie par un laboratoire spécialisé sous forme liquide, lyophilisée ou congelée. L'ensemencement se fait en continu (**FAO, 1995**).

3.4.6. Étuvage (incubation)

Les températures d'incubation du yaourt se situent généralement entre 40 et 45°C et la fermentation dure souvent jusqu'à (4 à 5)h ou plus, (**Chandan et Kilara, 2011; Tamime et Robinson, 1999**). La fermentation est arrêtée lorsque le pH final visé qui varie de 4,5 à 4,8 est atteint selon le type de yaourt (**Courrieu, 2016**).

3.4.7. Refroidissement et stockage

Le refroidissement est une étape critique dans la production de yaourts. Elle s'effectue directement après que le produit ait atteint l'acidité désirée (**Robinson et Tamime, 1993**). Enfin, les yaourts, conditionnés dans des pots en verre ou en plastique, sont stockés en

chambre froide à 4°C. A ce stade, ils sont prêts à être consommés. La durée limite de leur consommation est de 28 jours (**Paci kora, 2004; Luquet et Carrieu, 2005**)

Partie II:

Etude expérimentale

Chapitre 4:

Matériel et méthodes

4.1. Lieu de l'étude

Le travail expérimental a été effectué au sein des laboratoires pédagogiques de la faculté SNV, Université Kasdi Merbah, Ouargla et de laboratoire Maria.

4.2. Matériel

- Le matériel utilisé dans cette étude, comme appareillage, verrerie et petits matériels sont cités dans (l'annexe N° 01).
- Le matériel végétal utilisé dans cette étude est constitué des graines de quinoa, variété Q102 (figure AA) appelée *Amarilla Sacaca*, originaire de Pérou. Les graines sont récoltées pendant l'année 2019/2020. Elle est la plus adaptée aux conditions climatiques des régions arides.

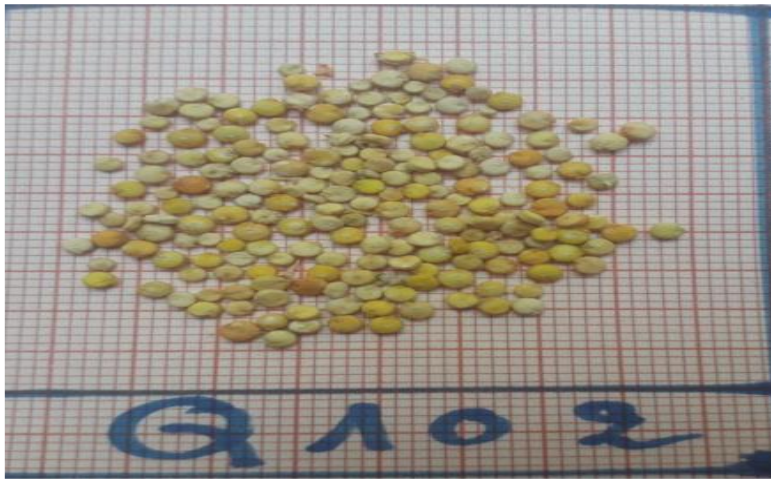


Figure 02: Graines de quinoa : variété Q102

- Le lactosérum utilisé dans la présente étude est récupéré par un vendeur de lait situé au centre-ville de la commune d'Ouargla (Cité Emissu de la fabrication du fromage traditionnelle dans un flacon propre et transporté dans des échantillons du yaourt au niveau du laboratoire.

4.3. Méthodes

4.3.1. Préparation de la farine de quinoa

Avant leur utilisation, les grains de quinoa sont lavés à l'eau courante et séchés à l'air libre (Oussar et Addar, 2017). Nous y avons apporté quelques modifications (Figure 03 et l'annexe N° 04).

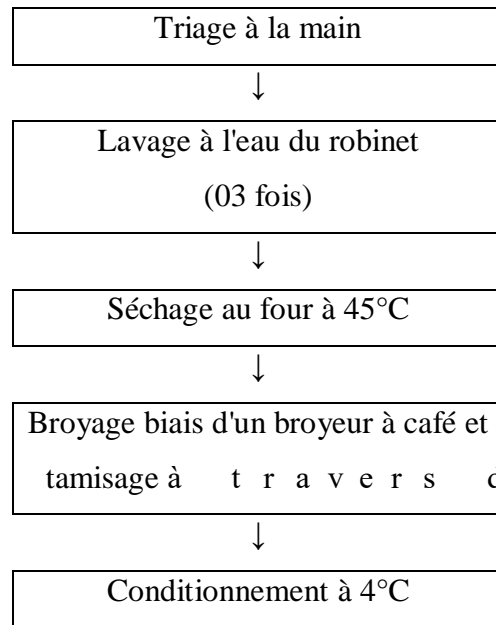


Figure 03: Les principales étapes de préparation de la farine du quinoa.

Triage

E f f e c t u é à l a m a i n , c e t t e o p é r a t i o n a p o u r

Lavage manuel

L e l a v a g e a p o u r b u t d ' e n l e v e r t o u t e s l e s
graines de quinoa et pour enlever les particules de poussières et pour éliminer les saponines.

On met les grains dans une bouteille d'eau et on les secoue et immergé dans de l'eau ordinaire et lavé manuellement trois fois.

Séchage

Le séchage est effectué dans un premier temps au soleil puis dans un four réglée à une température de 45°C pendant une 24h.

Broyage et tamisage

Après son séchage, les graines de quinoa a été réduit mécaniquement en poudre fine par le
b i a i s d ' u n b r o y e u r à c a f é , p u i s t a m i s é à
obtenue.

Conditionnement

Après le broyage et le tamisage, la farine du quinoa a été conditionnée dans des boites en
p l a s t i q u e s h e r m é t i q u e m e n t f e r m é e s e t e n t r e

4.3.2. Processus de fabrication de yaourt

La figure ci-dessous résume les étapes essentiels de fabrication du yaourt à base de la farine de quinoa et lactosérum nous y avons apporté quelques modifications (Figure 04)

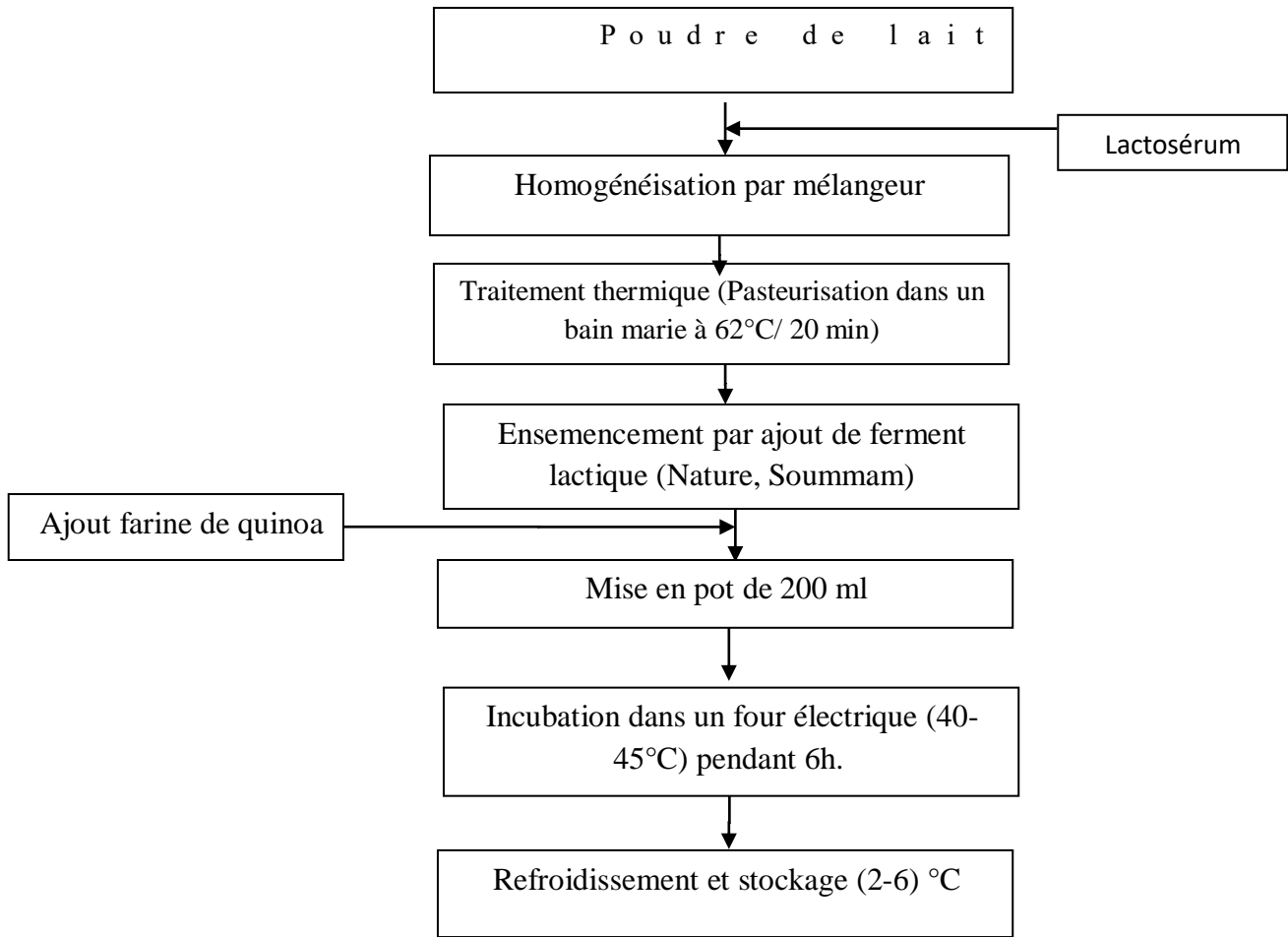


Figure 04: Diagramme de fabrication du yaourt à base de la farine de quinoa et lactosérum.

