

République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة أبو بكر بلقايد – تلمسان  
Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMCEN  
كلية علوم الطبيعة والحياة، وعلوم الأرض والكون  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et des Sciences de la Terre et de  
l'Univers  
Département de Biologie



## MÉMOIRE

Présenté par

**BENAZZA Achraf Almoutassim Billah**  
**BENAOUNALLAH Mehdi Boumedienne**

*En vue de l'obtention du*

**Diplôme de MASTER**

En sciences alimentaires. Option : agroalimentaire et contrôle de qualité

### Thème

**Impact d'un lait fermenté (kéfir au lait de chamelle) sur la santé  
des consommateurs**

Soutenu le **01/07/2021** devant le jury composé de :

Président	AZZI Rachid	Pr	Université de Tlemcen
Encadrant	GHANEMI Fatima Zahra	MCB	Université de Tlemcen
Examineur	CHERRAK Sabri	MCA	Université de Tlemcen

Année universitaire 2020/2021

# Remerciements

Tout d'abord nous rendons grâce à **Allah** le tout puissant, qui nous a permis d'être bien portant afin d'effectuer ce mémoire du début jusqu'à la fin. Nous remercions nos parents respectifs pour leurs soutiens durant notre parcours d'étude.

Nos remerciements s'adressent à notre directrice de mémoire, **Mme GHANEMI Fatima Zohra**, elle, qui nous a guidés avec ses orientations, ses conseils, ses critiques, son soutien, ses compétences et sa clairvoyance tout au long de ce travail de recherche en nous laissant la liberté dont on avait besoins. On ne peut que lui être reconnaissant surtout pour ses qualités intellectuelles et humaines.

Nos remerciements vont aussi au membre du jury, pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant d'évaluer notre travail et de participer à la soutenance.

En premier nos remerciements s'adressent à **M. AZZI Rachid**, Professeur à l'UABT et vice doyen chargée de la graduation à la faculté de S.N.V de nous donner l'honneur de présider ce travail.

Nous remercions également **M. CHERRAK Sabri**, Maître de conférences grade A et adjoint de chef de département de Biologie, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers, Université de Tlemcen d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous désirons aussi remercier **M. BESSENOUCI M.Z**, Maître de conférences grade B à Université de Naama SALHI Ahmed, qui nous a ramené la quantité de lait nécessaire pour réaliser cette étude. Merci pour votre noble soutien.

Nous remercions ainsi **M. HEDJAM M** membre du "Centre algérien de contrôle de qualité et d'emballage" pour le temps et les efforts qui nous a consacrés, et de nous a fourni l'analyse physico-chimique du lait indispensable à la conduite de cette recherche. Nous étions grandement encouragés par son aide.

Nous tenons à exprimer notre gratitude à **M. ZENASNI A** Maître de conférences grade A en Génie Industriel à l'Université de Tlemcen qui nous a apporté un soutien moral et intellectuel tout au long de l'année universitaire.

# Dédicaces

Avec l'expression de la reconnaissance je dédie ce modeste travail à ceux qui, quel que soit les termes embrassés, je n'arriverai jamais à leur exprime mon amour sincère.

À la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureux, par son sacrifice, son amour, sa tendresse, son soutien et sa prière tout au long de mes études, mon adorable **CHERIFA**. Espérant qu'elle trouve ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.

À ma chère sœur **CHAIMA** qui n'a pas cessée de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études, que Dieu la protège et l'offre la chance et le bonheur.

À mes frères **MOSTAFA** et **MOHAMED**, qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail. Ils m'ont chaleureusement supporté et encouragé tout au long de mon parcours.

À ma sœur **AMINA**, tu as été l'une des premières à m'aider, en me fournit du lait pour la première fois, merci, tu étais la raison du choix de ce thème.

À mon petit ange **KHOULOU** qui a toujours procuré la joie et le bonheur pour toute la famille.

À ma tante **Halima**, son mari et ses enfants, pour leur soutien et aide pour la réalisation de ce mémoire, Je vous dis merci et je vous souhaite le bonheur, la réussite et la prospérité.

**MERIEM**. Je veux te remercier pour ton amour, ta générosité, ta compréhension, ton aide, ton amitié ... et d'être toujours là pour moi. Quand je t'appelle, tu m'écoutes. Quand j'ai besoin d'un avis, tu étais toujours là pour me conseiller et m'aider à la concrétiser, Ton soutien fut une lumière dans tout mon parcours. Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime et le respect que j'ai pour toi. Que Dieu bénisse notre amitié.

À **SOUAD SENHADJI**, Tu étais une des raisons de ma réussite durant les deux années de Master, Merci pour vos conseils et votre aide.

À **AMANI**, merci pour tous ces moments simples qui sont devenus inoubliables, Merci de me motiver lorsque j'en avais besoin, Merci d'être là dans les moments difficiles, Merci pour ton honnêteté, Merci pour ta compassion. Je te souhaite de réussir dans ta vie.

À mes chers cousins **YOUCEF** et **AYMEN** pour leur appui et leur encouragement.

À **AMINE** vous êtes l'une des rares personnes qui savent la valeur de la faveur, merci.

À **Baraka, Adel, Kheiro** et **Oussama** vous êtes des gens serviables, qui aiment leur travail et qui ont l'envie de le faire. Merci pour votre aide tout au long de mes études.

Sans oublier mon binôme **MEHDI** pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long ce projet.

Enfin, à ma famille, mes proches et à ceux qui m'ont donné l'amour et la vivacité. A tous mes amis qui m'ont toujours encouragé, et à qui je souhaite plus de succès. A tous ceux que j'aime.

*Achraf Almoutassim Billah*

# Dédicace

A ma très chère maman Karima  
Au meilleur des pères Nasr-Eddine

Qu'ils trouvent en moi la source de leur fierté A  
qui je dois tout

A mes Sœur Asma et Ghania  
A qui je souhaite un avenir radieux plein de  
réussite

A mes Amis

A tous ceux qui me sont chers

A mon binôme Achraf

J'ai beaucoup apprécié ton implication, ton souci du détail et toutes ces heures que tu as passé à mes côtés pour m'aider... Encore merci pour ta collaboration. Nous avons formé une bonne équipe. Je suis impatient de travailler à nouveau avec toi

# Mehdi Boumediene

## الملخص

الأطعمة الوظيفية هي الأطعمة التي بالإضافة إلى احتوائها على العناصر الغذائية تحتوي على مكونات في تركيبها تساهم بشكل خاص على وظائف الجسم المرتبطة بالتحكم في مخاطر الإصابة بأمراض معينة وتقليلها. لهذا الغرض يبرز الكفير، وهو مجموعة من الكائنات الحية الدقيقة التكافلية، وخاصة الخمائر وبكتيريا حمض اللاكتيك.

تهدف هذه الدراسة إلى إنتاج الكفير المخمر في حليب الإبل، مما يجعل هذا العمل مستحدثاً مقارنة بالأعمال السابقة حيث تم استخدام حليب البقر. يتمثل الاجراء في تخمير 30 جم / لتر من حبوب الكفير في درجة حرارة الغرفة في وعاء زجاجي مغلق من أجل التقدم المناسب للتخمر، تم إجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية في المركز الجزائري لضبط الجودة والتغليف لحليب الإبل قبل وبعد التخمر، وأظهرت النتائج أن تركيب هذين اللبن بشكل عام كان مثيراً للاهتمام.

بعد اختيار 30 متطوعاً (13/17، رجال / نساء)، تم إعطاؤهم كوباً من 160 مل للشرب يومياً (على معدة فارغة أو في المساء قبل النوم) وتم مراقبة وزنهم ومستويات السكر في الدم. وضغط الدم مدة 12 يوماً. في نهاية هذه التجربة، لوحظ انخفاض مثير للاهتمام في هذه المعلمات.

تظل هذه الدراسة أولية فقط، ولكن بناءً على هذه النتائج، يمكننا اقتراح ان الكفير المحضر من حليب الإبل كغذاء وظيفي في الوقاية من مرض السكري من النوع 2 وارتفاع ضغط الدم وإدارة الوزن.

**الكلمات المفتاحية:** أغذية وظيفية - الكفير - حليب الإبل - سكر الدم - ارتفاع ضغط الدم

## **Résumé**

Les aliments fonctionnels sont des aliments qui, en plus d'avoir des nutriments, contiennent dans leur composition des ingrédients qui agissent spécifiquement sur les fonctions corporelles associées au contrôle et à la réduction du risque de développer certaines maladies. À cet effet, le kéfir, un groupe de micro-organismes en symbiose, principalement des levures et des bactéries lactiques, se démarque.

Cette étude vise à produire du kéfir (boisson fermentée) avec du lait de chamelle, ce qui fait de ce travail une nouveauté par rapports aux travaux antérieurs où on utilisait du lait de vache. Le mode opératoire consistait à faire fermenter 30g/L de grains de kéfir à température ambiante dans un bocal en verre fermé pour le bon déroulement de la fermentation. On a réalisé des analyses physico-chimiques au **Centre Algérien de contrôle e qualité et D'emballage** du lait de chamelle avant et après fermentation, les résultats montraient que de manière générale la composition de ces deux laits était très intéressante.

Après avoir sélectionné 30 volontaires (17/13, hommes/femmes), on a donné quotidiennement un verre de 160 mL à boire à ces derniers (à jeun ou le soir avant de dormir) et on a fait un suivi de leurs poids, glycémie et pression artérielle et ce, pour une durée de 12j. A la fin de cette expérimentation on a remarqué une réduction intéressante de ces paramètres.

Cette étude ne reste que préliminaire, toute fois en se basant sur ces résultats, on peut suggérer le kéfir à base de lait de chamelle comme aliment fonctionnel en prévention du diabète type 2, hypertension artérielle et gestion du poids.

**Mots-clés** : aliments fonctionnels – Kéfir – lait de chamelle - hypoglycémiant - HTA

## **ABSTRACT**

Functional foods are foods that, in addition to having nutrients, contain ingredients in their composition that specifically act on bodily functions associated with controlling and reducing the risk of developing certain diseases. For this purpose, kefir, a group of symbiotic microorganisms, mainly yeasts and lactic acid bacteria, stands out.

This study aims to produce kefir (fermented drink) with camel's milk, which makes this work a novelty compared to previous work where cow's milk was used. The procedure consisted in fermenting 30g / L of kefir grains at room temperature in a closed glass jar for the proper progress of the fermentation. Physico-chemical analyzes were carried out using **Algerian Center for quality control and packaging** of camel milk before and after fermentation, the results showing that in general the composition of these two milks was very interesting.

After selecting 30 volunteers (17/13, men / women), they were given a glass of 160 mL to drink daily (on an empty stomach or in the evening before sleeping) and their weight and blood sugar levels were monitored. and arterial pressure for a period of 12 days. At the end of this experiment, an interesting reduction in these parameters was noticed.

This study remains only preliminary, however based on these results, we can suggest camel milk-based kefir as a functional food in the prevention of type 2 diabetes, high blood pressure and weight management.

**Keywords** : Functional foods – kefir – camel milk -hypoglycemic agent - arterial hypertension

## Liste des abréviations

<b>OMS</b>	Organisation mondiale de santé
<b>MCV</b>	Maladies cardio-vasculaires
<b>DT2</b>	Diabète type 2
<b>HTA</b>	Hypertension artérielle
<b>VIT C</b>	Vitamine C
<b>PCR</b>	Protéine C réactive
<b>ARN</b>	Acide ribonucléique
<b>UHT</b>	Ultra haute température
<b>LDL</b>	Lipoprotéine de basse densité
<b>IMC</b>	Indice de masse corporelle
<b>ECA</b>	Enzyme de conversion de l'angiotensine
<b>PAS</b>	Pression artérielle systolique
<b>PAD</b>	Pression artérielle diastolique
<b>PA</b>	Pression artérielle
<b>pH</b>	Potentiel hydrogène
<b>AA</b>	Acide Aminé
<b>Ala</b>	Alanine
<b>Ile</b>	Leucine
<b>Pro</b>	Proline
<b>Lys</b>	Lysine
<b>Asn</b>	Asparagine
<b>Gln</b>	Glutamine
<b>Asp</b>	Acide aspartique
<b>IgA</b>	Immunoglobulines A
<b>IgM</b>	Immunoglobulines A
<b>β-LG</b>	Beta-lactoglobuline
<b>GPx</b>	Glutathion peroxydase
<b>HbA1c</b>	Hémoglobine glyquée
<b>H/F</b>	Homme/femme
<b>UfC</b>	Unités formant des colonies
<b>CACQE</b>	Centre algérien de contrôle de qualité et d'emballage

### **Liste des tableaux :**

Tableau 1. Exemples de produits alimentaires enrichis en ingrédients potentiellement anti-obésité	5
Tableau 2. Teneur en énergie et en éléments nutritifs du kéfir	18
Tableau 3. Composition du lait de chamelle	26
Tableau 4. Caractéristiques de la population.	29
Tableau 5. Fiche des données	33
Tableau 6. Analyse physico-chimiques des paramètres du lait de chamelle	33
Tableau 7. Résultats des analyses physico-chimiques	34

### Liste des figures :

Figure 1. Grains de kéfir avec l'aspect typique du chou-fleur.....	15
Figure 2. La dynamique des changements dans le microbite intestinal .....	20
Figure 3. glucomètre et le tensiomètre .....	30
Figure 4. Le processus de doubler la quantité de kéfir.....	32
Figure 5 . Le graphique montre la diminution de la glycémie durant les jours de régime.....	35
Figure 6 . Le graphique de la somme des paramètres de la pression artérielle PAS-PAD .....	35
Figure 7. Le graphique de la diminution du poids corporel durant les jours de régime.....	36

## Table de matière

<b>Introduction</b> .....	1
<b>SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE</b>	
<b>Chapitre 01 : aliment fonctionnel</b> .....	3
1.1 Définition de l'aliment fonctionnel .....	3
1.2 Classement des aliments fonctionnels .....	3
1.3 Bienfaits des aliments fonctionnels pour la santé.....	4
1.4 Effet d'aliments fonctionnels contre les pathologies .....	4
1.4.1 Aliments fonctionnels pour la prévention de l'obésité .....	4
1.4.2 Les aliments fonctionnels dans la prévention et la thérapie du cancer .....	6
1.4.3 Les aliments fonctionnels dans la prévention du diabète .....	7
1.4.4 Les aliments fonctionnels dans la prévention du MCV .....	8
1.4.5 Importance des aliments fonctionnels dans la prévention des maladies transmissibles et de la COVID-19 .....	8
1.5 Les catégories des aliments fonctionnels.....	9
1.5.1 Les aliments fonctionnels à base de plantes .....	10
1.5.2 Aliments fonctionnels de nature animale .....	10
1.5.3 Les aliments fermentés comme aliments fonctionnels.....	11
1.5.3.1 Prébiotiques .....	11
1.5.3.2 Probiotiques .....	11
1.5.3.2.1 Yaourt .....	12
1.5.3.2.2 Lben .....	12
1.5.3.2.3 Kéfir .....	13
<b>Chapitre 02 : kéfir</b> .....	14
2.1 Contexte Historique .....	14
2.2 Formation des grains de kéfir .....	14
2.3 Structure des grains de kéfir .....	15
2.4 Composition des grains de kéfir .....	15
2.5 Propagation de l'amorce de kéfir .....	16
2.6 Stockage des grains .....	16
2.7 Les différents types de kéfir : .....	17
2.7.1 Le kéfir d'eau .....	17
2.7.2 Le kéfir de lait .....	17
2.8 Production de kéfir .....	17
2.9 Composition nutritionnelle du kéfir .....	18
2.10 Modulation du microbiote intestinal.....	19

2.11	Composition microbiologique du kéfir.....	21
2.12	Les effets du kéfir sur la santé .....	21
2.12.1	Effet antimicrobien.....	22
2.12.2	Effet anti-carcinogène .....	22
2.12.3	L'effet du kéfir sur le poids corporel .....	23
2.12.4	Effet du kéfir sur le diabète .....	23
2.12.5	Effet du kéfir sur le profil lipidique.....	23
2.12.6	L'effet du kéfir sur la pression artérielle.....	24
2.12.7	Effets sur l'intolérance au lactose .....	24
Chapitre 03 : lait de chamelle.....		25
3.1	Définition.....	25
3.2	Composition.....	25
3.3	Utilisations Thérapeutiques Du Lait De Chamelle .....	26
3.3.1	Le lait de chamelle et le diabète .....	26
3.3.2	Lait de chamelle et hypertension.....	27
3.3.3	Le lait de chamelle et le cancer .....	27
3.3.4	Lait de chamelle et système immunitaire .....	28
3.3.5	Autres avantages du lait de chamelle .....	28
<b>Matériels &amp; Méthodes</b>		
1	Population .....	29
2	Matériel.....	30
2.1	Equipement de mesure.....	30
2.2	Equipement de préparation de kéfir.....	30
3	Méthode .....	31
3.1	Mesure la taille d'une personne .....	31
3.2	Mesure de la pression artérielle .....	31
3.3	Détermination de la glycémie.....	31
3.4	Adaptation des graines de Kéfir .....	31
3.5	Échantillons de lait .....	32
3.6	Préparation du kéfir .....	32
3.7	Protocole de l'étude .....	32
4	Analyses physico-chimiques .....	33
<b>RÉSULTATS &amp; DISCUSSION</b>		
1	Résultats des analyses physico-chimiques.....	34
2	Résultat de mesure de la glycémie.....	35

3	Résultat de mesure de PA .....	35
4	Résultat de mesure du poids .....	36
	Discussion .....	36
	Conclusion.....	50

**Référence**

**Annexe**

# **INTRODUCTION**

### Introduction

Les aliments fonctionnels décrivent l'importance des aliments dans la promotion de la santé et la prévention des maladies, outre leur rôle principal de fournir au corps la quantité requise de nutriments essentiels tels que les protéines, les glucides, les vitamines, les graisses et les huiles nécessaires à sa survie et son maintien en bonne santé (Adefegha, 2018).

Parmi les aliments qui ont gagné en importance pour leurs bienfaits pour la santé, on trouve les produits développés avec des ingrédients probiotiques, prébiotiques et/ou symbiotiques, qui peuvent modifier les caractéristiques technologiques des produits alimentaires et agir en modulant des fonctions spécifiques dans le corps humain (Aguiar *et al.*, 2019).

De plus, les probiotiques ont un effet bénéfique sur l'hôte humain, en améliorant l'équilibre microbien. L'inclusion de microorganismes probiotiques est davantage associée aux produits laitiers, tels que les yaourts, les fromages et le kéfir (Aguiar *et al.*, 2019).

Le kéfir est une boisson au lait fermenté traditionnellement, qui est produite par les fonctions biochimiques d'espèces microbiennes présentes dans les grains de kéfir en tant que cultures initiales (Leite *et al.*, 2012 ; Dertli et Hilmi, 2017), ce produit peut contenir des microorganismes qui, lorsqu'ils sont isolés, démontrent des effets bénéfiques dans le corps humain (comme les probiotiques), par conséquent, le kéfir est appelé probiotiques et associé empiriquement à des effets bénéfiques pour la santé (Yang *et al.*, 2014).

Il peut être fabriqué à partir de différents types de lait (chèvre, vache, brebis, bufflonne, chamelle) et de grains de kéfir (Tamang, 2016 ; Baschali *et al.*, 2017).

Le lait de chamelle est riche en acides gras à longue chaîne, mais contient de faibles quantités d'acides gras à chaîne courte, Les vitamines A, B2, E, C et les minéraux Ca, Na, K, Zn, Mg et Fe sont beaucoup plus abondants dans le lait de chamelle que dans le lait de vache (Ahamad *et al.*, 2017).

C'est un antidiabétique efficace (Ahamad *et al.*, 2017) et comme il contient plus de protéines de reconnaissance du peptidoglycane et de protéines protectrices naturelles que les autres laits de ruminants, il a un effet antimicrobien et antiviral (El-agamy *et al.*, 2009). Sans compter que le lait de chamelle est anticancérigène et anti-hypertenseur (Ahamad *et al.*, 2017) et a également des effets thérapeutiques sur certaines maladies comme l'hépatite B, l'autisme (Al-Ayadhi et Elamin, 2013).

L'objectif de ce travail consiste à déterminer les paramètres physico-chimiques (la densité, le pH, l'acidité titrable, la teneur en matière grasse, protéine, lactose...etc.) du lait de chamelle avant et après fermentation par les graines de kéfir, et d'évaluer son impact sur la santé des consommateurs (30 volontaires) en mesurant la glycémie, pression artérielle et le poids en vue de le préconiser comme aliment fonctionnel.

Ce manuscrit se présente comme suit :

- Une synthèse bibliographique qui décrit les aliments fonctionnels et leurs bienfaits sur la santé ainsi que l'importance des boissons fermentés en particulier le kéfir ;
- Une partie matérielle et méthodes comprenant une partie d'analyses physico-chimiques du lait de chamelle avant et après fermentation, et les paramètres mesurés chez les volontaires suivis pendant 12j consommant du lait de chamelle fermenté au kéfir ;
- Une partie résultats et discussion où on a comparé les résultats obtenus avec des travaux antérieurs en expliquant les effets de ce lait de kéfir fermenté sur la santé ;
- Une conclusion et des perspectives afin de compléter ce travail.

# **SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE**

## *Chapitre 01 : Les aliments fonctionnels*

### **1.1 Définition d'un aliment fonctionnel**

Le terme " **aliment fonctionnel** " englobe les aliments dont les nutriments et les ingrédients contribuent à des fonctions spécifiques de l'organisme ([Kumar et Krishnan, 2017](#)).

Les aliments fonctionnels peuvent être dérivés de sources végétales ou animales et peuvent contenir des composés bioactifs de manière inhérente à leur composition et/ou avoir ces composés ajoutés à leur composition ([Karelakis et al., 2020](#)).

Ces composés sont classés en différents groupes en fonction de leurs avantages potentiels pour la santé humaine et de leurs propriétés chimiques. Les composés et/ou ingrédients bioactifs peuvent inclure des fibres alimentaires, des prébiotiques tels que des oligosaccharides ou de l'inuline, des protéines, des peptides et des acides aminés, des vitamines, des minéraux, des acides gras polyinsaturés tels que l'oméga-3 ou des lipides structurés, des probiotiques et autres (par exemple, des substances phytochimiques telles que des caroténoïdes, des flavonoïdes et des anthocyanes flavonoïdes et anthocyanes) ([Kumar et Krishnan, 2017](#)).

### **1.2 Classement des aliments fonctionnels**

L'aliment ne peut être classé comme "fonctionnel" qu'après que son potentiel bénéfique a été prouvé par des études réalisées correctement sur des êtres humains ([Alkhatib et al., 2017](#) ; [Granato et al., 2017](#)).

D'autre part, le produit alimentaire peut être validé en mettant l'accent sur les bienfaits sur la santé et en se basant sur des preuves scientifiques, en utilisant de nouvelles technologies telles que la nutrigénomique. Les produits peuvent faire l'objet d'allégations lorsque les avantages sont démontrés et qu'ils sont correctement enregistrés auprès des organismes de réglementation ([Granato et al., 2017](#) ; [Kumar et Krishnan., 2017](#)).

Les preuves scientifiques reposent principalement sur des études épidémiologiques qui ont montré qu'une augmentation de la consommation d'aliments fonctionnels ont une influence positive sur la santé humaine. En général, les études *in vitro* et *in vivo* élucident les mécanismes par lesquels ces composés bioactifs maintiennent la santé et réduisent le risque de maladies ([Aguilar et al., 2019](#)).

### 1.3 Bienfaits des aliments fonctionnels pour la santé

Les aliments fonctionnels contiennent des composés bioactifs qui sont des substances capables de moduler les réponses métaboliques dans le corps humain, entraînant une meilleure protection de la santé et une stimulation, en agissant sur des processus biochimiques et physiologiques spécifiques (Birch et Bonwick, 2019 ; Kumar et Krishnan, 2017 ; Lemes *et al.*, 2016 ; Luca *et al.*, 2020).

La consommation régulière d'aliments fonctionnels est associée à : une diminution de l'incidence du cancer, des inflammations et des infections ; la prévention et la gestion de la sensibilité à l'insuline et du diabète sucré de type 2 (DT2) ; l'amélioration des fonctions anticholestérol, la diminution des maladies coronariennes et de l'hypertension artérielle (HTA) l'amélioration des maladies psychotiques et des ulcères, entre autres (Alkhatib *et al.*, 2017).

### 1.4 Effet des aliments fonctionnels sur les pathologies

L'accès facile à l'information a augmenté la sensibilisation et la préoccupation de la population mondiale sur les aspects nutritionnels et a favorisé le choix d'aliments ayant des effets bénéfiques sur la santé (Nesheim *et al.*, 2015).

#### 1.4.1 Aliments fonctionnels pour la prévention de l'obésité

L'une des principales caractéristiques d'aliments fonctionnelles est qu'ils ont une densité nutritionnelle élevée et une faible teneur en calories qui protègent notre santé. Une plus grande disponibilité de ces aliments à forte teneur en nutriments protecteurs protège également contre les maladies (Singh *et al.*, 2015).

Il est possible qu'un succès majeur dans la prévention de l'obésité puisse être obtenu par la sécurité alimentaire fonctionnelle en conjonction avec l'augmentation de l'activité physique, qui est une mesure efficace pour perdre du poids (Hristova *et al.*, 2014).

