

UNIVESITE KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences Biologiques



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de

MASTER ACADEMIQUE

Domaine: Sciences de la Nature et de la Vie

Filière: Biologie

Spécialité : Biochimie appliquée

Présenté par : KHELIL Nadjet et BEN AZZA Aya

Thème

Effet de l'addition de l'urine de chamelle sur les activités biologiques des caséines isolées du lait camelin à différents stades de lactation

Soutenu publiquement le : 25/ 06 / 2023

Devant le jury

Melle. HADJADJ Somia

MCA UKMO

Président

Mme. ANNOU Ghania

MCB UKMO

Examinateur

Mme. KHELIL Aminata

Pr UKMO

Promoteur

Melle. TELLI Alia

MCA UKMO

Co-promoteur

Année universitaire : 2022/202

Remerciement

Nous tenons tout d'abord à remercier ALLAH tout Puissant de nous avoir Accordé la force, le courage et la patience afin de réaliser ce modeste travail.

Nous exprimons notre plus vive reconnaissance à M^{me} OULD EL HADJ-KHELIL Aminata professeur au Département des Sciences Biologiques à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université Kasdi Merbah-Ouargla, de bien vouloir accepter de diriger ce travail. Nous vous remercions aussi pour votre présence et vos conseils précieux.

Nous présentons nos remerciements les plus sincères à M^{lle} Telli Alia Maître de conférences au Département des Sciences Biologiques à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université Kasdi Merbah-Ouargla pour son aide son ouverture d'esprit, ses conseils précieux et sa vision de la recherche scientifique. Nous vous remercions vivement pour vos efforts, votre guide, votre disponibilité au cours de ce travail et pour votre esprit critique en matière de rédaction de ce travail.

Nous exprimons nos profondes reconnaissances à M^{lle} HADJADJ Soumia Maître De conférences au Département des Sciences Biologiques à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université Kasdi Merbah-Ouargla, vous qui nous faites l'honneur de présider ce jury.

Nos remerciements s'adressent encore M^{me} ANNOU Ghania Maître de conférences au Département des Sciences Biologiques à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université Kasdi Merbah-Ouargla, pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Soutenues de près ou de loin au cours de la réalisation de ce modeste travail, nos familles et nos amis (es), et à tous ce qui a contribué à l'évolution de cette étude.

Merci



DEDICACE

Grace à Allah ...

Je dédie ce travail :

A mes parents :

A ma chère mère « Nacira », qui m'a élevé, éduqué et m'a constitué les actes les plus nobles de la vie. Elle m'a grandi dans un environnement sain, avec toutes les qualités humaines. Ma force, ma persévérance c'est à toi maman que je le dois et ma réussite aussi. Tu as su inculquer à tes enfants l'esprit de partage, l'honnêteté et le travail. Ce travail est le fruit de tes efforts et de tes sacrifices.

Merci pour tout et que Dieu t'accorde longue vie pour qu'à mon tour je puisse te témoigner ma gratitude. Amin

A mon cher père « Moustafa », qui m'encourageait toujours et me soutenait présence au prés de moi ne me laisse manqué de rien, que Dieu me garde mon père et ma mère, je leurs souhaite longue vie et de bonne santé.

Leurs satisfaction me conduit à ma réussite dans ma vie estudiantine.

A mes chères sœurs : Donia, Ikram, Ibtihadj, Maryam et Afnan.

A mes chers frères : Omar et Mohammed Hassan.

et meilleur amie Oum el Khir

Aya



DIDICACE

Je dédie ce mémoire à :

Mes parents :

A la mémoire de

Ma mère «Abazi Djamilia» et «Khelil Hadja Fatma», que dieu l'accueillent dans son vaste paradis, pour leurs sacrifices, encouragements et soutien depuis mon enfance. Elles étaient toujours là pour m'aimer et de prendre soin de moi.

Ma mère «Wafia», elle a été toujours qui a ouvert pour ma réussite, par son Amour, son soutien, et ses précieux Conseils. Puisse dieu faire en sorte que ce Travail porte son fruit.

Mon père «Abdelkarim», qui m'encourageait toujours et me soutenait Pour m'aider à avancer dans la vie. Merci pour les valeurs nobles, l'éducation Et le soutien permanent venu de toi.

A mon cher frère «Hachemi»

A mes sœurs «Arwa et Besma»

A mes amis qui étaient toujours là pour moi dans l'obscurité et Durant les dures moments « Loubna, Roua et Nihad »

Nadjet

Table des matières

Les abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction

Synthèse bibliographique

Chapitre I: Dromadaire

I-1- Dromadaire	5
I-1-1- Origine et Taxonomie	5
I-1-2 Reproduction	6
I-1-3 Gestation	7
I-1-4- Lactation	7
I-2- Particularités du métabolisme du dromadaire	7
I-2-1- Métabolisme des lipides	7
I-2-2- Eau métabolique	8
I-2-3- Métabolisme azoté	10

Chapitre II: Lait camelin

II-1- Lait camelin	12
II-1-1- Caractéristiques du lait camelin	12
II-1-2- Composition chimique	12
II-1-3- Protéines majeures du lait camelin	13
II-1-4- Structure des caséines	14
II-2- Propriétés thérapeutiques du le lait camelin	15
II-3- Activités biologiques du le lait camelin	16
II-3-1- activités antioxydantes	16
II-3-2- Activité antidiabétique	16
II-3-3- Les activités antimicrobiennes	17

Chapitre III: Urine

III-1- Reins	19
III-1-1- Fonction du rein	19
III-2- Particularités du Rein de dromadaire	19
III-3- Particularité de l'urine de dromadaire	21
III-4- Propriétés thérapeutiques de l'urine de dromadaire	22

Partie expérimentale

Chapitre IV: Matériels et méthodes

IV-1- Matériels	26
IV-1-1- Matériel biologique	26
IV-1-2- Echantillons du lait cru et des urines	26
IV-1-3- Enzymes	26
IV-2- Méthodes	27
IV-2-1- Mesure du potentiel d'hydrogène (pH) du lait et des urines	27
IV-2-2- Extraction des caséines	27
IV-2-3- Hydrolyse enzymatique des caséines et de mélange (caséines+urine).	28
IV-2-4- Rendement des caséines	29
IV-2-5- Activités biologiques	29
IV-2-5-1- Activité antioxydante	29
IV-2-5-2- Activité antidiabétique	31
IV-2-5-3- Détermination d'IC ₅₀ des activités biologiques évaluées	32

Chapitre V: Résultats et discussions

V-1- pH du lait et de l'urine de chamelle	34
V-2- Variation de la teneur en caséines du lait camelin durant la période de lactation	36
V-3- Variation de la teneur en matière sèche des urines en fonction de stade lactation	37
V-4- Variation de la concentration d'hydrolysats en fonction de temps de digestion	38
V-4-1- Caséines	38
V-4-2- Mélange caséines+ urine	39
V-5- Activité antioxydante	40
V-5-1- Inhibition de radical cation ABTS ⁺	40
V-5-2- Inhibition de l'alpha-amylase	45
V-6- Valeur d'IC₅₀ de test ABTS	48
V-7- Valeur d'IC₅₀ de l'inhibition de l'alpha amylase	50
Conclusion et perspectives	53

Liste des références bibliographiques

Résumé

Liste des abréviations

α-La	Alpha-lactalbumine
ADH	Hormone antidiurétique
Mn	Manganèse
CN	Caséine
CNH	Caséine hydrolysats
β-CN	β -Caséine
κ-CN	κ -Caséine
αS1-CN	Caséine alpha S1
αS2-CN	Caséine alpha S2
UC	Urine de chamelle
IgA	Immunoglobulines A
IgM	Immunoglobulines M
IgG	Immunoglobulines G
DNS	Acide 3,5-dinitrosalicylique
ABTS	Acide 2,2'-azino-bis (3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique)
IC₅₀	Concentration inhibitrice médiane
CUH	Caséine et urine hydrolysée
CH	Caséine hydrolysé

Liste des figures

Figure 1: Les deux espèces de Camelidae	6
Figure 2: Réservoir gastrique du dromadaire	9
Figure 3: Comparaison des régions sensible à l'hydrolyse de la chymosine sur les deux séquences, caméline et bovine, de la caséine k	14
Figure 4: Modèle d'organisation moléculaire de la micelle de caséine bovine	15
Figure 5: Anatomie comparative des reins (vache, cheval, porc et dromadaire)	19
Figure 6: Etapes suivies pour l'isolement des protéines totales, caséines et protéines sériques du lait de chamelle	28
Figure 7: Schéma réactionnel du piégeage radicalaire ABTS	30
Figure 8: Variation du pH du lait et des urines en fonction de stade de lactation des chamelles	35
Figure 9: Evolution de la teneur en caséine du lait camelin en fonction de stade de lactation	36
Figure 10: Evolution de la teneur en matière sèche des urines camelines en fonction de stade de lactation	37
Figure 11: Evolution de la concentration d'hydrolysats des caséines en fonction du temps de digestion et en fonction de stade de lactation	38
Figure 12: Evolution de la concentration d'hydrolysats de mélange (caséines+urine) en fonction du temps de digestion et en fonction de stade de lactation	39
Figure 13: Evolution de l'inhibition de radical cation ABTS ⁺ par caséines non hydrolysées	41
Figure 14: Evolution de l'inhibition de radical cation ABTS ⁺ par les urines de chamelles durant les différents stades de lactation	41
Figure 15: Evolution de l'inhibition de radical cation ABTS ⁺ en fonction du temps de digestion des caséines et de mélange (caséines et urines) au stade 2 jours	42
Figure 16: Evolution de l'inhibition de radical cation ABTS ⁺ en fonction du temps de digestion des caséines et de mélange (caséines et urines) au stade 3 mois	43
Figure 17: Evolution de l'inhibition de radical cation ABTS ⁺ en fonction du temps de digestion des caséines et de mélange (caséines et urines) au stade 6 mois	43
Figure 18: Evolution de l'inhibition de radical cation ABTS ⁺ en fonction du temps de digestion des caséines et de mélange (caséines et urines) au stade 9 mois	44
Figure 19: Evolution de l'inhibition de radical cation ABTS ⁺ en fonction du temps de digestion des caséines et de mélange (caséines et urines) au stade 12 mois	45
Figure 20: Evolution de l'inhibition de l'alpha amylase en fonction du temps de digestion des caséines et de mélange (caséines et urines) au stade 2 jours	46

Figure 21: Evolution de l'inhibition de l'alpha amylase en fonction du temps de digestion des caséines et de mélange (caséines et urines) au stade 3 mois _____ **46**

Figure 22: Evolution de l'inhibition de l'alpha amylase en fonction du temps de digestion des caséines et de mélange (caséines et urines) au stade 6 mois _____ **47**

Figure 23: Evolution de l'inhibition de l'alpha amylase en fonction du temps de digestion des caséines et de mélange (caséines et urines) au stade 9 mois _____ **48**

Figure 24: Evolution de l'inhibition de l'alpha amylase en fonction du temps de digestion des caséines et de mélange (caséines et urines) au stade 12 mois _____ **48**

Liste des tableaux

Tableau I: Classification zoologique du dromadaire	5
Tableau II: les paramètres de la reproduction chez le dromadaire	6
Tableau III: Composition chimique du lait de chamelle en comparaison avec le lait de vache	12
Tableau IV: Différents éléments filtrées, réabsorbées et rejetées lors de la formation de l'urine	18
Tableau V: Les différents composants présentent dans l'urine de chameau et de bovin	21
Tableau VI: Echantillons du lait et urines des chameaux	26
Tableau VII: Valeur d'IC ₅₀ de test ABTS des urines seules	49
Tableau VIII: Valeur d'IC ₅₀ de test ABTS des caséines hydrolysées	49
Tableau IX: Valeur d'IC ₅₀ de test ABTS du mélange (urine+ caséines) hydrolysé	50
Tableau X: Valeur d'IC ₅₀ de l'inhibition de l'alpha amylase des caséines hydrolysées	51
Tableau XI: Valeur d'IC ₅₀ de l'inhibition de l'alpha amylase du mélange (caséines+ urine)	52



INTRODUCTION

Introduction

Le dromadaire est un animal domestique avec une physiologie bien développée adaptée à l'environnement hostile des régions arides (**BENGOUMI et Faye, 2015**). Lors d'une privation d'eau, le dromadaire a la capacité de réduire de plusieurs façons son métabolisme énergétique (**GRECH-ANGELINI, 2007**). La production du lait, de viande, de laine et de cuir de cet animal emblématique de la région désertique et son utilisation pour le transport ont permis aux populations des régions arides de s'adapter à la rigueur du climat et de vivre des maigres ressources que le désert fournit à la planète (**BENGOUMI et Faye, 2015**).