4.3.3. Préparation des différents échantillons du yaourt

Les différents pourcentages des matériaux de base spéciaux pour la fabrication du yaourt sont choisis selon la méthode donnée par (Seydi, 2002) modifiée. Les différentes proportions de quinoa sont variées entre 3 % et 6 % dans le but de connaître son effet sur le yaourt du point de vue physico-chimique, bactériologique et sensoriel. Concernant la proportion du lait en poudre et du lactosérum est choisi d'une échantillons. Alors, cinq (05) variétés de yaourt ont été fabriqué, dont chaque un comporte 5 pots (Tableau VI).

Tableau VI: Proportion des ingrédients (%) au cours de la fabrication du yaourt.

Quantité en %	E1 (témoin)	E2	E3	E4	E5	E6
L'eau (bougléz)	50	50	50	50	50	50

Lait en poudre (Milkospray)	9	6,5	9	9	6,5	6,5
Ferment lactique (yaourt Nature)	30	30	30	30	30	30
Lactosérum		2,5			2,5	2,5
La farine de quinoa			3	6	3	6

4.3.4. Analyses physicochimiques

4.3.4.1. Détermination du pH

Mode opératoire

- Etalonner le pH-mètre à l'aide des de (pH=7.0 et pH=4.0). ions
- L'électrode est plongée dans le pot de yaourt à analyser.
- A chaque détermination du pH, retirer (NF V l'é 04-385, 1971).

Expression des résultats

La valeur de pH est affichée directement sur le cad exprimées en unités du pH à la température de 20°C (NF To1-2013).

4.3.4.2. Détermination de l'acidité titrable (AFNOR-1986)

Mode opératoire

Dans un bécher, on introduit 10ml de produit à analyser, puis on ajoute quelques gouttes de phénophtaléine. On titre avec la solution puis noter le volume.

Expression des résultats

$$AT=V \times 10 \text{ } ^\circ\text{D}$$

Avec V : chute de la burette (volume de NaOH en ml).

1°D = 0,1 g d'acide lactique.

Le degré Dornic (°D) correspond à 0.1g d'acide lactique l' p a n d l i t é exprimé en degré Dornic qui correspond à 0.1 % (ou 0.1 g / l) d'acide l yaourt présente une acidité à des valeurs voisines de 100°D (Tariket, 2016).

4.3.4.3. Détermination des cendres

Nous mettons 5 g du yaourt dans le creuset dans le four à moufle 550 °C pendant (4-5) h

Mode opératoire

Placer le creuset contenu le résidu du yaourt obtenu lors de détermination de la:

- ✓ cendres dans le four à moufle $550 \pm 10^{\circ}\text{C}$; Poursuivre l'incinération jusqu'à la combustion totale de la matière organique.
- ✓ obtention d'un résidu blancâtre environ (4-5) h; Refroidir le creuset dans le dessiccateur pendant une heure et le peser.
- ✓ La teneur en cendres exprimée en pourcentage
- ✓ rapportée à la matière sèche suivante: qu'elle est

$$\text{TC \%} = [(m_2 - m_0) / (m_1 - m_0)] \times 100$$

Où :

TC : taux des cendres (%).

m₀ : masse du creuset vide (g).

m₁ : masse du creuset et de la prise d'essai

m₂ : masse du creuset et du résidu (g).

4.3.4.4. Détermination de l'extrait sec total (NF V 04-206)

Principe

Le principe de la détermination de l'extrait sec total repose sur la dessiccation par dessiccateur (RADWAG MA 110.R) à 105°C pendant (20-30) min.

Mode opératoire

Négliger le poids de la coupelle vide. Après avoir bien mélangé le yaourt, 5 grammes de ce dernier sont pesés et étalés sur la surface de la coupelle tout en respectant la symétrie de l'étalement, et fermer le dessiccateur.

Expression des résultats

À la fin de l'analyse, le résultat est exprimé en % (HS) ou/et g/l.

4.3.6. Analyses microbiologiques

4.3.6.1. Milieux de culture utilisés

Plusieurs milieux de culture ont été utilisés au cours de l'analyse. Les milieux suivants : (la composition est citée dans le tableau 02)

4.3.6.2. Préparation de dilutions

La préparation de la solution mère se fait dans un flacon stérile contenant 90 ml de l'eau peptonnée, puis homogénéiser le mélange (JORAN^o43, 2004).

A partir de la solution mère réaliser d'au
ml de la dilution précédente dans 9 ml de l'eau peptonnée j u s q u ' 1 0 ⁸, 1 0 ⁹, avec changement
de pipette entre chaque dilution.

4.3.6.3. Recherche de germe de contamination

4.3.6.3.1. Recherche et dénombrement de la flore mésophile aérobie totale

Principe

La flore aérobie mésophile totale (FAMT) a été dénombrée sur milieu Plate Count Agar (PCA) (Yabrir *et al.*, 2018). Selon la norme NF EN ISO 4833-1, 1 ml de solution mère a été ensemencé en masse dans des boîtes de milieu PCA, puis incubé pendant 72h à 30°C puis dénombrement des colonies formées.

On prélève 1 ml de chaque dilution (10⁻⁵, 10⁻⁶, 10⁻⁷, 10⁻⁸, 10⁻⁹....) q u ' o n i n
aseptiquement dans les boîtes de Pétri à usage unique. On y ajoute 15 ml de milieu PCA (Plate Count Agar). Le mélange est homogénéisé par des mouvements circulaires des boîtes. Après solidification, Les boîtes sont ensuite incubées à 30°C.

Lecture

Le comptage se fait après 72 heures d'incubation.
Le dénombrement est effectué en prenant compte le nombre des colonies lenticulaires en masse (blanchâtres) compris entre 30 à 300 colonies. Les résultats exprimés représentent les moyennes des colonies qu'on multiplie par le facteur de dilution, exprimé en UFC /g de produit analysé.

Expression des résultats

Le nombre de micro-organismes par ml est déterminé à l'aide de la formule suivante :
$$N = \frac{c}{v} \sum 1(n_1 + 0.1n_2)V \text{ (J.O.R.A. 2004)}$$

Dont :

C : est le nombre de colonies comptées par boîte ;

d1: est le facteur de dilution à partir duquel les premiers comptages ont été obtenus ;

n₁ : est le nombre de boîtes comptées dans la première dilution ;

n₂ : est le nombre de boîtes comptées dans la deuxième dilution ;

v : est le volume par ml.

4.3.6.3.2. Recherche des salmonelles

Pré-enrichissement

Introduire 25 ml de produit à analyser (y compris les résidus) dans 100 ml de milieu enrichissant (NF V 08-052 Mai 1997) pendant 24 à 48 heures à 30°C.

Enrichissement

A partir de la culture de pré-enrichissement, transférer 1ml dans un tube contenant 10ml de RV (Rappaport Vassiliadis) . L'incubation se fait à 37 °C

Isolement

A partir de tube RV, ensemencer en stries pétrie contenant le milieu Hektoen. L'incubation

Lecture

Les colonies des Salmonelles sont de taille moyenne, lisses, se présentent sous forme des colonies bleues vertes au centre noir sur gélose Hektoen.

4.3.6.3.3. Recherche et dénombrement des sulfito-réducteur

A partir de dilution 10^{-1} on prend aseptiquement 5ml de chacune dans un tube plus le témoin, et on maintient ces tubes au bain marie à 60-70°C pendant 10 min environ, puis refroidir les tubes sous courbe et on d'eau froide quel
Dans même tube on ajout (10-12) ml milieux VF et bien mélanger après ajouter les deux additifs (quelque goutte alun de fer, quand il gèle ajoutons huile de paraffine).

Ces tubes sont ensuite incubés à 46°C pendant 3 jours (72h).

Lecture

Les colonies dans la profondeur de la gélose, c'est–dire anaérobie. En tourées d' noir (réduction des sulfites en sulfure et précipitation du sulfure de fer) sont des colonies correspondant aux spores thermomés par le nombre de spores par ml ou par gramme de produit.

4.3.6.3.4. Recherche et dénombrement des *Staphylococcus aureus*

Le dénombrement est effectué sur milieu Chapman par étalement en surface de 0,1ml de chaque dilution. Les boîtes sont incubées à 37 °C pendant 24 à 48 h.

La lecture

Une première lecture est faite au bout de 24 heures, une seconde au bout de 48 heures d'incubation. Les colonies de staphylocoque précipité blanc et d'un halo d'éclaircissement.