Les aliments fonctionnels les plus populaires et les plus traditionnels qui ont le potentiel de prévenir l'obésité sont présentés dans le **tableau 1** ci-dessous.

**Tableau 1. Exemples de produits alimentaires riche en ingrédients potentiellement anti-obésité (Hristova *et al.*, 2014).**

Fonctionnel Aliments	Quantité (g / jour)	Aliments	Nutriment
<b>Fruits</b>	200-300	Pomme, raisin, goyave, baies.	Flavonoïdes, vit C, flavonoïdes
<b>Légumes</b>	200-300	Feuilles vertes, courges, oignons, épinards, tomate, ail	Flavonoïdes, caroténoïdes
<b>Noix et des graines</b>	30-50	Noix, amandes, arachides	Acides aminés, $\omega$ -3 en noix, faible, index glycémique.
<b>Grains entiers</b>	400-500	haricots, pois, millet, soja, légumineuses	Flavonoïdes, acides aminés, Glucides complexes
<b>Poisson, mer nourriture</b>	50-100	Saumon, tout poisson gras, par ex. Maquereau	$\omega$ -3, acides aminés, sélénium.
<b>Volaille</b>	50-100	Œuf-caille et poule, poulet, canard	Acides aminés (AA)
<b>Caillé yogurt</b>	/ 100-200	Prébiotiques, probiotiques	Immunité, microbiote intestinal
<b>Épices</b>	10-20	Curcuma, fenugrec, cumin, coriandre	Flavonoïdes, minéraux
<b>Graisses et huiles</b>	30-100	Olive, moutarde / canola	Flavonoïdes, $\omega$ -3.

Des preuves épidémiologiques démontrent que les régimes riches en fruits à coque, légumes et fruits et pauvres en aliments d'origine animale tels que la viande rouge et les produits

laitiers entiers peuvent entraîner une baisse significative du risque de maladies cardio-métaboliques, l'obésité et le DT2 ([Hristova et al., 2014](#) ; [Chauhan et al., 2016](#)).

#### **1.4.2 Les aliments fonctionnels dans la prévention et la thérapie du cancer :**

Le cancer est l'une des principales causes de décès dans le monde et le CIRC (**Centre international de recherche sur le cancer**) a signalé 14,1 millions de cas de cancer dans le monde en 2012. Ce nombre devrait augmenter dans les prochaines décennies pour se situer autour de 22 millions ([Stewart et Wild., 2014](#)).

Les aliments fonctionnels ont pris une importance considérable ces derniers temps pour leurs effets préventifs et/ou curatifs du cancer.

**Les polyphénols** constituent un groupe de plus de 500 substances phytochimiques (la curcumine, le lycopène, la quercétine, les catéchines, les isoflavones...etc.) qui ont généralement un potentiel en matière de santé et de prévention des maladies ([Sharma, 2014](#)).

Des preuves récentes indiquent que les polyphénols peuvent influencer les changements épigénétiques par des modifications post-traductionnelles et les expressions de microARN associées au destin des cellules cancéreuses ([Abbas et al., 2013](#) ; [Lall et al., 2015](#)).

**Les champignons** contiennent plus d'une douzaine de vitamines et de minéraux, dont le cuivre (Cu), le potassium (K), le magnésium (MG), le sélénium (Se), le zinc (Zn), un certain nombre de vitamines B et des fibres, ainsi que des niveaux élevés d'antioxydants rares comme l'ergothionéine. Les champignons médicinaux et les extraits de champignons renforcent le système immunitaire et modulent les réponses inflammatoires en interagissant avec le microbiote intestinal, améliorant ainsi l'immunité adaptative et la fonctionnalité de la cellule immunitaire ([Feeney et al., 2014](#)).

**Les fibres** peuvent diminuer le temps de contact des carcinogènes dans la lumière intestinale et favoriser un microbiote sain, ce qui modifie la régulation métabolique des réponses immunitaires de l'hôte pour inhiber la prolifération des cellules cancéreuses et induire l'apoptose ([Zeng et al., 2014](#)).

Un grand nombre d'études existantes indiquent que la consommation d'une variété d'aliments riches en fibres, comme les céréales complètes, les fruits, les légumes, les noix et les graines, exerce des effets préventifs contre le cancer du côlon, du sein, de l'ovaire et de l'endomètre ([Narita et al., 2017](#) ; [Sangaramoorthy et al., 2018](#) ; [Dreher, 2018](#)).

### 1.4.3 Les aliments fonctionnels dans la prévention du diabète

Le diabète sucré est une maladie métabolique chronique associée à une augmentation de la glycémie qui est due à une sécrétion insuffisante ou inefficace d'insuline, avec des altérations du métabolisme des glucides, des protéines et des lipides ([Awasthi et al., 2016](#)).

Les propriétés antidiabétiques de certains de ces aliments végétaux seraient associées à leurs constituants phénoliques ainsi qu'à d'autres composants bioactifs qui pourraient avoir interagi de manière synergique ou additive pour exercer les effets biologiques observés ([Adefegha et al., 2016](#)).

**Le thé vert** a été rapporté comme étant riche en catéchine et ses dérivés, qui sont des agents antidiabétiques potentiels ([Chacko et al., 2010](#)).

**La cannelle** est un autre aliment fonctionnel dont l'efficacité sur le diabète a été évaluée en profondeur. Une vaste littérature a montré que la cannelle peut exercer des effets bénéfiques sur de nombreux facteurs associés à la sclérose en plaques, notamment la sensibilité à l'insuline, le glucose, les lipides, les antioxydants, l'inflammation, la pression artérielle (PA) ([Qin et al. 2010](#)).

**L'avoine** est l'une des fibres alimentaires visqueuses les plus efficaces pour réduire le taux de glycémie postprandiale. Des études antérieures ont montré que le bêta-glucane est le composé responsable de cet effet bénéfique et son mécanisme d'action se produit par une augmentation de viscosité du contenu de l'estomac, ce qui retarde la vidange gastrique et réduit le mélange des aliments avec les enzymes digestives, diminuant ainsi l'absorption du glucose ([Saboo et al., 2016](#) ; [Singh et al., 2017](#)).

Les régimes à base de plantes s'avèrent plus utiles, en mettant l'accent sur les légumineuses, les céréales complètes, les légumes, les fruits, les noix et les graines et en évitant les produits d'origine animale prouve que les régimes à base de plantes aident à prévenir et à traiter le diabète ([Du et al., 2018](#)).

Une consommation accrue d'aliments fonctionnels peut prévenir le diabète ainsi que ses complications. Il est prouvé que les modifications du mode de vie, qui comprennent également des modifications du régime alimentaire, permettent de prévenir et de gérer efficacement le DT2 ([Du et al., 2018](#)).

#### 1.4.4 Les aliments fonctionnels dans la prévention des MCV :

Les maladies cardiovasculaires sont la principale cause de morbidité et de mortalité dans le monde ([Crowe et al., 2013](#)).

**Les céréales complètes**, notamment le seigle, l'avoine, l'orge et le blé complet, ont des effets protecteurs contre l'obésité, le DT2, les MCV et l'HTA ([Borneo et al., 2012](#)).

**Les fruits et légumes** sont riches en nombreux composés phytochimiques, en fibres solubles et insolubles, en vitamines et en minéraux. Ce sont des éléments importants de tout régime alimentaire cardio-protecteur ([Toh et al., 2013](#)). D'après des essais cliniques et des méta-analyses, les fruits et légumes sont associés à une réduction du risque de MCV ([Chawla et al., 2010](#) ; [Raninen et al., 2011](#)).

**Le thé vert** par une méta-analyse de cinq études a montré une association significative entre la consommation la plus élevée de thé vert et une diminution du risque de MCV, en particulier une tasse par jour était associée à une réduction de 10 % du risque de MCV ([Wang et al., 2011](#)).

**L'ail** est un composé organosulfuré à forte teneur en thiosulfate, dont l'allicine, qui est le composant phénolique actif de l'ail. Il a été associé à des effets cardiovasculaires bénéfiques dus à l'allicine formée lorsque l'alline entre en contact avec l'enzyme aliénasse lorsque l'ail cru est haché, écrasé ou consommé ([Eilat-Adar et al., 2013](#)).

**Le curcuma** est une épice qui a été utilisée dans de nombreux systèmes de médecine traditionnelle en Asie. Les propriétés anti-inflammatoires du curcuma sont attribuées aux *curcuminoïdes* (polyphénols bioactifs). L'inflammation systémique mesurée par la protéine C réactive (PCR) joue un rôle central dans la pathogenèse de l'athérosclérose et des MCV ([Smith et al., 2014](#)).

#### 1.4.5 Importance des aliments fonctionnels dans la prévention des maladies transmissibles et de COVID-19

On connaît moins le rôle des aliments fonctionnels dans les maladies transmissibles, notamment sur la défense du système immunitaire contre les infections virales telles que la COVID-19. Une variété de fruits, de légumes, de poissons gras, d'huile d'olive, de noix et de légumineuses sont tous considérés comme des aliments fonctionnels en raison de leur teneur naturelle en nutraceutiques, notamment en polyphénols, flavonoïdes, alcaloïdes, stérols, pigments et acides gras insaturés ([Alkhatib et al., 2017](#) ; [Alkhatib et al., 2018](#)).

Les peptides bioactifs, naturellement présents dans les protéines alimentaires ou formulés en tant que nutraceutiques sur la base de leur poids moléculaire, de la longueur de leur chaîne d'acides aminés ou de leur composition peptidique, ont également été postulés pour susciter des réponses physiologiques polyvalentes associées aux activités immunologiques, antimicrobiennes, cardiovasculaires, gastro-intestinales, neurologiques et autres activités hormonales du système humain (Acquah *et al.*, 2020).

Les bienfaits des aliments fonctionnels peuvent être exploités dans la recherche de nouveaux aliments protecteurs d'éventuelles infections virales et la COVID-19 (Alkhatib *et al.*, 2020).

Le renforcement de la défense immunitaire antivirale peut bénéficier de l'apport d'aliments fonctionnels d'une variété considérable d'espèces végétales, animales et fongiques, notamment les plantes médicinales traditionnelles telles que les thés, les racines, les champignons et les plantes ; les composants du régime méditerranéen tels que les produits à base d'olive, les poissons gras, les graines, les fruits et les légumes ; les boissons populaires telles que le café ; et les aliments riches en protéines tels que les extraits de poulet et les peptides de soja. La majorité de ces aliments contiennent des vitamines et des minéraux d'origine naturelle (par exemple, les vitamines C, D, B6, B12, A, E et des minéraux tels que le (Zn), (Cu), (Fe) et le (Se), ainsi que d'autres composés phénoliques qui sont immuno-protecteurs, notamment grâce à leurs propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires. (Alkhatib *et al.*, 2019).

Les produits alimentaires fermentés (par exemple, les yaourts, le kéfir, les fruits et légumes fermentés...etc.) contiennent des probiotiques et il a également été démontré qu'ils améliorent le profil des bactéries intestinales et la capacité respiratoire liée à l'axe intestin-poumons (García-Burgos *et al.*, 2020 ; Calder, 2020).

### **1.5 Les catégories des aliments fonctionnels**

Les aliments fonctionnels sont la catégorie d'aliments qui apportent des avantages spécifiques pour la santé, en plus de leur valeur nutritionnelle. Ces aliments peuvent avoir des avantages fonctionnels spécifiques au niveau des appareils et des systèmes : système digestif, système immunitaire, système cardiocirculatoire et même cellulaire. Ces aliments ont été traditionnellement consommés par les peuples du monde entier en raison de leurs bienfaits pour la santé, même si les substances biologiques actives qu'ils contiennent n'ont été identifiées et caractérisées qu'au cours des dernières décennies (Belkhdja *et al.*, 2017).

### 1.5.1 Les aliments fonctionnels à base de plantes

**Les légumes** contiennent des fibres alimentaires qui résistent à l'hydrolyse des enzymes digestives, ne sont pas absorbées, mais sont le substrat de la fermentation des enzymes bactériennes dans le côlon ascendant avec des acides gras à chaîne courte ([Briguglio et al., 2018](#)).

**Les fibres** alimentaires (cellulose, pectines, gommés, amidon) sont hydrophiles, attirent l'eau dans l'intestin, se gélifient, augmentent le volume et régulent le péristaltisme intestinal.

On les trouve dans le son des céréales, les pommes de terre, les champignons, les choux, les carottes, les brocolis, les poires, les pommes, les coings, les bananes. Les légumes contiennent des saponines et de la vitamine A ayant un effet neurotrophique et neuroprotecteur ([Egu et Okonkwo, 2017](#)).

**Les céréales** (blé, avoine, seigle, riz) agissent comme un antioxydant lipidique dans les membranes des cellules du système immunitaire par la teneur en vitamine A, E, acide folique, polyphénols, phytoestrogènes et leurs produits de dégradation ([Egu et Okonkwo, 2017](#)).

**Le soja** peut également être bénéfique pour la santé des os. De toutes les graines grasses, ce sont les graines de lin qui contiennent le plus d'acide linoléique (57 %). ([Danilchuk, 2016](#))

**La consommation de jus de tomate** augmente l'immunité cellulaire, et le lycopène neutralise également l'activité des radicaux libres ([Danilchuk, 2016](#)).

**Les myrtilles** se sont avérées efficaces dans le traitement des infections urinaires, et ce fruit riche en acide benzoïque détermine l'acidification de l'urine ([Jagadeesan et al., 2019](#) ; [Dos Reis et al., 2017](#)).

### 1.5.2 Aliments fonctionnels de nature animale

**Le lait de vache** est le principal fournisseur de substances permettant de moduler la croissance, la minéralisation et la densité osseuse. Sa teneur en protéines, (Ca) et phosphore favorise l'absorption et le dépôt de ces minéraux dans la matrice protéique de l'os ([Ghasemi et Kohnehrouz, 2016](#)).

Par rapport au lait maternel, le lait de vache présente des différences dans le contenu des facteurs modulateurs du développement osseux. Les produits laitiers naturellement fermentés contiennent une flore probiotique ([Ruchin, 2017](#)).

Ils empêchent l'adhésion des pathogènes, stimulent la prolifération des lymphocytes B et T, la synthèse des immunoglobulines et la formation de cytokines (Yerou *et al.*, 2017).

**La viande, les viscères et le poisson** contiennent une série de vitamines qui sont des cofacteurs d'enzymes qui jouent un rôle dans le développement et le fonctionnement du système nerveux. (Ansary *et al.*, 2017 ; Bhattacharya *et al.*, 2016).

Les acides gras polyinsaturés du poisson interviennent dans la régulation de l'hémostase, protègent contre les arythmies et l'hypertension et jouent un rôle essentiel dans le maintien de la fonction neuronale et la prévention des maladies psychiatriques (Zarkani, 2016 ; Basuny et Oatibi, 2016).

### 1.5.3 Les aliments fermentés comme aliments fonctionnels

Les aliments fermentés indigènes ont des propriétés fonctionnelles uniques conférant certains avantages aux consommateurs qui possèdent des propriétés antimicrobiennes, antioxydantes, de production de peptides, d'enzymes, de probiotiques...etc. En outre, les produits alimentaires fermentés sont la source la plus traditionnelle de microorganismes probiotiques (Ray *et al.*, 2014 ; Tamang *et al.* 2016).

Comme le rapportent plusieurs études, les effets nutritionnels bénéfiques des aliments probiotiques sont en constante augmentation (Monteagudo-Mera *et al.*, 2012).

#### 1.5.3.1 Prébiotiques

Ce sont des ingrédients alimentaires non digestibles qui stimulent l'activité des bifidobactéries en leur fournissant le substrat (Kusumo *et al.*, 2019).

Les oligosaccharides du lait, les fibres végétales, certains peptides de viande stimulent leur fermentation par les bifidobactéries avec la synthèse d'acides gras à chaîne courte et la formation d'acide lactique (Semmani *et al.*, 2017).

Ils ont un rôle trophique intestinal, augmentent le flux sanguin vers le côlon, stimulent la synthèse des entérohormones, le développement du système nerveux intestinal et la motilité gastro-intestinale (Hassan et Belbasi, 2017 ; Dllilali *et al* 2017).

#### 1.5.3.2 Probiotiques

Les probiotiques sont des bactéries vivantes, non pathogènes, résistantes au niveau gastro-intestinal et non absorbables. Ils jouent un rôle dans la formation de la micro biosynthèse, de

la barrière muqueuse, de la stimulation du tissu lymphoïde des plaques de Peyer et de la formation des IgA et IgM des cellules propres de la lame plasmique (Briguglio *et al.*, 2018).

Les probiotiques ont les effets suivants sur la santé :

- Action modulatrice sur le système immunitaire ;
- Action antitumorale et hépato protectrice ;
- Équilibre de la microflore intestinale ;
- Prévention de la diarrhée causée par le *Rotavirus*, *Clostridium difficile* et la diarrhée du voyageur ;
- Réduire les enzymes avec une action inactivatrice des agents cancérigènes (Galdeano *et al.*, 2019).

Les probiotiques sont contenus dans le lait, le yaourt, le kéfir. L'avoine fermentée, les olives, le chou et les concombres marinés sont riches en *Lactobacillus plantarum* à action probiotique (Dos Reis *et al.*, 2017).

### 1.5.3.2.1 Le yaourt

Le yaourt, l'aliment le plus connu contenant des probiotiques, est défini comme un produit laitier coagulé qui est formé par une fermentation lactique avec *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophiles* (Eales *et al.*, 2016).

Les yaourts sont des aliments fonctionnels : ils sont la meilleure source de (Ca) le nutriment essentiel qui peut prévenir l'ostéoporose (Ghasemi et Kohnehrouz, 2016).

Bien qu'il ait la même composition en micronutriments que le lait, le yaourt contient plus de protéines, de vitamines B12 et B2, de calcium, de magnésium, de potassium et de zinc (Wang *et al.*, 2013).

Pendant la fermentation du lait pour produire le yaourt, les folates sont synthétisés et la teneur en protéines et en alcool, la durée de conservation, la digestibilité des protéines et l'absorption du calcium augmentent et des peptides biologiquement actifs sont également produits (Ivey *et al.*, 2015).

### 1.5.3.2.2 Lben

Lben est un lait fermenté traditionnel, qui joue un rôle important dans le régime alimentaire quotidien de l'Algérie et de nombreuses autres parties du monde, en particulier dans les pays arabes (Samet-Bali *et al.*, 2010). Ce produit est obtenu traditionnellement par la fermentation

spontanée du lait cru à température ambiante, et aujourd'hui produit industriellement par l'ajout de cultures primaires sélectionnées dans le lait pasteurisé, puis conditionné et stocké dans des conditions de sécurité et d'hygiène. Le Lben, boisson rafraîchissante acide et écrémée, est largement consommé en raison de ses valeurs nutritionnelles et de ses caractères organoleptiques qui sont appréciés par les consommateurs ([Samet-Bali et al., 2012](#)).

### 1.5.3.2.3 Kéfir

Le kéfir est une ancienne boisson lactée fermentée au goût aigre, acide et légèrement alcoolisé et à la consistance crémeuse. Il est originaire du Caucase ([Prado et al., 2015](#) ; [Rai et al., 2017](#)) et est produit par la fermentation acido-alcoolique du lait par des micro-organismes présents dans les grains de kéfir ([Kesenkas et al., 2017](#)).

Les avantages potentiels du kéfir pour la santé sont attribués aux microbiotes complexes créés par ces divers micro-organismes et aux métabolites de la fermentation ([Bourrie et al., 2016](#)). Comme le kéfir présente des caractéristiques organoleptiques agréables en plus d'effets antihypertenseurs, anti-carcinogènes, hypocholestérolémies, anti-inflammatoires, antimutagènes, anti-allergènes, antibactériens, antidiabétiques, antioxydants et probiotiques, il est devenu un centre d'intérêt ces dernières années ([Nielsen et al., 2014](#) ; [Rosa et al., 2017](#)).

La consommation régulière de kéfir est également bénéfique pour la santé intestinale et le système immunitaire. Elle atténue les symptômes de l'intolérance au lactose en régulant les niveaux de glucose sérique ([Ahmed et al., 2013](#)).

## *Chapitre 02 : kéfir*

### **2.1 Contexte Historique**

Datant d'environ 2 000 ans, les origines quelque peu légendaires du kéfir remontent aux montagnes du Caucase du Nord (également appelées montagnes tibétaines ou mongoles) en Asie centrale (Nielsen et al., 2014 ; Arslan, 2015 ; Rosa et al., 2017), des preuves protéomiques attestant de l'existence du kéfir au début de l'âge du bronze dans le Xinjiang, en Chine (Yang et al., 2014 ; Xie et al., 2016). Il est resté un secret bien gardé parmi ces tribus et ce n'est qu'au début des années 1900 que les grains ont été acquis par les propriétaires de laiteries russes, les détails de l'acquisition constituant une histoire fascinante, comme le décrit Shavit (2008). De nos jours, les grains de kéfir, et la boisson commerciale ou artisanale qui en est issue, sont présents dans le monde entier (Arslan, 2015 ; Rosa et al., 2017).

L'origine du nom kéfir est également entourée de mystère. Selon diverses hypothèses, il serait d'origine turque ou slave et dériverait de "kef", "keif" ou "keyif", dont la traduction comprend des termes comme "bonne sensation", "plaisir" et "bien-être", faisant ainsi allusion à ses propriétés bénéfiques pour la santé et au sentiment général de bien-être résultant de sa consommation (Arslan., 2015 ; Rosa et al., 2017).

*NB : L'appellation kéfir signifie un lait fermenté avec les graines de kéfir.*

### **2.2 Formation des grains de kéfir**

Les grains de kéfir ne se forment pas lors de la combinaison de cultures pures des organismes constitutifs, mais des grains de kéfir ont été produits en imitant le processus traditionnel de fermentation du lait dans des sacs fabriqués à partir de peaux d'animaux (chèvre ou mouton) (Nielsen et al., 2014 ; Bourrie et al., 2016).

Ces grains ont été produites à l'aide d'un processus complexe d'inoculation de microorganismes intestinaux dans du lait de vache pasteurisé dans une poche en peau de chèvre. L'incubation avec agitation a eu lieu pendant 48 heures à 24-26°C, après quoi 75 % du lait coagulé a été remplacé par du lait frais. Ce processus a été répété pendant 12 heures, ensuite la couche gélatineuse insoluble dans l'eau a été retirée de l'intérieur de la poche, et s'est propagée dans le lait ce qui a donné une structure ressemblante à celle du lait de vache. Et par la suite on obtient une structure ressemblante aux graines de kéfir (Nielsen et al., 2014 ; Kesekas et al., 2017).

### 2.3 Structure des grains de kéfir :

L'apparence physique des grains de kéfir est le plus souvent décrite comme ressemblant à des fleurons de chou-fleur miniatures (**Fig. 1**) en termes de texture et de couleur (**Gao et Li, 2016 ; Rosa et al., 2017**).

Les grains sont également irréguliers, leur taille variant de 0,3 à 3,5 cm de diamètre. Les grains de kéfir englobent un écosystème microbien symbiotique complexe, avec les organismes constitutifs incorporés dans une protéine coagulée qui s'assemble en groupements avec une organisation spécifique au sein d'une matrice élastique, gélatineuse, mais résiliente, et exo-polysaccharide (**Nielsen et al., 2014 ; Rosa et al., 2017**).



**Figure 1. Grains de kéfir avec l'aspect typique du chou-fleur (Peluzio et al., 2021)**

### 2.4 Composition des grains de kéfir :

Le fait que le nombre total de microorganismes isolés de divers kéfirs soit estimé à plus de 300 espèces souligne leur composition complexe et diverse (**Rosa et al., 2017**).

Cependant, le nombre typique d'organismes constituant la communauté microbienne de toute culture individuelle de grains de kéfir varie entre 30 et 100 organismes (**Teusink et Molenaar., 2017 ; Macori et Cotter., 2018**).

Comme les *Lactobacillus* (**Ratray et O'Connell, 2011**), les principaux groupes de microorganismes présents dans les grains de kéfir sont : les lactobacilles ; les *lactocoques homofermentaires mésophiles* ; les *lactocoques hétérofermentaires mésophiles* ; les levures fermentant le lactose et ne fermentant pas le lactose ; les champignons filamenteux ; et les bactéries acétiques (**Ratray et O'Connell., 2011 ; Rosa et al., 2017**).

## 2.5 Propagation de l'amorce de kéfir

Les graines de kéfir constituent également la culture de départ ou culture mère, qui est généralement utilisée à plusieurs reprises puisqu'elle reste active indéfiniment si elle est maintenue correctement (Ratray et O'Connell, 2011).

Les graines de kéfir peuvent donc être considérés comme une culture immobilisée naturelle (Rosa *et al.*, 2017). Puisque la biomasse des graines de kéfir augmente lorsqu'ils sont cultivés dans du lait et d'autres substrats (Alzate *et al.*, 2016). La biomasse accrue comprend à la fois la matrice et le microbiote (Gao et Li., 2016).

Avec une augmentation possible de 5 % à 11 % de la masse des grains de kéfir par jour pendant la culture continue dans du lait à 30 °C (Ratray et O'Connell., 2011) mais une augmentation plus modérée de 2 % est indiquée comme la norme (Rosa *et al.*, 2017).