Historiquement, le lait camelin est capable de traiter de nombreuses maladies, même chroniques. Il est également prouvé qu'il contient un groupe d'éléments naturels et de composés qui ont la capacité thérapeutique spéciale dans les maladies internes (**HAMMAM, 2019**). La production journalière d'une chamelle couvre la totalité des besoins énergétiques, lipidiques, protidiques et calciques d'un homme adulte (**ADAMOU et BOUDJENAH, 2012**).

Le lait camelin est non seulement rentable en termes de conversion des aliments pour les animaux, mais a également l'avantage d'une période de lactation plus longue et de mécanismes d'adaptation uniques pour les régions arides, semi-arides et chaudes. La production de lait est influencée par de nombreux facteurs, notamment le stade de lactation. En effet, une fluctuation de la production laitière est observée entre le début et la fin de la lactation. La plus grande partie du lait est produite durant les sept premiers mois (**SINGH et al, 2017 ; SIBOUKEUR, 2007**).

L'urine de chamelle a une composition biochimique inhabituelle et unique qui contribue à des valeurs médicinales. Les particules dans l'urine de chamelle peuvent être utilisées pour lutter contre le cancer. Ce produit a également une activité contre les bactéries pathogènes. Il est utilisé par les propriétaires de dromadaires et les bédouins dans le traitement de diverses pathologies (**GOLE et HAMIDO, 2020**).

Pour les Bédouins des régions arides et semi-arides du monde, notamment en Algérie, le lait de chamelle n'est pas toujours consommé seul, mais peut être mélangé à une petite quantité d'urine de chamelle. Ce mélange est considéré comme une solution

valable et un candidat pour une alternative aux médicaments pour de multiples conditions de santé de la population dans ces zones, (**HASNI *et al.*, 2023**).

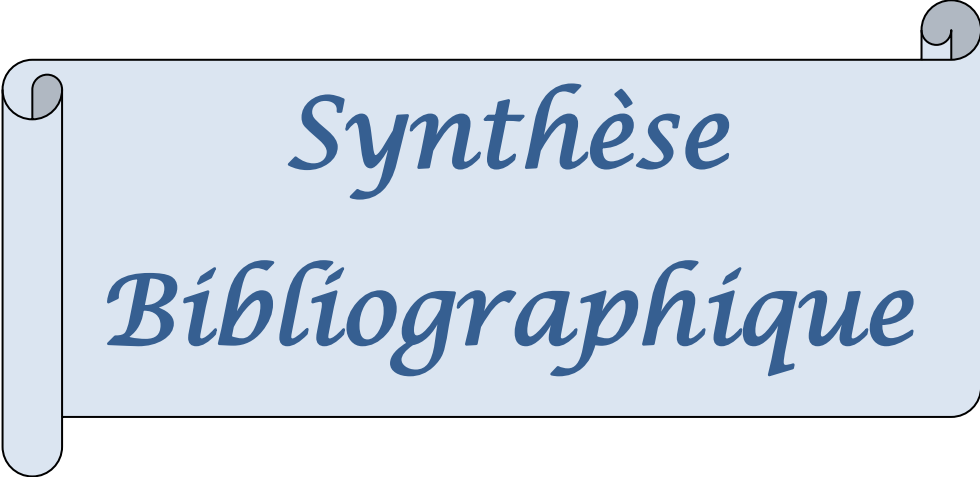
La présente étude a pour objectif de rechercher les activités antidiabétiques et antioxydantes de l'urine de chamelle et des caséines extraites de son lait séparément ou combinés.

Le présent travail s'articule autour de trois axes:

Une synthèse bibliographique regroupant les informations sur le dromadaire, le lait de chamelle et ses propriétés biochimiques en fonction du stade de lactation ainsi que l'urine dudit animal. Les propriétés thérapeutiques de ces deux produits biologiques font également partie de cet axe.

La méthodologie adoptée pour la réalisation de notre travail est décrite dans le deuxième axe. La région d'étude, les méthodes d'échantillonnage et les analyses effectuées sont largement représentées dans cette partie du manuscrit.

Le troisième axe est consacré aux résultats obtenus, par leur description et leur discussion.



Synthèse
Bibliographique

Chapitre I: Dromadaire

I-1- Dromadaire

Le dromadaire est considéré comme un animal très important dans les régions désertiques en raison de sa capacité à résister des conditions très dures (chaleur et sécheresse) (Medjour, 2014), Il résiste également au manque d'eau et de pâturage (Mahboub *et al.*, 2012). Il vit dans les régions chaudes, arides et semi-arides de la planète (Siboukeur, 2007). Il joue un rôle dans la vie socioéconomique des communautés sahariennes et steppiques (Siboukeur et Mati, 2008).

I-1-1- Origine et Taxonomie

Le nom dromadaire dérive du grec ancien "*dromados*", génitif de *dromas*, qui signifie "qui court", pour leur utilisation dans le transport (Saidi, 2020). Il appartient à l'ordre des Artiodactyles, au sous ordre des Tylopodes, au genre *Camelus* et à la famille des Camélidae (Khomeiri et Yam, 2015). Cette famille comprend deux principaux types ; grands camélidés (genre *Camelus*) et petits camélidés (genre *Lama*) (Burger *et al.*, 2019).

Le genre *Camelus* comprend donc trois espèces, qui sont le dromadaire (*C. dromedarius*) appelé aussi le chameau d'Arabie ou chameau à une bosse, le Bactriane (*C. bactrianus*) ou chameau à deux bosses, parfois dénommé chameau d'Asie et le chameau de Tartarie (Figure 1). Il occupe les régions désertiques de l'Ancien Monde alors que le genre *Lama* est spécifique des déserts d'altitude du Nouveau Monde où il a donné naissance à 4 espèces distinctes : le Lama au sens strict (*Lama glama*), le guanaco (*Lama guanacoe*), l'alpaga (*Lama pacos*) et la vigogne (*Lama vicugna*) (Faye *et al.*, 1997) .

La classification du dromadaire est consignée dans le tableau I.

Tableau I : Classification zoologique du dromadaire (Saidi, 2020).

Règne	Animal
Embranchement	Vertébrés
Classe	Mammifères
Famille	Camelidae
Genre	<i>Camelus</i>
Espèce	<i>Camelus dromedarius</i>

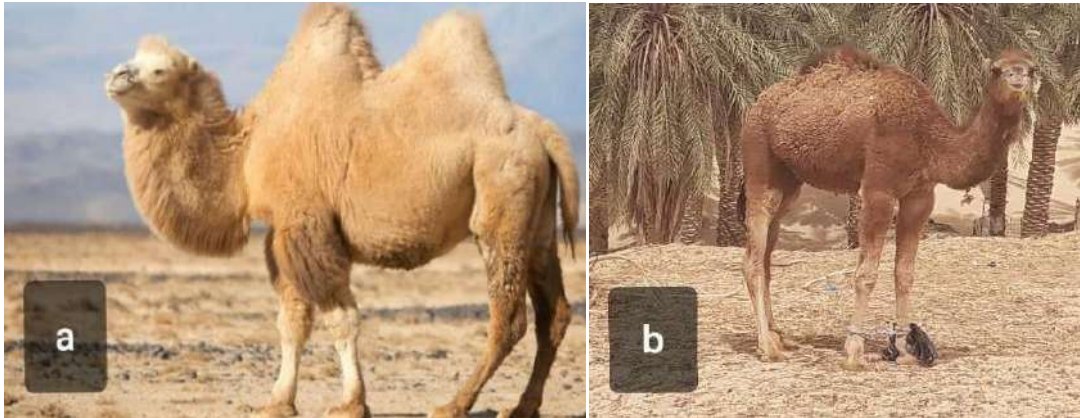


Figure1:Les deux espèces de Camelidae, (a) : *Camelus bactrianus* , (b) *Camelus dromedarius* (Bougrinat, 2021).

I-1-2 Reproduction

Le dromadaire est généralement considéré comme un animal se reproduisant peu (Zitout, 2007). Ainsi, l'élevage extensif n'est pas destiné à assurer un revenu économique basé sur la vente régulière de jeunes (Zarrouk *et al.*, 2003).

L'activité sexuelle du dromadaire se déroule pendant une période courte de l'année, à savoir la saison des pluies. La mise à la reproduction de la chamelle intervient à l'âge de quatre ans. La gestation est longue (supérieure à 1 an) et l'intervalle entre mises-bas est important (souvent supérieur à 2 ans). (Zarrouk *et al.*, 2003 ; Grech-Angelini, 2007). La durée moyenne de lactation varie entre 6 à 18 mois (Alhadrami et Faye, 2022) (Tableau II).

Tableau II: les paramètres de la reproduction chez le dromadaire (Alhadrami et Faye, 2022).

Paramètres	Intervalle	Moyenne
Age de la puberté	30-48 mois	36 mois
Age de la première mise- bas	42-72 mois	54 mois
Durée de gestation	370-390 jours	380 jours
Intervalles entre deux mise- bas	15-36 mois	24 mois
Nombre de naissances par carrière	3-8	6
Le taux de fécondité annuel	30-45%	35%

I-1-3 Gestation

L'appareil génital de la chamelle se caractérise par un utérus bifide mais asymétrique. La corne utérine gauche est légèrement plus développée que la droite. Bien que les ovaires droit et gauche fonctionnent de façon égale, 99% de la gestation a lieu dans la corne utérine gauche (**Bello et Bodinga, 2020**).

La durée de gestation de la chamelle varie entre 11 à 13 mois (**Guerrida, 2009**). Cette durée est en moyenne de 369 à 387 jours chez le dromadaire et de 380 à 420 jours chez le chameau de Bactriane (**Meyer, 2009**).

I-1-4- Lactation

La production de lait commence à la naissance du chamelon, mais la quantité de lait produit varie au cours de la lactation. Ce volume dépend de nombreux facteurs; la génétique, l'alimentation, l'intervalle entre les traites, la présence de maladies et bien sûr les étapes physiologiques de la femelle: début, mi et fin de lactation. La durée de lactation chez le dromadaire est de 12 à 18 mois (**Bernard Faye et al., 2022**).

I-4-1-Effet du stade de lactations sur la composition du lait de chamelle

Le rendement le plus élevé en lait est obtenu au cours des trois premiers mois et la production laitière la plus basse est enregistrée en fin de lactation.

La teneur en matière grasse diminue au long de la lactation. La teneur la plus élevée en protéines est observée au début de lactation par rapport aux autres stades (**El-Amine et al., 2006**). La teneur en lactose est plus élevée pendant le premier mois de lactation (**Wafa et al., 2014**).

La variation de la composition chimique du lait à la fin de lactation pourrait être due à l'augmentation de la teneur du lait en eau au cours des derniers stades de lactation (**Riyadh et al., 2012**).

I-2- Particularités du métabolisme du dromadaire

I-2-1- Métabolisme des lipides

L'effet de la déshydratation sur le métabolisme des lipides a longtemps été négligé. La bosse du dromadaire a longtemps été considérée comme une réserve lipidique mobilisable pour libérer de l'eau lors de la déshydratation (**Bengoumi, 2002**).

La cholestérolémie augmente chez le dromadaire déshydraté suite à l'hypothyroïdie (**Charnot, 1967**). Chez les dromadaires déshydratés, la teneur du foie en lipides diminue de 13 à 2,5%, ce qui indique une forte mobilisation des lipides hépatiques (**Ouajd et Kamel, 2009**). A l'inverse, la triglycéridémie et la concentration des acides gras libres resteraient inchangées (**Mahmud et al., 1984**). Cependant, une privation sévère d'eau pendant 14 jours induirait une lipolyse qu'indique l'augmentation de la concentration des triglycérides, des acides gras libres, des phospholipides et du cholestérol (**Bengoumi, 1992 ; Bengoumi et Faye, 2002**).