4.3.5. Analyses sensorielles

L'analyse sensorielle consiste à étudier d'une manière ordonnée et structurée les propriétés d'un produit afin de pouvoir le décrire, de le classer ou de l'améliorer d'une façon extrêmement objective et rigoureuse (Tariket, 2016).

L'analyse sensorielle consiste à analyser les propriétés organoleptiques des produits par les organes des sens.

Les propriétés organoleptiques sont essentiellement :

- L' apparence (couleur , aspect) révélée par la vue
- La saveur (arôme, saveur) révélée par le goût.
- La texture (résistance, consistance) révélée par le toucher.

Au cours de ce travail, nous nous intéresserons essentiellement aux sensations en bouche perçues lors de la consommation du produit : l'aspect, l'arôme et la saveur

- **Test visuel**

La texture est définie comme l'ensemble des propriétés mécaniques, géométriques et de surface d'un produit, perceptibles par les mécanorécepteurs, les récepteurs tactiles, et éventuellement les récepteurs visuels et auditifs (**ISO 5492, 1992**).

- **Test olfactif**

L'odeur et l'arôme sont perceptibles par l'organe olfactif, l'odeur en "flairant" certaines substances volatiles, l'arôme par voie retro-nasale lors de la dégustation (**ISO 5492, 1992**). Dans les deux cas, les substances volatiles stimulent les récepteurs olfactifs qui sont placés dans la partie supérieure des fosses nasales. Dans un produit alimentaire, de nombreux composés d'arôme sont présents, mais pour qu'ils participent à l'arôme du produit, il faut que leur quantité soit supérieure à leur seuil de perception. Ce seuil est défini comme la quantité la plus basse du stimulus qui peut être perçue (**Meilgaard et al., 1991**)

- **Test gustatif**

La saveur correspond à la sensation perçue par l'organe gustatif lorsqu'il est stimulé par certaines substances solubles (**ISO 5492, 1992**). due à la présence d'acide lactique, produit à partir du lactose par les bactéries lactiques au cours de la fermentation. D'autres saveurs du yaourt, mais moins intenses, sont les saveurs sucrée et amère. La saveur sucrée est due à la présence du lactose non hydrolysé et du galactose produit au cours de la fermentation. Elle peut être renforcée par ajout de saccharose. La saveur amère, considérée indésirable, est due aux peptides amers produits par certains ferments ou à une contamination par des germes protéolytiques (**Biliaderis et al., 1992 ; Weber, 1994**).

- **Test hédonique**

Les méthodes hédoniques portent sur les préférences des consommateurs et ont pour but de comparer l'appréciation hédonique globale

ressentis individuels liés au p Intairement à o u
l'analyse sen (Stone et Sidell, 2004) descriptive

4.3.5.1. Test de dégustation

On a réalisé un test visuel, test olfactif, test gustatif et un test hédonique (fiche de dégustation dans l'annexe N°05). Le panel est constitué de 8 dégustateurs (cinq femmes, trois hommes) et réalisé dans des laboratoires pédagogiques de la faculté SNV, Université Kasdi Merbah, Ouargla.

On demande aux dégustateurs d'évaluer des échantillons codés :

- Pour le test visuelle, la couleur, l'homogénéité et la fluidité des échantillon.
- Pour le test olfactif, la puissance des aromes et les caractère généraux.
- Pour le test gustatif, le saveur, la concentration et la persistance de saveur.
- Pour le test hédonique pour déterminer le degré d'appréciation des dégustateurs pour six échantillons des yaourts préparés en se servant de l'échelle à 9 catégories (annex N°05).

4.3.5.2. Présentation des échantillons

Les échantillons sont présentés dans des contenants identiques, codés avec des chiffres ou des lettres. Chaque échantillon doit avoir un numéro distinct. Les échantillons peuvent être présentés simultanément ou un à la fois. Il vaut mieux les présenter tous en même temps, car cela facilite l'administration du test et permet aux dégustateurs de réévaluer les échantillons s'ils le souhaitent et de faire des comparaisons entre eux.

Chapitre 5:
Résultats et discussion

5.1. Résultats et discussion d'analyses du yaourt préparé

5.1.1. Résultats et discussion des analyses physico-chimiques

Les résultats des analyses physico-chimiques (pH, acidité, l'extinction, cendre) des yaourts préparés sont rapportés dans le tableau.

Tableau VI I : Résultats des analyses physico-chimique des yaourts préparés

Paramètres	pH	A (°D)	E.S.T (g/l)	Cendre (g/l)
E1	4,65± 0,05	110± 0,1	140,6	4,7±1,98
E2	4,7± 0,10	81,5± 0,35	130,4	5,01±2,47
E3	4,6± 0,10	165,5±0,05	108,8	6,11±0,41
E4	4,5± 0,10	228±0,15	189	8,36±0,26
E5	4,65±0,10	125±0,1	138,6	7,11± 1,81
E6	4,65± 0,00	176,5±0,15	164,6	7,74± 3,6

1.1.1. pH

Les valeurs de pH, sont presque identiques et comprises entre (4,5 et 4,7) pour les différents yaourts préparés. Ces valeurs sont similaires à celles signalées (4,44 et 4,82) par (Amellal et al., 2012) pour des yaourts enrichis de poudre d'écorces de grenade. Par contre, ces résultats sont moins variés avec celles cités par (Jimoh et Kolapo, 2007), pour des yaourts à base de lait de soja qui ont donné des valeurs de pH se varient entre 3,39 et 5,68.

D'une façon générale, l'addition de la farine de quinoa dans le yaourt préparé dans la présente étude ne présente pas un effet significatif sur la variation du pH.

1.1.2. Acidité titrable

Les valeurs de l'acidité de yaourt à base de farine du quinoa (E3, E4, E5 et E6) sont supérieures au yaourt témoin E1. Au même temps, ces valeurs sont supérieures à ceux citées par (Amellal et al., 2012; Ghalem et Zouaoui, 2013) qui ont mentionné des valeurs comprises entre 80°D et 90°D et entre 99 D° et 102 D° respectivement pour des yaourts contenant la poudre d'écorces de grenade et de romarin officinal. Cette augmentation de l'acidité peut être due à l'ajout de la farine du quinoa car elle est riche en acides gras polyinsaturés et en acides aminés (Gordillo et al., 2016).

1.1.3. Cendres

La teneur en cendres présente des valeurs variant entre 4,7 et 8,36 g/l pour les différents échantillons yaourts.

D'après les résultats obtenus de la teneur en cendres des échantillons E3, E4, E5 et E6 on constate que la farine du quinoa possède une teneur élevée en cendres 3.0 – 3.6g dans 100g de matières sèche selon (Tapia, 2000) par rapport à l'échantillon E1 (témoin) et l'échantillon E2 à base de lactosérum.

1.1.4. Extrait sec totale

Les résultats obtenus (tableau 0) (E1=140,6g/ E2=130,4g/ E3=108,8g/ E4=189g/ E5=138,6g/ E6=164,6g) supérieure à celle donné par la (FAO, 1995) les teneurs en matière sèche laitière pour le yaourt au lait entier ou partiellement écrémé se situent entre 14 et 16 %, avec des valeurs extrêmes de 12 à 20 %.

La teneur en EST des échantillons E4 et E6 présentent des valeurs supérieures au E1, E2, E3 et E5. Ces résultats peuvent être dus à l'ajout de la farine du quinoa qui présente une richesse en EST (protéines 11 - 21,3g, lipides 5,3 - 8,4g, glucides 53,5 - 74,3g, fibres 2,1 - 4,9g) selon (Tapia, 2000).

Résultats et discussion des analyses microbiologiques

Les résultats des analyses microbiologiques des échantillons de yaourt analysés exprimés en UFC/ml sont rapportés au Tableau VI II. Ils représentent la charge en différents germes recherchés dans des échantillons de yaourt analysés.

Tableau VI II : Critères microbiologiques du yaourt.

Germes (UFC/ml)	Flores mésophile aérobie total	Salmonelles	Clostridium sulfito- réducteurs	<i>Staphylococcus aureus</i>
Normes(UFC/ml) (JORA, 1998)		Absence dans 25g	Absence	Absence
Echantillons deE1 à E6	Indénombrable à la dilution 10⁻⁹	Absence	Absence	Absence

On constate d'après la comparaison aux normes (absence totale de tous les germes pathogènes (salmonelles, clostridium sulfito-réducteurs, *staphylococcus aureus*)).

Les résultats concernant la flore mésophile aérobie total sont indénombrables pour tous les échantillons car il est impossible de compter une boîte contenant plus de 300 colonies. En effet ces valeurs sont expliquées par la croissance de bactéries lactiques prévenantes du ferment lactique jusqu'à un ⁹ UFC/ml) re important. Vu que le nombre des échantillons est très limité, on ne peut pas faire une comparaison avec les normes. Par ailleurs, les germes pathogènes est due peut être à la prédominance des bactéries lactiques d'une part, et d'autre part d'hygiènes au cours de la fabrication du yaourt. Ces résultats nous révèlons que les échantillons de yaourts analysés sont de bonne qualité par la présence d'un nombre important de bactéries.