La méthode de Exarhopoulos *et al* (2017) qui ont propagé des grains de kéfir dans du lait écrémé UHT ont réussi à produire 26,68 kg de grains à partir d'une masse de départ de 80 g. Après propagation, les grains peuvent être utilisés directement pour l'inoculation dans un lot de lait frais (Rosa *et al.*, 2017).

## 2.6 Stockage des grains

Le stockage à 4°C est considéré comme le moins favorable, entraînant une perte d'activité dans les 8 à 10 jours (Güzel-Seydim *et al.*, 2010 ; Rosa *et al.*, 2017).

En revanche, le stockage dans le lait à -80°C a permis de mieux préserver les grains de kéfir, mieux qu'un stockage à -20°C, c'est-à-dire dans des conditions de congélation domestique (Güzel-Seydim *et al.*, 2010).

Et même à 10°C (conditions de réfrigération domestique) produisent des grains de qualité satisfaisante. Comme mentionné, le séchage est également utilisé comme technique de conservation et facilite la distribution commerciale (Rosa *et al.*, 2017). Aussi la lyophilisation est largement reconnue pour assurer un taux de survie maximal des organismes (Atalar et Dervisoglu., 2015).

Mais le séchage à température ambiante, ou à 33°C, avec ou sans vide (Papapostolou *et al.*, 2008) et le séchage par pulvérisation (Atalar et Dervisoglu, 2015) ont également montré une bonne rétention de l'activité microbienne lors de la reconstitution. Par exemple, les grains de kéfir séchés pendant 36 à 48 heures à température ambiante ont conservé leur activité lors de la reconstitution après avoir été stockés pendant 12 à 18 mois. Après séchage et/ou stockage,

les grains peuvent être reconstitués ou réactivés par des incubations répétées dans du lait frais (Rosa *et al.*, 2017).

## 2.7 Les différents types de kéfir :

Il existe deux sortes de kéfir, le kéfir d'eau (dit aussi kéfir de fruits) et le kéfir de lait. Il s'agit de deux boissons fermentées différentes : la première est désaltérante et légèrement pétillante, la seconde est plus acide et s'approche du yaourt à boire.

### 2.7.1 Le kéfir d'eau :

Le kéfir d'eau est une boisson fermentée produite en ajoutant des grains de kéfir et des fruits ou des extraits de fruits à une solution aqueuse de saccharose. Les grains de kéfir de forme irrégulière et gélatineuse contiennent un consortium de divers micro-organismes qui métabolisent rapidement le sucrose (Gulitz *et al.*, 2011 ; Gulitz *et al.*, 2013).

### 2.7.2 Le kéfir de lait :

La qualité du lait cru est cruciale pour la production de kéfir, comme pour les autres produits laitiers fermentés. Le lait cru pour la production de kéfir doit répondre aux exigences suivantes : composition riche, faible taux de bactéries et de cellules somatiques, et absence d'agents pathogènes ou de substances inhibitrices comme des résidus d'antibiotiques et de désinfectants. Bien que le kéfir puisse être produit avec du lait provenant de différentes races (vache, chèvre et brebis), le lait de vache entier, maigre ou écrémé est préféré pour la production industrielle (Kesenkaş et Kinik, 2010).

## 2.8 Production de kéfir

La boisson peut être préparée à partir d'une large gamme de laits, y compris du lait de vache, de mouton, de chamelle, de bufflonne ou de chèvre mélangé à des grains de kéfir, ou à partir de sources végétales telles que le lait de soja, de riz et de noix de coco. Le kéfir peut être préparé à partir de lait pasteurisé entier, demi-écrémé ou écrémé (Rosa *et al.*, 2017).

Il existe deux méthodes de base pour la production de kéfir. La première est la méthode traditionnelle, qui est surtout utilisée dans les foyers et la seconde est la méthode industrielle. La première méthode utilise les grains de kéfir comme culture de départ et les ajoute au lait de vache pasteurisé. Bien qu'un rapport idéal de **1 :30- 1 :50 volume/poids** ait été déterminé comme étant le rapport lait/grains, les quantités sont déterminées de manière empirique lors de la production traditionnelle à domicile. Après avoir ajouté les grains de kéfir au lait, le processus de fermentation se déroule dans un récipient fermé pendant 10-40 heures à des

températures variant entre 8-25 °C. Toutefois, une température de 20-25 ° C et une durée de fermentation de 18-24 heures sont généralement préférées (Rosa *et al.*, 2017).

Après la fermentation, les grains sont séparés du lait fermenté à l'aide d'une passoire. Le kéfir peut être consommé immédiatement après la séparation des grains ou conservé au réfrigérateur pour une consommation ultérieure. Pendant le refroidissement, les composants aromatiques augmentent également avec la maturation (Leite *et al.*, 2013 ; Rosa *et al.*, 2017).

## 2.9 Composition nutritionnelle du kéfir

La composition nutritionnelle du kéfir varie selon la composition du lait, la culture de départ utilisée, la température de fermentation, la durée de fermentation et les conditions de stockage (Ahmed *et al.*, 2013 ; Rosa *et al.*, 2017).

Selon (Altay *et al.*, 2013) la composition de 100 g de kéfir est représentée dans le tableau 2.

Le kéfir est une bonne source de minéraux tels que le calcium, le phosphore, le magnésium et le potassium et de vitamines du groupe B (Altay *et al.*, 2013).

**Tableau 2. Teneur en énergie et en éléments nutritifs du kéfir (Altay *et al.*, 2013)**

Nutritif	Quantité moyenne
<b>Énergie (kcal)</b>	55
<b>Eau (g)</b>	89
<b>Glucides (g)</b>	4,7
<b>Protéine (g)</b>	3,1
<b>Graisse (g)</b>	2,6
<b>Calcium (mg)</b>	107
<b>Phosphore (mg)</b>	78
<b>Potassium (mg)</b>	172
<b>Zinc (mg)</b>	0,35
<b>Vitamine A (RE)</b>	24
<b>Vitamine E (UI)</b>	0,25
<b>Riboflavine (mg)</b>	0,16
<b>Vitamine B<sub>6</sub> (mg)</b>	0,01
<b>Vitamine B<sub>12</sub> (mg)</b>	0,16

En outre, le kéfir contient de faibles quantités d'alcool (0,5-2%) et d'acide lactique (0,8-1,0%). L'acide lactique se forme pendant la phase de fermentation. Et pendant cette phase, 30 % du lactose du lait est hydrolysé par l'enzyme bactérienne galactosidase et transformé en glucose et galactose. Le glucose formé est transformé en acide lactique par les bactéries du kéfir (Rosa *et al.*, 2017).

Selon la notification du Codex alimentaire Turquie sur les produits laitiers fermentés, le kéfir doit contenir au moins 2,7 % de protéines et 0,6 % de substances lactiques, et la teneur en matières grasses ne doit pas dépasser 10 %. Il n'y a pas de règle concernant le taux d'alcool (Koyu et Demirel, 2018).

### **2.10 Modulation du microbiote intestinal**

Les composants du microbiote intestinal, c'est-à-dire les archées, les champignons, les helminthes, les bactéries et autres microorganismes (Dominguez-Bello *et al.*, 2019), peuvent prendre deux formes : en équilibre ou non. Dans le premier cas, connu sous le nom d'eubiose, le microbiote tolère de petits changements, qui peuvent provenir de l'environnement, de l'alimentation ou de l'eau consommée, présentant une flexibilité pour maintenir son équilibre. Cependant, des cas de changements majeurs, tels que la translocation ou la croissance de groupes bactériens spécifiques, la colonisation par des bactéries pathogènes, l'utilisation d'antibiotiques et des changements de mode de vie, entraînent un déséquilibre, c'est-à-dire une dysbiose (Iebba *et al.*, 2016 ; Weiss et Hennet, 2017).

Indépendamment de l'équilibre, le microbiote intestinal affecte la fonctionnalité de divers organes tels que le cerveau, le foie, le pancréas, l'intestin et le cœur (Iebba *et al.*, 2016 ; Weiss et Hennet, 2017). De plus, le microbiote intestinal participe au développement et à la maturation des organes et des processus physiologiques (Iebba *et al.*, 2016), ce qui suggère que la modulation du microbiote intestinal peut être un événement clé pour le traitement des maladies et le maintien de la santé (Fig. 2).

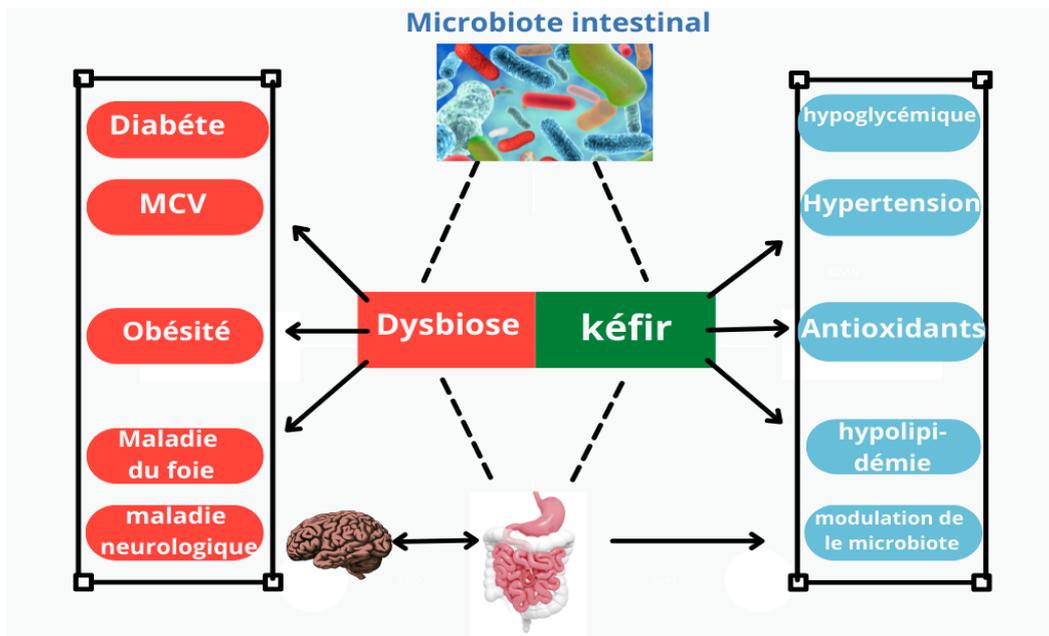


Figure 2. La dynamique des changements dans le microbiome intestinal (Peluzio et al., 2021)

Cette dynamique peut conduire à des modifications indésirables, telles que la dysbiose, déclenchant des maladies chroniques de bas grade liées à l'inflammation. D'autre part, l'utilisation de kéfir, peut avoir un impact sur la régulation de l'homéostasie de l'organisme (Iebba et al., 2016 ; Weiss et Hennet, 2017).

Dans une étude visant à évaluer le rôle du kéfir dans la modulation du microbiote intestinal des souris, il a été observé que la consommation de cette boisson n'était pas en mesure de modifier le nombre total de bactéries dans le microbiote intestinal; cependant, lors de l'évaluation des phylums dans le groupe ayant consommé du kéfir, une réduction des *entérobactéries* et une augmentation des teneurs en *lactobacilles* et *lactocoques* ont été observées au cours de la période d'intervention de 3 semaines, également une diminution des *Firmicutes* et des *Protéobactéries* et une augmentation des *Bactéroïdes*, *Lactobacillus* et *Lactococcus* à la fin de l'expérience ont été observées. En revanche, il y a eu une augmentation significative des levures fécales après la consommation de kéfir (Kim et al., 2015) (voir Annexe 1).

Ces résultats indiquent que le kéfir a pu améliorer le microbiote intestinal des souris qui l'ont consommé, en mettant l'accent sur la réduction des *entérobactéries*. Ces derniers sont considérés comme pathogènes, et sont généralement libérés en cas de changements comportementaux et métaboliques tels que la consommation de régimes riches en graisses et pauvres en fibres. (Kim et al., 2015) soulignant que de telles habitudes alimentaires et

l'inflammation sont caractéristiques de l'obésité (Fåk *et al.*, 2015 ; Bortolin *et al.*, 2018 ; Palmisano *et al.*, 2020).

Chez l'homme, la modulation du microbiote intestinal se produit également après la consommation de kéfir, comme discuté par Bellikci-Koyu *et al* (2019) qui ont enquêté sur des personnes atteintes du syndrome métabolique qui ont été supplémentées en kéfir pendant 12 semaines (voir Annexe 1). Après l'intervention, il y a eu une augmentation significative des *Actinobactérie*, ainsi que des changements dans les genres des *Bacteriodes* et *Firmicutes*, dans le groupe qui a consommé du kéfir (Bellikci-Koyu *et al.*, 2019).

### 2.11 Composition microbiologique du kéfir

Le microbiote du kéfir est un système complexe composé d'une communauté symbiotique de bactéries et de levures. La composition microbienne du kéfir est influencée par la qualité microbienne des grains de kéfir, le rapport entre le grain et le lait, la durée et la température d'incubation, les conditions de mélange et la température de stockage (Rosa *et al.*, 2017).

Fondamentalement, le microbiote du kéfir est constitué de bactéries lactiques et acétiques et de levures qui fermentent et ne fermentent pas le lactose. Les bactéries du genre *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc* et les bactéries acétiques sont les bactéries les plus courantes dans le kéfir (Yildiz, 2019) elles se diffèrent selon l'origine géographique (voir Annexe 2).

Les genres *Saccharomyces*, *Kluyveromyces* et *Candida* constituent une part importante de la population de levures (Bourrie *et al.*, 2018)

Outre la composition du kéfir, le nombre de bactéries et de levures qu'il contient est important pour la qualité et la biodisponibilité du produit. Dans le communiqué du Codex Alimentarius Turquie sur les produits laitiers fermentés, il est indiqué que le nombre total de micro-organismes spécifiques dans le kéfir doit être d'au moins  $10^7$  UFC/ g et que le nombre de levures doit être d'au moins  $10^4$  UFC / g (Koyu et Demirel, 2018).

Des études ont montré que la quantité de bactéries et de levures dans le kéfir est variable. Il a été déterminé que le processus de stockage peut également avoir un effet significatif sur ces quantités (Yildiz *et al.*, 2018).

### 2.12 Les effets du kéfir sur la santé

Dans diverses études, Il a été déterminé que le microbiote du kéfir a un fort effet antagoniste contre les agents pathogènes et ont des effets positifs sur la santé (Zanirati *et al.*, 2015).

D'après [Angelis et al\(2013\)](#), le kéfir aurait des effets antimicrobiens, anti-inflammatoires, antiallergiques et antis carcinogènes, il pourrait être efficace dans le contrôle du poids corporel, de la réponse glycémique, de la pression sanguine et des lipides sanguins, et qu'il pourrait être utilisé contre les problèmes du système digestif tels que l'intolérance au lactose et la constipation ([Angelis et al., 2013](#)).

### **2.12.1 Effet antimicrobien**

Il est connu que les bactéries lactiques ont un effet antimicrobien en empêchant la croissance des agents pathogènes d'origine alimentaire ([Arqués et al., 2015](#)).

Dans les études menées sur le kéfir, il a été constaté que celui-ci aurait un effet antimicrobien contre divers micro-organismes tels que *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas*, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* ([Kim et al., 2016](#)).

L'effet antimicrobien du kéfir est associé au pH du kéfir, aux peptides bioactifs formés à la suite de la fermentation, aux acides organiques et au peroxyde d'hydrogène ([Ahmed et al., 2013](#))

La culture du kéfir et le temps de fermentation utilisés affectent également l'efficacité antimicrobienne. Dans l'étude menée par [Kim et al., \(2016\)](#), il a été déterminé que le kéfir avec 36-48 heures de fermentation avait une activité antimicrobienne plus élevée.

Dans une étude en double aveugle, 500 ml de kéfir ou du lait placebo ont été administrés quotidiennement pendant 14 jours en plus du traitement standard. À la fin de l'étude, on a conclu que le taux d'éradication était plus élevé chez le groupe aient consommé du kéfir (78,2 %) par rapport au groupe placebo (50,0 %) et que l'utilisation de kéfir en plus du traitement standard était plus efficace pour l'éradication de *Helicobacter pylori* ([Bekar et al., 2011](#)).

### **2.12.2 Effet anti carcinogène**

Diverses études ont également été menées sur l'efficacité du kéfir dans la prévention et le traitement du cancer. Dans une revue systématique évaluant ces études, il a été rapporté que le kéfir exerçait des effets anti-carcinogènes sur des lignées cellulaires de cancer du sein, de cancer gastrique, d'adénocarcinome du côlon, de mélanome et de leucémie ([Rafie et al., 2015](#)).

### 2.12.3 L'effet du kéfir sur le poids corporel

Les résultats d'études épidémiologiques montrent qu'une alimentation riche en produits laitiers fermentés tels que le yaourt réduit le risque d'obésité ([Schwingshackl et al., 2016](#)).

On pense qu'outre le calcium, les peptides bioactifs et les probiotiques présents dans les produits laitiers fermentés peuvent également jouer un rôle dans cette relation. Dans des études menées sur des modèles animaux examinant l'effet du kéfir sur le poids corporel, il a été constaté que la consommation de kéfir protège contre l'obésité qui se développe en raison d'un régime riche en graisses ([Choi et al., 2017](#) ; [Kim et al., 2017](#)).

Dans une autre étude menée sur des souris, du kéfir ou du lait contenant de l'acide lactique, des bactéries acétiques et des levures du genre *Candida* et *Saccharomyces* ont été administrés pendant 12 semaines en plus d'un régime riche en graisses. On a constaté que les souris du groupe kéfir avaient une prise de poids inférieure à celle des souris du groupe recevant du lait ([Kim et al., 2017](#)).

### 2.12.4 Effet du kéfir sur le diabète

Le kéfir a démontré des effets prometteurs dans la réduction de l'obésité et des dysfonctionnements métaboliques associés ([Bourrie et al., 2018](#)). L'administration de kéfir préparé à partir de lait de chèvre et d'extrait de riz noir a montré un effet similaire à celui du glibenclamide comme agent antidiabétique ([Sadewa, 2015](#)). De plus, l'alimentation de rats diabétiques avec du kéfir préparé à partir de lait de chèvre et de lait de soja a démontré une action antidiabétique, comme en témoigne la diminution du taux de glucose dans le plasma, accompagnée d'une augmentation de l'activité de la glutathion peroxydase (GPx) et d'une meilleure libération de l'insuline ([Nurliyani, 2015](#)).

### 2.12.5 Effet du kéfir sur le profil lipidique

L'effet des probiotiques sur l'hyperlipidémie a été examiné dans de nombreuses études, et les méta-analyses ont révélé que les interventions probiotiques ont fourni une réduction moyenne de 6,6-10,4 mg / dl du cholestérol total et une moyenne de 7,3-8,9 mg / dl du cholestérol à lipoprotéines de basse densité (LDL) ([Sun et Buys, 2015](#) ; [Cho et Kim, 2015](#)).

Les résultats des études cliniques montrent que l'effet du kéfir sur le profil lipidique sérique est limité et similaire à celui du lait. Dans une étude menée auprès de femmes en période de préménopause, il a été déterminé que 2 portions de kéfir en plus de 2 portions de produits

laitiers faibles en gras par jour permettaient une réduction significative du cholestérol total et du cholestérol LDL de 10,4 mg / dL et 9,7 mg / dL, respectivement ([Fathi et al., 2016](#)).

#### **2.12.6 L'effet du kéfir sur la pression artérielle**

La relation des probiotiques avec l'hypertension est un sujet qui a été fréquemment étudié, et il a été suggéré que les probiotiques peuvent aider à réguler la pression artérielle en réduisant la réponse inflammatoire et le stress oxydatif vasculaire, et en augmentant les niveaux d'oxyde nitrique ([Robles et al., 2017](#)).

Des rats ont été soumis à un régime riche en sel pendant 4 semaines afin d'examiner l'effet du kéfir sur la pression artérielle et il a été constaté que le niveau de cathepsine B du groupe auquel le kéfir a été administré a significativement diminué, que la clairance de la créatinine était plus élevée et que le kéfir réduisait l'atteinte à la fonction rénale en tant qu'inhibiteur de l'enzyme de conversion de l'angiotensine (ECA) ([Kanbak et al., 2014](#)).

#### **2.12.7 Effets sur l'intolérance au lactose**

Les produits laitiers contiennent une quantité élevée de lactose et l'absorption intestinale de ce composé nécessite son hydrolyse. Certaines personnes peuvent souffrir d'une intolérance au lactose en raison d'un manque d'activité enzymatique  $\beta$ -galactosidase intestinale. L'enzyme  $\beta$ -galactosidase est naturellement présente dans les particules de kéfir. En outre, la teneur en lactose du kéfir diminue pendant la fermentation et le kéfir devient alors adapté aux personnes souffrant d'intolérance au lactose. Le kéfir retarde la décharge gastrique et aide à la digestion du lactose ([Rosa et al., 2017](#)).

### *Chapitre 03 : lait de chamelle*

Le lait de chamelle a été une source importante de nutrition pour les cultures nomades et pastorales dans les régions arides du monde pendant des siècles. Plus récemment, le lait de chamelle a suscité un intérêt croissant comme alternative au lait bovin et aux produits nutraceutiques en raison de sa haute valeur nutritionnelle et de ses effets thérapeutiques (Khalesi *et al.*, 2017 ; Zibaee *et al.*, 2015). Outre la prévention de l'allergie au lait chez les enfants (Zibaee *et al.*, 2015), les composés actifs du lait de chamelle se sont avérés avoir un effet potentiel de traitement sur le diabète (Agrawal *et al.*, 2011 ; Malik *et al.*, 2012), le cancer (Alhaider *et al.*, 2014 ; Habib *et al.*, 2013) et l'autisme (AL-Ayadhi et Elamin., 2013). Le chameau a prouvé aux chercheurs qu'il sert de mine d'or pour ce que l'on peut obtenir comme bénéfices pour la santé (Gader et Alhaider, 2016).

#### **3.1 Définition**

Le lait de chamelle est de couleur blanc foncé, avec une odeur douce et un goût prononcé, et il peut avoir un goût salé (Zibaee, 2015). La différence de goût du lait de chamelle varie en fonction de l'alimentation et de la disponibilité de l'eau potable pour les chameaux. Une couche de mousse ou de beurre apparaît lorsque le lait est légèrement agité, et beaucoup de gens ne pouvaient pas goûter le lait de chamelle en raison de son odeur. La teneur en eau est comprise entre 84 et 90% dans le lait de chamelle et ce pourcentage varie en fonction de l'abondance d'eau potable pour les chamelles (Sisay et Awoke, 2015).

#### **3.2 Composition**

La composition chimique du lait de chamelle varie d'un pays à l'autre. Les teneurs en humidité, matières grasses, protéines, lactose et cendres diffèrent comme indiqué dans le **tableau 3** (Zhang *et al.*, 2020). Le lait de chamelle contient une quantité maximale de vitamine C équivalente à trois fois celle des vaches laitières. Le pourcentage de caséine représente 70% des protéines du lait de chamelle, contre 80% de caséine dans le lait de vache (Hammam *et al.*, 2017 ; Hammam et Metzger, 2018). La matière grasse du lait de chamelle est plus faible que celle du lait de vache, et c'est un globule plus petit qui peut être facilement absorbé et digéré (Yadav *et al.*, 2015). Le lait de chamelle contient un pourcentage élevé d'eau allant de 84% à 91% (Sisay et Awoke, 2015), qui ne se trouve dans aucun autre type de lait. Le pourcentage d'eau dans le lait de chamelle pourrait être différent en fonction des conditions qui entourent les chameaux (comme la température et l'alimentation).

**Tableau 3. Composition du lait de chamelle (Zhang et al.,2020)**

Composition du lait	
<b>Pourcentage d'eau</b>	86 à 88
<b>Graisse (%)</b>	2,9 à 5,4
<b>Protéines (%)</b>	3,0 à 3,9
<b>Lactose (%)</b>	3,3 à 5,8
<b>Cendres (%)</b>	0,6 à 1,0

Le lait de chamelle conserve ses qualités pendant 12 jours à 2 °C, tandis que le lait de vache ne conserve pas ses propriétés plus de deux jours à la même température. Il a été rapporté que le lait de chamelle est stable à température ambiante pendant 8-10 h (Kgaudi et al., 2018), et cela en raison des anti-microorganismes (par exemple, la lactoferrine, le lysozyme, l'immunoglobuline) dans le lait de chamelle (Zhang et al., 2020). Le pH du lait de chamelle est neutre, mais il devient rapidement acide s'il est laissé pendant une longue période, son goût varie du sucré au salé (Gul et al., 2015).

### 3.3 Utilisations Thérapeutiques Du Lait De Chamelle

On a constaté que le lait de chamelle contient plus de 10 % de fer que le lait de vache et de brebis. Il contient également des vitamines A, B12 et C. Il contient aussi du sodium, du magnésium et du potassium. Le lait de chamelle contient une petite quantité de graisse, et c'est là qu'intervient le premier avantage pour les personnes souffrant de maladies cardiaques, car la graisse est la cause la plus importante des problèmes d'artères, y compris les accidents vasculaires cérébraux. Il est important pour le traitement des diabétiques en raison de sa forte proportion d'insuline (Shori, 2015 ; Mirmiran et al., 2017). Le lait de chamelle est également utile pour les personnes atteintes d'autisme. Le lait de chamelle ne provoque aucun type d'allergies comme dans le lait de vache, et il a des avantages pour renforcer le système immunitaire, ce qui réduit la prolifération des cellules cancéreuses (Zibae, 2015).