I-2-2- Eau métabolique

L'eau métabolique provient de l'oxydation cellulaire. Selon **Schmidt et Nielsen (1964)**, la quantité d'eau produite dépend de la nature des nutriments ; elle se fait dans les proportions suivantes :

1 g de lipide \longrightarrow 1,071 g d'eau

1 g de glucides \longrightarrow 0,556 g d'eau

1g de protéines \longrightarrow 0,396 g d'eau

On a longtemps cru que les bosses des dromadaires constituaient une sorte de réservoir d'eau endogène mobilisable lors de la déshydratation. Cette hypothèse découle du fait que la bosse est principalement composée de lipides et que l'oxydation de ces substances produit plus d'eau que d'autres nutriments. Des observations récentes ont montré que les lipides de la bosse ne sont pas mobilisés lors de la déshydratation (**Yagil, 1985 ; Bengoumi, 1992**).

L'oxydation d'un gramme de lipide produit 1,071 gramme d'eau, mais elle nécessite beaucoup d'oxygène, ce qui entraîne une perte par évaporation d'environ 1,7 gramme d'eau dans les poumons. De plus, l'oxydation des nutriments générera de la chaleur, ce qui n'est pas facile à dissiper pour les dromadaires déshydratés. En fait, les dromadaires déshydratés ont une très faible production d'eau métabolique en raison de leur capacité à abaisser le métabolisme de base (Yagil, 1985).

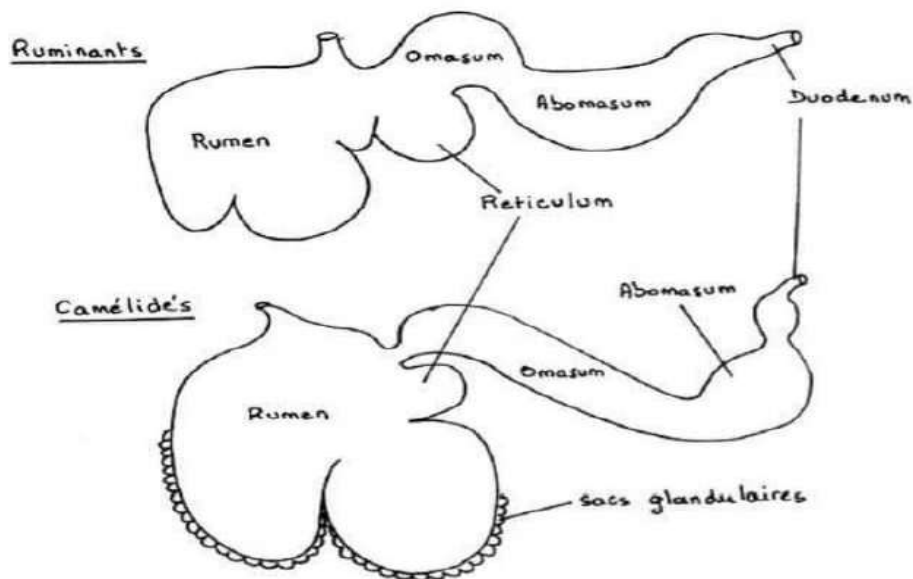


Figure 2 : Réservoir gastrique du dromadaire (Correra, 2006).

Le stockage gastrique chez le dromadaire diffère de celui des autres ruminants domestiques. Le rumen du dromadaire a la particularité d'avoir des sacs aquifères d'un volume total ne dépassant pas 4 litres. Par conséquent, en leurs faibles volumes, ces sacs n'ont aucun rôle spécifique de réservoir hydrique (Schmidt-Neilsen, 1964). Cependant, comme les autres ruminants, le tube digestif du dromadaire contient environ 20 % de son poids corporel en eau, constituant une réserve hydrique mobilisable lors de la déshydratation (Macfarlane, 1964) (Figure 4).

De plus, chez les dromadaires bien hydratés, les glandes parotides libèrent environ 2 litres de liquide salivaire tous les jours. Cette salivation est fortement affectée par la déshydratation ; chez les chameaux déshydratés, elle chute à 0,6 litre par jour (Macfarlane,

1974). A noter que la salive de chameau est riche en urée, qui par son action hydrophile attire plus d'eau vers les glandes salivaires (Yagil, 1985).

I-2-3- Métabolisme azoté

Lorsqu'un dromadaire est déficient en protéines, il exerce un mécanisme efficace du cycle de l'urée. En état de déshydratation, l'efficacité de ces mécanismes ne change pas (Bengoumi et Faye, 2002).

Le métabolisme de l'urée est fortement affecté par la déshydratation. Chez les animaux domestiques, la baisse du taux de filtration glomérulaire s'accompagne d'une augmentation très significative de l'urémie. La réabsorption tubulaire de l'urée et son recyclage est plus important chez le dromadaire (Kaneeko, 1989).

La diminution du taux de filtration glomérulaire et l'augmentation de la réabsorption de l'urée par les tubules rénaux engendrées par la déshydratation conduit à une augmentation de l'urémie et à une diminution de la concentration de l'urine en urée (YAGIL *et al.*, 1978).

La réabsorption tubulaire de l'urée serait sous l'influence de l'hormone antidiurétique (ADH) (Yagil et Etzion, 1979).

CHAPITRE

II

Lait camelin

II-1- Lait camelin

Le lait camelin constitue la principale source alimentaire pour les populations nomades et pastorales dans les régions arides et chaudes du monde qui le consomment habituellement à l'état cru ou fermenté (Sboui *et al*, 2016 ; Lajnaf *et al*, 2022). Il ne semble pas différent de celui des autres animaux domestiques et constitue un très bon apport en minéraux pour le chamelon et le consommateur (Mahboub *et al*, 2012).

II-1-1-Caractéristiques du lait camelin

II-1-1-1-Caractéristiques organoleptiques

Le lait de chamelle est un liquide blanc, goût un peu salé et d'un aspect plus visqueux que le lait de vache (Sboui *et al*, 2009). Cela dépend en grande partie du type de nutrition ou plante accessible dans la région de pâturage (Khalesi *et al*, 2017 ; Abbas *et al*, 2013). En outre, en raison des graisses homogénéisées dans le lait, la couleur du lait de chamelle est blanche, tandis que les différences de goût dépendent de la forme d'aliments ou de plantes présente dans la zone de pâturage et l'eau potable (Yadav *et al*, 2015).

II-1-1-2- Caractéristiques physico – chimiques

Les caractéristiques physico-chimiques du lait de chamelle varient fortement selon de nombreux facteurs comme l'origine génétique, stade de lactation, l'environnement (conditions climatiques, l'alimentation) différences physiologiques et saisonnières (Konuspayeva et Faye, 2020 ; Konuspayeva *et al*, 2009). Leur pH varie de 6.2 à 6.5 (Sumaira *et al*, 2020), sa densité est de l'ordre de 1,028 g/cm³ (Debouz et Guerguer, 2014), et son acidité titrable est de l'ordre de 18° Dornic (MOSBAH *et al*, 2019). Sa viscosité moyenne est de 2.04 mPa.s (Al Kanhal, 2010), et un point de congélation variant de -0,57 à -0,61 °C (Park, 2009).

II-1-2-Composition chimique

Il existe une grande variabilité dans les données publiées sur la composition du lait de chamelle. Plusieurs facteurs influencent la composition du lait dont l'alimentation, variations physiologiques, les stades de lactation, état de santé, origine géographique, la race ou type (Tableau III) (Bengoumi et Faye, 2015 ; Singh *et al*, 2017).

Tableau III: Composition chimique du lait de chamelle

		Constituants					
Lait de chamelle	Eau %	MST %	Lactose%	MG %	TP %	Cendre%	Références
	87.8	12.2	5.2	3.1	3.1	0.8	Farah et Rüegg (1989)
	90.2	9.74	3.6	2.6	2.5	0.94	Khaskheli et al., (2005)
	85.6	14.4	3.0	5.9	3.4	---	Konuspayeva (2007)
	90.2	9.78	4.4	2.3	2.0	0.94	Omer et Eltinay (2009)
	88.1	11.9	4.2	3.7	3.4	0.75	Sboui et al., (2009)
	88.7	11.3	4.9	2.9	2.5	1.3	Meiloud et al., (2011)
	88.7	11.3	4.3	2.8	3.5	0.72	Siboukeur (2011)
	88.1	11.89	2.2	2.68	---	0.78	Sboui et al.,(2015)

Le lait camelin est plus riche en lactose que celui des bovins et riche en matière sèche et en matière protéique que celui de vache, la concentration du lactose varie durant la période de lactation : elle est faible à la naissance (2,8 %) mais augmente durant les premières 24 heures et atteint 5 % tant que la quantité d'eau nécessaire est disponible (Sboui *et al.*, 2009).

II-1-3-Protéines majeures du lait camelin

II-1-3-1-Lactosérum

Le lactosérum est le deuxième composant principal des protéines de lait camelin (Khaskheli *et al.*, 2005). Il est constitué de : l' α -lactalbumine, β -lactoglobuline, l'albumine sérique, la lactoferrine, les immunoglobulines, lactoperoxydase (Kappeler *et al.*, 2004).

II-1-3-2-Caséine

La caséine représente la fraction protéique la plus abondante dans le lait de chamelle, représentant 73 à 81 % des protéines totales contre 83 % dans le lait de vache (Mehaia *et al.*, 1995).

Les caséines, sont constituées de 4 protéines différentes : (α_{s1} , α_{s2} , β et κ). La caséine β est la plus importante dans le lait de chamelle, elle est composée de 217 acides aminés pour une masse molaire moléculaire de 24,651 KDa. Son pHi 4,76.

La caséine α_{s1} (21%), elle contient 207 acides aminés avec un poids moléculaire de 25,773 kDa et un pH isoélectrique de 4,4 (Kappeler *et al.*, 1998).

La structure primaire de la caséine α_{s2} contient 178 résidus d'acides aminés, le poids moléculaire de cette fraction est d'environ 21,266 kDa, alors que son pH isoélectrique est 4,58 (Kappeler *et al.*, 1998).

La caséine κ représente 3,5 % dans le lait de chamelle, Sa masse moléculaire est de 18,254 KDa et son point isoélectrique se situe à pH 4,11, c'est la caséine la plus étudiée en raison de son rôle fondamental dans le phénomène de stabilisation /déstabilisation de la micelle (El Agamy, 2009).

La κ -caséine du lait de chamelle diffère de celle du lait de vache par le site d'hydrolyse de la chymosine qui coupe la κ -caséine du lait au niveau de la liaison Phe105-Met106, alors que son site d'action sur la κ -caséine de chameau est Phe97-Ile98 (Figure 3) (Al Haj et Al Kanhal, 2010).

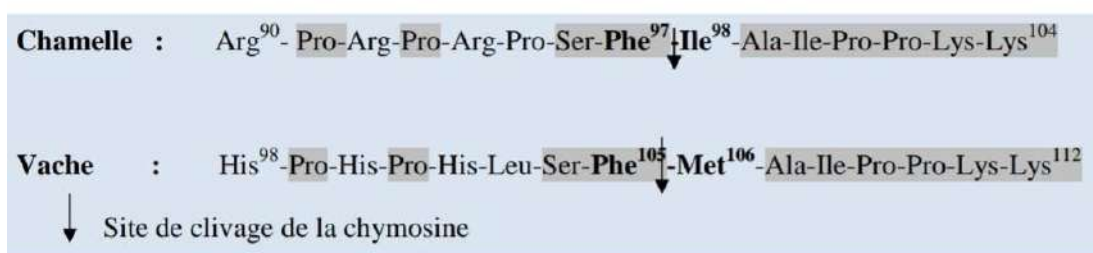


Figure 3: Comparaison des régions sensible à l'hydrolyse de la chymosine sur les deux séquences, caméline et bovine, de la caséine k. Les résidus conservés sont en gris (Kappeler et al, 1998).