Résultats et discussion des analyses sensorielle

Le panel de dégustation est composé de 8 personnes. Les réponses (avis/appréciations) des participants concernant le test visuel, le test olfactif, le test gustatif et test hédonique des 6 échantillons des yaourts élaborées, sont représentées ci-dessous.

L'objectif des tests sont de permettre au panel de dégustation de donner un avis approprié et adéquat. Les tests consistent à présenter aux sujets des témoins pour identifier les saveurs et les arômes.

Test visuel

✓ **Couleur**

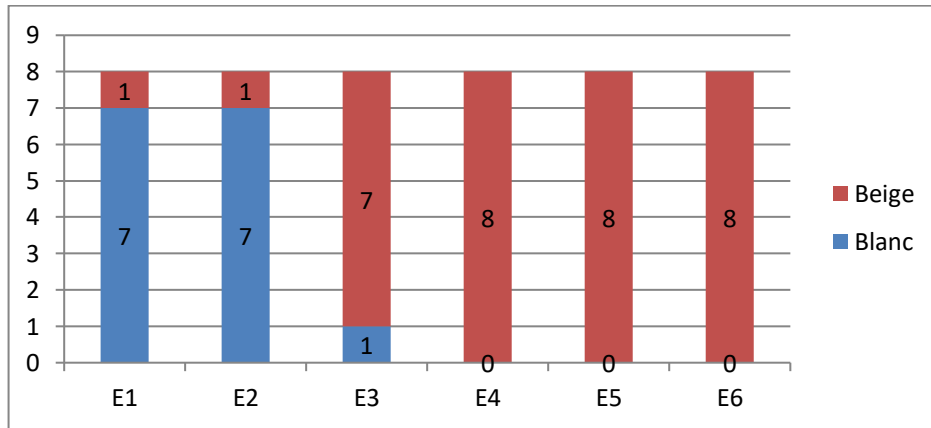


Figure 05: Résultats du test d'évaluation de la couleur.

Les résultats obtenus (figure 05) montrent que la couleur d'E1 et E2 blanche donnée par 7 dégustateurs sur 8. Ce résultat (couleur farine du quinoa. Par contre, la couleur des échantillons E3, E4, E5 et E6 est beige comme

résultat donnée par la majorité des dégustateurs. Ce résultat (couleur beige d'E3, E4, E5 et E6) est expliqué par l'ajout de la farine du quinoa.

✓ **Homogénéité**

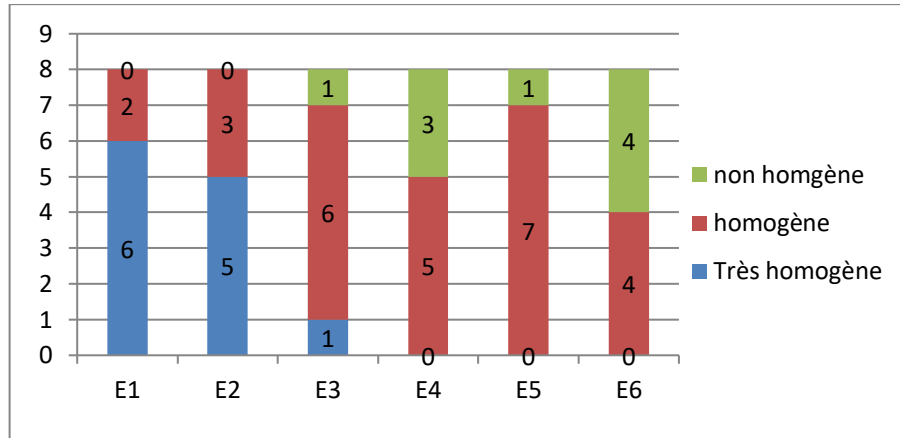


Figure 06: Résultats du test d'évaluation de l'homogénéité.

Les résultats obtenus (figure 06) montrent que l'homogénéité d'E1 et E2 très homogène donnée par 6 dégustateurs sur 8 pour E1 et donnée par 5 dégustateurs sur 8 pour E2. Ce résultat (très homogène de E1 et E2) est contre, l'homogénéité des échantillons E3, E4, E5 et E6 est presque identique (homogènes) comme résultat donnée par la majorité des dégustateurs. Ce résultat (homogène de E3, E4, E5 et E6) est expliqué par l'ajout de la farine du quinoa.

✓ **Fluidité**

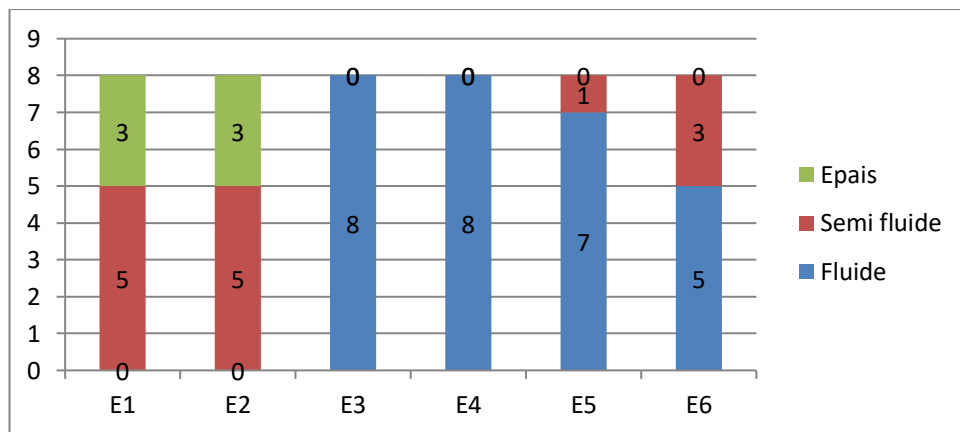


Figure 07: Résultats du test d'évaluation de la fluidité.

Les résultats obtenus (figure 07) montrent que la fluidité d'E1 et E2 semi fluide donnée par 5 dégustateurs sur 8 et elle sont épais donnée par 3 dégustateurs sur 8. Ce résultat (semi fluide d'E1 et E2) est expliqué par l'absence d'échantillons E3, E4, E5 et E6 est fluide et semi fluide donnée par 3 dégustateurs sur 8.

Comme résultat donnée par la majorité des dégustateurs. Ce résultat (fluide et semi fluide d'E3, E4, E5 et E6) est expliqué par l'ajout de la farine du quinoa.

D'une façon générale, les caractères de test visuel changement en fonction de l'ajout d'ingrédients.

Test olfactif

✓ **Puissance des aromes**

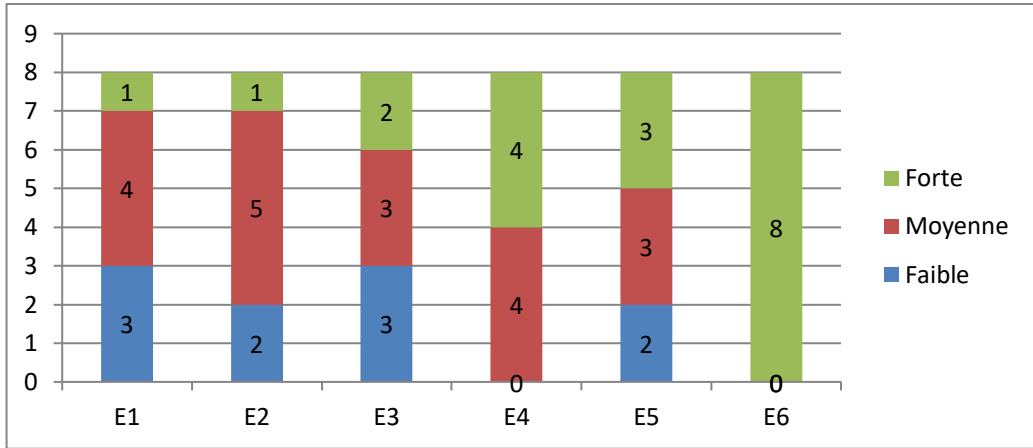


Figure 08: Résultats du test d'évaluation de la puissance des aromes

Les résultats obtenus (figure 08) montrent que la puissance des aromes d'E1, E2, E3 et E5 est presque identique. Par contre, la puissance des aromes est variée entre forte et moyenne donnée par 4 dégustateurs sur 8 pour E4. Et pour E6 est forte donnée par tous les dégustateurs. Ce résultat est expliqué par l'ajout de farine du quinoa en proportion 60%.