#### 3.3.1 Le lait de chamelle et le diabète

De nombreuses études ont annoncé que l'intolérance au lactose ou le diabète ont été guéris en utilisant le lait de chamelle (Malik et al., 2012). Les expériences sur les humains et les animaux ont révélé que le lait de chamelle est efficace pour contrôler le diabète. Le taux de diabète chez les éleveurs de chameaux en Inde qui consomment de grandes quantités de lait de chamelle est de 0% contre 5,5% dans d'autres sociétés (Agrawal et al., 2011). L'utilisation

du lait de chamelle par les patients diabétiques de type 1 réduit leurs besoins quotidiens en insuline de 30 à 35 % avec de faibles niveaux de sucre dans le sang (Shori, 2015) et de protéines d'albumine dans leur urine, car le lait de chamelle contient de l'insuline, des protéines analogues à l'insuline, des immunoglobulines et des oligo-éléments qui ont des propriétés anti-inflammatoires (Agrawal *et al.*, 2011 ; Gader et Alhaider, 2016).

Le lait de chamelle convient aux personnes souffrant d'intolérance au lactose qui présentent des symptômes du lait bovin en raison de la faible teneur en lactose du lait de chamelle par rapport au lait de vache (Cardoso *et al.*, 2010 ; Mullaicharam, 2014 ; Baubekova *et al.*, 2015 ; Zibae, 2015). Les applications du lait de chamelle comme traitement du diabète devraient être examinées davantage pour confirmer son efficacité.

### 3.3.2 Lait de chamelle et hypertension

L'hypertension est un problème de santé publique important dans le monde. L'hypertension non traitée entraîne des maladies cardiovasculaires et rénales telles que les maladies coronariennes, les accidents vasculaires cérébraux et le dysfonctionnement rénal (Robles *et al.*, 2017). Des peptides inhibiteurs de l'ECA se sont avérés présents dans la structure primaire de nombreuses sources de protéines alimentaires, y compris les protéines du lait de chamelle (Moslehishad *et al.*, 2013). On a constaté que l'ajout de *Lactobacillus rhamnosus* au lait de chamelle présentait une activité ECA-I (Moslehishad *et al.*, 2013). En outre, un peptide inhibiteur de l'ECA tel que Ala-Ile-Pro-Pro-Lys-Lys-Asn-Gln-Asp de protéines de lait de chamelle de Mongolie a été identifié à l'aide de *Lactobacillus helveticus* (Quan *et al.*, 2008).

### 3.3.3 Le lait de chamelle et le cancer

Le lait de chamelle est utilisé pour inhiber certains cas de cancer, comme celui du poumon, du sein et du côlon (Korashy *et al.*, 2012 ; Habib *et al.*, 2013). Certaines études ont révélé que le lait de chamelle pourrait empêcher la formation de nouveaux vaisseaux sanguins résultant d'une inflammation. Il a également des effets qui induisent la mort des cellules cancéreuses du foie en bloquant l'expression génétique de l'une des enzymes nécessaires à l'activation des substances cancérigènes (Korashy *et al.*, 2012). Aucun des composés responsables de la résistance au cancer dans le lait de chamelle n'a été identifié à ce jour. Cependant, on a constaté que la lactoferrine a des effets significatifs (Habib *et al.*, 2013). Il a été démontré qu'elle donnait aux patients cancéreux sous chimiothérapie de meilleurs résultats que la chimiothérapie seule et qu'elle avait des effets inhibiteurs sur la prolifération du cancer du côlon et du rectum chez l'homme (Habib *et al.*, 2013). En outre, il s'est avéré avoir des effets

toxiques sur les cellules cancéreuses en empêchant leur croissance et reproduction voire même stimuler leur mort.

Ces études ont besoin de plus de soutien scientifique pour confirmer le rôle de la lactoferrine trouvée dans le lait de chamelle dans la lutte contre le cancer ([Gader et Alhaider, 2016](#)).

### **3.3.4 Lait de chamelle et système immunitaire**

Le lait de chamelle a été examiné dans de nombreuses expériences pour améliorer le système immunitaire, et ainsi, différencier les similitudes immunologiques entre le lait de chamelle et le lait de vache. La séquence des protéines du lait de chamelle diffère de celle du lait de vache ([El-Agamy et al., 2009](#)). L'immunoglobuline dans le lait de chamelle est similaire par rapport au corps humain mais la concentration d'immunoglobuline est plus élevée dans le lait de chamelle ([Mullaicharam, 2014](#)). Le lait de chamelle contient des antioxydants (lactoferrine) qui renforcent la fonction du système immunitaire dans le corps humain, prévenant ainsi efficacement l'infection de diverses maladies, par conséquent le lait de chamelle est utile pour ceux qui souffrent de troubles du système immunitaire tels que la sclérose en plaques et la maladie de Crohn, donc le lait de chamelle traite efficacement les problèmes immunitaires. Cependant, il n'existe aucune preuve scientifique que le lait de chamelle est efficace dans le traitement des maladies auto-immunes ([Mullaicharam, 2014](#)).

### **3.3.5 Autres avantages du lait de chamelle**

Le lait de chamelle pourrait également être utilisé pour soigner d'autres maladies, telles que les maladies cardiovasculaires ([Alhaider, 2016](#)). Il a été constaté que le lait de chamelle réduit le niveau de fibrinogène dans le sang chez les rats diabétiques, indiquant la présence d'effets préventifs du lait de chamelle dans les maladies cardiovasculaires. En plus de la capacité mentionnée de prévenir les complications du diabète affectant le système cardiovasculaire ([Gader et Alhaider, 2016](#)). Le lait de chamelle est une bonne source de protéines, de calcium, de phosphore, de vitamine C et de niacine. Le lait de chamelle renforce les fonctions de défense naturelle de l'organisme ([Zibae, 2015](#)) et peut jouer un rôle dans la résistance à de nombreuses bactéries et virus extraits de la lactoferrine ([Gader et Alhaider, 2016](#)). La lactoferrine extraite du lait de chamelle a des effets antifongiques chez les souris infectées par le *Schistosoma mansoni* ([Zibae, 2015](#)).

## **Matériels & Méthodes**

## 1 Population

La population étudiée est composée de 30 volontaires ne souffrant pas de maladies chroniques (HTA, diabète ou autres), d'âge moyen (20-40) ans avec un sexe ratio H/F, 17/13. Le recrutement des volontaires est effectué pendant le mois de Janvier 2021 au niveau de la wilaya de Tlemcen.

Tous les volontaires ont été informés du protocole d'étude et leur consentement a été obtenu.

Pour chaque volontaire, une fiche est établie comportant les paramètres anthropométriques tels que l'âge, le poids, la taille, l'indice de masse corporelle (IMC), la glycémie et la pression artérielle (**Tableau 4**).

**Tableau 4. Caractéristiques de la population.**

Paramètres	Femmes	Hommes	Valeurs usuelles
<b>Anthropométriques</b>			
<i>Age (ans)</i>	-	-	-
<i>Poids (kg)</i>	-	-	-
<i>Taille (cm)</i>	-	-	-
<i>IMC</i>	-	-	18,5<IMC<24,9: poids normal 25<IMC<29,9 : surpoids IMC>30 : obésité IMC>40 : d'obésité morbide
<i>PAS (mm Hg)</i>	-	-	120
<i>PAD (mm Hg)</i>	-	-	80
<i>La glycémie (mg/dl)</i>	-	-	70/110

IMC = poids en kg/ [taille en m]<sup>2</sup>

PAS = Pression artérielle systolique

PAD =Pression artérielle diastolique

## 2 Matériel

### 2.1 Equipement de mesure

Les mesures de la taille-poids, de la glycémie et de la pression artérielle (PA) sont effectuées au niveau de la maison des volontaires à l'aide des appareils suivants :

- ✓ Un mètre ruban
- ✓ Une balance
- ✓ Un glucomètre (**Vital Check MM 1200**) (fig.3)
- ✓ Un tensiomètre (**Omron M2, Healthcare HEM-7121-E**) (fig.3)



Figure 3. Le glucomètre et le tensiomètre utilisés

### 2.2 L'équipement de préparation du kéfir

La préparation de la boisson s'est déroulée dans une cuisine équipée du matériel suivant :

- ✓ Une balance.
- ✓ Une passoire en plastique.
- ✓ Un thermomètre.
- ✓ Des casseroles pour la pasteurisation.
- ✓ Des tasses en plastique.
- ✓ Des cuillères en bois.
- ✓ Des bocaux en verre avec une fermeture en Silicon.
- ✓ De l'eau minérale ou eau de source pour le rinçage.

En tenant compte bien évidemment des conditions d'hygiène.

### 3 Méthode

#### 3.1 Mesure de la taille d'une personne

- La personne est debout.
- Les pieds et le dos contre un mur.
- On marque le mètre ruban sur le dessus de sa tête.
- On regarde le fil pour trouver sa taille.

#### 3.2 Mesure de la pression artérielle

- La mesure s'effectue en position assise, au calme.
- Avec un tensiomètre de bras (**Omron M2, Healthcare HEM-7121-E**) (**Fig.3**), le brassard doit être positionné sur le biceps, à même la peau ou sur une chemise fine. L'avant-bras gauche est simplement posé sur une table de façon à ce que le coude soit au niveau du cœur.
- En évitant la parole et les mouvements pendant la prise de tension et le dégonflement du brassard.
- Lecture des résultats une fois le brassard complètement dégonflé.

#### 3.3 Détermination de la glycémie

- Une goutte de sang d'un volontaire à jeun est déposée sur une bandelette réactive (**Vital Check MS-2**).
- La lecture se fait à l'aide d'un glucomètre (**Vital Check MM 1200**) (**fig.3**)

#### 3.4 Adaptation des graines de Kéfir

Les grains de kéfir ont été obtenus par notre encadrant. Les grains ont été propagés dans lait de chamelle à température ambiante (27-28°C) pendant 24h et renouvelés quotidiennement pendant une période de quatre jours. Les grains ont ensuite été séparés du lait fermenté par filtration à travers une passoire en plastique, lavés à l'eau minérale puis l'opération a été répétée.

Le but de ce processus est de doubler la quantité de kéfir (**Fig.4**).



**Figure 4. Séparation des grains de kéfir du lait fermenté**

### **3.5 Échantillons de lait :**

Un échantillon de lait de chamelle a été acheté d'une ferme privée à Ain Safra -Algérie. Le lait était récupéré par traite manuelle. L'échantillon a été recueilli dans des bouteilles de plastique de **5L**, conservé dans des boîtes de refroidissement (**4°C**) et transporté à Tlemcen après 6h à 7h de trajet.

### **3.6 Préparation du kéfir :**

L'échantillon de lait a été bouilli afin d'éliminer les microorganismes pathogènes pendant 12 minutes et refroidi à la température ambiante avant l'inoculation. Un litre de lait a été inoculé avec 30 g de grains de kéfir actifs dans des récipients en verre hermétiquement fermés.

La fermentation a été effectuée à température ambiante (**27-28°C**) pendant 24 h. Les grains de kéfir ont été retirés par filtration à l'aide d'une passoire en plastique. Par la suite, le lait fraîchement fermenté a été servi aux volontaires.

### **3.7 Protocole de l'étude :**

Avant de commencer le régime, le volontaire doit accepter le protocole qu'il doit suivre, qui est le suivant :

- Le lait servi directement après sa fermentation (après 24h).
- Le volontaire consomme un verre de lait de 165ml/ jour pendant 12 jours.
- Le lait est consommé avant le coucher ou la matinée.

- Concernant la mesure de la glycémie, elle a été effectuée 3 fois pendant les 12 jours (1<sup>er</sup>, 6<sup>e</sup> et 12<sup>e</sup> jour), le matin avant le petit déjeuner à jeun.
- Le poids a été mesuré pareillement.
- La tension artérielle a été mesurée quotidiennement, 10-15 min après avoir consommé du lait fermenté.

Ces paramètres ont été remplis dans une fiche selon le tableau 5.

**Tableau5. Fiche des données**

Nom - Prénom	Age	Taille	Poids	IMC	Glycémie	La Tension artérielle				Date
			M1	M1	M1					
			M2	M2	M2					
			M3	M3	M3					

**M1** : mesure du 1<sup>er</sup> jour

**M2** : mesure du 6<sup>e</sup> jour

**M3** : mesure du 12<sup>e</sup> jour

#### **4 Analyses physico-chimiques :**

Les analyses physico-chimiques ont été effectuées au niveau du laboratoire **CACQE** (Tlemcen) des paramètres suivants :

**Tableau 6. Analyse physico-chimiques des paramètres du lait de chamelle**

Paramètre d'analyse	Lait de chamelle (ECH 1)	Lait de chamelle fermenté avec graines de kéfir (ECH 2)
Densité		
Acidité titrable %		
pH		
Protéine %		
Matière grasse g/l		
Extrait sec total g/l		
Lactose g/l		
Cendres totaux %		

## **RÉSULTATS & DISCUSSION**

Résultat

1 Résultats des analyses physico-chimiques

Tableau 7. Résultats des analyses physico-chimiques

Paramètres	Lait de chamelle (ECH 1)	Lait de chamelle fermenté avec graines de kéfir (ECH 2)
Densité	1,026	1,024
Acidité titrable %	0,16	1,49
Ph	6,5	4,25
Protéine %	2,91	2,65
Matière grasse g/l	40	36,51
Extrait sec total g/l	121,62	116,43
Lactose g/l	51,6	42
Taux de cendres %	0,73	0,59

Les résultats liés aux analyses physico-chimiques du lait de chamelle, à savoir le pH, l'acidité titrable, la densité, l'extrait sec total, la teneur en lactose, la matière grasse et le taux de cendres déterminés en parallèle avec ceux du lait de chamelle fermenté avec du kéfir à titre comparatif sont présentés sur le tableau 7.

**La densité** : Ech1 à 20°C est égale à 1,026, alors que celle de Ech2 est égale à 1,024.

**L'acidité titrable** de lait cru est égale 0,16% par contre l'autre de lait fermenté égale 1,46%

**Le pH** de Ech1 égale à 6,5, est comparable à celui de Ech2 est égale à 4,45.

**La protéine** égale 2,98 % dans le lait cru avec une diminution pas trop importante dans le lait fermenté qui contient 2,75 %.

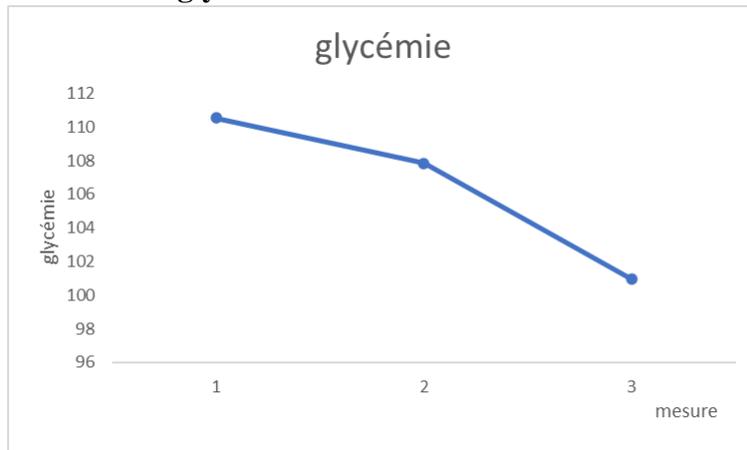
**La teneur en matière grasse** de Ech1 égale 40g/l et Ech2 se situe autour de 36,51g/l.

**L'extrait sec** de Ech1 est de 121,62 g/L. Il est un peu élevé par rapport au Ech2 qui équivaut à 116,43 g/L.

**La teneur en lactose** d'après les résultats présentés dans le tableau 7, semble très différente entre les 2 échantillons. Elle est de 51,6 g/l dans Ech1 et de 42 g/l au Ech2.

Le taux de cendres est de 0,73% dans **Ech1** et il est inférieur dans **Ech2** 0,59%.

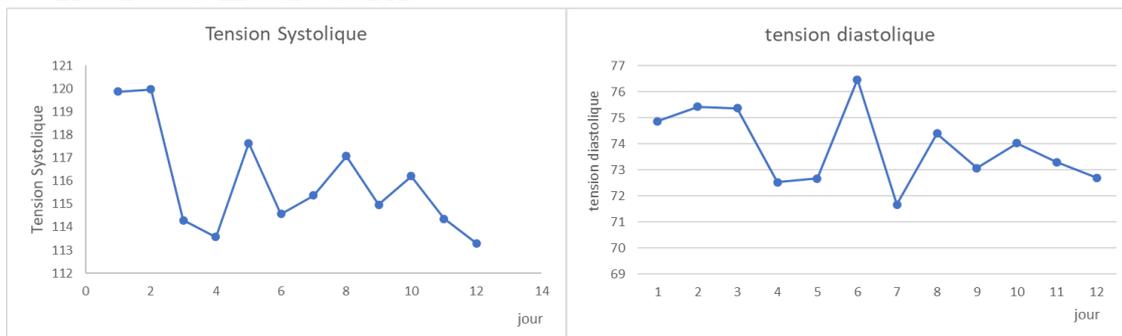
## 2 Résultat de mesure de la glycémie



**Figure 5. Diminution de la glycémie durant les 12 jours de régime**

La figure 5 illustre graphiquement le changement de la glycémie, on remarque une diminution après chaque mesure de glycémie.

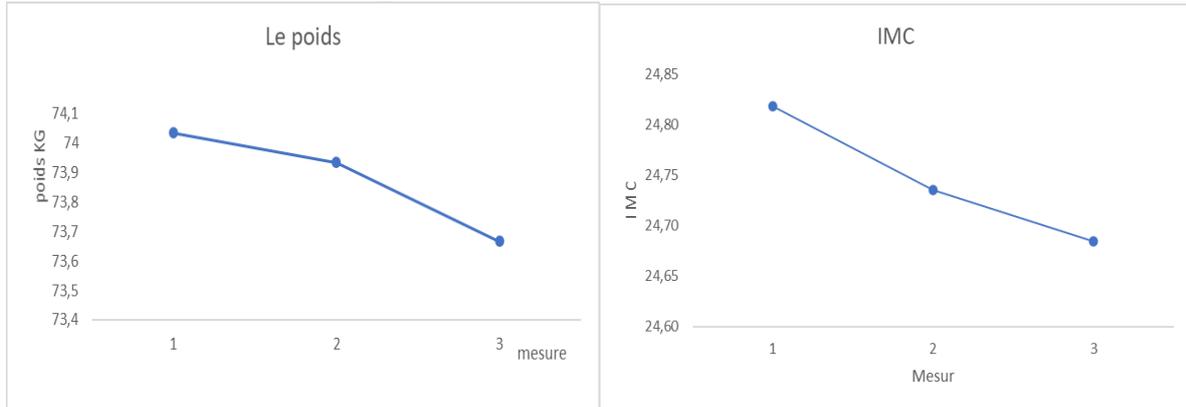
## 3 Résultat de mesure de PA



**Figure 6 . Evolution de la pression artérielle PAS-PAD**

La figure 6 illustre graphiquement la pression diastolique et la pression systolique. Il y a eu diminution remarquable pendant les premiers jours puis une augmentation vers le 6<sup>e</sup> jour. Vers le 8<sup>e</sup> jour, on remarque une diminution des deux tensions respectivement.

#### 4 Résultat de mesure du poids



**Figure 7. Diminution du poids corporel durant les jours de régime**

La figure 7 illustre graphiquement le changement du poids et l'IMC, on remarque une diminution après chaque mesure de poids.

## Discussion

Concernant les analyses physico-chimiques on a constaté que le pH moyen de l'**Ech1** analysé est de 6,51. Le lait de chamelle serait légèrement plus acide que le lait humain (7,01) et le lait de vache 6,6 (Siboukeur et Siboukeur, 2012).

Les valeurs de pH enregistrées dans cette étude sont proches de celles rapportées par certains auteurs tels que Karaman *et al.* (2021), Zhao *et al.* (2015) et Faraz *et al.* (2020) (pH =  $6,37 \pm 0,05$ ), (pH = 6,2 à 6,5) et (pH = 6,5 ; 6,7) respectivement. D'autres auteurs suggèrent que le pH du lait de chamelle est de ( $6,4 \pm 0,18$ ) comme rapporté par Sboui (2010) et Faraz *et al.* (2018).

L'**Ech1** analysé (tableau 7), présentent une acidité titrable de l'ordre de 0,16%. Cette valeur est proche de ce qui a été trouvé dans l'analyse du lait chamelle qui est de l'ordre de [0,13% - 0,25%] (Karaman *et al.*, 2021).

Les valeurs de pH et d'acidité titrable dans cette étude ont été trouvées dans l'intervalle de 6,22 à 6,56 et 0,13 à 0,25 %, respectivement. Les valeurs du pH étaient relativement plus faibles, tandis que l'acidité titrable était moyenne ou plus élevée (Fouzia *et al.*, 2013), liée à la flore microbienne produisant de l'acide lactique pendant les conditions de traite à température ambiante ou liés à la teneur en vitamine C comme rapporté par (Ismaili *et al.*, 2019).

Dans notre étude, la densité d'**Ech1** est indiquée dans le tableau 7. Sa valeur est égale à 1,026. Une densité similaire (1,0220 et 1,0310) a été rapportée par (Fouzia *et al.*, 2013) et s'approche de la valeur moyenne de 1,03% déterminé par Zhao *et al.* (2015). Bien que la densité dépende fortement de la teneur en matière sèche et de la fréquence saisonnière d'abreuvement (Siboukeur, 2007). La composition du lait de chamelle pourrait varier d'un jour à l'autre, en fonction des lieux géographiques, des conditions d'alimentation, de la durée de la lactation, de l'âge et de la santé, du poids corporel, des conditions environnementales, des intervalles entre les traites, des périodes sèches, de la gestion du bétail, etc. (Al Kanhal, 2010).

La teneur en lactose de **Ech1** est de 5,02 % (51,6 g/l) (tableau 7). D'autres chercheurs ont rapporté une valeur moyenne de 4,37% pour le lactose (Ismaili *et al.*, 2019), 4,15% (Nagy *et al.*, 2019) et 3,67% (Sesh *et al.*, 2012) qui sont inférieurs aux résultats de cette étude. Cela pourrait être lié au fait que les chameaux préfèrent généralement une alimentation déshydratée et broutent des plantes *halophytes*. En raison de ce régime, le taux de lactose dans le lait de chamelle diminue (Fouzia *et al.*, 2013).

Le lactose s'est avéré être le saccharide dominant dans les échantillons de lait de chamelle, avec de petites quantités de monosaccharides du lait tels que le glucose et le fructose ([Karaman et al., 2021](#)). Il existe peu de données publiées sur la composition en monosaccharides du lait de chamelle. L'étude du lactose du lait a déterminé des valeurs de 4,8 %, suffisamment faibles pour ne pas affecter les personnes intolérantes au lactose ([Yadav et al., 2015](#)).

La teneur en protéines de l'**Ech1** analysé est égale à 2,91 % (**tableau 7**). Ce taux est inférieur à ceux rapportés par [Kavas \(2015\)](#) (3,05%) et [Karaman et al., \(2021\)](#) (3,10 %).

Par ailleurs, certains auteurs avancent des valeurs proches de 2,98% selon [Azizkhani et al., \(2021\)](#) et 2,89% selon [Faraz \(2020\)](#).

Ce taux important en protéines du lait chamelle est d'un grand intérêt du fait qu'on retrouve des facteurs antibactériens particulièrement puissants (lysozyme, lactoferrine et les immunoglobulines...) et à la propriété unique d'inhiber la croissance des micro-organismes [El Hatmi et al., \(2015\)](#).

La matière grasse de l'échantillon expérimental du lait de chamelle mesuré dans le cadre de la présente étude est égal à (40g/l) soit (3,89%). Cette valeur est proche de celles rapportées par [Karaman et al \(2021\)](#) (2,30 – 5,10%) et qui varie entre (2,9 – 5 ,40%) par rapport à ([Sumaira et al., 2020](#))

Le lait de chamelle semble être très différent des autres laits de mammifères consommés par les humains en termes de composition en acides gras insaturés et par sa faible teneur en acides gras à chaîne courte et en acides gras insaturés plus élevés ([Konuspayeva et al., 2008](#)).

Compte tenu de ces différences significatives, le lait de chamelle peut être une alternative plus saine pour les consommateurs de lait.

La teneur en cendres des échantillons analysés est 0,73% (7,48g) (**tableau 7**). Ce résultat est comparable à ceux rapportés par [Konuspayeva et al. \(2009\)](#) qui ont déterminé que la quantité de cendres dans le lait de chamelle allait de 0,60 à 0,90 pour cent.

De plus, la quantité de cendres dans le lait est associée au type d'élevage, à l'alimentation et à la consommation d'eau ([Haddadin et al., 2008](#)).

La valeur obtenue pour la matière sèche de lait chamelle est présentées dans le tableau 6.

11,85% est le pourcentage de matière sèche dans le lait expérimental, cette valeur est similaire par rapport à la valeur de (Karaman *et al.*, 2021) qui est égale à  $11,83 \pm 0,41\%$ , et aussi était presque identique à celles rapportées par (Fouzia *et al.*, 2013) ( $119,05 \pm 1,98\text{g/l}$ ).