II-1-4- Structure des caséines

Les micelles de caséine sont des particules colloïdales assez stables. Ils peuvent être déstabilisés en agrégats de l'une des quatre manières principales; Gélification due à l'utilisation d'enzymes protéolytiques, conditions acides, traitement thermique et vieillissement (Schmidt, 1982).

Dans le modèle actuel, les micelles sont en fait composées de sous-unités contenant 10 à 100 molécules de caséine appelées sous-micelles (submicelles) (Figure 4) (Filion, 2006). Les sous-micelles sont reliées entre elles par des ponts phosphate de calcium. La composition des sous-micelles centrales et périphériques est différente. En effet, les β - et α_1 -caséines sont plus abondantes au centre de la micelle et forment le noyau hydrophobe, tandis que la partie externe plus hydrophile est constituée de α_1 -, α_2 - et κ -caséines (Amiot et al., 2002).

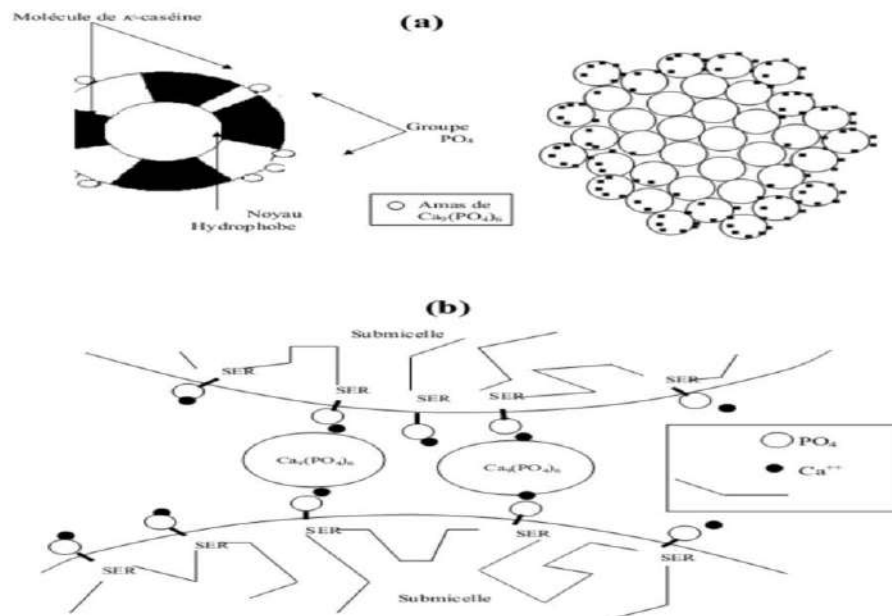


Figure 4: Modèle d'organisation moléculaire de la micelle de caséine bovine, a) Structure de la micelle et de la submicelle, b) Schéma de pontage de deux submicelles par le phosphate de calcium selon (Shmidt, 1982).

II-2- Propriétés thérapeutiques du le lait camélin

Le lait de chamelle est apprécié traditionnellement pour déférents propriétés comme des anti-infectieux, anti-cancéreux et anti-diabétique. Et aide à traiter les maladies infectieuses comme la tuberculose chez les humains. Il est considéré comme un produit énergétique donné pour la convalescence. (Yadav et al., 2015).

Le lait de chamelle également utilisé dans les maladies métaboliques et auto-immunes, l'hépatite, la diarrhée virale de Rota, le diabète, la cirrhose du foie, le rachitisme, l'autisme les allergies alimentaires et laitières, l'intolérance au lactose et la maladie de Cohn (Yagil, 2004 ; Mullaicharam, 2014 ; Zibae *et al.*, 2015).

II-3- Activités biologiques du le lait camelin

II-3-1- activités antioxydantes

L'identification des peptides dérivés de lait comme source d'antioxydants et de leurs avantages potentiels pour la santé, en particulier dans la prévention des maladies est de plus en plus reconnu .Ces peptides sont inactifs au sien de leurs protéines, mais ils deviennent libres et actifs après hydrolyse enzymatique. Ces peptides ayant la propriété de piégeage des radicaux libres, chélation des ions métalliques, ainsi que la capacité à inhiber la peroxydation lipidique (Power *et al.*, 2013).

L' α -lactalbumine de lait camelin a montré des degrés plus élevés d'hydrolyse (digestibilité) avec la trypsine et l'enzyme chymotrypsine que α -lactalbumine bovine, mais les deux protéines étaient similaires dans la sensibilité à l'enzyme pepsine. (Salami *et al.*, 2009). Certains travaux (Salami *et al.*, 2011 ; Kumar *et al.*, 2015 ; El-Hatemi *et al.*, 2016) ont montré que les caséines du lait de chamelle constituent une bonne source de β -CN qui est riche en peptides possédant des propriétés antioxydantes.

II-3-2- Activité antidiabétique

Le lait de chamelle est traditionnellement utilisé pour traiter le diabète .Il contient des niveaux élevés d'insuline ou d'une protéine analogue à l'insuline (Al-Juboori *et al.*, 2013).

Le lait de chamelle peut être utilisé en complément de l'insulinothérapie pour améliorer le contrôle glycémique à long terme et contribue également à la réduction de besoin en insuline chez un patient diabétique de type 1. Des études biochimiques ont révélées les composants du lait de chamelle, tel que protéine analogue à l'insuline, lactoferrine et les immunoglobulines sont responsables comme antidiabétique .On peut affirmer que le lait de chamelle est efficace pour le maintien de la glycémie (Jilo et Tegegne, 2016).

II-3-3- Les activités antimicrobiennes

Le lait de chamelle contient des lysozymes, lactoperoxydase, immunoglobulines, vitamine C et protéines protectrices comme la lactoferrine et les caséines en plus grandes quantités que le lait d'autres animaux (**KUMAR *et al.*,2012**) qui contribuent aux activités antimicrobiennes (**Ahamad *et al.*,2017 ; El-Fakharany *et al.*,2012**).

Lactoferrine du lait camelin fournir une défense contre les pathogènes par des propriétés bactériostatique et/ou bactéricides (**Al-Majali *et al.*, 2007**). Lactoferrine est particulièrement impliqués dans le traitement de la typhoïde (**Almehdaret *et al.*, 2020**) et l'inhibition de la croissance des bactéries responsables de la détérioration des aliments (**Almehdaret *et al.*, 2020 ; Jrad *et al.*, 2019**).

CHAPITRE

III:

Urine

III-1- Reins

Le rein est le premier élément anatomique qui compose le système urinaire. Tous les mammifères possèdent deux reins, en forme de haricot, situés sur la colonne vertébrale dans la région lombaire. Cependant, leur surface n'est pas toujours lisse comme chez l'homme, elle est parfois vallonnée chez d'autres animaux (**Manuelle, 2008**).

III-1-1- Fonction du rein

Les reins purifient le sang, éliminant l'excès d'urine et de sel et les substrats toxiques tels que l'urée du sang. Ces produits sont transformés en urine (**Sherwood, 2006**).

Dans les reins, le processus de fabrication de l'urine se déroule en 3 étapes à savoir la filtration, la réabsorption et l'augmentation (excrétion de substances). La filtration est un processus réalisé par le glomérule qui produit l'urine primaire qui est ensuite réabsorbée dans le tube collecteur entraînant la formation d'urine secondaire contenant une forte concentration d'urée. L'amélioration est le processus de formation secondaire de l'urine, qui élimine les substances indésirables du corps et forme ensuite de la vraie urine (**Al-abdallal, 2010**) (**Tableau IV**).

Tableau IV : Différents éléments filtrés, réabsorbés et rejetés lors de la formation de l'urine (**XEEBLY, 2008**).

Matières filtrées	Matières réabsorbées	Matières rejetées
Urée	-	Urée
Acide urique	-	Acide urique
Sels minéraux	Sels minéraux	Sels minéraux
Pigments jaunes	-	Pigments jaunes
Glucose	Glucose	-
Lipides	Lipides	-
Protéines	Protéines	-
Eau	Eau	Surplus d'eau
Vitamines	Vitamines	Surplus de vitamines

III-2- Particularités du Rein de dromadaire

Les reins du dromadaire jouent un rôle clé dans le système de régulation de l'eau et de réabsorption de nombreux métabolites et électrolytes. Il est chargé d'équilibrer ces deux

mécanismes dans des conditions de déshydratation et de réhydratation rapides, fréquentes chez cette espèce (Bengoumi *et al.*, 1997 ; Faye *et al.*, 1995).

Le poids du rein de dromadaire est d'environ 1000 grammes. Une fois restreints en eau, les dromadaires peuvent concentrer leur urine pour limiter la perte d'eau. Cette concentration lui permet de tolérer l'eau et les plantes qui contiennent un excès de sels. Ce phénomène est en partie dû à l'anatomie du rein qui se caractérise par un grand nombre de néphrons équipés d'anses de Hamel très longues par rapport aux autres animaux. Cette longueur favorise une plus grande réabsorption d'eau et donc une urine plus concentrée (Figure 5) (Faye *et al.*, 1995 ; Mukassa, 1981 ; Wilson, 1984).

Les reins des camélidés recyclent l'azote alimentaire grâce à la forte activité de certaines enzymes telles que l'aspartate aminotransférase (AST), l'alanine transaminase (ALT), la gamma-glutamyltransférase (GGT) et la phosphatase alcaline (AP). Ceci explique la capacité des dromadaires à survivre dans des conditions extrêmes de carences nutritionnelles, contrairement aux autres herbivores (Begoumi *et al.* 1997).

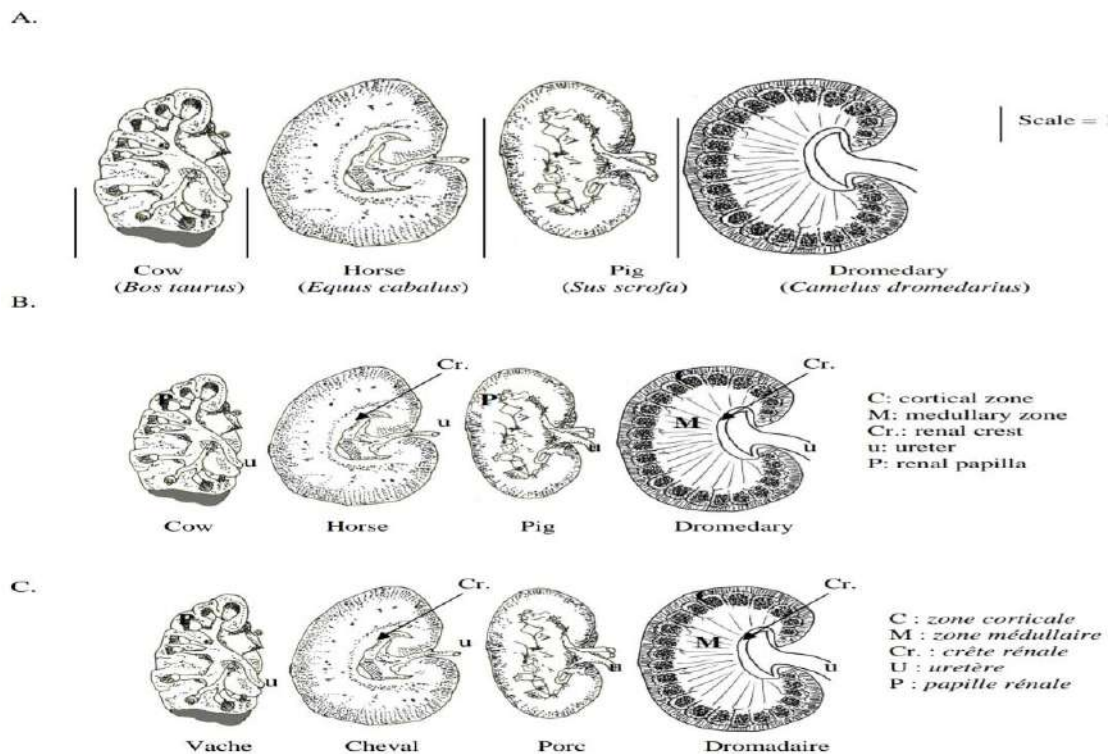


Figure 5: Anatomie comparative des reins (vache, cheval, porc et dromadaire) (Guintard *et al.*, 2009)

III-3- Particularité de l'urine de dromadaire

L'urine est l'un des fluides corporels qui a reçu le plus d'attention de la part des chimistes et des médecins. Il représente la plupart des déchets liquides dans le métabolisme du corps. A l'état normal, l'urine est un liquide ambré, clair, acide, au goût salé et amer, formé de métabolites de l'hémoglobine, de l'urobilinogène et d'une odeur caractéristique (Armand, 1857).