✓ **Caractères généraux**

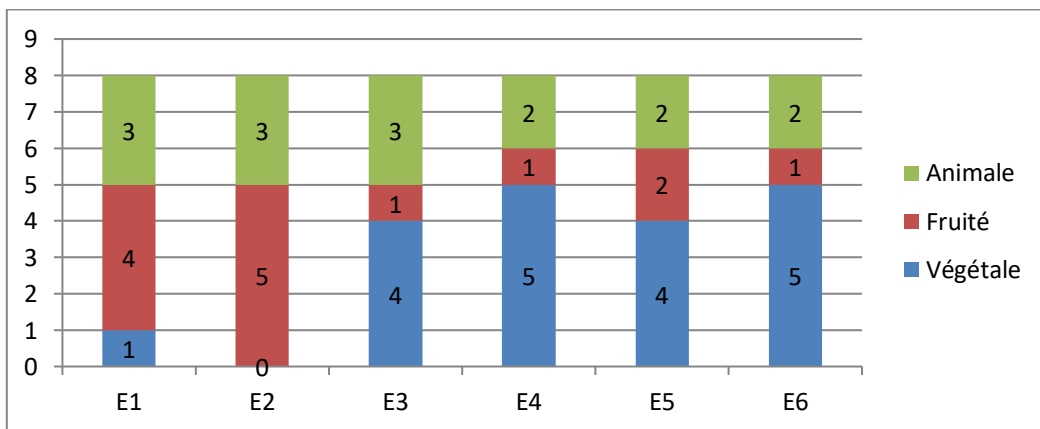


Figure 09: Résultats du test d'évaluation des caractères généraux

Les résultats obtenus (figure 09) montrent que les caractères des aromes sont presque identiques pour les échantillons E1 et E2 (animale et fruité) donnée par 4-5 dégustateurs sur 8 pour la caractéristique fruitée, et d'une caractéristique animale donnée par 3 dégustateurs sur 8. Par contre les caractères des

aromes des derniers échantillons E3, E4, E5 et E6 la plus souvent végétale donnée par 4-5 dégustateurs sur 8. Ce résultat (caractère végétale d'E3, E4, E5 et E6) est expliqué par l'ajoute de la farine du quinoa.

Test gustatif

✓ **Saveur**

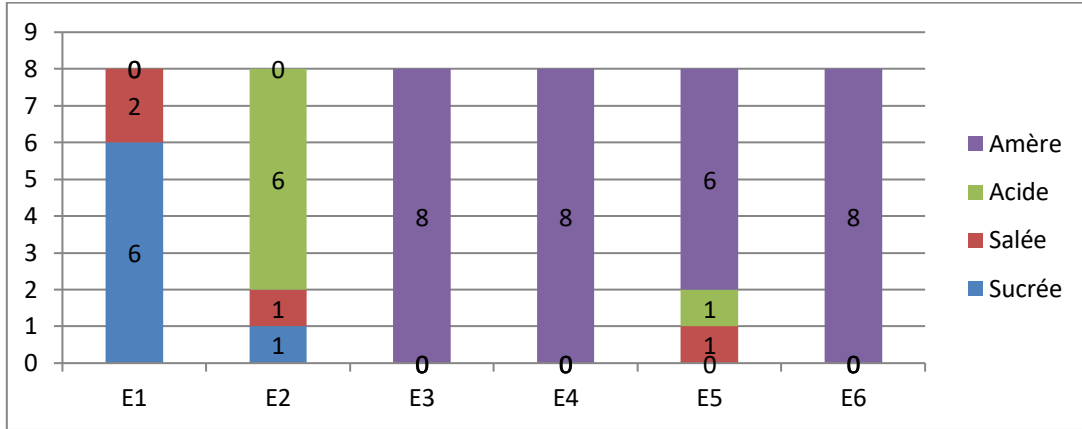


Figure 10: Résultats du test d'évaluation

Les résultats obtenus montre que l'échantillon E1 (témoin) contient un gout sucré et un gout salée. Alors que l'échantillon E2 contient un gout acide donné par 6 dégustateurs sur 8. Ce résultat peut être dû a la présence de lactosérum. Par contre les échantillons E3, E4, E5 et E6 ont un gout amer donnée par tous les dégustateurs. Ce résultat (gout amer) est expliqué par l'ajoute de la farine de quinoa.

✓ **Concentration de saveur**

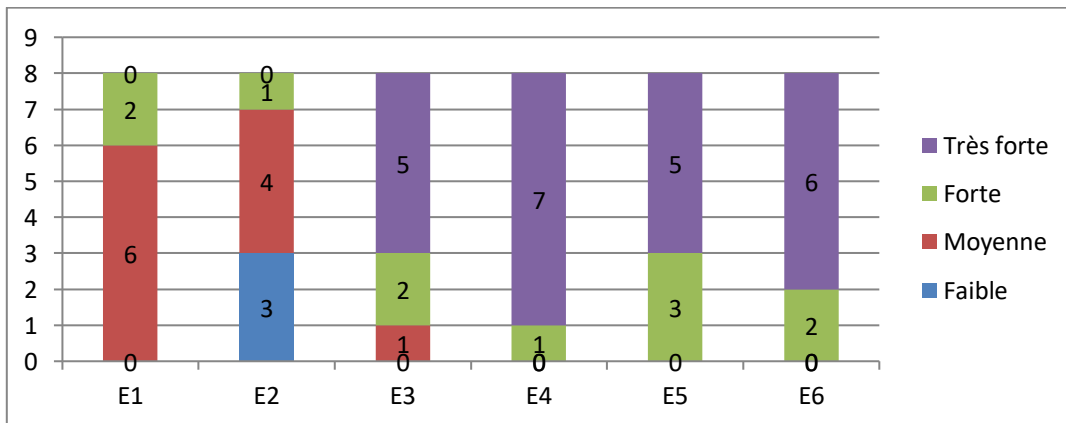


Figure 11: Résultats du test d'évaluation de la

✓ **Persistance de saveur**

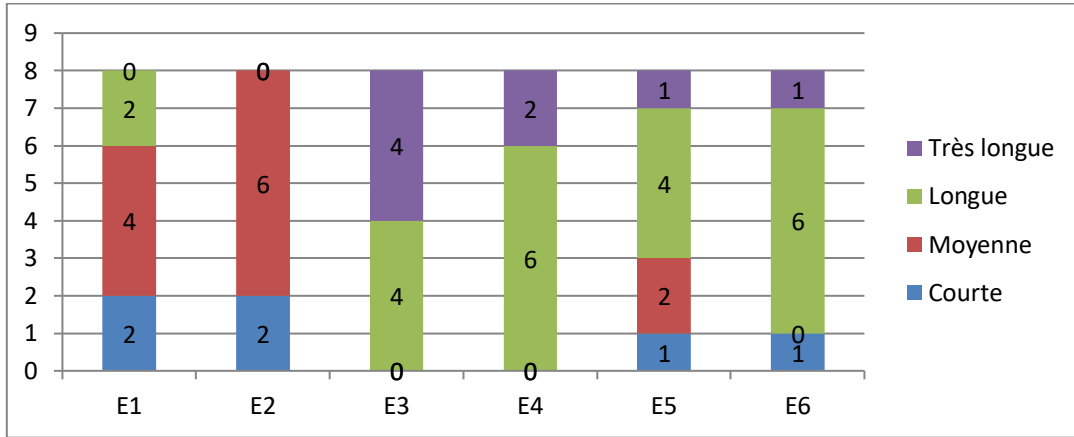


Figure 12: Résultats du test d'évaluation de l'acceptabilité par les dégustateurs.

Les résultats obtenus (figures 10, 11 et 12) montrent que les échantillons E3, E4, E5 et E6 ont été marqués par un goût amer, très fort et long donné par la majorité des dégustateurs. Ces résultats peuvent être dus à l'ajout de la farine de quinoa car elle est caractérisée par un goût amer (en raison de la présence des saponines).

Test hédonique

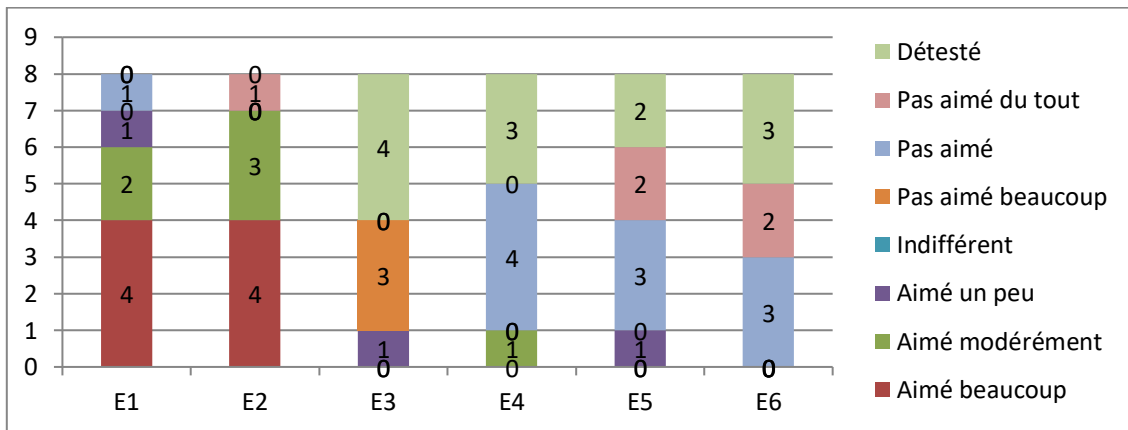


Figure 13: Résultats du test hédonique par les dégustateurs

La (figure 12) montre l'acceptabilité des produits préparés donnée par 8 dégustateurs. Les résultats du test de dégustation des six échantillons préparés sont donnés dans le Tableau IX.