Le lait de chamelle n'a pas reçu beaucoup d'attention dans la recherche que le lait bovin. Cependant, des études récentes se sont principalement concentrées sur sa composition nutritionnelle et sa fonctionnalité (Ereifej *et al.*, 2011). Le lait de chamelle s'est avéré être différent dans certains aspects du lait d'autres espèces animales, comme le lait bovin. Il est beaucoup plus nutritif que le lait de vache car il est pauvre en graisses et en lactose, et plus riche en potassium, fer et vitamine C (Al Kanhal, 2010).

La teneur en matières grasses varie de 1,2 à 4,5% dans le lait de chamelle (Devendra *et al.*, 2018), elle est considérée plus faible par rapport au lait de vache. Son profil est caractérisé par la présence d'acides gras insaturés et à longue chaîne en plus grande quantité. Cela permet de diminuer le taux de lipides dans le sérum humain. (Izadi *et al.*, 2019).

La teneur en lactose est constante dans le lait de chamelle, et se trouve dans une proportion beaucoup plus faible que le lait de vache (Devendra *et al.*, 2018). Il contient également quelques oligosaccharides différents qui protègent les enfants contre les agents pathogènes, et aident au développement du système nerveux (Park et Haenlein, 2013).

La teneur totale en protéines du lait de chamelle varie de 2,15 à 4,90 %. C'est moins que ce que l'on trouve dans le lait de vache 3,9 à 7,2 %. Ainsi, le rapport caséine/protéines de lactosérum dans le lait de vache est supérieur à celui du lait de chamelle (Park et Haenlein, 2013).

$\beta$ -lactoglobuline ( $\beta$ -LG), c'est une protéine qui peut déclencher des réactions allergiques, et qui est disponible dans le lait de vache contrairement au lait de chamelle qui n'en contient pas, c'est-à-dire que ce dernier ne provoque aucune allergie et renferme de nombreux agents antimicrobiens (Ahamad *et al.*, 2017).

L' $\alpha$ -lactalbumine est la principale protéine de lactosérum du lait de chamelle. Il est plus digeste et a une activité antioxydante plus élevée que l' $\alpha$ -lactalbumine du lait de vache, ce qui encourage l'utilisation du lait de chamelle dans les aliments pour les nourrissons (Park et Haenlein, 2013).

Contrairement au lait de vache, le lait de chamelle contient la lactoferrine qui est une glycoprotéine. Sa teneur varie de 0,02 à 2,1 g/L dans le lait de chamelle. Il a des activités

antimicrobiennes, anti-inflammatoires, immuno-modulatrices et anti-tumorales ([Park et Haenlein, 2013](#)).

Le contenu minéral du lait de chamelle est similaire à celui du lait de vache, notamment en ce qui concerne la teneur en Ca, P, Mg, Na et K ([Kaskous, 2016](#)). La principale distinction réside dans la teneur en Zn, Cu, Fe et Mn, car le lait de chamelle présente des concentrations plus élevées en ces minéraux. La concentration accrue de fer dans le lait de chamelle peut être utile pour la prévention de l'anémie ferriprive. En outre, la concentration plus faible de citrate dans le lait de chamelle que dans le lait de vache augmente l'activité antimicrobienne de la lactoferrine, car elle a besoin de faibles niveaux de citrate pour être bénéfique ([Park et Haenlein, 2013](#)).

De plus, la teneur en acide ascorbique est plus élevée dans le lait de chamelle. Par conséquent, il peut prolonger la durée de conservation de ses produits et augmenter ses capacités antioxydantes et anti-radicalaires ([Izadi et al., 2019](#)). Les concentrations en sels minéraux et en vitamines dans le lait de chamelle dépendent de la race, de l'alimentation, de la consommation d'eau et du stade de lactation. En outre, le lait de chamelle contient une concentration plus élevée de vitamine C et de niacine que le lait de vache. Mais il est carencé en vitamines B1, B2 et A, en acide pantothénique et en acide folique. Le lait de chamelle et le lait de vache ont presque la même teneur en vitamines B6 et B12 ([Devendra et al., 2018](#)).

En revanche, le lait de chamelle présente une meilleure stabilité thermique que le lait de vache. L'augmentation de la température du lait de chamelle à 80 °C entraîne une dégradation de 32-35% des protéines de lactosérum. Le traitement thermique du lait de vache à 80 °C entraîne la dénaturation de 70% des protéines de lactosérum ([Izadi et al, 2019](#)).

Le lait de chamelle a plus de structures inhibitrices que le lait de vache, plus précisément, le lysozyme et les lactoferrines qui sont beaucoup plus élevés que ceux du lait de vache. Par conséquent, il peut être conservé à température ambiante pendant une période plus longue ([Korhonen et Pihlanto, 2001](#)). De plus, il contient des peptides et des protéines qui ont un impact précieux sur de nombreux bio-processus comme l'assimilation, l'ingestion, le développement et l'immunité ([Izadi et al., 2019](#)).

Le kéfir, boisson traditionnelle, est désormais reconnu comme une source potentielle de probiotiques et de molécules aux propriétés intéressantes sur la santé ([Rosa et al., 2017](#)). À ce titre, la composition du kéfir a été largement étudiée à travers le monde ([Arslan, 2015](#)). Les résultats de la présente étude sont en accord avec la plupart des études rapportées ci-dessus.

La variabilité de la composition du kéfir à partir de laits peut être due à des différences de qualité du lait associées à des espèces animales particulières, à la gestion de l'alimentation, à la période de lactation et aux méthodes de transformation, notamment la quantité de grains de kéfir utilisée, le temps et la température d'incubation, et les micro-organismes présents dans les grains de kéfir (Rosa *et al.*, 2017).

Selon les analyses physico-chimiques (**tableau 7**), la teneur en graisses obtenue dans cette étude de l'Ech2 est proche de celles rapportées par (Kavas, 2015) et (Azizkhani *et al.*, 2021) qui ont trouvé 3,20% et 3,61% respectivement.

Le taux de graisse a diminué pendant la fermentation dans l'échantillon de kéfir, ce qui montre la légère protéolyse et la lipolyse conduites par les micro-organismes (Gamba *et al.*, 2020).

La teneur en lactose d'Ech2 a diminué de manière importante après la fermentation en raison de la consommation microbienne et de la dégradation des glucides par des micro-organismes producteurs d'acide. Il a réduit de 51.6 à 42g/l pour le kéfir de chamelle, et Selon Gamba *et al.* (2020) la concentration en lactose a diminué dans le kéfir de lait de vache car le principal sucre utilisé par les micro-organismes était le lactose.

Les mêmes résultats ont été observés par de Lima *et al.* (2018) qu'une diminution de 18,77 % s'est produite dans la teneur totale en glucides du lait de brebis après fermentation à avec des grains de kéfir. De même dans notre étude, la teneur en lactose de l'Ech2 a diminué de façon importante car les micro-organismes du kéfir utilisaient le lactose comme principale source de glucides disponibles pour fermenter le lait. Aussi l'hydrolyse et la transformation des di- et oligosaccharides par les micro-organismes du grain de kéfir provoque une diminution de lactose (de Lima *et al.*, 2018).

Ce qui confirme que le kéfir est une bonne alternative pour les personnes intolérantes au lactose, celles qui ne peuvent pas digérer des quantités importantes de lactose, car la teneur en lactose est réduite dans le kéfir tandis que celle de la  $\beta$ -galactosidase est augmentée suite à la fermentation (Arslan, 2015).

Les changements des valeurs de pH dans les échantillons de lait de chamelle, et fermenté par le kéfir après 24h de période de fermentation à la température ambiante sont présentés dans le **tableau 7**.

Dans les produits laitiers fermentés, la variation du pH est un paramètre déterminant qui montre le potentiel de fermentation des microorganismes de la culture de départ et a un grand

effet sur la qualité organoleptique et la durée de conservation du produit. Le taux de croissance microbienne et la capacité de fermentation de la culture de départ dépendent considérablement de l'origine du lait, des composés nutritifs du lait (protéines, peptides, lactose, oligosaccharides et micronutriments), de la température et de la durée de l'incubation ([Vinderola et al., 2008](#)).

Dans notre étude, au point final de la fermentation de l'**Ech2**, le pH du produit était de 4,25, cette valeur est proche de celle rapportée par [Alimi et al \(2019\)](#) estimé à 4,10. Nous avons trouvé une diminution de valeur du pH par rapport au **Ech1** 6,5, ce niveau de réduction variait en fonction du type de lait, de la teneur en glucides et de la culture de démarrage ([Yilmaz-Ersan et al., 2018](#)).

[Kim et al. \(2015\)](#) ont rapporté que le pH de différents types de kéfir fermentés par différentes cultures primaires de départ oscillait entre 3,64 et 4,05. De plus, dans une autre étude, il a été constaté que le pH du kéfir de lait de brebis a diminué de 4,50 à 3,70 ([de Lima et al., 2018](#)), ce qui a montré une similitude de diminution de pH avec nos résultats.

L'acidité titrable des **Ech1** et **Ech2** est illustrée dans le tableau 7. Sa valeur après la fermentation est égale à (1,49 %), elle est proche de celle de [Alimi et al \(2019\)](#) qui a trouvé la valeur de 1,37%, le pH a aussi diminué et l'acidité a augmenté dans **Ech2**. Des résultats similaires ont été rapportés pour le kéfir de lait de vache ([Taheur et al., 2020](#)), le kéfir de lait de chèvre ([Satir et Guzel-Seydim 2015](#)), ainsi que le kéfir de lait de chamelle ([Gao et al., 2015](#)).

L'augmentation de l'acidité du produit montre la multiplication rapide des populations microbiennes de grains de kéfir ou de ferments lactiques probiotiques tels que les levures et les bactéries lactiques et la production d'acide lactique, d'acide acétique, de CO<sub>2</sub>, d'alcool et de composés volatils. L'activité métabolique des bactéries lactiques et la production d'acide lactique ont un effet inhibiteur significatif sur la croissance et le métabolisme des micro-organismes pathogènes et dégradants ([Montanuci et al., 2010](#) ; [Magalhães et al., 2011](#)).

Il semble que la variété et l'activité métabolique des micro-organismes dans les grains de kéfir ou la culture de démarrage aient un effet important sur la vitesse de fermentation des glucides, l'hydrolyse des protéines et des graisses, la production d'acides organiques et l'augmentation de l'acidité ([Miguel et al., 2010](#)).

La teneur en matière sèche totale des échantillons de lait de chamelle analysés est égale à 116,43 g/l pour l'**Ech2** et de 121,62 g/l pour l'**Ech1**. Les différences enregistrées sont importantes (**tableau 7**).

Les résultats obtenus sont proches de ceux rapportés par **Kavas (2015)**, 123 g/l pour le lait cru et 113,8 g/l pour lait de kéfir.

Les densités mesurées de l'**Ech2** est égale à 1,024. Elle est donc inférieure à celle de l'**Ech1** (1,026). La différence enregistrée est peu importante (**tableau 7**).

Cette valeur est différente de celle d'**Ismaili et al., 2017** (1,027), qui ont travaillé sur un lait de chamelle fermenté traditionnellement.

La densité du lait varie en fonction de la concentration des éléments dissous et en suspension (la matière sèche dégraissée) (**Bendellali et al., 2012**). Ceci est bien visible dans le cas du **Ech2** qui enregistre un taux de matière sèche plus faible par rapport au **Ech1** corrélé à une densité plus faible.

La teneur en cendres des échantillons analysés varie entre 0,59 % pour l'**Ech2** et 0,73 % pour l'**Ech1** avec des différences remarquable (**tableau7**).

Cette diminution est comparable avec les résultats obtenus par **Kavas (2015)** qui a trouvé 2,39% pour le lait cru qui va par la suite diminuer à cause de la fermentation à 1,42 %. Par contre, **Azizkhani et al (2021)** ont trouvé une augmentation après la fermentation du lait de chamelle, de (0,78 % à 0,80 %).

Selon les analyses physico-chimiques (**tableau 7**), la teneur en protéines obtenue dans cette étude de **Ech2** est proche de celles rapportées par **Azizkhani (2021)** qui a trouvé 2,75% mais, on a enregistré une diminution de sa teneur par rapport à l'**Ech1**.

Dans une étude menée par **Satir et Guzel (2016)**, il a été démontré que le processus de fermentation pouvait augmenter la teneur en protéines totales d'un produit car certains *Lactobacillus* dans le grain de kéfir produisaient une enzyme qui augmentait le niveau de protéines. Les protéines du kéfir sont affectées par le type de lait, le lait de chèvre a produit des protéines de kéfir plus élevées. Le taux de protéines dans cette étude était 3,37 % dans le lait cru et 4,79 % après fermentation par grain de kéfir (**Satir et Guzel-Seydim, 2016**).

Dans une autre étude de **Azizkhani et al (2021)** sur lait de vache, chamelle, brebis et chèvre fermenté par grain de kéfir, ils ont trouvé que le taux de protéine de lait diminué après sa

fermentation (3,45 % à 3,17 %), (2,98 % à 2,75 %), (6,40 % à 6,20 %), (3,30 % à 3,14 %) respectivement ([Azizkhani et al., 2021](#)).

Une étude similaire à [Azizkhani et al \(2021\)](#) menée par [Kavas \(2015\)](#) sur le lait de chamelle et le lait de vache, a montré que la teneur en protéines diminuait après fermentation des échantillons par les grains de kéfir de (3,05 à 2,82), (3,21 % à 3,09 %) de lait de chamelle et le lait de vache respectivement ([Kavas, 2015](#))

Le kéfir contient non seulement les éléments nutritionnels de base, mais aussi une haute quantité d'acides aminés.

En outre, de grandes variations ont également été constatées dans la teneur en acides aminés des différents kéfirs. Le kéfir produit à partir de lait de chamelle avait une teneur en acides aminés significativement plus élevée que les autres échantillons de kéfir.

Le profil des acides aminés change pendant la fermentation du lait, et on a constaté que le kéfir contient des niveaux plus élevés de thréonine, de sérine, d'alanine, de lysine et d'ammoniac que le lait. Le kéfir contient également d'autres acides aminés, tels que la valine, l'isoleucine, la méthionine, la lysine, la phénylalanine et le tryptophane ([Alimi et al., 2019](#)).

Dans une étude menée par [Alimi et al \(2019\)](#) sur quatre types de lait à savoir de chamelle, de vache, de chèvre et de brebis fermentés avec des grains de kéfir pendant 24h, plusieurs minéraux ont été détectés dans le lait de kéfir tels que le (Ca), (K), (P), (Mg), (Fe), (Zn), (Cu), (Mn). Le kéfir de lait de chamelle s'est avéré être une source plus riche en minéraux que les autres échantillons de kéfir.

Les résultats de la comparaison ont montré que le kéfir du lait de chamelle est le plus riche en (Ca), (K) et (P) par rapport aux autres laits fermentés ([Alimi et al., 2019](#)).

Et selon [Tu et al., \(2015\)](#), le rapport important de calcium et phosphore du lait de kéfir augmente la minéralisation et la formation osseuse et réduit la résorption osseuse.

Le kéfir affecte également le microbiote intestinal et augmente la minéralisation osseuse car la perméabilité intestinale est modifiée et l'absorption du calcium et les minéraux est augmentée. En plus de l'augmentation du taux de leur absorption, il réduit le taux de parathyroïde (PTH) et la résorption osseuse ([Tu et al., 2015](#)).

Le diabète sucré est lié à une morbidité et une mortalité accrue, des complications telles que la néphropathie, la rétinopathie et la neuropathie peuvent survenir si le diabète sucré n'est pas traité ([Judiono et al., 2014](#)).

Dans la présente étude, comme le montre la **figure 5** au cours du régime qui a duré 12 jours, on a observé qu'il y a une baisse importante de la glycémie à jeun a été constatée chez les volontaires (début= 110,53mg/dl, fin= 100,93mg/dl).

Certaines études ont indiqué que le kéfir améliorait la résistance à l'insuline et réduisait l'hyperglycémie ([Pereira et al., 2016](#)).

Une autre étude menée sur des rats *Wistar* rendus diabétiques par l'alloxane a révélé que la supplémentation en kéfir (3,6 ml/200 g de poids corporel administrée par voie orale) après l'induction du diabète réduisait significativement les taux de glucose plasmatique à jeun après 20 jours de traitement, avec une plus grande différence observée après 40 jours ([AL-Shemmari et Hassan, 2018](#)).

Dans une étude utilisant du glutamate monosodique pour induire le diabète chez des rats *Wistar*, [Rosa et al., \(2016\)](#) ont observé que le traitement au kéfir (1 ml de gavage oral) améliorait les taux plasmatiques de glucose et d'insuline à jeun, la clairance du glucose après un test de tolérance au glucose par voie orale et la résistance à l'insuline mesurée par le modèle homéostatique d'évaluation de la fonction des cellules bêta (HOMA- $\beta$ ) ([Rosa et al., 2016](#)).

Un DT2 induit par le nicotinamide et la streptozotocine chez des rats *Wistar* a révélé que le kéfir fabriqué avec du lait de chèvre (gavage oral à 2 ml/jour) entraînait une réduction de la glycémie à jeun et des marqueurs d'inflammation, comme indiqué par protéine-C réactive (PCR) et IL-6 ([Tyas et Kristian, 2015](#)).

En comparaison avec l'étude de ([Judiono et al., 2014](#)), des rats atteints de diabète de type 2 ont reçu du kéfir (200 ml/jour) pendant 30 jours afin de déterminer l'effet du kéfir sur leurs taux de glycémie et d'HbA1c ; la glycémie à jeun et les taux d'insuline ont significativement diminué par rapport au groupe qui n'a pas reçu de kéfir.

Dans une autre étude clinique, la consommation de 600 g de kéfir par jour pendant 8 semaines chez des individus diabétiques de type 2 a permis de comparer la glycémie à jeun (début= 161,6 $\pm$ 57,71 mg/dL, fin= 139,2 $\pm$ 46,66 mg/dL) et l'hémoglobine A1c par rapport à l'ayran, qui

est la boisson témoin. Il a été démontré qu'il réduisait significativement les niveaux d'HbA1c (ligne de base= 7,6±1,22%, fin=6,4±1,91). ([Hadisaputro et al., 2012](#))

Des résultats similaires ont été rapportés dans l'étude menée par ([Ostadrahimi et al., 2015](#)) et pour déterminer l'effet du kéfir sur le contrôle du glucose et du profil lipidique chez des patients atteints de diabète de type 2 ; une baisse statistiquement significative de la glycémie à jeun a été constatée chez les patients nourris au kéfir contenant du *Lactobacillus casei*, du *Lactobacillus acidophilus* et des *Bifidobactéries* pendant 8 semaines. Ces bactéries présentent un effet hypoglycémiant puisqu'elles stimulent la production de peptides insulinothropes et de peptides de type glucagon, entraînant une augmentation de la captation du glucose par les cellules musculaires, ainsi qu'une stimulation de la production de glycogène hépatique, qui utilise le glucose disponible dans la circulation sanguine.

Selon l'étude de [Alimi et al \(2019\)](#), le kéfir contient une quantité importante de zinc qui est égale à 2.43 ppm celle-ci est un peu élevée par rapport au kéfir de vache, brebis et chèvre qui égale 2.17ppm, 0.55ppm et 2.23ppm respectivement, et selon [Gunasekara et al. \(2011\)](#) une alimentation riche en zinc peut diminuer la glycémie ce qui est en adéquation avec notre résultat.

L'hypertension artérielle (HTA) est définie par une pression artérielle systolique (PAS)  $\geq 140$  mm Hg et/ou une pression artérielle diastolique (PAD)  $\geq 90$  mm Hg. L'HTA est aussi la cause de nombreuses autres pathologies, tout aussi invalidantes : insuffisance rénale, insuffisance cardiaque, anévrisme artériel, dissection aortique, arythmie, démence ([Mancia et al., 2013](#) ; [Rapsomaniki et al., 2014](#)).

L'effet de 12 jours de consommation de kéfir sur la pression sanguine est illustré dans **la figure 6**.

Dans la présente étude, on constate que la consommation de kéfir aide à réduire la pression artérielle chez certains volontaires. On a également remarqué que la pression artérielle n'était pas affectée par la boisson au kéfir comme est le cas lors de la consommation du leben et nous n'avons remarqué aucun changement chez les autres volontaires l'ayant consommé.

Les résultats obtenus sont comparables à une étude similaire menée sur des rats par [Maeda et al \(2004\)](#) qui ont rapporté que le kéfir réduisait significativement la pression sanguine chez les rats, dans leur étude établie sur les effets de kéfir sur la pression sanguine. Cet effet pourrait être dû à la suppression de l'effet de l'enzyme de conversion de l'angiotensine du

kéfir, Il a été rapporté que les protéines contenues dans le kéfir présentent des effets inhibiteurs de ECA ([Köroğlu et al., 2015](#)).

[Miguel et al., \(2010\)](#) ont étudié l'effet de certaines séquences peptidiques obtenues à partir de fractions de caséines, dont on a montré précédemment qu'elles avaient des effets inhibiteurs de l'enzyme de conversion de l'angiotensine et des effets antihypertenseurs *in vitro*, chez des rats hypertendus et ont révélé qu'elles provoquaient une diminution légère mais significative et durable de la pression artérielle diastolique chez ces animaux.

Les peptides inhibiteurs de l'ECA inhibent la production du vasoconstricteur angiotensine I, et par conséquent la production d'aldostérone, une hormone qui stimule l'augmentation de la concentration sérique en Na, provoquant une augmentation de la pression artérielle. De plus, les peptides inhibiteurs de l'ECA inhibent également la dégradation de la bradykinine, une hormone qui a une action vasodilatatrice, contribuant à la diminution de la pression artérielle ([Rosa et al., 2017](#)).

Des résultats similaires ont été rapportés dans l'étude menée par [Friques et al \(2015\)](#) chez des rats souffrant d'hypertension spontanée, la consommation de kéfir a diminué la pression artérielle d'environ 60% à la fin du 15<sup>e</sup> jour. Il a été constaté qu'il fournit et améliore la fonction endothéliale en régulant l'équilibre des espèces réactives de l'oxygène et du NO.

Une autre étude similaire de [Kanbak et al., \(2014\)](#), où des rats ont été soumis à un régime riche en sel pendant 4 semaines afin d'examiner l'effet du kéfir sur la pression artérielle, ont constaté que le kéfir réduisait l'atteinte à la fonction rénale en tant qu'inhibiteur de ECA.

En outre, les analyses des minéraux de l'étude d'[Alimi et al \(2019\)](#), le kéfir contient une quantité significative de calcium et potassium par rapport aux autres laits de kéfir, ce qui concorde avec [Marcinek et al \(2015\)](#) et [Houston et Harper \(2008\)](#) qui ont rapporté qu'une quantité importante de Ca et K peut agir sur la régulation de la pression artérielle.

Les études expérimentales et surtout cliniques ayant évalué l'effet antihypertenseur du kéfir de lait sont rares dans la littérature à ce jour. De plus, les peptides de kéfir de lait qui présentent la capacité d'inhiber l'action de l'ECA n'ont pas encore été identifiés, et les études ont généralement été réalisées seulement sur des modèles animaux ([Rosa et al., 2017](#)).

L'obésité est une maladie caractérisée par un excès de masse grasse. Elle est associée au développement de nombreuses comorbidités ([Matta et al., 2018](#)).

Nos résultats suggèrent qu'une consommation régulière de kéfir pendant 12 jours permettrait une meilleure gestion du poids voir même une diminution.

La modulation du microbiote intestinal est une méthode recommandée pour prévenir l'obésité. Étant donné la contribution des interactions microbiote-hôte à l'homéostasie énergétique, au métabolisme du glucose et au métabolisme des lipides, le microbiote intestinal a été reconnu comme un facteur environnemental important dans la pathogenèse de l'obésité (Kim *et al.*, 2015).

En outre, l'administration de kéfir pouvait réduire le taux de cholestérol sanguin (Tilg *et Kaser* 2011).

À ce titre, la modulation du microbiote intestinal par le biais de l'alimentation ou de la supplémentation orale en pré et probiotiques peut être une stratégie privilégiée pour prévenir ou traiter cette maladie (Sekirov *et al.*, 2010 ; Ottman *et al.*, 2012).

Dans une étude menée par Kim *et al.*, (2017) pour déterminer l'effet du kéfir, un probiotique naturel et complexe sur l'obésité, des rats consommant un régime gras ont été séparés en deux groupes ; un groupe a reçu du kéfir pendant 12 semaines et le groupe témoin du lait, Cette étude a montré que le kéfir régulait le microbiote intestinal et prévenait l'obésité en stimulant l'oxydation des acides gras (Kim *et al.*, 2017).

De même, une étude menée pour évaluer l'effet préventif du kéfir sur l'adiposité et l'accumulation de graisses au niveau hépatique chez les rats obèses ayant consommé un régime gras, a indiqué que le kéfir a réduit de manière significative l'augmentation du poids corporel et a empêché l'accumulation de graisses sur les tissus adipeux hépatiques (Chen *et al.*, 2016).