L'urine de dromadaire est jaune foncée. Il a un pH basique de 7,8 (Albie et al., 2017) et une densité de 1,045 à 1,06 (Ahamad et al., 2010 ; Gehan et al., 2015). Elle contient environ 10 fois plus de sels minéraux que l'urine humaine et des quantités importantes de créatine et de créatinine. Il a été rapporté qu'elle contenait de faibles niveaux de guanase hépatique et d'hypoxanthine guanine phosphoribosyltransférase. Ces deux enzymes limitent les processus catalytiques des purines aux effets anticancéreux (Alomar et El Hassan 2006).

L'analyse par activation neutronique réalisée par Al-Attas (2009) a révélé des niveaux élevés de Na^+ et de K^+ dans le lait et l'urine de chamelle. Cela peut aider à inverser les déséquilibres électrolytiques chez les patients souffrant de diarrhée. Une grande quantité de Zn a également été confirmée dans l'échantillon. Le zinc agit comme agent thérapeutique contre les infections diarrhéiques (Tableau V)(Al-Attas, 2009)

L'urine de dromadaire contient aussi des traces d'urée et d'ammoniac. Ces molécules sont connues pour être responsables de l'odeur et de la toxicité de l'urine (Al-Yousef et al., 2012). Elle contient de petites quantités de certaines substances toxiques tels que : Cadmium, Plomb, Mercure et Arsenic (Elhassen, 2006).

Tableau V: Les différents composants présentent dans l'urine de chameau et de bovin (**Bakhsh et Hussein, 2004**).

Les composants	Urine de dromadaire (mg/l)	Urine de bovin (mg/l)
Protéine	15	5
Albumine	7	14
Nitrogène	27	8
Urée	Trace	7000
Acide urique	245	410
Créatine	39	33
Créatinine	108	75
Sodium	248	272
Potassium	8000	3900
Calcium	13	6
Magnésium	246	172
Cuivre	59	6
Zinc	22	4
Fer	58	5

III-4- Propriétés thérapeutiques de l'urine de dromadaire

Historiquement, l'utilisation thérapeutique de l'urine de dromadaire est ancienne et même mentionnée dans l'Islam. **Al-Boukhari et Muslim** rapportent dans le Sahih que des étrangers sont arrivés à Médine et sont tombés malades et le Prophète (PSL) leur a ordonné de boire du lait de chamelle pour se nourrir et de l'urine pour se soigner. Selon la tradition, l'urine de dromadaire est utilisée notamment pour le traitement de diverses affections. Elle a également des propriétés antipelliculaires et, lorsqu'elle est utilisée dans les shampooings, elle ajoute de la brillance aux cheveux. Elle peut également prévenir la soif et la faim chez les conducteurs de caravanes perdus dans le désert (**Al-Abdullah, 2010 ; Samia, 2013**).

III-4-1- Propriété anticancéreuse

Les guérisseurs traditionnels utilisent un mélange de lait et d'urine de chamelle pour traiter divers types de cancer, y compris le cancer du poumon, du nasopharynx et du sein. Ces substances ont également des propriétés anti-inflammatoires (**Gader et Alhaider, 2016**).

L'absence d'un remède à long terme contre le cancer et la croyance des praticiens de la médecine alternative ont conduit à des tentatives pour trouver des preuves scientifiques

confirmant les effets anticancéreux du lait et/ou de l'urine de chamelle car cette activité pourrait aider à découvrir de nouveaux médicaments efficaces pour traiter le cancer (**Mihic et al., 2016**).

De nombreux produits dans l'urine de dromadaire présentent une activité cytotoxique et anti tumorale sur une variété de tumeurs et de lignées cellulaires animales et humaines. Des observations antérieures ont également montré que l'urine de dromadaire inhibe la formation de tumeurs C aux extrémités des racines d'*Allium cepa L.* (**Kabarity et al., 1988**).

Le **Dr Fatin Khorshid** a dirigé un groupe de chercheurs dans une série d'expériences in vitro, démontrant avec succès pour la première fois que l'urine de dromadaire lyophilisée pouvait être utilisée pour inhiber la croissance des cellules cancéreuses (**Mushref, 2006**).

Selon **Alhaider et al.,(2011)**,l'urine de dromadaire a des propriétés anticancéreuses en supprimant de manière significative l'expression du gène codant pour l'enzyme activant le cancérigène Cyp1a1 au niveau de l'ARN_m des cellules hépatiques cancéreuses (**Alhaider et al., 2011**). De plus, il a été démontré que le lait de chamelle seul possède des propriétés apoptotiques anticancéreuses spécifiques (**Korasy et al., 2012**).

III-4-2- Propriété antibactérienne de l'urine de dromadaire

L'urine a des effets antibactériens contre les agents pathogènes bactériens tels que *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Klebsiella pneumoniae* (**Al-Awadi et Aljudabi, 2014**).

L'effet antibactérien de l'urine de dromadaire est dû à sa composition comprenant une teneur élevée en sel, en lysozyme, en agents antibactériens sécrétés et en substances bioactives naturelles dérivées des plantes que les dromadaires mangent (**Kamalu et al., 2004**).

Par ailleurs, la richesse de l'urine de dromadaire en nombreux éléments importants tels que des antibiotiques, des hormones, en potassium et en protéines la rend efficace contre certains types de bactéries et de virus (**Al-Awadi et Aldawha, 2004**). En raison de leur petite taille, les anticorps de dromadaire sont capables de pénétrer profondément dans les tissus et les cellules humaines (**Abdulla et Wisal, 2002**).

L'urine de dromadaire peut également être utilisée comme antiseptique pour les brûlures et les plaies saignantes (Al-Awadi et Aldawha, 2004).

III-4-3- Propriétés antifongiques de l'urine de dromadaire

Les champignons libèrent des toxines qui provoquent un dysfonctionnement hépatique, le cancer et des mutations indésirables chez l'homme. L'urine de dromadaire a un effet antibiotique contre la croissance de *Candida albicans*, *Aspergillus niger*, *Rhizoctonia solani* et *Fusarium oxysporum* même après ébullition à 100°C (Pereyra et al., 2008).

La structure biochimique et organique de l'urine de dromadaire a des propriétés qui inhibent la croissance fongique. Ses différentes concentrations ont joué des rôles inhibiteurs majeurs contre les levures et les champignons. Cette caractéristique peut être due au fait que les dromadaires se nourrissent de plantes du désert contenant des agents antimicrobiens (Al-Awadi et Al-Judaibi, 2000).



Chapitre IV:
Matériels et méthodes

Matériels et méthodes

IV-1- Matériels

IV-1-1- Matériel biologique

La partie expérimentale de cette étude a été réalisée au niveau du laboratoire pédagogique de Biochimie de la faculté des sciences de la Nature de la Vie de l'université KASDI MERBAH-OUARGLA et laboratoire N°2 et N°3 d'école normale supérieure de Ouargla et aussi au niveau de centre de recherche et analyses physicochimiques CRAPC, Ouargla.

IV-1-2- Echantillons du lait cru et des urines

Les 5 échantillons individuels du lait ont été collectés entre le mois de mars et avril 2023, à partir d'un troupeau camelin (*Camelus dromedarius*) de la population Sahraoui, situant aux parcours de la wilaya de Touggourt, conduit selon un système d'élevage extensif. Les chamelles sont saines et non gestantes. Les échantillons du lait sont prélevés en différents stades de lactation (2 jours, 3^{ème}, 6^{ème}, 9^{ème} et 12^{ème} mois). Ces échantillons ont été prélevés et remplis dans des bouteilles propre et conservées dans une glacière puis congelés jusqu'au jour de leur utilisation. A partir de ces mêmes chamelles et durant la même période, 5 échantillons des urines individuels ont été collectés. Ces échantillons ont été prélevés et remplis dans des bouteilles propre et conservées dans une glacière puis congelés jusqu'au jour de leur utilisation.

Tableau VI: Echantillons du lait et des urines de chamelles collectés

N° de l'échantillon	Période de collecte	Rangs de lactation	Région
EL1+EU1	Mars 2023	2j	Touggourt
EL2+EU2	Mars 2023	3mois	
EL3+EU3	Mars 2023	6 mois	
EL4+EU4	Avril 2023	9 mois	
EL5+EU5	Avril 2023	12 mois	

IV-1-3- Enzymes

Les enzymes digestives utilisées dans cette étude sont : la pepsine (EC 3.24.3.1), extraite de la muqueuse gastrique porcine avec activité ≥ 500 U/mg (Sigma Aldrich,

Matériels et méthodes

Allemagne) et la trypsine bovine (EC 3.4.21.4), avec activité 2000U/g (BIOCHEM, France). La présure est obtenue à partir. Pour l'évaluation de l'activité antidiabétique, l'alpha amylase (EC 3.2.1.1) a été utilisé. Cette enzyme est obtenue d'*Aspergillus_oryzae* avec activité $\geq 150\text{U/mg}$ (Sigma Aldrich, Allemagne).

IV-2- Méthode

IV-2-1- Mesure du potentiel d'hydrogène (pH) du lait et des urines

Ce paramètre est mesuré sur les différents échantillons de lait et des urines de chaque stade. Le pH est mesuré à la température ambiante à l'aide d'un pH mètre (VOLTCRAFT PHT-02 ATC)

IV-2-2- Extraction des caséines

La préparation de l'échantillon destiné à l'activité antioxydant et antidiabétique se fait en plusieurs étapes (figure 6)

IV-2-2-1- Ecrémage

Après décongélation, les échantillons du lait sont mis en bain marie à 60°C pendant 15 min pour déstabiliser les micelles de la matière grasse, ensuite les échantillons sont centrifugés par centrifugeuse réfrigérée (ROTINA 380R) à 4000×g pendant 25min à 4 °C. La couche superficielle de crème est éliminée.

IV-2-2-2- Séparation des caséines et le lactosérum

Le lait ainsi écrémé est amené à pH entre 4.3 et 4.6 par acide lactique ou acide acétique (1M) sous agitation. La caséine précipite. Le précipité est séparé par centrifugation à 3500×g pendant 25 min à 4°C. Le culot est lavé trois fois et recueilli dans l'eau distillée à pH 7. La solution de caséine obtenue est lyophilisée en utilisant un lyophilisateur.