Tableau IX: les notes des dégustateurs.

Produits	Dégustateurs								Notes totale / 72
	A	B	C	D	E	F	G	H	
E1	3	7	8	6	8	7	8	8	55
E2	2	7	8	7	7	8	8	8	55
E3	1	1	1	1	6	4	4	3	21
E4	3	1	1	1	3	3	3	7	22
E5	3	1	1	2	2	3	3	6	21
E6	2	2	1	1	1	3	3	3	16

Selon les résultats obtenus Le classement des six échantillons est le suivant :

Tableau X: le classement des six échantillons.

Produits	Classement
E1	1
E2	1
E3	3
E4	2
E5	3
E6	4

Les échantillons d'E1 et E2 sont les meilleurs parmi les autres. Et l'échantillon E6 est classé le dernier, donc c'est le plus mauvaise selon le test de dégustation.

*Conclusion et
perspectives*

Conclusion

Les effluents des unités de production du lait et de fromages sont parmi les rejets les plus polluants pour l'environnement, en raison de la lactosérum est l'un des principaux rejets, il se compose principalement d'eau, de graisse et de minéraux.

Le quinoa contient beaucoup plus de protéines, de calcium, de magnésium, de potassium, de fer et de zinc ainsi que les vitamines A et E que le blé, le maïs, l'orge, le riz et l'avoine. En outre, le quinoa n'a pas de gluten et est la seule plante comestible connue à fournir les principaux acides aminés. Est une très grande importance pour les gens qui sont sensible au glutine puisque la plante dépourvue de cette protéine, ce qui constitue une solution sanitaire pour ces gens.

L'objectif de la présente étude est l'utilisation de poudre de lait dans la fabrication d'un « lactosérum » et de « farine de quinoa ». Et aussi pour déterminer l'effet de l'ajout la farine de quinoa sur yaourt à base de lactosérum du yaourt préparé. A cet effet, 6 formulations ont été préparées E1(témoin), E2(à base de lactosérum), E3(à base farine du quinoa 3%) E4(à base farine du quinoa 6%) E5(à base farine du quinoa 3%, et lactosérum) E6 (à base farine du quinoa 6%, et lactosérum).

L'ajout de la farine du quinoa au yaourt physicochimiques analysées. Aucune différence significative pour le pH des six recettes tandis que il présente une augmentation de la cendre par rapport au témoin exprime l'enrichissement, matières solides, du produit final.

Les résultats obtenus après l'analyse microbienne présentent aucun danger pour la consommation.

L'analyse sensorielle des produits finis lactosérum, 0% de farine du quinoa) et celle qui est à 25% de lactosérum (E2) ont eu le même classement suivi de la E4 (0% de lactosérum, 6% de farine du quinoa) ensuite E3 (0% de lactosérum, 3% de farine du quinoa) puis E5 (25% de lactosérum, 3% de farine du quinoa) et E6 (25% de lactosérum, 6% de farine du quinoa).

Les résultats obtenus ont montré que les échantillons contenant du quinoa n'étaient pas appréciés des dégustateurs en raison de son goût amer.

Conclusion et perspectives

D'après les résultats obtenus, il est possible de promouvoir le lactosérum sur le plan écologique, économique et nutritionnel à ces rejets de lactosérum, qui posent de sérieux problèmes pour l'environnement et la santé. Ces résultats obtenus ne sont que des préliminaires et le travail qui semble colossal. C'est pourquoi l'étude doit être complétée et approfondie, notamment par :

- ✓ Élargir le champ de l'étude d'analyses et étudier l'impact des ingrédients ajoutés.
- ✓ Effectuer une étude clinique ou *in vivo* qui permettrait de montrer les effets thérapeutiques inhérents à ces aliments fonctionnels.
- ✓ Utiliser des grains de quinoa à goût doux afin de voir la préparation avec un goût apprécié par le consommateur.

*Références
bibliographiques*

References bibliographiques

A

Abugoch James L.E., 2009. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): Composition, Chemistry, Nutritional, and Functional Properties. *Adv. Food Nutr. Res.*, 58, 1-31.

Aduviri P.G.A., 2006. Aplicación de diferentes niveles de subproductos del beneficiado de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la preparación de raciones para cuyes (*Cavia porcellus* L.) en crecimiento y engorde. In:Tesis de Grado. Carr. Ing.

Amellal H., Benamara S., Halladj F., Chibane., 2012. Characteristics and acceptance of yogurt containing pomegranate (*Punica granatum*) peel powder .*Archives Des Sciences* Vol 65, No. 11;Pp 289-300.

Amellal R., 2000. La filière lait en Algérie : entre réalité de la dépendance-Harrâche. Option ut Nat ion a méditerranéenne. Sér.B N° 14.Pp. 230-232.

Amellal R., Chibane H., 2008. Aptitude technologiques de quelques variétés communes de d a t t e s : f o r m u l a t i o n d ' u n y a o u r t n a t u r e l l e t e c h n o l o g i e s a l i m e n t a i r e s . U n i v e r s i t é B o u l m e r d e s . P p . e s s c i 164.

B

Baskota S., Islam A., 2017. Evaluation of forage nutritive value of quinoa cultivars. Univ. Wyoming. LREC Long Reports. 2017 Field Days Bulletin-19, USA.

Biliaderis C.G., Khan M.M., Blank G., 1992. Rheological and sensory properties of yogurt from skim milk and ultrafiltered retentates. *International Dairy Journal*, 2, 311-323.

Blanco Callisaya, J. A., 2015. Fodder and animal feed. In: FAO & CIRAD (Eds). State of the Art Report on Quinoa around the World in 2013, p. 250-266. Rome

Bouhaoya K., 2012. Contrôle microbiologique et physico-chimique de deux yaourts, yaourt brassé aromatisé et yaourt étuvé aromatisé au cours de la conservation à une température de 60°C, Mémoire de fin d'étude, université de Blida.

Bourgeois C. M et Larpent .J.P., 1996 .Microbiologie alimentaire 2 : les fermentations.

Bourlioux P., Braesco V., Mater D.D.G., 2011. Yaourts et autres laits fermentés. Cahiers de

Brack Egg ., 2003. Pérou : diez mil anos de domesticacion . Lima :Editorial BrunoCatalogue de cinq variétés de quinoa objet d'essai au niveau de l'ITDAS d'aldéhyde acétique dans le yaourt. *Le Lait*,53, 295-308.Nutrition et de Diététique, 46(6), pp305-314.

Références bibliographiques

C

Capelo B.W., 1979. Evaluación del potencial forrajero de "Sajama" y Quíinua amarga " (Chenopodium quinoa) en el grado de Esc. Sup. Politécn. Chimborazo, Fac. Ing. Zootecn. Riobamba – Ecuador.

Cerezal M.P., Acosta B, E., Rojas V.G., Romero P.N., Arcos Z. R., 2012. Development of a high content protein beverage from Chilean mesquite, lupine and quinoa for the diet of pre-schoolers. *Nutr. Hosp.*, 27 (1): 232–243.

Chandan R. C., Kilara A., 2011. Dairy ingredients for food processing. Blackwell Publishing. First edition, USA, pp 6- 339.

Corrieu G., Béal C., 2016. Yogurt: The Product and its Manufacture. *Encyclopedia of Food and Health*, pp 617–624.

D

Del.Castillo C., Gregory M., Winkel T., 2008. Le Quinoa en Bolivie : une culture ancestrale devenue culture de rente « bio-équitable ». *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 12(4) : 421-435

Didier B., 09 Février 2015. Lesengeux Ed; ITDAS. conquête.

Djouani W., Mehennaoui K., 2005. Contribution à la stabilisation du yaourt brassé par l'addition de pectine en vue de sa stérilisation, mémoire de projet de fin d'étude, Université de Blida.

E

Ecocrop., 2019. Ecocrop database. FAO, Rome, Italy.

El hafid R., Aitelmaalem H., Driedger D., Bandara M., Stevenson J., 2005, Quinoa . The next Cinderella Crop for Alberta. *Agriculture. food and rural development AgEntrepreneurship*.780: 968-3515.

F

FAO, 1995. Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection FAO: Alimentation et nutrition n° 28, Rome (Italie).

FAO, 2011. Quinoa: An ancient crop to contribute to world food security. Latin America and the Caribbean, pp: 3-14.

FAO , 2013.Quinoa année Internationale, <http://www.fao.org/quinoa-2013/faqs/fr/>

FAO, 2018, Introduction du quinoa en Algérie. Fois ans agriculture organisation.

Fredot É., 2005. Connaissance des aliments, bases alimentaires et nutritionnelles de l'industrie alimentaire, Lavoisier, 31-70pp.

<http://www.fao.org>. (Date de consultation : 02/03/2020).

Références bibliographiques

G

Gandarillas H.,1979. Botánica. In : Tapia M.E., Gandarillas H., Alandia S., Cardozo A., Mujica A., Ortiz R., et al., editors. La quinua y la kañiwa: cultivos andinos. Bogotá, Colombia, Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID), Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA), 20- 44.

Ghalem B.R., and Zouaoui B., 2013. Microbiological, physicochemical and sensory quality aspects of yoghurt enriched with Rosmarinus officinalis oil. African Journal of Biotechnology Vol. 12(2), Pp. 192-198.