Le kéfir pourrait agir contre l'obésité en inhibant les enzymes liées à la digestion des glucides et des lipides, ce qui entraînerait une libération d'énergie moindre. Par exemple, Tiss *et al* (2020), qui ont investigué sur les effets d'une boisson fermentée avec du kéfir produit à partir de lait de soja, ont évalué l'activité de la lipase et de l'alpha-amylase *in vitro*, ainsi que dans l'intestin et le pancréas de rats soumis à une obésité induite par un régime hypercalorique. Dans l'étude *in vitro*, il a été montré la capacité du kéfir à inhiber l' $\alpha$ -amylase et la lipase pancréatique. Aussi, l'activité de la lipase intestinale et pancréatique a diminué dans les groupes recevant du kéfir, entraînant une réduction du cholestérol total et du LDL-cholestérol, et une augmentation des taux de HDL-cholestérol, ainsi qu'une perte de poids corporel. Une

inhibition de l'activité de l' $\alpha$ -amylase intestinale et pancréatique et par conséquent, une diminution de la glycémie et une protection des tissus hépatiques et rénaux contre la toxicité ont également été observées après la consommation de kéfir, c'est-à-dire que cette boisson fermentée était capable d'inverser les paramètres liés à l'obésité (**Tiss *et al.*, 2020**).

**Bourrie *et al.* (2018)** ont également évalué le kéfir concernant la réduction de la prise de poids et du cholestérol plasmatique chez des souris femelles C57BL/6 souffrant d'obésité induite par un régime composé de 40 % de calories provenant des graisses et de 1,25 % de cholestérol. Les animaux ont reçu 100  $\mu$ L de kéfir sur une période de 12 semaines.

le kéfir, a diminué la prise de poids et le cholestérol plasmatique et réduit le dépôt de triglycérides hépatiques, ce qui indique son potentiel dans le contrôle de l'obésité avec une fonction métabolique améliorée (**Bourrie *et al.*, 2018**).

# **CONCLUSION**

### Conclusion

Il est difficile de donner une définition satisfaisante du terme aliment fonctionnel.

Cependant, on peut déjà admettre que les aliments fonctionnels sont des aliments composés, fabriqués ou modifiés d'une manière telle qu'ils possèdent des propriétés scientifiquement prouvées, qui assurent une certaine protection sur la santé ou préviennent certaines maladies.

Dans le cadre de la préparation de notre projet de Master, nous avons travaillé sur un aliment fonctionnel (un lait de chamelle fermenté par les graines de Kéfir).

Dans un premier temps, nous avons préparé le kéfir de lait de chamelle, ce dernier a été destiné à des analyses physico-chimiques avec le lait de chamelle sans ferments.

Dans un deuxième temps, nous avons testé notre boisson sur des volontaires afin de mesurer les paramètres suivants (la glycémie, la pression artérielle et le poids corporel).

A travers les résultats obtenus, on a déduit que le kéfir provoquait un déclin de la glycémie d'un taux de (110,53mg/dl à 100,93mg/dl), de plus il y avait des changements dans la pression sanguine(systolique/diastolique) ainsi que le poids de quelques volontaires dans un intervalle de **(119,86 mmHg à 113,3mmHg / 74.86 mmHg à 72.7 mmHg)** et de **(74,03Kg à 73,66Kg)** respectivement.

On aurait souhaité étendre cette recherche, mais on a rencontré malheureusement des difficultés nous obligeant de ce fait à réduire sa durée. Le principal facteur était l'épidémie de la Covid-19, où on a eu du mal à trouver des volontaires par peur de contagion, le confinement a également joué un rôle en notre défaveur puisqu'on n'a pas eu le temps de rencontrer des volontaires et faire plus de choix de sélection des candidats, on a fait donc appel principalement à des personnes de notre entourage.

Au terme de ce travail, on suggère que le kéfir pourrait avoir un effet bénéfique sur la santé humaine, ces études ont besoin de plus de soutien scientifique pour confirmer le rôle de la fermentation des graines de kéfir dans du lait de chamelle en vue de la lutte contre certaines maladies chroniques.

En perspectives, il serait judicieux d'approfondir cette recherche en:

- Prolongeant la période de régime et de suivi ;
- Augmentant la quantité de kéfir pour chaque volontaire ;

- Prescrivant un régime alimentaire que les volontaires devront suivre à la lettre afin de ne pas interférer avec les résultats attendus ;
- Ajoutant d'autres paramètres biochimiques dans les analyses sanguines comme l'hémoglobine glyquée, les lipoprotéines HDL et LDL ou même des marqueurs de l'inflammation,
- réalisant une étude sur une tranche d'âge assez étroite et mieux ciblée

## **Références bibliographiques**

- **Abbas, A., Patterson III, W., & Georgel, P. T. (2013).** The epigenetic potentials of dietary polyphenols in prostate cancer management. *Biochemistry and Cell Biology*, 91(6), 361-368.
- **Acquah, C., Agyei, D., Obeng, EM, Pan, S., Tan, KX et Danquah, MK (2020).** Aptamères: Une classe émergente de ligands de bioaffinité dans les applications de peptides bioactifs. *Revue critiques en science alimentaire et nutrition* , 60 (7), 1195-1206.
- **Adefegha, SA, Oboh, G., Omojokun, OS, Jimoh, TO et Oyeleye, SI (2016).** Activités antioxydantes in vitro de la feuille de bouleau africain (*Anogeissus leiocarpus*) et son effet sur les propriétés inhibitrices de l' $\alpha$ -amylase et de l' $\alpha$ -glucosidase de l'acarbose. *Journal of Taibah University Medical Sciences* , 11 (3), 236-242.
- **Agrawal, R. P., Jain, S., Shah, S., Chopra, A., & Agarwal, V. (2011).** Effect of camel milk on glycemic control and insulin requirement in patients with type 1 diabetes: 2-years randomized controlled trial. *European journal of clinical nutrition*, 65(9), 1048-1052.
- **Aguiar, L. M., Geraldi, M. V., Cazarin, C. B. B., & Junior, M. R. M. (2019).** Functional food consumption and its physiological effects. In *Bioactive compounds* (pp. 205-225). Woodhead Publishing.
- **Ahamad, S. R., Raish, M., Ahmad, A., & Shakeel, F. (2017).** Potential health benefits and metabolomics of camel milk by GC-MS and ICP-MS. *Biological trace element research*, 175(2), 322-330.
- **Ahmed, Z., Wang, Y., Ahmad, A., Khan, S. T., Nisa, M., Ahmad, H., & Afreen, A. (2013).** Kefir and health: a contemporary perspective. *Critical reviews in food science and nutrition*, 53(5), 422-434.
- **Al Kanhal, H. A. (2010).** Compositional, technological and nutritional aspects of dromedary camel milk. *International Dairy Journal*, 20(12), 811-821.
- **Al-Ayadhi, L. Y., & Elamin, N. E. (2013).** Camel milk as a potential therapy as an antioxidant in autism spectrum disorder (ASD). *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2013.
- **Alhaider, A. A., Abdel Gader, A. G. M., Almeshaal, N., & Saraswati, S. (2014).** Camel milk inhibits inflammatory angiogenesis via downregulation of proangiogenic and proinflammatory cytokines in mice. *Apmis*, 122(7), 599-607.
- **Alimi, D., Rekik, M., & Akkari, H. (2019).** Comparative in vitro efficacy of kefir produced from camel, goat, ewe and cow milk on *Haemonchus contortus*. *Journal of helminthology*, 93(4), 440-446.
- **Alkhatib, A., & Tuomilehto, J. (2019).** Lifestyle diabetes prevention. In *Encyclopedia of Endocrine Diseases* (pp. 148-159). Elsevier.
- **Alkhatib, A., Tsang, C., & Tuomilehto, J. (2018).** Olive oil nutraceuticals in the prevention and management of diabetes: from molecules to lifestyle. *International journal of molecular sciences*, 19(7), 2024.
- **Alkhatib, A., Tsang, C., Tiss, A., Bahorun, T., Arefanian, H., Barake, R., ... & Tuomilehto, J. (2017).** Functional foods and lifestyle approaches for diabetes prevention and management. *Nutrients*, 9(12), 1310.
- **Alkhatib, A. (2020).** Antiviral functional foods and exercise lifestyle prevention of Coronavirus. *Nutrients*, 12(9), 2633.

- **Altay, F., Karbancioglu-Güler, F., Daskaya-Dikmen, C., & Heperkan, D. (2013).** A review on traditional Turkish fermented non-alcoholic beverages: microbiota, fermentation process and quality characteristics. *International Journal of Food Microbiology*, 167(1), 44-56.
- **AL-Shemmari, I. G. M., & Hassan, A. H. (2018).** Evaluation of antidiabetic and antihyperlipidemic activity of Kefir in alloxan induced diabetes mellitus rat. *Scientific Journal of Medical Research*, 2(06), 83-86.
- **Alzate, B. C. S., Rodríguez, M. C., & Campuzano, O. M. (2016).** Identification of some kefir microorganisms and optimization of their production in sugarcane juice. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 69(2), 7935-7943.
- **Angelis-Pereira, M. C. D., Barcelos, M. D. F. P., Sousa, M. S. B., & Pereira, J. D. A. R. (2013).** Effects of the kefir and banana pulp and skin flours on hypercholesterolemic rats. *Acta cirurgica brasileira*, 28(7), 481-486.
- **Ansary, M. M. S., Ahmadimoghadam, A., & Mirtadzadini, S. M. (2017).** Distribution of cyanobacteria in two sirch hot springs with regards to the physicochemical traits of water. *Banat's Journal of Biotechnology*, 8(15), 83.
- **Arqués, J. L., Rodríguez, E., Langa, S., Landete, J. M., & Medina, M. (2015).** Antimicrobial activity of lactic acid bacteria in dairy products and gut: effect on pathogens. *BioMed Research International*, 2015.
- **Arslan, S. (2015).** A review: chemical, microbiological and nutritional characteristics of kefir. *CyTA-Journal of Food*, 13(3), 340-345..
- **Atalar, I. et Dervisoglu, M. (2015).** Optimisation des paramètres du processus de séchage par atomisation pour la poudre de kéfir à l'aide de la méthodologie de surface de réponse. *LWT-Food Science and Technology* , 60 (2), 751-757.
- **Awasthi, A. (2016).** Diabetes: symptoms, cause and potential natural therapeutic methods.
- **Azizkhani, M., Saris, P. E. J., & Baniasadi, M. (2021).** An in-vitro assessment of antifungal and antibacterial activity of cow, camel, ewe, and goat milk kefir and probiotic yogurt. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15(1), 406-415.
- **Baschali, A., Tsakalidou, E., Kyriacou, A., Karavasiloglou, N., & Matalas, A. L. (2017).** Traditional low-alcoholic and non-alcoholic fermented beverages consumed in European countries: a neglected food group. *Nutrition Research Reviews*, 30(1), 1-24.
- **Basuny, A. M. M., & OATIBI, H. H. A. (2016).** Effect of a novel technology (air and vacuum frying) on sensory evaluation and acrylamide generation in fried potato chips. *Banat's Journal of Biotechnology*, 7(14).
- **Baubekova, A., Kalimbetova, A., Akhmetsadykova, S., Konuspayeva, G., & Faye, B. (2015).** Comparison of d and l-lactate content in cow and camel milk.
- **Bekar, O., Yilmaz, Y., & Gulden, M. (2011).** Kefir improves the efficacy and tolerability of triple therapy in eradicating *Helicobacter pylori*. *Journal of medicinal food*, 14(4), 344-347.
- **Belkhodja, H., Belmimoun, A., & Meddah, B. (2017).** Chemical characterization of polyphenols extracted from different honeys. *Banat's Journal of Biotechnology*, 8(15), 78.
- **Bellikci-Koyu, E., Sarer-Yurekli, B. P., Akyon, Y., Aydin-Kose, F., Karagozlu, C., Ozgen, A. G., ... & Buyuktuncer, Z. (2019).** Effects of regular kefir consumption on

gut microbiota in patients with metabolic syndrome: A parallel-group, randomized, controlled study. *Nutrients*, 11(9), 2089.

- **Bendellali, A., Mahammed, S., Mosbah, S., & Mekkaoui, S. (2012)** Caractérisation physico-chimique et biochimique du lait de chamelle conduite selon deux systèmes d'élevage extensif et semi-intensif. *Lait de chamelle pour l'Afrique*, 93
- **Bhattacharya, A., Sadhukhan, A. K., Ganguly, A., & Chatterjee, P. K. (2016).** Investigations on microbial fermentation of hemicellulose hydrolysate for xylitol production. *Banar's Journal of Biotechnology*, 7(14), 13.
- **Birch, C. S., & Bonwick, G. A. (2019).** Ensuring the future of functional foods. *International Journal of Food Science & Technology*, 54(5), 1467-1485.
- **Borneo, R., & León, A. E. (2012).** Whole grain cereals: functional components and health benefits. *Food & function*, 3(2), 110-119.
- **Bortolin, R. C., Vargas, A. R., Gasparotto, J., Chaves, P. R., Schnorr, C. E., Martinello, K. B., ... & Moreira, J. C. F. (2018).** A new animal diet based on human Western diet is a robust diet-induced obesity model: comparison to high-fat and cafeteria diets in term of metabolic and gut microbiota disruption. *International Journal of Obesity*, 42(3), 525-534.
- **Bourrie, B. C., Cotter, P. D., & Willing, B. P. (2018).** Traditional kefir reduces weight gain and improves plasma and liver lipid profiles more successfully than a commercial equivalent in a mouse model of obesity. *Journal of Functional Foods*, 46, 29-37.
- **Bourrie, B. C., Willing, B. P., & Cotter, P. D. (2016).** The microbiota and health promoting characteristics of the fermented beverage kefir. *Frontiers in microbiology*, 7, 647.
- **Bourrie, Colombie-Britannique, Willing, BP et Cotter, PD (2016).** Le microbiote et les caractéristiques favorables à la santé du kéfir de boisson fermentée. *Frontiers in microbiology*, 7, 647.
- **Briguglio, M., Hrelia, S., Malaguti, M., Serpe, L., Canaparo, R., Dell'Osso, B., ... & Banfi, G. (2018).** Food bioactive compounds and their interference in drug pharmacokinetic/pharmacodynamic profiles. *Pharmaceutics*, 10(4), 277.
- **Calder, PC (2020).** Nutrition, immunité et COVID-19. *BMJ Nutrition, Prévention et Santé*, 3 (1), 74.
- **Cardoso, R. R., Santos, R. M. D. B., Cardoso, C. R. A., & Carvalho, M. O. (2010).** Consumption of camel's milk by patients intolerant to lactose. A preliminary study. *Revista Alergia de Mexico*, 57(1).
- **Chacko, SM, Thambi, PT, Kuttan, R. et Nishigaki, I. (2010).** Effets bénéfiques du thé vert: une revue de la littérature. *Médecine chinoise*, 5 (1), 1-9.
- **Chauhan, A. K., Singh, R. B., Ozimek, L., Singh, M., & Basu, T. K. (2016).** View point: saturated fatty acid and sugar; how much is too much for health? A scientific statement of the International College of Nutrition. *World Heart Journal*, 8(1), 71.
- **Chawla, R. P. G. R., & Patil, G. R. (2010).** Soluble dietary fiber. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 9(2), 178-196.
- **Chen, G., Wang, H., Zhang, X., & Yang, S. T. (2014).** Nutraceuticals and functional foods in the management of hyperlipidemia. *Critical reviews in food science and nutrition*, 54(9), 1180-1201.

- **Chen, H. L., Tsai, T. C., Tsai, Y. C., Liao, J. W., Yen, C. C., & Chen, C. M. (2016).** Kefir peptides prevent high-fructose corn syrup-induced non-alcoholic fatty liver disease in a murine model by modulation of inflammation and the JAK2 signaling pathway. *Nutrition & diabetes*, 6(12), e237-e237.
- **Chen, Y. T., Lin, Y. C., Lin, J. S., Yang, N. S., & Chen, M. J. (2018).** Sugary Kefir Strain *Lactobacillus mali* APS1 ameliorated hepatic steatosis by regulation of SIRT-1/Nrf-2 and gut microbiota in rats. *Molecular nutrition & food research*, 62(8), 1700903.
- **Chifiriuc, M. C., Cioaca, A. B., & Lazar, V. (2011).** In vitro assay of the antimicrobial activity of kefir against bacterial and fungal strains. *Anaerobe*, 17(6), 433-435.
- **Cho, Y. A., & Kim, J. (2015).** Effect of probiotics on blood lipid concentrations: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Medicine*, 94(43).
- **Choi, J. W., Kang, H. W., Lim, W. C., Kim, M. K., Lee, I. Y., & Cho, H. Y. (2017).** Kefir prevented excess fat accumulation in diet-induced obese mice. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 81(5), 958-965.
- **Crowe, K. M., & Francis, C. (2013).** Position of the academy of nutrition and dietetics: functional foods. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 113(8), 1096-1103.
- **Danilchuk, Y. V. (2016).** Selective crystallization of maltose by isopropanol and acetone from glucose–maltose syrups. *Banats J Biotechnol*, 7(14), 120-5.
- **Dertli, E., & Çon, A. H. (2017).** Microbial diversity of traditional kefir grains and their role on kefir aroma. *LWT-Food Science and Technology*, 85, 151-157.
- **Devendra, K., Chatli, M. K., Raghvendar, S., Pavan, K., & Nitin, M. (2018).** Quality and storage stability of goat meat emulsion during refrigerated storage upon incorporation of  $\alpha$ -chymotrypsin hydrolysed camel milk casein. *Indian Journal of Animal Sciences*, 88(12), 1387-1394.
- **De Lima, M. D. S. F., da Silva, R. A., da Silva, M. F., da Silva, P. A. B., Costa, R. M. P. B., Teixeira, J. A. C., ... & Cavalcanti, M. T. H. (2018).** Brazilian kefir-fermented sheep's milk, a source of antimicrobial and antioxidant peptides. *Probiotics and antimicrobial proteins*, 10(3), 446-455.
- **Dlilali, B., Ahmed, H., Zouaoui, B., Fatima, S., & Karima, O. Y. (2017).** Kinetic of batch production of lactic acid from carob pods syrup. *Banat's Journal of Biotechnology*, 8(15), 57-65.
- **Dominguez-Bello, M. G., Godoy-Vitorino, F., Knight, R., & Blaser, M. J. (2019).** Role of the microbiome in human development. *Gut*, 68(6), 1108-1114.
- **Dos Reis, S. A., da Conceição, L. L., Siqueira, N. P., Rosa, D. D., da Silva, L. L., & Maria do Carmo, G. P. (2017).** Review of the mechanisms of probiotic actions in the prevention of colorectal cancer. *Nutrition research*, 37, 1-19.
- **Dreher, M. L. (2018).** Fiber and colorectal cancer. In *Dietary Fiber in Health and Disease* (pp. 333-365). Humana Press, Cham.
- **Du, Y. T., Rayner, C. K., Jones, K. L., Talley, N. J., & Horowitz, M. (2018).** Gastrointestinal symptoms in diabetes: prevalence, assessment, pathogenesis, and management. *Diabetes care*, 41(3), 627-637.
- **Eales, J., Lenoir-Wijnkoop, I., King, S., Wood, H., Kok, F. J., Shamir, R., ... & Atkinson, R. L. (2016).** Is consuming yoghurt associated with weight management

outcomes? Results from a systematic review. *International Journal of Obesity*, 40(5), 731-746.

- **Egu, U. N., & Okonkwo, J. C. (2017).** Effect of Gonadotrophin (Diclair®) on semen characteristics, hormonal profile and biochemical constituents of the seminal plasma of mature Balami rams. *Banat's Journal of Biotechnology*, 8(15).
- **Eilat-Adar, S., Sinai, T., Yosefy, C., & Henkin, Y. (2013).** Nutritional recommendations for cardiovascular disease prevention. *Nutrients*, 5(9), 3646-3683.
- **El Golli-Bennour, E., Timoumi, R., Annaibi, E., Mokni, M., Omezzine, A., Bacha, H., & Abid-Essefi, S. (2019).** Protective effects of kefir against deltamethrin-induced hepatotoxicity in rats. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(18), 18856-18865.
- **El-Agamy, E. I., Nawar, M., Shamsia, S. M., Awad, S., & Haenlein, G. F. (2009).** Are camel milk proteins convenient to the nutrition of cow milk allergic children?. *Small Ruminant Research*, 82(1), 1-6.
- **El-Hatmi, H., Jrad, Z., Salhi, I., Aguib, A., Nadri, A., & Khorchani, T. (2015).** Comparison of composition and whey protein fractions of human, camel, donkey, goat and cow milk. *Mljekarstvo: časopis za unaprjeđenje proizvodnje i prerade mlijeka*, 65(3), 159-167.
- **Ereifej, K. I., Alu'datt, M. H., AlKhalidy, H. A., Alli, I., & Rababah, T. (2011).** Comparison and characterisation of fat and protein composition for camel milk from eight Jordanian locations. *Food Chemistry*, 127(1), 282-289.
- **Exarhopoulos, S., Raphaelides, S. N., & Kontominas, M. G. (2018).** Conformational studies and molecular characterization of the polysaccharide kefiran. *Food Hydrocolloids*, 77, 347-356.
- **Fåk, F., Jakobsdottir, G., Kulcinskaja, E., Marungruang, N., Matziouridou, C., Nilsson, U., ... & Nyman, M. (2015).** The physico-chemical properties of dietary fibre determine metabolic responses, short-chain fatty acid profiles and gut microbiota composition in rats fed low-and high-fat diets. *PloS one*, 10(5), e0127252.
- **Faraz, A. Composition of Camel Milk: A Blessing for Health.2020**
- **Faraz, A., Waheed, A., Nazir, M. M., & Mirza, R. H. (2018).** Milk production potential of Marecha dromedary camel in desert Thal Punjab. Pakistan. *Journal of Fisheries and Livestock Production*, 6, 3.
- **Fathi, Y., Faghih, S., Zibaenezhad, M. J., & Tabatabaei, S. H. R. (2016).** Kefir drink leads to a similar weight loss, compared with milk, in a dairy-rich non-energy-restricted diet in overweight or obese premenopausal women: a randomized controlled trial. *European journal of nutrition*, 55(1), 295-304.
- **Feeney, M. J., Dwyer, J., Hasler-Lewis, C. M., Milner, J. A., Noakes, M., Rowe, S., ... & Wu, D. (2014).** Mushrooms and health summit proceedings. *The Journal of Nutrition*, 144(7), 1128S-1136S.
- **Fouzia, R., Noureddine, S., & Mebrouk, K. (2013).** Evaluation of the factors affecting the variation of the physicochemical composition of Algerian Camel's raw milk during different seasons. *Advances in Environmental Biology*, 7(14), 4879-4884.
- **Frias, J., Martinez-Villaluenga, C., & Peñas, E. (Eds.). (2016).** Fermented foods in health and disease prevention.
- **Friques, A. G., Arpini, C. M., Kalil, I. C., Gava, A. L., Leal, M. A., Porto, M. L., ... & Vasquez, E. C. (2015).** Chronic administration of the probiotic kefir improves

the endothelial function in spontaneously hypertensive rats. *Journal of translational medicine*, 13(1), 1-16.

- **Gader, A. G. M. A., & Alhaider, A. A. (2016).** The unique medicinal properties of camel products: A review of the scientific evidence. *Journal of taibah university medical sciences*, 11(2), 98-103.
- **Galdeano, C. M., Cazorla, S. I., Dumit, J. M. L., Vélez, E., & Perdigón, G. (2019).** Beneficial effects of probiotic consumption on the immune system. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 74(2), 115-124.
- **Gamba, R. R., Caro, C. A., Martínez, O. L., Moretti, A. F., Giannuzzi, L., De Antoni, G. L., & Peláez, A. L. (2016).** Antifungal effect of kefir fermented milk and shelf life improvement of corn arepas. *International journal of food microbiology*, 235, 85-92.
- **Gamba, R. R., Yamamoto, S., Abdel-Hamid, M., Sasaki, T., Michihata, T., Koyanagi, T., & Enomoto, T. (2020).** Chemical, microbiological, and functional characterization of kefir produced from cow's milk and soy milk. *International journal of microbiology*, 2020.
- **Gao, W., Zhang, L., Feng, Z., Liu, H., Shigwedha, N., Han, X., ... & Zhang, S. (2015).** Microbial diversity and stability during primary cultivation and subcultivation processes of Tibetan kefir. *International journal of food science & technology*, 50(6), 1468-1476.
- **Gao, X., & Li, B. (2016).** Chemical and microbiological characteristics of kefir grains and their fermented dairy products: A review. *Cogent food & agriculture*, 2(1), 1272152.
- **García-Burgos, M., Moreno-Fernández, J., Alférez, M. J., Díaz-Castro, J., & López-Aliaga, I. (2020).** New perspectives in fermented dairy products and their health relevance. *Journal of Functional Foods*, 72, 104059.
- **Garofalo, C., Osimani, A., Milanović, V., Aquilanti, L., De Filippis, F., Stellato, G., ... et Clementi, F. (2015).** Bactéries et microbiote de levure dans les grains de kéfir de lait de différentes régions italiennes. *Microbiologie alimentaire*, 49, 123-133.
- **Ghasemi, E., & Kohnehrouz, B. B. (2016).** Cloning the cotton *rrn23-rrn5* region for developing a universal interfamily plastidial vector. *Banat's Journal of Biotechnology*, 7(14), 81.
- **Granato, D., Nunes, D. S., & Barba, F. J. (2017).** An integrated strategy between food chemistry, biology, nutrition, pharmacology, and statistics in the development of functional foods: A proposal. *Trends in Food Science & Technology*, 62, 13-22.
- **Gul, W., Farooq, N., Anees, D., Khan, U., & Rehan, F. (2015).** Camel milk: a boon to mankind. *Int J Res Stud Biosci*, 3, 23-29.
- **Gulitz, A., Stadie, J., Ehrmann, M. A., Ludwig, W., & Vogel, R. F. (2013).** Comparative phylobiomic analysis of the bacterial community of water kefir by 16 S r RNA gene amplicon sequencing and ARDRA analysis. *Journal of applied microbiology*, 114(4), 1082-1091.
- **Gulitz, A., Stadie, J., Wenning, M., Ehrmann, M. A., & Vogel, R. F. (2011).** The microbial diversity of water kefir. *International journal of food microbiology*, 151(3), 284-288.
- **Gunasekara, P., Hettiarachchi, M., Liyanage, C., & Lekamwasam, S. (2011).** Effects of zinc and multimineral vitamin supplementation on glycemic and lipid

control in adult diabetes. *Diabetes, metabolic syndrome and obesity: targets and therapy*, 4, 53.