Matériels et méthodes

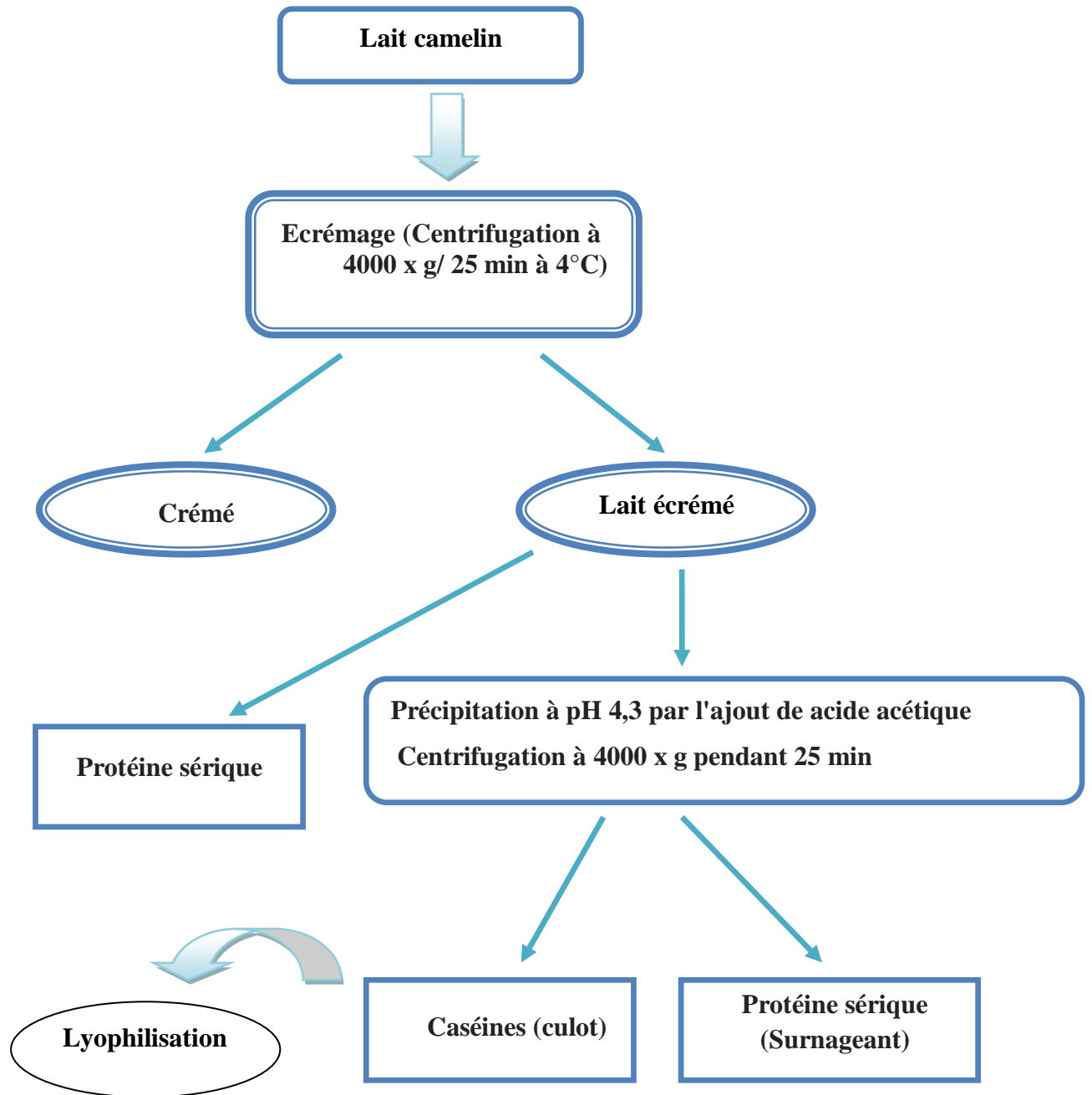


Figure 6: Etapes suivies pour l'isolement des protéines totales, caséines et protéines sériques du lait de chamelle collecté selon (Chethouna ,2011).

IV-2-3- Hydrolyse enzymatique des caséines et de mélange (caséines+urine).

Pour la pepsine et la trypsine, des cinétiques d'hydrolyse ont été réalisées. La caséine lyophilisée (0.2g) a été dissoute dans 10ml de HCl 60mM à des concentrations variées. On utilise toujours 2ml de ces dilutions pour l'étude de la cinétique qui nous a

Matériels et méthodes

permis de déterminer la concentration optimale de caséine à utiliser. 2ml de cette solution ont été incubés avec la pepsine à pH 2. Les mêmes étapes ont été réalisées pour la trypsine mais la caséine est solubilisée dans une solution tampon à pH8. Les deux enzymes sont ajoutées avec un ratio d'enzyme/substrat (E/S) de 3 %.

Le mélange est filtré sur filtre seringue de 0.45 μ m, 1.5ml du filtrat est ajoutés dans 2.8ml de NaOH (0.5N). Puis 1ml de réactif Folin-Ciocalceu (2N dilué 2 fois avec de l'eau distillé) est ajouté dans chaque tube. L'absorbance est lue à 750nm contre le blanc. Cette expérience nous a permis de choisir la concentration optimale des caséines pour l'activité protéolytique des enzymes utilisées dans cette étude (**Rungkat, 1991**).

Ensuite, la concentration optimale utilisée est 500 mg de caséine dissoute dans 50 ml d'une solution d'HCl (1N). Les solutions des caséines préparées seules ou mélangé avec les urines sont hydrolysées par quatre enzymes : pepsine, présure et trypsine. L'hydrolyse pepsique est réalisée à pH 2, celle de la présure est à pH 5.6 (tampon phosphate), alors que celle de la trypsine est effectuée à pH 8 (tampon phosphate). Le mélange est agité soigneusement pendant quelques secondes puis porté à incubation pendant 4 heures à 37 °C au bain Marie. L'arrêt de l'hydrolyse se fait par chauffage des tubes à 80 °C pendant 15 mn dans un bain Marie. Des prélèvements d'hydrolysats de caséines totales ont été effectués à intervalles de temps suivants : 1h, 2h et 3h (**Almi-Sebbane, 2019**).

IV-2- 4- Rendement des caséines

Le rendement est effectué par le séchage de 1ml d'hydrolysats de caséines sur un verre de montre et une plaque chauffante (STUART US 152, Allemagne) et mesurer les verres avant et après le séchage de chaque hydrolysats.

IV-2-5- Activités biologiques

IV-2-5-1- Activité antioxydante

L'activité antioxydant est devenue l'une des activités les plus étudiées dans la nature substances en raison de son importance majeure (**Pham-Huy et al., 2008**). Jusqu'à présent, plusieurs tests sont appliqués pour déterminer la capacité antioxydant de tout composé comme la méthode d'ABS ,DPPH ,FRAP..., L'activité antioxydant de caséine hydrolysée,

non hydrolysée, les urine ,mélange les caséines hydrolysée et les urine serait évaluée par la méthode d'ABTS .

IV-2-5-1-1- Test ABTS (Acide azinobis-3éthylbenthiazoline-6-sulfonique)

Lors de la mise en œuvre de ce test, l'ABTS incolore est préalablement oxydé avec du persulfate de potassium ($K_2S_2O_8$) pour former le radical cationique $ABTS^{+\bullet}$ de coloration bleu-vert .L'addition d'un composé antioxydant engendre la réduction du radical $ABTS^{+\bullet}$ en ABTS. L'activité antioxydant dans ce cas est donc proportionnelle à la diminution de la couleur bleu-vert détectée par spectrophotométrie à une longueur d'onde de 734 nm (**Hasni et al., 2015**). Le principe de ce test est illustré dans la Figure 7.

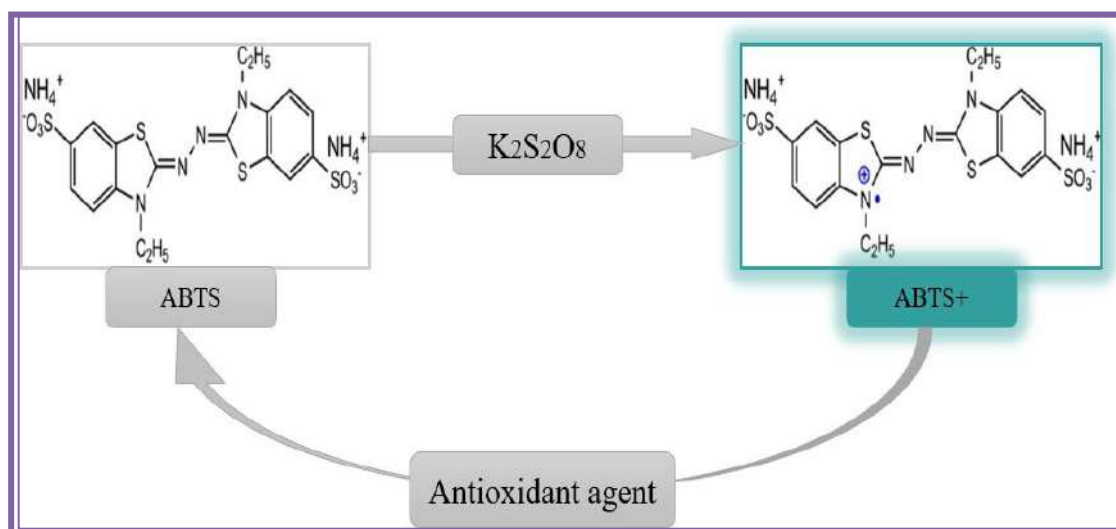


Figure 7: Schéma réactionnel du piégeage radicalaire ABTS (**Hasni, 2023**)

La solution du radical de l'ABTS⁺ est préparée par la réaction entre une solution d'ABTS 7 mM et une solution de persulfate de potassium $K_2S_2O_8$ 2,45 mM incubées à 23 °C pendant 12 à 16 heures, à l'obscurité. La solution d'ABTS⁺ est diluée avec l'éthanol (80%) jusqu'à l'obtention d'une absorbance égale à $0,700 \pm 0,020$ à 734 nm (**Cai et al., 2004**). Un volume 3.9 ml de cette solution est mélangé avec 0,1 ml de l'hydrolysate des caséines ou le mélange, préparé à des dilutions (3/4, 1/2, 1/4, 1/5, 1/10). Le mélange est agité vigoureusement. Après un repos de 6 min à 23 °C, l'absorbance est mesurée à 734 nm (**Telli, 2017**).

Le pourcentage d'inhibition du radical cation est calculé selon la formule suivante:

$$PI \% = ((Ac - At) / Ac) \times 100$$

Où :

Ac : absorbance du contrôle et **At** : absorbance du test effectué (TAHAR et al., 2015).

Dans cette étude, la tyrosine a été utilisée comme antioxydant standard à différentes concentrations allant de 0 à 250 µg/ml.

IV-2-5-2- Activité antidiabétique

La capacité antidiabétique des échantillons d'hydrolysats a été évaluée in vitro en étudiant la capacité d'inhibition des hydrolysats contre l' α -amylase. Cet enzyme clé est impliqué dans le processus de digestion des polysaccharides en monosaccharides qui se déplacent vers l'intérieur du corps dans la circulation sanguine (Hasni, 2023).

IV-2-5-2-1- La capacité inhibitrice de l' α -amylase

Le rôle de l'enzyme α -amylase étant principalement lié à la digestion de l'amidon, le protocole choisi dans cette étude signifiait l'utilisation de l'amidon comme substrat de l' α -amylase qui provoque la libération de glucose et de maltose. Ces monosaccharides sont confédérés sous forme de sucre réducteur pouvant agir avec différents agents colorimétriques tels que le 3,5-dinitro salicylique(DNS) qui se caractérise par une couleur jaune intense. En condition alcaline, en présence d'un sucre réducteur et à haute température (100°C), le DNS passe à 3- acide amino, 5-nitrosalicylique (ANSA) de couleur rouge orangé facilement mesurable par spectrophotométrie à 540 nm (Deshavath et al, 2020).

L'effet des échantillons digérés sur l'activité catalytique de l' α -amylase a été réalisé selon Lalegani et al. (2018). A un volume de 125µl de différents concentrations de caséine ou de mélange (caséine et urine) hydrolysés, 125µl de solution hydrolysée est ajouté avec 125µl de solution de α -amylase (0.5mg/ml de tampon phosphate pH 6.9) .Après incubation à 30°C pendant dix minutes dans un bain marie, 125µl d'amidon solution (1 %) a été introduite dans le mélange réactionnel. Les tubes de réaction ont été laissés pendant dix minutes à 30°C dans le bain marie. Un volume de 250µl de DNS (la couleur indicateur) a été ajouté à la solution précédente et chauffé à 100°C pour arrêter la réaction après une

Matériels et méthodes

dilution 10 fois, la couleur de la réaction a été détectée à 540 nm contre un blanc (**Lalegani et al, 2018**). Le contrôle positif dans ce cas était l'acarbose.

Le pourcentage d'inhibition (%) de l'alpha amylase est calculé selon la formule suivante :

$$\% \text{ d'inhibition} = \left(\frac{\text{Atémoin-Aextract}}{\text{Atémoin}} \right) \times 100$$

IV-2-5-3- Détermination d'IC₅₀ des activités biologiques évaluées

La détermination des IC₅₀ de l'activité antioxydante et l'activité inhibitrice de l'alpha amylase a été effectuée par régression linéaire en utilisant XLSTAT 2022.