Gordillo B.E., Díaz R. A., Roura E., Massanés T., Gomis R., 2016. Quinoa (Chenopodium quinoa Willd). from Nutritional Value to Potential Health Benefits: An Integrative Review. J Nutr Food Sci. 6(3): 2155-9600.

Gosta B., 1995. Manuel de transformation du lait. Ed Etat pack processing systems AB. Sweden.

H

Hahani M., Jeantit R., Bruli G et Schuck P., 2000. Les produit industriel laitiers, Edition tec & Doc la voiser, paris.

Heddane C et Hamidi O., 2012. Contribution à laboratoire d'un yaourt à base d'anis vert: Control physico-chimique, microbiologique et organoleptique, Mémoire de fin d'étude université de Blida.

Herbillon M.. 2015. Le quinoa : intérêt nutritionnel et perspectives pharmaceutiques. Thèse de doctorat d'état, université de Rouen U.

Hernandez B.J. E., Leon J., 1994. Neglected crops: 1492 from a different perspective. FAO Plant Production and Protection Series No.26, FAO, Rome, Italy.

I

I.T.D.A.S .Catalogue, 2017.

I.T.D.A.S d'Ouargla 2018. La culture de quinoa dans la région de Ouargla. Ferme de production des semences Institut Technique de Développement d'agriculture Saharienne Ouargla.

ISO 5492. 1992. Norme internationale ISO 5492. Analyse sensorielle. Vocabulaire. In Contrôle de la qualité des produits alimentaires. 1995 (Eds), AFNOR, Paris.

J

J.O.R.A. N°86 du 18 Novembre 1998 (Article 2 Page 22) Arrêté interministériel du 16 jourmada-ethania 1419 correspondant au 7 octobre 1998 relatif aux spécifications techniques des yaourts et aux modalités de leurs mises à la consommation.

Références bibliographiques

Jacobsen S.E., Stolen O., 1993. Quinoa – Morphology, phenology and prospects for its production as a new crop in Europe. Eur. J. Agron., 2(1), 19-29.

Jancurová M., Minarovičová L., Dandár A., 2009. Quinoa – a review. Czech J. Food Sci. 27: 71–79.

Jeantet R., Croguennes T., Mahaut M., Schuck P., Brulé G., 2008. Les produits laitiers. Ed Techniques et Documentations. Lavoisier-Paris .Pp185.

Jimoh K. O., Kolapo A.L., 2007. Effect of different stabilizers on acceptability and shelf-stability of soy-yogurt. African Journal of biotechnology, Vol.6 (8), 1000- 1003.

Jyoti G., Chanu H., 2018. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) – The forgotten golden grain. International journal of food and nutritional sciences. Vol. 7 N°1, <http://www.ijfans.com/currentissue.php>.

K

Koziol M., 1992. Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Journal of Food Composition and Analysis. 5, 35-68.

L

Lamontagne.M ., 2002. Produits laitiers fermentés. In Science et technologie du lait :transformation du lait . Chapitre 8.Vignola C.I, Ed Presses internationales. Polytechnique, Pp93-139. 557.

Lamoureux L., 2000. E x p l o i t a t i o n d e β -galactosidase de cultures de bifidobactéries en vue d'enrichir d'oligosaccharides le Mémorial de maîtrise en science Université de Laval, Canada.

Latham M.C., 2001. La nutrition: dans les pays en développement, Edition : FAO.p 520.

Loones A., 1994. Laits fermentés par les bactéries lactiques : Aspects fondamentaux et technologiques. Vol2. De Roissart, H et Luquet, F.M(Ed) ; Lorica , Uriage, 135- 154.

Lim K., 2013. Edible medicinal and non-medicinal plants: volume 5, Fruits. Springer.

Lovejoy M. J., 2015. An examination of the impact of the global demand for quinoa on the lives and diets of Peruvian quinoa farmers. University of Bergen, p: 7.

Luquet F.M., 1990. Les produits Laitiers Transformation et technologie. 2^e édition lait et produits laitiers vache, brebis, chèvre. Tech-doc Apria Lavoisier. P2-85-206.

M

Mahaut M., Jeantet R., Brulé G., Schuck P., 2000. Les produits industriels laitiers.Tech&Doc, Lavoisier, Paris. Pp178.

Marty-Teysset C, Delatorre F., Garel J-R., 2000. Increased production of hydrogen peroxide by *Lactobacillus delbruekii* Subsp. *bulgaricus* upon aeration: involvement of an

Références bibliographiques

NADH Oxidase in Oxidative Stress. *Applied and environmental microbiology*. 66(1): 262-267.

Meilgaard, M.C., Civille G.V., Carr B.T., 1991. Sensory evaluation techniques. CRC Press, London, UK.

Metheny K. B., Beaudry M. C., 2015. Archaeology of food: an encyclopedia. Rowman et Littlefield.

Michel M et al., 2000. les produits industriels laitiers .Ed.la voisier.p.27-31.

Montoya R.L. A., Martínez V.L., Peralta B.J., 2005. Analisis de variables estratégicas para la conformación de una cadena productiva de quinua en Colombia INNOVAR. *Rev. Cienc. Admin. Soc.*, 15 (25): 103-119.

Mujica A., Izquierdo J., Marathee J.P., 2001. Origen y descripción de la quinua. In : Mujica A., Jacobsen S. E., Izquierdo J., Marathee J. P. y FAO, editors. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. CIP, UNAP. FAO, CD Cultivos Andinos, version 1.0. Santiago, Chile.

N

Nakasaki K., Yanagisawa M., Kobayashi K., 2008. Microbiological quality of fermented milk produced by repeated-batch culture. *Journal of Bioscience and bioengineering*, 105(1): 73, 76.

O

Ortuño N., Claros M., Gutiérrez C., Angulo M., Castillo J., 2014. Bacterias asociadas al cultivo de la quinua en el Altiplano Boliviano y su potencial biotecnológico. *Revista de Agricultura. Fundación PROINPA. Nro 53.*

P

Paci kora E, 2004. Interactions physico-chimiques et sensorielles dans le yaourt brasse aromatisé : quels impacts respectifs sur la perception et de la texture et de la flaveur .Thèse de doctorat présentée à l'Institut National A

Pernoud S., Schneid C., Breton S., 2005. Application des bactéries lactiques dans les produits frais et effet probiotiques. In *bactéries lactiques et probiotiques* .CoordLuquet F.M., Corrieug., Ed Tec et Doc, pp :235-260 .306p.

Prego I., Maldonado S., Otegui M., 1998. Seed structure and localization of reserves in *Chenopodium quinoa*. *Ann. Bot*, 82, 481-488.

R

Ranhotra G. S., Gelroth J. A., Glaser B. K., Lorenz K. J., Johnson D. L., 1993.

Composition and protein nutritional quality of quinoa. American Association of cereal chemists. Inc.70(3): 303-305.

Robinson R.K., Tamime A.Y., 1993. Manufacture of Yoghurt and Other Fermented Milks. Edition Modern Dairy Technology. © Chapman & Hall, Pp 10, 11.

Seydi M., 2002. Le lait fermenté type yaourt ou yoghourt : EISMV/ HIDAOA. P5.

Skryplonek K., 2018. Production of yogurt-type fermented beverages. Mljekarstvo 68 (2), pp 139-149.

S

Sodini I., Beal C., 2012. Fabrication des yaourts et laits fermentés. Techniques de l'Ingénieur - France (P6.15). Paris

Stone H., Sidel J.L., 2004. Sensory Evaluation Practices. London, U.K.: Elsevier Academic Press.

Syndifrais., 1997. Yaourts, laits fermentés. Le Lait, INRA Editions 77 (3), pp 321-358. selon un procédé de type Biltong. P : 2-10.

T

Tamime A.Y., Deeth H. C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry 1. Journal of Food Protection, 43(12), pp 939-977.

Tamime A.Y., Robinson R.K., 1999. Yoghurt: Science and Technology, CRC Press, Boca Raton, USA, 94p

Tan M., Caro Y., Regnier T., Thomas P.T., 2018. Transformation d'une viande bovine

Tang Y, et al., 2015. Characterisation of phenolics, betanins and antioxidant activities in seeds of three Chenopodium quinoa Willd. Genotypes. Food Chem. 166: 380-388.

Tapia M.E., 2000. Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.): ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro.

Tariket A., 2016. Caracterisation du babeurre et son utilisation dans la fabrication d'un yaourt étuvé. Thèse de doctorat. Université M'hamed Bouguara. Boumerdes. 117P.

V

Vega G., alvez A., Miranda M., Vergara J., Uribe E., Puente L., Amartinez E., 2010.

Nutrition facts and functional potential of quinoa (Chenopodium quinoa willd.). J Sci Food Agrican . Society of Chemical Industry. Chile.

Villacorta S., Talavera V., 1976. Anatomía de lGrano de Quinoa (Chenopodium Quinoa Wild.). Anales Científicos UNA.

Références bibliographiques

W

Weber F., 1994. Altérations des produits laitiers par les bactéries lactiques. In Bactéries lactiques. De Roissart, H. & Luquet, F. M. (Eds), Lorica, Uriage, 567-572.