- **Guzel-Seydim, Z., Kök-Taş, T., & Greene, A. K. (2010).** Kefir and koumiss: microbiology and technology. Development and manufacture of yogurt and other functional dairy products, 143-163.
- **Habib, H. M., Ibrahim, W. H., Schneider-Stock, R., & Hassan, H. M. (2013).** Camel milk lactoferrin reduces the proliferation of colorectal cancer cells and exerts antioxidant and DNA damage inhibitory activities. *Food Chemistry*, 141(1), 148-152.
- **Haddadin, M. S., Gammoh, S. I., & Robinson, R. K. (2008).** Seasonal variations in the chemical composition of camel milk in Jordan. *The Journal of dairy research*, 75(1), 8.
- **Hadisaputro, S., Djokomoeljanto, R. R., & Soesatyo, M. H. (2012).** The effects of oral plain kefir supplementation on proinflammatory cytokine properties of the hyperglycemia Wistar rats induced by streptozotocin. *Acta Med Indones*, 44(2), 100-104.
- **Hammam, A. R. A., Tammam, A. A., Elderwy, Y. M. A., & Hassan, A. I. (2017).** Functional peptides in milk whey: An overview. *Assiut Journal of Agricultural Sciences*, 48(4), 77-91.
- **Hammam, A. R., & Metzger, L. E. (2018).** Production and storage stability of liquid micellar casein concentrate.
- **Hassan, S. A., & Belbasi, Z. (2017).** Improvement of hairy root induction in *Artemisia annua* by various strains of *Agrobacterium rhizogenes*. *Banat's Journal of Biotechnology*, 8(15), 25.
- **Houston, M. C., & Harper, K. J. (2008).** Potassium, magnesium, and calcium: their role in both the cause and treatment of hypertension. *The Journal of Clinical Hypertension*, 10(7), 3-11.
- **Hristova, K., Pella, D., Singh, R. B., Dimitrov, B. D., Chaves, H., Juneja, L., ... & Singh, R. K. (2014).** Sofia declaration for prevention of cardiovascular diseases and type 2 diabetes mellitus: a scientific statement of the International College of Cardiology and International College of Nutrition. *World Heart Journal*, 6(2), 89-106.
- **Iebba, V., Totino, V., Gagliardi, A., Santangelo, F., Cacciotti, F., Trancassini, M., ... & Schippa, S. (2016).** Eubiosis and dysbiosis: the two sides of the microbiota. *New Microbiol*, 39(1), 1-12.
- **Ismaili, M. A., Hamama, A., Saidi, B., Zahar, M., & Meryem, A. (2017).** Chemical Composition, Microbial Profile and Identification of Lactic Acid Bacteria of Moroccan Fermented Camel Milk "Lfrik". *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 5(3), 383-390.
- **Ismaili, M. A., Saidi, B., Zahar, M., Hamama, A., & Ezzaier, R. (2019).** Composition and microbial quality of raw camel milk produced in Morocco. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 18(1), 17-21.
- **Ivey, K. L., Hodgson, J. M., Kerr, D. A., Thompson, P. L., Stojceski, B., & Prince, R. L. (2015).** The effect of yoghurt and its probiotics on blood pressure and serum lipid profile; a randomised controlled trial. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 25(1), 46-51.
- **Izadi, A., Khedmat, L., & Mojtahedi, S. Y. (2019).** Nutritional and therapeutic perspectives of camel milk and its protein hydrolysates: A review on versatile biofunctional properties. *Journal of Functional Foods*, 60, 103441.

- **Jagadeesan, B., Gerner-Smidt, P., Allard, M. W., Leuillet, S., Winkler, A., Xiao, Y., ... & Grant, K. (2019).** The use of next generation sequencing for improving food safety: translation into practice. *Food microbiology*, 79, 96-115.
- **Judiono, J., Hadisaputro, S., Indranila, K. S., Cahyono, B., Suzery, M., Widiastuti, Y., & Purnawan, A. I. (2014).** Effects of clear kefir on biomolecular aspects of glycemic status of type 2 diabetes mellitus (T2DM) patients in Bandung, West Java [study on human blood glucose, c peptide and insulin]. *Functional foods in health and disease*, 4(8), 340-348.
- **Kanbak, G., Uzuner, K., Kuşat Ol, K., Oğlakçı, A., Kartkaya, K., & Şentürk, H. (2014).** Effect of kefir and low-dose aspirin on arterial blood pressure measurements and renal apoptosis in unhypertensive rats with 4 weeks salt diet. *Clinical and experimental hypertension*, 36(1), 1-8.
- **KARAMAN, A. D., YILDIZ AKGÜL, F., ÖĞÜT, S., SEÇİLMİŞ CANBAY, H., & ALVAREZ, V. (2021).** Gross composition of raw camel's milk produced in Turkey. *Food Science and Technology*.
- **Karelakis, C., Zevgitis, P., Galanopoulos, K., & Mattas, K. (2020).** Consumer trends and attitudes to functional foods. *Journal of International Food & Agribusiness Marketing*, 32(3), 266-294.
- **Kaskous, S. (2016).** Importance of camel milk for human health. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 158-163.
- **Kavas, G. (2015).** Kefirs manufactured from camel (*Camelus dromedarius*) milk and cow milk: Comparison of some chemical and microbial properties. *Italian Journal of Food Science*, 27(3), 357-365.
- **Kesenkaş, H., Dinkçi, N., KINIK, Ö., Sıddık, G. Ö. N. Ç., & Ender, G. (2010).** Saanen keçisi sütünün genel özellikleri. *Akademik Gıda*, 8(2), 45-49.
- **Kesenkaş, H., Gürsoy, O., & Özbas, H. (2017).** Chapter 14-Kefir A2-Frias, Juana. *Fermented Foods in Health and Disease Prevention*, 339-361.
- **Kesmen, Z., & Kacmaz, N. (2011).** Determination of lactic microflora of kefir grains and kefir beverage by using culture-dependent and culture-independent methods. *Journal of food science*, 76(5), M276-M283.
- **Kgaudi, K., Seifu, E., & Teketay, D. (2018).** Milk production potential and major browse species consumed by dromedary camels in Tshabong. *Botswana Notes and Records, Golden Jubilee Volume in Honour of Sir Katunale Masire*, 50.
- **Khalesi, M., Salami, M., Moslehishad, M., Winterburn, J., & Moosavi-Movahedi, A. A. (2017).** Biomolecular content of camel milk: A traditional superfood towards future healthcare industry. *Trends in Food Science & Technology*, 62, 49-58.
- **Kim, D. H., Chon, J. W., Kim, H., & Seo, K. H. (2015).** Modulation of intestinal microbiota in mice by kefir administration. *Food science and biotechnology*, 24(4), 1397-1403.
- **Kim, D. H., Jeong, D., Kim, H., Kang, I. B., Chon, J. W., Song, K. Y., & Seo, K. H. (2016).** Antimicrobial activity of kefir against various food pathogens and spoilage bacteria. *Korean journal for food science of animal resources*, 36(6), 787.
- **Kim, D. H., Kim, H., Jeong, D., Kang, I. B., Chon, J. W., Kim, H. S., ... & Seo, K. H. (2017).** Kefir alleviates obesity and hepatic steatosis in high-fat diet-fed mice by modulation of gut microbiota and mycobiota: targeted and untargeted community analysis with correlation of biomarkers. *The Journal of nutritional biochemistry*, 44, 35-43.

- **Konuspayeva, G., Faye, B., & Loiseau, G. (2009).** The composition of camel milk: a meta-analysis of the literature data. *Journal of food composition and analysis*, 22(2), 95-101.
- **Konuspayeva, G., Lemarie, É., Faye, B., Loiseau, G., & Montet, D. (2008).** Fatty acid and cholesterol composition of camel's (*Camelus bactrianus*, *Camelus dromedarius* and hybrids) milk in Kazakhstan. *Dairy Science & Technology*, 88(3), 327-340.
- **Korashy, H. M., Maayah, Z. H., Abd-Allah, A. R., El-Kadi, A. O., & Alhaider, A. A. (2012).** Camel milk triggers apoptotic signaling pathways in human hepatoma HepG2 and breast cancer MCF7 cell lines through transcriptional mechanism. *Journal of biomedicine and biotechnology*, 2012.
- **Korhonen, H., & Pihlanto, A. (2003).** Food-derived bioactive peptides-opportunities for designing future foods. *Current pharmaceutical design*, 9(16), 1297-1308.
- **KÖROĞLU, Ö., BAKIR, E., ULUDAĞ, G., KÖROĞLU, S., & DAYISOYLU, K. (2015).** Kefir ve sağlık. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 18(1), 26-30.
- **Korsak, N., Taminiou, B., Leclercq, M., Nezer, C., Crevecoeur, S., Ferauche, C., ... & Daube, G. (2015).** Evaluation of the microbiota of kefir samples using metagenetic analysis targeting the 16S and 26S ribosomal DNA fragments. *Journal of dairy science*, 98(6), 3684-3689.
- **Koyu, E. B., & Demirel, Z. B. (2018).** Fonksiyonel Bir Besin: Kefir. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 46(2), 166-175.
- **Kroger, M. (1993).** Kéfir. *Journal des produits laitiers de culture (USA)*.
- **Kumar, D., Verma, A. K., Chatli, M. K., Singh, R., Kumar, P., Mehta, N., & Malav, O. P. (2016).** Camel milk: alternative milk for human consumption and its health benefits. *Nutrition & Food Science*.
- **Kumar, S., & Krishnan, V. (2017).** Phytochemistry and functional food: The needs of healthy life. *J Phytochem Biochem*, 1, 103.
- **Kusumo, P. D., Bela, B., Wibowo, H., Munasir, Z., & Surono, I. S. (2019).** Lactobacillus plantarum IS-10506 supplementation increases faecal sIgA and immune response in children younger than two years. *Beneficial microbes*, 10(3), 245-252.
- **Lall, R. K., Syed, D. N., Adhami, V. M., Khan, M. I., & Mukhtar, H. (2015).** Dietary polyphenols in prevention and treatment of prostate cancer. *International journal of molecular sciences*, 16(2), 3350-3376.
- **Leite, A. M. D. O., Miguel, M. A. L., Peixoto, R. S., Rosado, A. S., Silva, J. T., & Paschoalin, V. M. F. (2013).** Microbiological, technological and therapeutic properties of kefir: a natural probiotic beverage. *Brazilian Journal of Microbiology*, 44(2), 341-349.
- **Leite, A. M., Mayo, B., Rachid, C. T., Peixoto, R. S., Silva, J. T., Paschoalin, V. M. F., & Delgado, S. (2012).** Assessment of the microbial diversity of Brazilian kefir grains by PCR-DGGE and pyrosequencing analysis. *Food microbiology*, 31(2), 215-221.
- **Lemes, A. C., Sala, L., Ores, J. D. C., Braga, A. R. C., Egea, M. B., & Fernandes, K. F. (2016).** A review of the latest advances in encrypted bioactive peptides from protein-rich waste. *International journal of molecular sciences*, 17(6), 950.
- **Luca, S. V., Macovei, I., Bujor, A., Miron, A., Skalicka-Woźniak, K., Aprotosoai, A. C., & Trifan, A. (2020).** Bioactivity of dietary polyphenols: The role of metabolites. *Critical reviews in food science and nutrition*, 60(4), 626-659.

- **Macori, G., et Cotter, PD (2018).** Nouvelles connaissances sur la microbiologie des produits laitiers fermentés. *Opinion actuelle en biotechnologie*, 49, 172-178.
- **Maeda, H., Zhu, X., Omura, K., Suzuki, S., & Kitamura, S. (2004).** Effects of an exopolysaccharide (kefiran) on lipids, blood pressure, blood glucose, and constipation. *Biofactors*, 22(1-4), 197-200.
- **Magalhães, K. T., Pereira, G. V. D. M., Campos, C. R., Dragone, G., & Schwan, R. F. (2011).** Brazilian kefir: structure, microbial communities and chemical composition. *Brazilian Journal of Microbiology*, 42(2), 693-702.
- **Mainville, I., Robert, N., Lee, B., & Farnworth, E. R. (2006).** Polyphasic characterization of the lactic acid bacteria in kefir. *Systematic and applied microbiology*, 29(1), 59-68.
- **Malik, A., Al-Senaidy, A., Skrzypczak-Jankun, E., & Jankun, J. (2012).** A study of the anti-diabetic agents of camel milk. *International journal of molecular medicine*, 30(3), 585-592.
- **Mancia, G., Fagard, R., Narkiewicz, K., Redán, J., Zanchetti, A., Böhm, M., ... & Zannad, F. (2013).** 2013 Practice guidelines for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and the European Society of Cardiology (ESC): ESH/ESC Task Force for the Management of Arterial Hypertension. *Journal of hypertension*, 31(10), 1925-1938.
- **Marcinek, K., Suliburska, J., Krejpcio, Z., & Bogdanski, P. (2015).** Evaluation of mineral status in hypertensive patients undergoing pharmacotherapy. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, 66(1).
- **Matta, J., Carette, C., Lange, C. R., & Czernichow, S. (2018).** Épidémiologie de l'obésité en France et dans le monde. *La Presse Médicale*, 47(5), 434-438.
- **Miguel, M. G. D. C. P., Cardoso, P. G., de Assis Lago, L., & Schwan, R. F. (2010).** Diversity of bacteria present in milk kefir grains using culture-dependent and culture-independent methods. *Food Research International*, 43(5), 1523-1528.
- **Miguel, M., Gómez-Ruiz, J. Á., Recio, I., & Aleixandre, A. (2010).** Changes in arterial blood pressure after single oral administration of milk-casein-derived peptides in spontaneously hypertensive rats. *Molecular nutrition & food research*, 54(10), 1422-1427.
- **Mirmiran, P., Ejtahed, H. S., Angoorani, P., Eslami, F., & Azizi, F. (2017).** Camel milk has beneficial effects on diabetes mellitus: A systematic review. *International journal of endocrinology and metabolism*, 15(2).
- **Montanuci, F. D., Garcia, S., & Prudencio, S. H. (2010).** Sensory characterization and acceptance of sweetened full fat and low fat kefir with inulin. *Brazilian Journal of Food Technology*, 8(7).
- **Monteagudo-Mera, A., Rodríguez-Aparicio, L., Rúa, J., Martínez-Blanco, H., Navasa, N., García-Armesto, M. R., & Ferrero, M. Á. (2012).** In vitro evaluation of physiological probiotic properties of different lactic acid bacteria strains of dairy and human origin. *Journal of functional foods*, 4(2), 531-541.
- **Mullaicharam, A. R. (2014).** A review on medicinal properties of camel milk. *World J Pharm Sci*, 2(3), 237-42.
- **Nagy, P., Juhász, J., Reiczigel, J., Császár, G., Kocsis, R., & Varga, L. (2019).** Circannual changes in major chemical composition of bulk dromedary camel milk as determined by FT-MIR spectroscopy, and factors of variation. *Food chemistry*, 278, 248-253.

- **Nalbantoglu, U., Cakar, A., Dogan, H., Abaci, N., Ustek, D., Sayood, K., & Can, H. (2014).** Metagenomic analysis of the microbial community in kefir grains. *Food microbiology*, *41*, 42-51.
- **Narita, S., Inoue, M., Saito, E., Abe, S. K., Sawada, N., Ishihara, J., ... & JPHC Study Group. (2017).** Dietary fiber intake and risk of breast cancer defined by estrogen and progesterone receptor status: the Japan Public Health Center-based Prospective Study. *Cancer Causes & Control*, *28*(6), 569-578.
- **Nesheim, M. C., Oria, M., Yih, P. T., on Agriculture, B., Resources, N., & National Research Council. (2015).** A Framework for Assessing the Food System and Its Effects. In *A Framework for Assessing Effects of the Food System*. National Academies Press (US).
- **Nielsen, B., Gürakan, G. C., & Ünlü, G. (2014).** Kefir: a multifaceted fermented dairy product. *Probiotics and antimicrobial proteins*, *6*(3-4), 123-135.
- **Nurliyani, E. H. (2015).** Antidiabetic potential of kefir combination from goat milk and soy milk in rats induced with streptozotocin-nicotinamide. *Korean journal for food science of animal resources*, *35*(6), 847.
- **Ojogu, N. A., Annune, P. A., & Okayi, G. R. (2017).** Toxicological effects of aqueous extract of piptadeniastrum africanum bark on *Clarias gariepinus* juveniles. *Banat's Journal of Biotechnology*, *8*(15), 123-135.
- **Okarter, N., & Liu, R. H. (2010).** Health benefits of whole grain phytochemicals. *Critical reviews in food science and nutrition*, *50*(3), 193-208.
- **Ostadrhimi, A., Taghizadeh, A., Mobasser, M., Farrin, N., Payahoo, L., Gheshlaghi, Z. B., & Vahedjabbari, M. (2015).** Effect of probiotic fermented milk (kefir) on glycemic control and lipid profile in type 2 diabetic patients: a randomized double-blind placebo-controlled clinical trial. *Iranian journal of public health*, *44*(2), 228.
- **Otles, S., & Cagindi, O. (2003).** Kefir: A probiotic dairy-composition, nutritional and therapeutic aspects. *Pakistan journal of nutrition*, *2*(2), 54-59.
- **Ottman, N., Smidt, H., De Vos, W. M., & Belzer, C. (2012).** The function of our microbiota: who is out there and what do they do?. *Frontiers in cellular and infection microbiology*, *2*, 104.
- **Özcan, H., Oskay, Ü., & Bodur, A. F. (2019).** Effects of Kefir on Quality of Life and Sleep Disturbances in Postmenopausal Women. *Holistic nursing practice*, *33*(4), 207-213.
- **Palmisano, S., Campisciano, G., Silvestri, M., Guerra, M., Giuricin, M., Casagrande, B., ... & de Manzini, N. (2020).** Changes in gut microbiota composition after bariatric surgery: a new balance to decode. *Journal of Gastrointestinal Surgery*, *24*(8), 1736-1746.
- **Papapostolou, H., Bosnea, L. A., Koutinas, A. A., & Kanellaki, M. (2008).** Fermentation efficiency of thermally dried kefir. *Bioresource technology*, *99*(15), 6949-6956.
- **Park, Y. W., Haenlein, G. F., & Ag, D. S. (2013).** Milk and dairy products in human nutrition. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication, 700.
- **Peluzio, M. D. C. G., e Dias, M. D. M., Martinez, J. A., & Milagro, F. I. (2021).** Kefir and intestinal microbiota modulation: implications in human health. *Frontiers in Nutrition*, *8*.

- **Pereira, T. M. C., Pimenta, F. S., Porto, M. L., Baldo, M. P., Campagnaro, B. P., Gava, A. L., ... & Vasquez, E. C. (2016).** Coadjuvants in the diabetic complications: nutraceuticals and drugs with pleiotropic effects. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(8), 1273.
- **Prado, M. R., Blandón, L. M., Vandenberghe, L. P., Rodrigues, C., Castro, G. R., Thomaz-Soccol, V., & Soccol, C. R. (2015).** Milk kefir: composition, microbial cultures, biological activities, and related products. *Frontiers in microbiology*, 6, 1177.
- **Pražnikar, Z. J., Kenig, S., Vardjan, T., Bizjak, M. Č., & Petelin, A. (2020).** Effects of kefir or milk supplementation on zonulin in overweight subjects. *Journal of dairy science*, 103(5), 3961-3970.
- **Qin, B., Panickar, K. S., & Anderson, R. A. (2010).** Cinnamon: potential role in the prevention of insulin resistance, metabolic syndrome, and type 2 diabetes. *Journal of diabetes science and technology*, 4(3), 685-693.
- **Quan, S., Tsuda, H., & Miyamoto, T. (2008).** Angiotensin i-converting enzyme inhibitory peptides in skim milk fermented with lactobacillus helveticus 130b4 from camel milk in inner mongolia, china. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(15), 2688-2692.
- **Rafie, N., Hamedani, S. G., Ghiasvand, R., & Miraghajani, M. (2015).** Kefir and cancer: A systematic review of literatures. *Archives of Iranian medicine*, 18(12), 0-0.
- **Rai, A. K., Sanjukta, S., & Jeyaram, K. (2017).** Production of angiotensin I converting enzyme inhibitory (ACE-I) peptides during milk fermentation and their role in reducing hypertension. *Critical reviews in food science and nutrition*, 57(13), 2789-2800.
- **Raninen, K., Lappi, J., Mykkänen, H., & Poutanen, K. (2011).** Dietary fiber type reflects physiological functionality: comparison of grain fiber, inulin, and polydextrose. *Nutrition reviews*, 69(1), 9-21.
- **Rapsomaniki, E., Timmis, A., George, J., Pujades-Rodriguez, M., Shah, A. D., Denaxas, S., ... & Hemingway, H. (2014).** Blood pressure and incidence of twelve cardiovascular diseases: lifetime risks, healthy life-years lost, and age-specific associations in 1· 25 million people. *The Lancet*, 383(9932), 1899-1911.
- **Rattray, F. P., & O'Connell, M. J. (2011).** kefir, Fermented Milks. *Encyclopedia of Dairy Sciences*, 6095, 518-524.
- **Ray, R. C., El Sheikha, A. F., & Kumar, S. (2014).** Oriental fermented functional (probiotic) foods. *Microorganisms and fermentation of traditional foods. Food biology series. Science Publishers Inc., Boca Raton*, 283-311.
- **Robles-Vera, I., Toral, M., Romero, M., Jiménez, R., Sánchez, M., Pérez-Vizcaíno, F., & Duarte, J. (2017).** Antihypertensive effects of probiotics. *Current hypertension reports*, 19(4), 26.
- **Rosa, D. D., Dias, M. M., Grześkowiak, Ł. M., Reis, S. A., Conceição, L. L., & Maria do Carmo, G. P. (2017).** Milk kefir: nutritional, microbiological and health benefits. *Nutrition research reviews*, 30(1), 82-96.
- **Rosa, D. D., Grześkowiak, Ł. M., Ferreira, C. L., Fonseca, A. C. M., Reis, S. A., Dias, M. M., ... & Maria do Carmo, G. P. (2016).** Kefir reduces insulin resistance and inflammatory cytokine expression in an animal model of metabolic syndrome. *Food & function*, 7(8), 3390-3401.

- **Ruchin, A. B. (2017).** The effects of illumination on the early development of tailed and tailless amphibians. *Banat's Journal of Biotechnology*, 8(15), 113.
- **Saboo, B., Singh, R. B., Maheshwari, A., Verma, N. S., Istvan, T., De Meester, F., ... & Ozimek, L. (2016).** Editorial 2-Fats and Oil for the Heart and Diabetes: Eat as Much as Possible. *World Heart Journal*, 8(4), 295.
- **Sadewa, A. H. (2015).** Kefir Properties Prepared with Goat Milk and Black Rice (*Oryza sativa* L.) Extract and its Influence on the Improvement of Pancreatic  $\beta$ -Cells in Diabetic Rats. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 727-735.
- **SAMET-BALI, O. L. F. A., Bellila, A., AYADI, M. A., Marzouk, B., & Attia, H. (2010).** A comparison of the physicochemical, microbiological and aromatic composition of Traditional and Industrial Leben in Tunisia. *International journal of dairy technology*, 63(1), 98-104.
- **Samet-Bali, O., Ennouri, M., Dhouib, A., & Attia, H. (2012).** Characterisation of typical Tunisian fermented milk: Leben. *African Journal of Microbiology Research*, 6(9), 2169-2175.
- **Sangaramoorthy, M., Koo, J., & John, E. M. (2018).** Intake of bean fiber, beans, and grains and reduced risk of hormone receptor-negative breast cancer: the San Francisco Bay Area Breast Cancer Study. *Cancer medicine*, 7(5), 2131-2144.
- **Satir, G., & Guzel-Seydim, Z. B. (2015).** Influence of Kefir fermentation on the bioactive substances of different breed goat milks. *LWT-Food Science and Technology*, 63(2), 852-858.
- **Satir, G., & Guzel-Seydim, Z. B. (2016).** How kefir fermentation can affect product composition?. *Small Ruminant Research*, 134, 1-7.
- **Sboui, A., Djegham, M., Khorchani, T., Hammadi, M., Barhoumi, K., & Belhadj, O. (2010).** Effect of camel milk on blood glucose, cholesterol and total proteins variations in alloxan-induced diabetic dogs. *Int J Diab Metabol*, 18, 5-11.
- **Schwingshackl, L., Hoffmann, G., Schwedhelm, C., Kalle-Uhlmann, T., Missbach, B., Knüppel, S., & Boeing, H. (2016).** Consumption of dairy products in relation to changes in anthropometric variables in adult populations: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *PLoS One*, 11(6), e0157461.
- **Sekirov, I., Russell, S. L., Antunes, L. C. M., & Finlay, B. B. (2010).** Gut microbiota in health and disease. *Physiological reviews*.
- **Semnani, S. N., Hajizadeh, N., & Alizadeh, H. (2017).** Antibacterial effects of aqueous and organic quince leaf extracts on gram-positive and gram-negative bacteria. *Banat's Journal of Biotechnology*, 8(16), 54-61.
- **Sesh, P. S. L., Loganathasamy, K., & Ayyadural, K. (2012).** A study on the chemical composition of ass's and camel's milk. *Journal of Dairying Foods & Home Sciences*, 31(2).
- **Sharma, R. (2014).** Polyphenols in health and disease: practice and mechanisms of benefits. In *Polyphenols in human health and disease* (pp. 757-778). Academic Press.
- **Shori, A. B. (2015).** Camel milk as a potential therapy for controlling diabetes and its complications: A review of in vivo studies. *Journal of food and drug analysis*, 23(4), 609-618.
- **Siboukeur, A., & Siboukeur, O. (2012).** Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques du lait de chamelle collecté localement en comparaison avec le lait bovin. *Annals of Science and Technology*, 4(2), 6-6.