CHAPITRE V:

*Résultats et
discussions*

Résultats et discussions

V-1- pH du lait et de l'urine de chamelle

Les valeurs du pH du lait et des urines des chamelles à différents stades de lactation sont mentionnées dans la figure ci-dessous

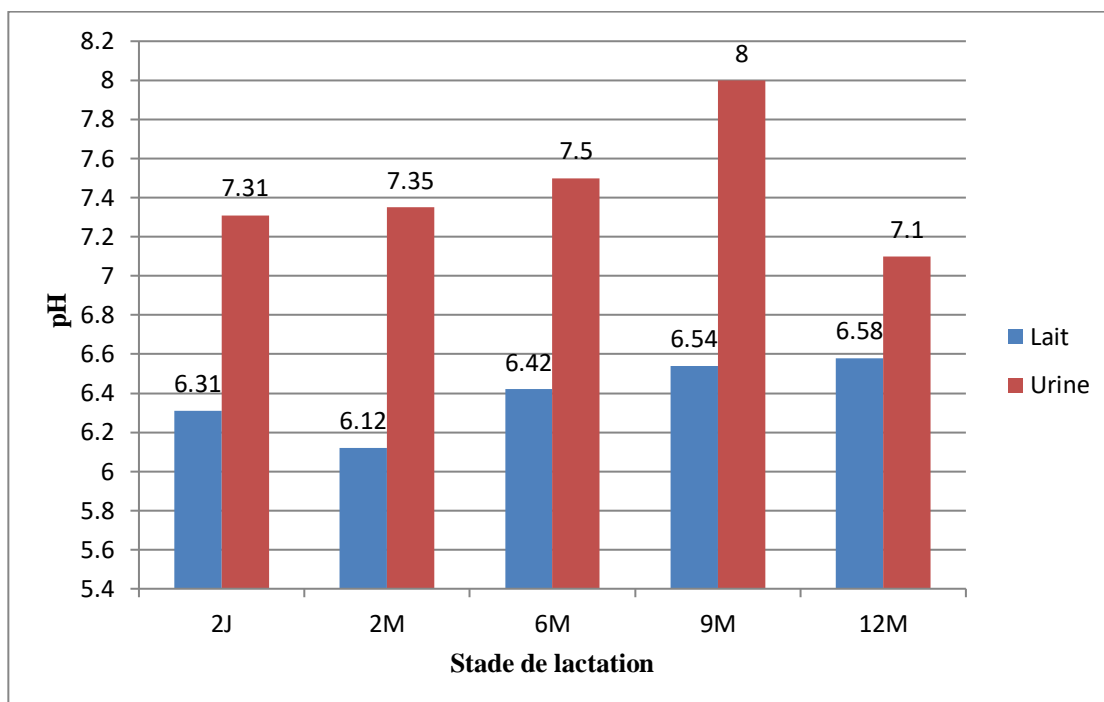


Figure 8: Variation du pH du lait et des urines en fonction de stade de lactation des chamelles

Le pH du lait varie entre $6.12 \pm 0,00$ au stade de 3mois et $6.58 \pm 0,00$ au stade de 12 mois. Nous constatons que le pH du lait diminue durant le stade de 3 mois de lactation puis augmente graduellement jusqu'au stade de 12 mois.

Il est connu que le pH du lait camelin est plus acide comparativement au lait bovin (6.6) et au lait humain (7.01) (Siboukeur, 2007). Une tendance similaire a été rapportée par Kuchtik et al. (2008) dans leur étude sur l'effet de stade de lactation sur la composition physico-chimique du lait de brebis. Selon Ikonen et al. (2004) et Bittante et al. (2015), plusieurs facteurs tels que le facteur génétique (race de l'animal), le stade de lactation, la saison, le système d'élevage, les conditions environnementaux peuvent affecter la composition et le pH du lait durant la période de lactation. Les valeurs du pH pour le lait augmentent avec la progression des stades de lactation. Les valeurs de pH relevées dans la présente étude se rapprochent de celles rapportées par certains auteurs tels que Siboukeur (2007), Sboui et al (2009) et Konuspayeva (2007), mais elle est inférieure aux valeurs de pH apportés par certains auteurs tel que Kamoun (1995), Al-Juboori et al (2013)) et Khaskheli (2005). Gorban et Izzeldin (1997) signalent que le pH et le goût du lait peuvent

Résultats et discussions

dépendre de la nature des fourrages et de la disponibilité de l'eau, le stade de lactation et l'état sanitaire de la mamelle. La concentration de caséines influencer le niveau de pH de ce lait (SCHIFFER Et Al., 2021). La forte concentration d'acide ascorbique (vitamine C) est la cause d'un pH bas (Ydav Et Al ,2015).La teneur élevée en acides gras volatiles diminué le pH du lait camelin (Yagil, 1985).

En ce qui concerne le pH des urines, il est à noter que le pH le plus élevé est enregistré pour les urines obtenues durant le stade de 9 mois (pH 8) de lactation suivi par celui obtenu au stade de 6 mois (pH 7.5), alors que le pH le plus faible est celui des urines obtenues au stade de lactation de 12 mois (pH 7.1) (**figure 8**).

Il apparait que les valeurs de pH des urines obtenues dans la présente étude sont supérieures à celle rapportées par certains auteurs tels que HASNI et HABITA(2015)(pH=6.67±0.70) et AL-Zaiadiet al. (2016) (pH=6.67). Par ailleurs, elle est proche aux valeurs de pH apportés par HASNI (2023) (pH=8,133±0,003).

L'augmentation de pH notable entre les échantillons des urines est principalement due à l'âge. La variation de pH semble aussi être due à l'apport alimentaire (Salamt et Coll., 2021). Cette variation de pH peut avoir une relation étroite avec la physiologie de l'animal, l'alimentation, la consommation de l'eau et avec d'autres facteurs, mais il n'y a pas des études qui ont été réalisées pour déterminer l'impact des différents paramètres sur le pH des urines des chamelles durant la période de lactation.

Les valeurs du pH pour le lait augmentent avec la progression des stades de lactation .Les valeurs de pH relevées dans la présente étude se rapprochent de celles rapportées par certains auteurs tels que Siboukeur (2007), Sboui *et al* (2009) et Konuspayeva (2007) .Mais il est inférieur aux valeurs de pH apportés par certains auteurs tel que Kamoun (1995), Al-Juboori *et al* (2013)) et Khaskheli (2005).

Gorban et Izzeldin (1997) signalent que le pH et le goût du lait peuvent dépendre de la nature des fourrages et de la disponibilité de l'eau, le stade de lactation et l'état sanitaire de la mamelle (Mathieu, 1998).La concentration de caséines influencer le niveau de pH de ce lait (Schiffer et al., 2021). La forte concentration d'acide ascorbique (vitamine C) est la cause d'un pH bas (Ydav *et al*, 2015).La teneur élevée en acides gras volatiles diminué le pH du lait camelin (Yagil, 1985).

Résultats et discussions

Les valeurs de pH pour les urines relevées dans la présente étude est supérieure rapportées par certains auteurs tels que HASNI et HABITA (2015) ($\text{pH}=6.67 \pm 0.70$) et AL-Zaiadiet al. (2016) ($\text{pH}=6.67$). Par ailleurs, elle est proche aux valeurs de pH apportés par HASNI (2023) ($\text{pH}=8,133 \pm 0,003$).

L'augmentation de pH notable entre les échantillons des urines est principalement à cause de l'âge. La légère différence est due à l'apport alimentaire (Salamt et Coll., 2021).

V-2- Variation de la teneur en caséines du lait camelin durant la période de lactation

La teneur en caséine du lait camelin en fonction de stade de lactation sont mentionné dans la figure ci-dessous

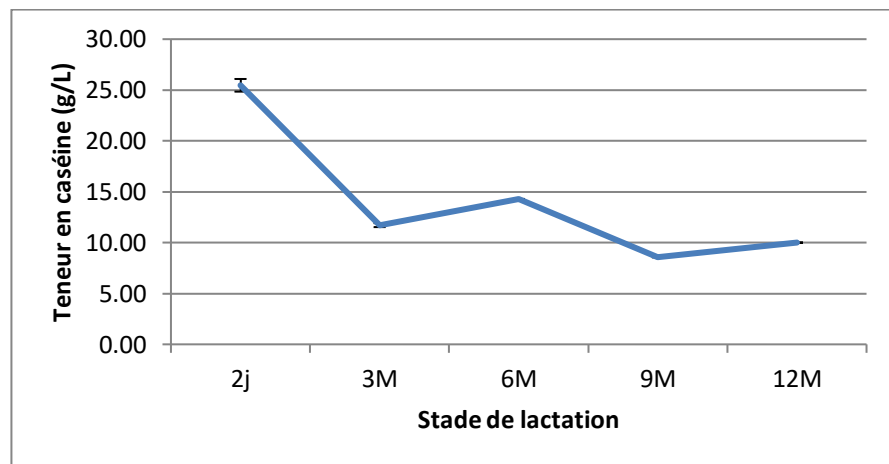


Figure 9 : Evolution de la teneur en caséine du lait camelin en fonction de stade de lactation

Il ressort des résultats de la figure 9, que le premier stade de lactation est le plus riche en caséines avec un taux de 25.47 ± 0.62 g/L. une forte diminution des teneurs en caséines a été observée pour le lait obtenu durant le stade de 3mois (11.72 ± 0.19 g/L), puis une augmentation durant le stade de 6 mois (14.29 ± 0.01 g/L). une autre diminution a été constaté au stade de 9 mois (8.57 ± 0.00 g/L) suivie par augmentation au stade de 12 mois (10g/l) .

Cette différence peut être due aux différents systèmes de gestion et à la variation de la qualité et de la quantité d'aliments disponibles pour cette région, en plus de certains facteurs individuels, y compris la génétique (Hadeef et al, 2018). De la même manière, KHASKHELI et al (2005) ont signalé que le changement de la teneur en protéines du lait

Résultats et discussions

pouvait être attribué aux différences de races et de zones géographiques, au type de plantes dans les pâturages, composition chimique du lait durant la lactation, à la période de lactation et à la gestion du troupeau.

V-3- Variation de la teneur en matière sèche des urines en fonction de stade lactation

La teneur en matière sèche des urines obtenues durant les différents stades de lactation est déterminée et les résultats sont présentés dans la figure 10

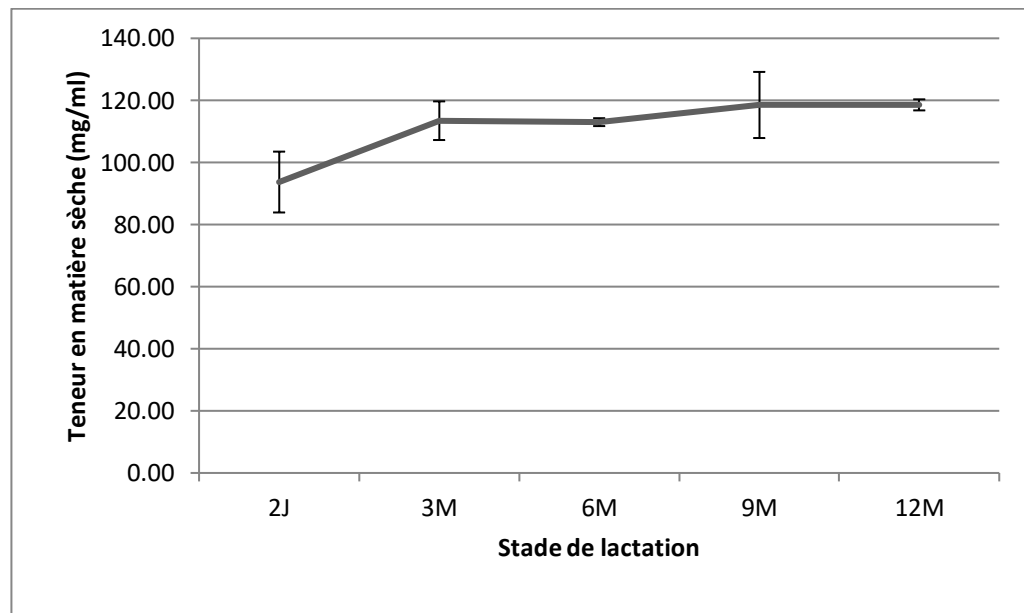


Figure 10: Evolution de la teneur en matière sèche des urines camelines en fonction de stade de lactation

D'après les résultats présentés dans la figure 10, il apparaît que le stade de lactation affecte le taux matière sèche des urines camelines. En effet, l'urine la plus pauvre en matière sèche est celle de stade de 2J avec un taux de 93.70 ± 9.80 mg/ml. Après ce stade, la teneur en matière sèche d'urine augmente de 113.47 ± 6.22 mg/ml au stade de 3 mois jusqu'à sa stabilité entre le stade de 9 mois (118.53 ± 10.65 mg/ml) et le stade de 12 mois (118.57 ± 1.78 mg/ml).