Y

Yabrir B., Zobiri A., Laoun A., Titouch Y., Chenouf N.S., Ranebi ., Isselnane S., Mati A., 2018. Comportement bactériologique de lait cru ovin produit en milieu steppique algérien et réfrigéré à 4°C ou à 7°C. Livestock Research for Rural Development.

Annexes

Annexe 1 : Matériel et réactifs

Matériel	Réactifs
Bec Bunsen Bain Marie plaque chauffante Four pasteur Autoclave Agitateur Etuve Four à moufle Réfrigérateur Balance de paillasse Dessiccateur Micropipettes. Pipettes Pasteur Flacons en verre Tubes à essais en verre Pipettes graduées Boîtes de pétri Béchers Anse de platine Baro magnétique. Portoir Erlenmeyer Entonnoir Eprouvette graduées, pH mètre Cuillère Spatule stérile Creusets Burette Fioles Jaugé	Phénolphtaléine NaOH (0.1%) Acide sulfurique Eau distillée L'huile de paraffine Allun de Fer Eau physiologique

Annexe 02 : composition des diluants et des milieux de culture.

✓ Composition des diluants (g/l)

Eau peptonée tamponnée :

Composition	Quantité g/l
Peptone de caséine	10,00
Chlorure de sodium	5,00
Phosphate de sodium, dibasique, 12H ₂ O	9,00
Phosphate de potassium, dibasique	1,50
PH final à 25°C	7,0 ±0,2

✓ Composition des milieux de cultures (g/l):

Gélose PCA (Plate Count Agar):

Composition	Quantité g/l
Tryptone	5
Extrait de levure	2.5
Glucose	1
Agar	15
Eau distillée	1000ml
pH	7

Milieu Hektoen :

Composition	Quantité g/l
Protéase-peptone	12
Extrait de levure	3
Lactose	12
Saccharose	12
Salicine	2
Citrate de fer et d ' a m m o n i u m	1,5
Sels biliaires	9
Fuchsine acide	0,1
Bleu de bromothymol	0,065
Chlorure de sodium	5
Thiosulfate de sodium	5

Annexes

Agar	13
pH	7,3

Rappaport Vassiliadis (RV) :

Composition	Quantité g/l
Tryptone	4,54
Chlorure de magnésium anhydre	13,40
Chlorure de sodium	7,20
Phosphate monopotassique	1,45
Oxalate de vert de malachite	0,036
pH	5,2±0,2

Gélose mannitol (Chapman)

Composition	Quantité g/l
Extrait de viande 1g	1g
Peptone 10g	10g
Chlorure de sodium 5g	5g
Mannitol 10g	10g
Rouge de phénol 25mg	25 mg
Gélose 15 mg	15 mg
Eau distillée	1000 ml
pH	7,4

Gélose viande foie

Composition	Quantité g/l
Peptone viande-foie	30,00
Sulfite de sodium	2,50
Glucose	2,00
Citrate ferrique ammoniacal	0,50
Amidon soluble	2,00
Agar	11,00
pH final à 25°C	7,6 ± 0,2

Annexe 03: composition des produits de matières premières.✓ **Composition de la poudre du lait Milkospray (marque Algérienne)**

Composition moyenne	Par 100g
Energie (K.J)	2082
Energie Kilo calorie	498
Eau (g)	3,4
Protéines (g)	27,1
Glucides (g)	38,7
Sucres (g)	38,7
Amidon (g)	0
Fibres alimentaires (g)	0
Lipides (g)	26,3
AG saturés (g)	15,7
AG monoinsaturés (g)	8,25
AG polyinsaturés (g)	0,9
Cholestérol (mg)	101
Alcool (éthanol) (g)	0
Acides organiques (g)	0
Sodium (mg)	322
Magnésium (mg)	88
Phosphore (mg)	706
Potassium (mg)	1195
Calcium (mg)	947
Manganèse (mg)	0,04
Fer total (mg)	0,45
Cuivre (mg)	0,15
Zinc (mg)	3,33
Sélénium µg	7,8

Iode µg	71
Rétinol µg	337
Vitamine D µg	0,35
Activité vitaminique E mg	0,7
Vitamine C mg	5
Vitamine B1 mg	0,27
Vitamine B2 mg	1,47
Vitamine B3 mg	0,68
Vitamine B5 mg	2,8
Vitamine B6 mg	0,26
Vitamine B9 µg	53
Vitamine B12 µg	2,7

✓ **Composition de yaourt nature soummam (marque Algérienne)**

Composition moyenne	Par 100g
Energie (K.J)	202,56
Kilo calorie	48,22
Matières grasses (g)	1,9
Acides gras saturés (g)	1,24
Glucides (g)	4,28
Lactose (g)	4,28
Protéines (g)	3,50
Sel (g)	0,11
Calcium (mg)	132,05

✓ **Composition del'eau minérale Bouglez (marque algérienne)**

Composition moyenne	Par litre
Calcium (mg)	4,6
Magnésium (mg)	3,75
Potassium (mg)	1
Sodium (mg)	29
Sulfates (mg)	10

Annexes

Chlorures (mg)	30
Nitrates (mg)	9
Nitrites (mg)	0,06
Résidus sec 105°C	140
PH	6,87

Annexe 04: Les principales étapes de préparation de la farine du quinoa

1_ triage à la main



**2_ lavagedans une
bouteille d'eau**



**3_ Lavage dans un bol
d'eau**



4_ séchage solaire



**5_ broyage par le biais
d'un broyeur à café**



**6_ tamisage à travers
d'une passoire**



Annexes

E4												
E5												
E6												

test hédonique

On a réalisé un test hédonique pour déterminer le degré d'appréciation des dégustateurs pour six échantillons de yaourt en se servant de l'échelle à 9 catégories.

	E1	E2	E3	E4	E5	E6
9 Aimé énormément						
8 Aimé beaucoup						
7 Aimé modérément						
6 Aimé un peu						
5 Indifférent						
4 Pas aimé beaucoup						
3 Pas aimé						
2 Pas aimé du tout						
1 Détesté						

المخلص

يعتبر التخلص من مصّل اللبّن كمّنّج ثانوي غني بالمغذيات خسارة اقتصادية ضخمة. يهدف هذا العمل إلى تثمين مصّل اللبّن الخام باستخدامه كبديل جزئي للحليب المجفّف. ويهدف أيضا إلى تحضير وتمييز زبادي قوي يعتمد على مصّل اللبّن المخصّب بدقيق الكينوا من أجل زيادة قيمته الغذائية والغذائية. تم إنتاج ستة تركيبات من المّنّج بنسب مختلفة من مصّل اللبّن ودقيق الكينوا. تم إجراء التحليلات الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية والحسية من أجل تحديد وتقييم جودة المّنّجات النهائية. أظهرت نتائج التحليل الميكروبيولوجي أن المّنّجات لا تشكل أي خطر على الاستهلاك. من ناحية أخرى، فإن إضافة دقيق الكينوا إلى الزبادي القائم على مصّل اللبّن أثر بشكل واضح على خصائصه الفيزيائية والكيميائية التي تم تحليلها. أظهر اختبار التذوق الذي تم إجراؤه بلوحة قبول الصيغتين الأوليين.

الكلمات المفتاحية: الزبادي ، مصّل اللبّن ، دقيق الكينوا ، التحليلات الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية.

Résumé

Le rejet du lactosérum considéré comme un sous-produit laitier riche en éléments nutritifs constitue une perte économique énorme. Ce travail vise à valoriser le lactosérum doux brut en tant que substitut partiel de lait en poudre. Il vise également à préparer un yaourt ferme à base de lactosérum enrichi avec de la farine de quinoa afin d'augmenter sa valeur alimentaire. Six formulations du produit à différentes proportions de lactosérum et farine de quinoa ont été réalisées. Des analyses physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles ont été effectuées afin de déterminer et d'évaluer la qualité des produits finis. Les analyses microbiologiques ont démontré que les produits ne présentent aucun danger pour la consommation. L'addition de la farine de quinoa au yaourt à base de lactosérum a nettement affecté ses propriétés physicochimiques analysées. Le test de dégustation réalisé avec un panel a révélé une acceptabilité pour deux premières formulations.

Mots clés : yaourt, lactosérum, farine de quinoa, analyses physicochimique et microbiologique.

Abstract

Discarding whey as a nutrient-rich dairy by-product is a huge economic loss. This work aims to valorize raw sweet whey by using it as a partial substitute for powdered milk. It also aims to prepare a firm yogurt based on whey enriched with quinoa flour in order to increase its nutritional and dietary value. Six formulations of the product with different proportions of whey and quinoa flour were produced. Physico-chemical, microbiological and sensory analyzes were carried out in order to determine and assess the quality of the finished products. The results of the microbiological analysis have shown that the products present no danger for consumption. The addition of quinoa flour to whey-based yogurt clearly affected its physicochemical properties analyzed. The taste test carried out with a panel revealed acceptability for the first two formulations.

Keywords: yogurt, whey, quinoa flour, physicochemical and microbiological analysis.