- **Siboukeur, O. (2007).** Etude du lait camelin collecté localement: caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques; aptitudes à la coagulation. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques. Université INA El-Harrach Alger Algérie.
- **Singh, R. B., Saboo, B., Mahashwari, A., Bharatdwaj, K., Verma, N., Hristova, K., ... & Jaglan, P. (2017).** Effects of Indo-Mediterranean style diet and low fat diet on incidence of diabetes in acute coronary syndromes. *World Heart Journal*, 9(1).
- **Singh, R. B., Takahashi, T., Shastun, S., Elkilany, G., Hristova, K., Shehab, A., ... & Singh, R. G. (2015).** The concept of functional foods and functional farming (4 F) in the prevention of cardiovascular diseases: A review of goals from 18th World Congress of Clinical Nutrition. *Journal of Cardiology and Therapy*, 2(4), 341-344.
- **Sisay, F., & Awoke, K. (2015).** Review on production, quality and use of camel milk in Ethiopia. *J Fisheries Livest Prod*, 3(145), 2.
- **Smith, J. D., & Clinard, V. B. (2014).** Natural products for the management of type 2 diabetes mellitus and comorbid conditions. *Journal of the American Pharmacists Association*, 54(5), e304-e321.
- **St-Onge, M. P., Farnworth, E. R., Savard, T., Chabot, D., Mafu, A., & Jones, P. J. (2002).** Kefir consumption does not alter plasma lipid levels or cholesterol fractional synthesis rates relative to milk in hyperlipidemic men: a randomized controlled trial [ISRCTN10820810]. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 2(1), 1-7.
- **Sumaira, A. M. S., Solangi, G. A., Anwar, I., & Kalwar, Q. (2020).** Composition and Beneficial Impact of Camel Milk on Human Health. *Punjab University Journal of Zoology*, 35(2), 179-189.
- **Sun, J., & Buys, N. (2015).** Effects of probiotics consumption on lowering lipids and CVD risk factors: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Annals of medicine*, 47(6), 430-440.
- **T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği, Tebliğ No (2009/25).** Resmi Gazete: 16.02.2009-27143. Erişim: [http:// www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2009/02/20090216-8. htm](http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2009/02/20090216-8.htm) Erişim tarihi:24 Mayıs 2018.
- **Taheur, F. B., Mansour, C., & Chaieb, K. (2020).** Inhibitory effect of kefir on *Aspergillus* growth and mycotoxin production. *Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration*, 5(1), 1-8.
- **Tamang, J. P., Shin, D. H., Jung, S. J., & Chae, S. W. (2016).** Functional properties of microorganisms in fermented foods. *Frontiers in microbiology*, 7, 578.
- **T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği, Tebliğ No (2009/25).** Resmi Gazete: 16.02.2009-27143. Erişim: [http:// www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2009/02/20090216-8. htm](http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2009/02/20090216-8.htm) Erişim tarihi:24 Mayıs 2018.
- **Teusink, B. et Molenaar, D. (2017).** Biologie systémique des bactéries lactiques: pour l'alimentation et la pensée. *Opinion actuelle en biologie des systèmes*, 6, 7-13.
- **Tilg, H., & Kaser, A. (2011).** Gut microbiome, obesity, and metabolic dysfunction. *The Journal of clinical investigation*, 121(6), 2126-2132.
- **Tiss, M., Souiy, Z., ben Abdeljelil, N., Njima, M., Achour, L., & Hamden, K. (2020).** Fermented soy milk prepared using kefir grains prevents and ameliorates

obesity, type 2 diabetes, hyperlipidemia and Liver-Kidney toxicities in HFFD-rats. *Journal of functional foods*, 67, 103869.

- **Toh, J. Y., Tan, V. M., Lim, P. C., Lim, S. T., & Chong, M. F. (2013).** Flavonoids from fruit and vegetables: a focus on cardiovascular risk factors. *Current atherosclerosis reports*, 15(12), 368.
- **Tu, M. Y., Chen, H. L., Tung, Y. T., Kao, C. C., Hu, F. C., & Chen, C. M. (2015).** Short-term effects of kefir-fermented milk consumption on bone mineral density and bone metabolism in a randomized clinical trial of osteoporotic patients. *PloS one*, 10(12), e0144231.
- **Tyas, A. S. A., & Kristian, S. D. (2015).** The influence of goat milk and soybean milk kefir on IL-6 and crp levels in diabetic rats. *Romanian Journal of Diabetes Nutrition and Metabolic Diseases*, 22(3), 261-267.
- **Vinderola, C. G., de Moreno, M. A., Perdigon, G. D. V., & Matar, C. (2008).** Biologically active peptides released in fermented milk: role and functions.
- **Walsh, AM, Crispie, F., Kilcawley, K., O'Sullivan, O., O'Sullivan, MG, Claesson, MJ et Cotter, PD (2016).** Succession microbienne et production d'arômes dans le kéfir de boisson laitière fermentée. *Msystems*, 1 (5).
- **Wang, H., Livingston, K. A., Fox, C. S., Meigs, J. B., & Jacques, P. F. (2013).** Yogurt consumption is associated with better diet quality and metabolic profile in American men and women. *Nutrition Research*, 33(1), 18-26.
- **Wang, Z. M., Zhou, B., Wang, Y. S., Gong, Q. Y., Wang, Q. M., Yan, J. J., ... & Wang, L. S. (2011).** Black and green tea consumption and the risk of coronary artery disease: a meta-analysis-. *The American journal of clinical nutrition*, 93(3), 506-515.
- **Watanabe, S., Hirakawa, A., Nishijima, C., Ohtsubo, K., Nakamura, K., Beppu, S., ... & Ohigashi, H. (2016).** Food as medicine: The new concept of “medical rice”. *Adv Food Technol Nutr Sci Open J*, 2(2), 38-50.
- **Weiss, G. A., & Hennet, T. (2017).** Mechanisms and consequences of intestinal dysbiosis. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 74(16), 2959-2977.
- **Wild, C. (2014).** *World cancer report 2014* (pp. 482-494). C. P. Wild, & B. W. Stewart (Eds.). Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- **Xie, M., Shevchenko, A., Wang, B., Shevchenko, A., Wang, C., & Yang, Y. (2016).** Identification of a dairy product in the grass woven basket from Gumugou Cemetery (3800 BP, northwestern China). *Quaternary International*, 426, 158-165.
- **Yadav, A. K., Kumar, R., Priyadarshini, L., & Singh, J. (2015).** Composition and medicinal properties of camel milk: A Review. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 34(2), 83-91.
- **Yagil, R. (2013).** Camel milk and its unique anti-diarrheal properties. *Isr Med Assoc J*, 15(1), 35-6.
- **Yang, Y., Shevchenko, A., Knaust, A., Abuduresule, I., Li, W., Hu, X., ... et Shevchenko, A. (2014).** Preuve de protéomique pour les produits laitiers de kéfir au début de l'âge du bronze en Chine. *Journal of Archaeological Science*, 45, 178-186.
- **Ye, E. Q., Chacko, S. A., Chou, E. L., Kugizaki, M., & Liu, S. (2012).** Greater whole-grain intake is associated with lower risk of type 2 diabetes, cardiovascular disease, and weight gain. *The Journal of nutrition*, 142(7), 1304-1313.

- **Yerou, K. O., Meddah, B., Touil, T. A., & Sarsar, F. (2017).** *Laurus nobilis* from Algeria and immune response. *Banat's Journal of Biotechnology*, 8(15), 119.
- **Yildiz, F. (2019).** *Development and manufacture of yogurt and other functional dairy products*. CRC press.
- **Yıldız-Akgül, F., Yetişemiyen, A., Şenel, E., & Yıldırım, Z. (2018).** Microbiological, physicochemical, and sensory characteristics of kefir produced by secondary fermentation. *Mljekarstvo/Dairy*, 68(3).
- **Yilmaz-Ersan, L., Ozcan, T., Akpınar-Bayizit, A., & Sahin, S. (2018).** Comparison of antioxidant capacity of cow and ewe milk kefirs. *Journal of dairy science*, 101(5), 3788-3798.
- **Zamberi, N. R., Mohamad, N. E., Yeap, S. K., Ky, H., Beh, B. K., Liew, W. C., ... & Alitheen, N. B. (2016).** 16S metagenomic microbial composition analysis of kefir grain using MEGAN and BaseSpace. *Food Biotechnology*, 30(3), 219-230.
- **Zanirati, D. F., Abatemarco Jr, M., de Cicco Sandes, S. H., Nicoli, J. R., Nunes, Á. C., & Neumann, E. (2015).** Selection of lactic acid bacteria from Brazilian kefir grains for potential use as starter or probiotic cultures. *Anaerobe*, 32, 70-76.
- **Zarkani, A. A. (2016).** Antimicrobial activity of Hibiscus sabdariffa and Sesbania grandiflora extracts against some G<sup>-</sup>ve and G<sup>+</sup> ve strains. *Banats J Biotechnol*, 7(13), 17-23.
- **Zeng, H., Lazarova, D. L., & Bordonaro, M. (2014).** Mechanisms linking dietary fiber, gut microbiota and colon cancer prevention. *World journal of gastrointestinal oncology*, 6(2), 41.
- **Zhang, B. Y., Xu, S., Villalobos-Santeli, J. A., & Huang, J. Y. (2020).** Fouling characterization of camel milk with comparison to bovine milk. *Journal of Food Engineering*, 285, 110085.
- **Zhang, Q., Li, L., Lan, Q., Li, M., Wu, D., Chen, H., ... & Yang, W. (2020).** Protein glycosylation: A promising way to modify the functional properties and extend the application in food system. *Critical reviews in food science and nutrition*, 59(15), 2506-2533.
- **Zhao, D. B., Bai, Y. H., & Niu, Y. W. (2015).** Composition and characteristics of Chinese Bactrian camel milk. *Small Ruminant Research*, 127, 58-67.
- **Zibae, S. (2015).** Nutritional and therapeutic characteristics of camel milk in children: a systematic review. *Electronic physician*, 7(7), 1523.

# ***ANNEXES***

### Annex 1. Principaux résultats des études d'intervention sur le kéfir

Les références	Population	Maladie / état	Consommation de kéfir	Principaux résultats dans les groupes de kéfir
<b>Etudes humaines</b>				
<b>Bellikci-Koyu <i>et al.</i>, 2019</b>	- Humains	- Syndrome métabolique	- 180 ml de kéfir / jour; - 12 semaines d'intervention;	- ↑ Actinobactéries, insuline à jeun et HOMA-IR; - ↓ des cytokines pro-inflammatoires, telles que TNF- $\alpha$ et IFN- $\gamma$ , et de la pression systolique et diastolique.
<b>Fathi <i>et al.</i>, 2016</b>	- Femmes âgées de 25 à 45 ans	- Obésité	- 2 portions / jour - 8 semaines d'intervention.	- ↓ des taux sériques / ratios de lipoprotéines (TC, LDL, Non-HDL, TC / HDL et LDL / HDL).
<b>Ostadrahimi</b>	- Humains âgés de 35 à	- Diabète sucré de type	- 600 mL / jour de lait fermenté probiotique	- ↓ HbA1C

<i>et al., 2015</i>	65 ans	2	contenant <i>Lactobacillus casei</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> et <i>Bifidobacteria</i> ; - 8 semaines de temps d'intervention.	
<b>Ozcan et al., 2019</b>	- Femmes ménopausées	- Qualité du sommeil, qualité de vie et dépression	- 500 ml de kéfir par jour (il est conseillé de boire 250 ml le matin et le soir); - 30 jours d'intervention.	- Les scores MENQOL, BDI et WHIIRS ont montré des changements significatifs
<b>Praznikar et al., 2020</b>	- Humains	- Obésité / intégrité intestinale	- 300 ml de kéfir / jour; - 3 semaines d'intervention.	- ↓ des taux sériques de zonuline, du glucose et du cholestérol HDL et des perceptions d'appétit autodéclarées ; - ↑ l'affect positif ou l'humeur.
<b>St-Onge et al., 2002</b>	- Humains (hommes)	- Hypercholestérolémie	- 500 ml de kéfir / jour ; - 2 périodes de 4 semaines d'intervention.	- ↑ isobutyrique fécale, isovalérique et propionique, la quantité totale

				d'acides gras fécaux à chaîne courte et le contenu bactérien fécal.
<b>Etudes animales</b>				
<b>Bourrie et al., 2018</b>	- Souris femelles C57BL / 6	- Obésité induite par l'alimentation	- 100 µL de kéfir par gavage / jour; - 12 semaines d'intervention.	- ↓ prise de poids, cholestérol plasmatique et dépôt hépatique de triglycérides.
<b>Chen et al., 2018</b>	- Rats Sprague Dawley	- Stéatose hépatique induite par un régime riche en graisses	- $10^7$ à $10^{10}$ UFC de <i>Lactobacillus mali</i> APS1 par gavage / jour; - 12 semaines d'intervention.	- ↓ indice HOMA, accumulation lipidique hépatique; - ↑ GLP-1, activité antioxydante hépatique, butyrate et Bacteroidetes / Firmicutes.
<b>Choi et al.,</b>	- Souris	- Obésité induite par	- 0,1 à 0,2% de régime riche en graisses, supplémenté en	- ↓ poids corporel, poids

<p><b>2017</b></p>	<p>C57BL / 6J</p>	<p>un régime riche en graisses</p>	<p>poudre de kéfir - 8 semaines d'intervention.</p>	<p>du coussinet adipeux épидидymaire, diamètres des adipocytes, gènes liés à l'adipogenèse et à la lipogenèse, taux de marqueurs pro-inflammatoires dans la graisse épидидymaire, concentrations hépatiques de triacylglycérol, alanine transaminase sérique, activités d'aspartate transaminase, triacylglycérol sérique, cholestérol total, lipoprotéine de basse densité cholestérol.</p>
<p><b>Golli-Bennour, 2019</b></p>	<p>- Rats Wistar</p>	<p>- Hépatotoxicité</p>	<p>- Non informé</p>	<p>- normalisé les taux sériques élevés d'AST, d'ALT, de</p>

				bilirubine totale et de cholestérol;
--	--	--	--	---

Où: ALT, alanine aminotransférase; AST, aspartate aminotransférase; BDI, inventaire de la dépression de Beck; UFC, unité formant colonie; CPT 1, carnitine palmitoyltransférase 1; EPS, exopolysaccharides; FABP4, protéine 4 de liaison aux acides gras; FAS, enzyme synthase d'acide gras; GABA, acide gamma aminobutyrique; GLP-1, peptide de type glucagon; kg, kilogramme; HbA1C, hémoglobine glyquée; HDL, cholestérol à lipoprotéines de haute densité; HFD, régime riche en graisses; HOMA-IR, indice de résistance à l'insuline; IFN- $\gamma$ , interféron-gamma; IL-1 $\beta$ , interleukine-1 bêta; IL-10, interleukine-10; IT, temps d'intervention; LDL, cholestérol à lipoprotéines de basse densité; MENQOL, questionnaire sur la qualité de vie spécifique à la ménopause; mg, milligramme; mL, millilitres; p-AMPK, protéine kinase activée par l'AMP; PPAR  $\alpha$ , récepteur alpha activé par les proliférateurs de peroxyosomes; TC, cholestérol total; TGF- $\beta$ , facteur de croissance transformant bêta; TNF- $\alpha$ , facteur de nécrose tumorale alpha; WHIIRS, l'échelle d'évaluation de l'insomnie en santé des femmes;  $\mu$ L, microlitres;  $\uparrow$ , augmentation;  $\downarrow$ , diminuer

## Annex 2. Composition microbienne d'échantillons de kéfir provenant de différents lieux géographiques

Localisation géographique de l'échantillon étudié	Méthode d'analyse	Bactéries ou levures identifiées	Référence

France, Irlande et Royaume-Uni	Métagénomique (séquençage de l'ARNr 16S et de l'ITS)	<i>Lb. kefiranofaciens</i> , <i>Leuconostoc</i> spp, <i>Lb. helveticus</i> , <i>A. pasteurianus</i> , <i>Saccharomyces</i> spp. et <i>Kazachstania</i> spp.	(Walsh <i>et al.</i> , 2016)
Belgique	Métagénomique (séquençage de l'ARNr 16S et 26S)	<i>Lb. kefiranofaciens</i> ou <i>Lc. lactis</i> , <i>Lb. kefiri</i> , <i>Acétobacter</i> spp. et <i>Enterobacter</i> spp, <i>Kl. marxianus</i> , <i>Kz. exigua</i> et <i>Nauvomozyma</i> spp.	(Korsak <i>et al.</i> , 2015)
Malaisie	Métagénomique (séquençage de l'ARNr 16S)	<i>Lb. kefiranofaciens</i> et <i>Lb. kefiri</i>	(Zamperi <i>et al.</i> , 2016)
Italie	Métagénomique (séquençage de l'ARNr 16S et de l'ARNr 26S)	<i>Lb. kefiranofaciens</i> comme dominant et <i>Lb. kefiri</i> , <i>Enterococcus</i> spp., <i>Lc. lactis</i> et <i>Acetobacter</i> spp. comme bactéries sous-dominantes, <i>Dekkera anomalus</i> , <i>Kz. exigua</i> , <i>S. cerevisiae</i>	(Garofalo <i>et al.</i> , 2015)
Brésil	PCR-DGGE	<i>Lb. kefiranofaciens</i> et <i>L. kefiri</i>	(Leite <i>et al.</i> , 2012)
	Métagénomique (séquençage de l'ARNr 16S)	<i>Lactobacillus</i> spp. tels que <i>Lb. kefiranofaciens</i> subsp. <i>kefirgranum</i> , et subsp. <i>kefiranofaciens</i> , <i>Lb. kefiri</i> , <i>Lb. parakefiri</i> , <i>Lb. parabuchneri</i> , <i>Lb. amilovor</i> , <i>Lb. crispatus</i> et <i>Lb. buchneri</i>	

Turquie	Métagénomique (séquençage de l'ARNr 16S)	<i>Lb. kefiranofaciens</i> , <i>Lb. buchneri</i> , <i>Lb.</i> <i>helveticus</i>	<b>(Nalbantoglu et al., 2014)</b>
Turquie	PCR-DGGE	<i>Lb. kefiranofaciens</i> <i>Lb. sunkii</i> , <i>Lb. kefiri</i> <i>Lb. otakiensis</i> , <i>Lb.</i> <i>buchneri</i>	<b>( Kesmen, et Kacmaz, 2011)</b>
	Dépendant de la culture	<i>Lc. lactis</i> , <i>L.</i> <i>mesenteroides</i> , <i>Lb.</i> <i>kefiri</i>	
Russie	Dépendant de la culture	<i>Lb. kefiranofaciens</i> <i>Lc. lactis</i> et, <i>Lb.</i> <i>kefiri</i> <i>Leuconostoc</i> , <i>Lb. parakefiri spp.</i>	<b>(Mainville et al., 2006)</b>

## الملخص

الأطعمة الوظيفية هي الأطعمة التي بالإضافة إلى احتوائها على العناصر الغذائية تحتوي على مكونات في تركيبها تعمل بشكل خاص على وظائف الجسم المرتبطة بالتحكم في مخاطر الإصابة بأمراض معينة وتقليلها. لهذا الغرض يبرز الكفير، وهو مجموعة من الكائنات الحية الدقيقة التكافلية، وخاصة الخمائر وبكتيريا حمض اللاكتيك.

تهدف هذه الدراسة إلى إنتاج الكفير المخمر في حليب الإبل، مما يجعل هذا العمل مستحدثاً مقارنة بالأعمال السابقة حيث تم استخدام حليب البقر. يتمثل الاجراء في تخمير 30 جم / لتر من حبوب الكفير في درجة حرارة الغرفة في وعاء زجاجي مغلق من أجل التقدم المناسب للتخمير، تم إجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية في CAQGE لحليب الإبل قبل وبعد التخمير، وأظهرت النتائج أن تركيب هذين اللبن بشكل عام كان مثيراً للاهتمام.

بعد اختيار 30 متطوعاً (13/17، رجال / نساء)، تم إعطاؤهم كوباً من 160 مل للشرب يومياً (على معدة فارغة أو في المساء قبل النوم) وتم مراقبة وزنهم ومستويات السكر في الدم. وضغط الدم مدة 12 يوماً. في نهاية هذه التجربة، لوحظ انخفاض مثير للاهتمام في هذه المعلمات.

تظل هذه الدراسة أولية فقط، ولكن بناءً على هذه النتائج، يمكننا اقتراح أن الكفير المحضر من حليب الإبل كغذاء وظيفي في الوقاية من مرض السكري من النوع 2 وارتفاع ضغط الدم وإدارة الوزن.

**الكلمات المفتاحية:** أغذية وظيفية - الكفير - حليب الإبل - سكر الدم - ارتفاع ضغط الدم

## Résumé

Les aliments fonctionnels sont des aliments qui, en plus d'avoir des nutriments, contiennent dans leur composition des ingrédients qui agissent spécifiquement sur les fonctions corporelles associées au contrôle et à la réduction du risque de développer certaines maladies. À cet effet, le kéfir, un groupe de micro-organismes en symbiose, principalement des levures et des bactéries lactiques, se démarque.

Cette étude vise à produire du kéfir (boisson fermentée) avec du lait de chamelle, ce qui fait de ce travail une nouveauté par rapports aux travaux antérieurs où on utilisait du lait de vache. Le mode opératoire consistait à faire fermenter 30g/L de grains de kéfir à température ambiante dans un bocal en verre fermé pour le bon déroulement de la fermentation. On a réalisé des analyses physico-chimiques au CAQGE du lait de chamelle avant et après fermentation, les résultats montraient que de manière générale la composition de ces deux laits était très intéressante. Après avoir sélectionné 30 volontaires (17/13, hommes/femmes), on a donné quotidiennement un verre de 160 mL à boire à ces derniers (à jeun ou le soir avant de dormir) et on a fait un suivi de leurs poids, glycémie et pression artérielle et ce, pour une durée de 12j. A la fin de cette expérimentation on a remarqué une réduction intéressante de ces paramètres.

Cette étude ne reste que préliminaire, toute fois en se basant sur ces résultats, on peut suggérer le kéfir à base de lait de chamelle comme aliment fonctionnel en prévention du diabète type 2, hypertension artérielle et gestion du poids.

**Mots-clés :** aliments fonctionnels – Kéfir – lait de chamelle - hypoglycémiant – HTA

## ABSTRACT

Functional foods are foods that, in addition to having nutrients, contain ingredients in their composition that specifically act on bodily functions associated with controlling and reducing the risk of developing certain diseases. For this purpose, kefir, a group of symbiotic microorganisms, mainly yeasts and lactic acid bacteria, stands out.

This study aims to produce kefir (fermented drink) with camel's milk, which makes this work a novelty compared to previous work where cow's milk was used. The procedure consisted in fermenting 30g / L of kefir grains at room temperature in a closed glass jar for the proper progress of the fermentation. Physico-chemical analyzes were carried out using CAQGE of camel milk before and after fermentation, the results showing that in general the composition of these two milks was very interesting. After selecting 30 volunteers (17/13, men / women), they were given a glass of 160 mL to drink daily (on an empty stomach or in the evening before sleeping) and their weight and blood sugar levels were monitored. and arterial pressure for a period of 12 days. At the end of this experiment, an interesting reduction in these parameters was noticed. This study remains only

preliminary, however based on these results, we can suggest camel milk-based kefir as a functional food in the prevention of type 2 diabetes, high blood pressure and weight management.

**Keywords :** Functional foods – kefir – camel milk -hypoglycemic agent - arterial hypertension