En littérature il n'y a pas des études effectuées sur l'évolution de la teneur en matière sèche des urines en fonction de stades de lactation. Cependant, cet évolution de la teneur en matière sèche des urines peut être expliquée par le fait que la collète des urines n'est pas effectuée à partir des mêmes chamelles (n'est un suivi durant la période de

Résultats et discussions

lactation de même chamelle). Aussi, l'alimentation, la consommation d'eau et d'autres facteurs peuvent avoir un impact sur ce paramètre.

V-4- Variation de la concentration d'hydrolysat en fonction de temps de digestion

Les concentrations en termes de matière sèche des hydrolysats des caséines et de mélange (caséines + urines) durant les différents temps de digestion ont été déterminées et les résultats obtenus sont regroupés dans la figure 11 et respectivement

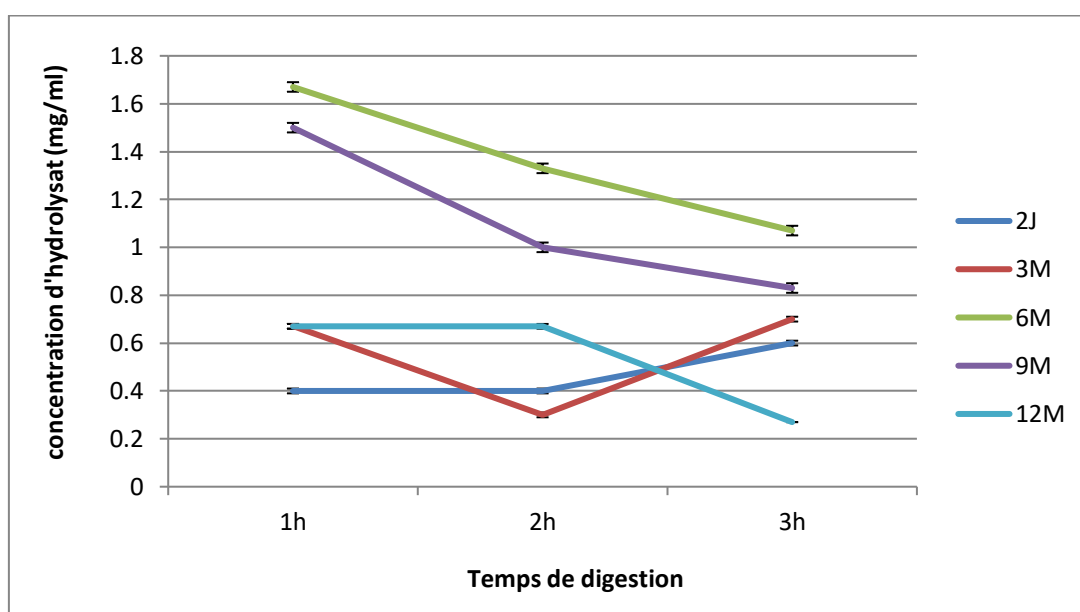


Figure 11: Evolution de la concentration d'hydrolysat des caséines en fonction du temps de digestion et en fonction de stade de lactation

Au vu des résultats de la figure 11, il apparaît que le temps de digestion affecte la concentration d'hydrolysat obtenu. En effet, dans le stade de 2 jours la concentration d'hydrolysat des caséines est plus faible à la première heure de digestion avec un taux de 0.4 ± 0.01 mg/ml puis augmentée pour atteindre 0.6 ± 0.01 mg/ml à la troisième heure. Dans le stade de 3 mois, la concentration d'hydrolysat des caséines plus élevé à la première heure de digestion avec un taux de 0.67 ± 0.01 mg/ml puis diminue pour atteindre 0.3 ± 0.01 mg/ml à la deuxième heure, puis augmente après 3h de digestion pour atteindre 0.7 ± 0.01 mg/ml. Dans le stade de 6 mois la concentration d'hydrolysat des caséines est plus élevée à la première heure de digestion avec un taux de 1.67 ± 0.02 mg/ml, puis diminue pour atteindre 1.07 ± 0.02 mg/ml après 3h de digestion. Dans le stade de 9 mois, la concentration

Résultats et discussions

d'hydrolysats des caséines la plus élevée est celle obtenue à la première heure avec un taux de 1.5 ± 0.02 mg/ml puis diminue pour atteindre 0.83 ± 0.02 mg/ml au 3h. Dans le stade de 12 mois, la concentration d'hydrolysats des caséines à la première heure de digestion est égale à 0.67 ± 0.01 mg/ml et reste fixe au 2h, puis diminue pour atteindre 0.27 ± 0.00 mg/ml au 3h

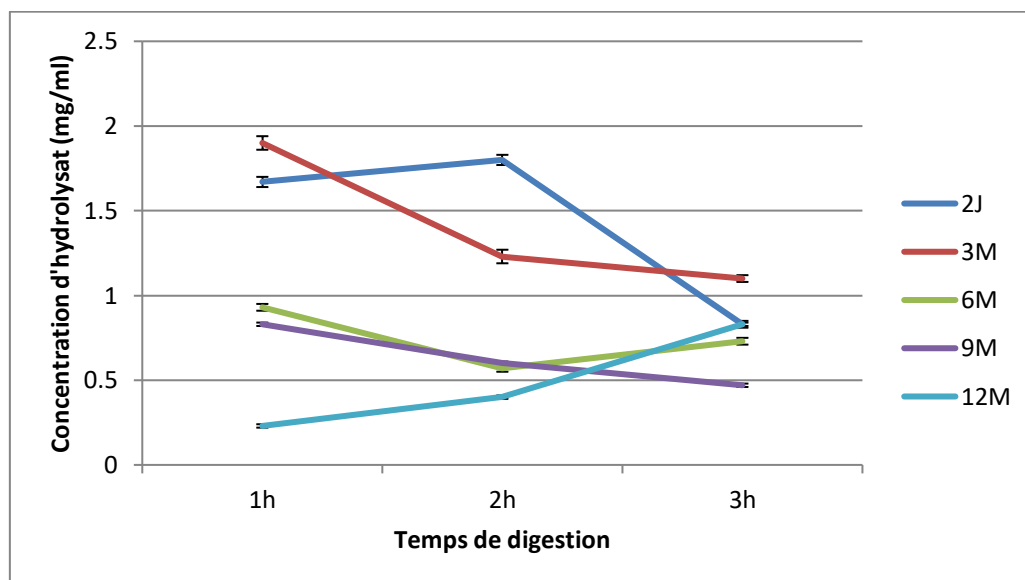


Figure 12: Evolution de la concentration d'hydrolysats de mélange (caséines+urine) en fonction du temps de digestion et en fonction de stade de lactation

D'après les résultats présentés dans la figure 12, il apparaît que le temps de digestion affecte la concentration d'hydrolysats obtenu. En effet, Dans le stade de 2 jours la concentration d'hydrolysats à la première heure est 1.67 ± 0.03 mg/ml et puis augmente pour atteindre 1.8 ± 0.03 mg/ml au 2h puis diminue pour atteindre 0.83 ± 0.02 mg/ml au 3h. Dans le stade de 3 mois la concentration d'hydrolysats plus élevée à la première heure avec un taux de 1.9 ± 0.04 mg/ml puis diminue pour atteindre 1.1 ± 0.02 mg/ml au 3h. Dans le stade de 6 mois la concentration d'hydrolysats plus élevée à la première heure avec un taux de 0.93 ± 0.02 mg/ml puis diminue pour atteindre 0.57 ± 0.01 mg/ml au 2h puis augmente au 3h pour atteindre 0.73 ± 0.01 mg/ml. Dans le stade de 9 mois la concentration d'hydrolysats plus élevée à la première heure avec un taux de 0.83 ± 0.01 mg/ml puis diminue pour atteindre 0.47 ± 0.01 mg/ml au 3h. Dans le stade de 12 mois la concentration d'hydrolysats de mélange (caséine+urine) plus faible au première heure avec un taux de 0.23 ± 0.01 mg/ml puis augmentée pour atteindre 0.83 ± 0.01 mg/ml au troisième heure.

Résultats et discussions

Caséine camelin pourrait être hydrolysée avec protéases comme pepsine et trypsine pour augmenter ses activités biologiques des peptides résultants. Les hydrolysats de caséine camelin a un pouvoir réducteur significativement plus élevé que la caséine native (**Kumar et al ,2016 ; Rahimi et al ,2016**).

Carreira et al. (2003) ont également recommandé que la longueur de la réaction hydrolytique ne doit pas dépasser 5 h, car au-delà de ce temps, elle peut favoriser la contamination microbienne des préparations protéiques.

V-5- Activité antioxydante

V-5-1- Inhibition de radical cation ABTS^{•+}

a. Caséines native

Le pourcentage d'inhibition de l'activité anti-radicalaire de caséines non hydrolysées de différents stades de lactation par le test d'ABTS sont mentionné dans la figure ci-dessous

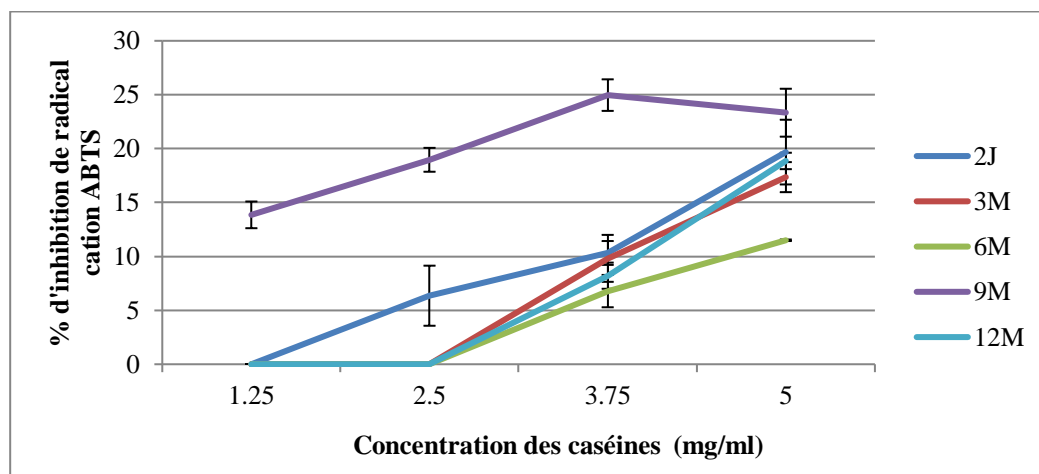


Figure 13 : Evolution de l'inhibition de radical cation ABTS^{•+} par caséines non hydrolysées de différents stades de lactation

D'après ces résultats, on remarque que les caséines du lait camelin de différents ont des pourcentages faibles d'inhibition de radical cation ABTS^{•+} et que le meilleur pourcentage (~25%) est obtenu avec les caséines du lait de stade 9 mois à une concentration de 3.75 mg/ml

b. Urines seules

Les pourcentages d'inhibition de radical cation ABTS⁺ par les urines camelines durant les stades de lactation ont été calculés et les résultats sont illustrés dans la figure 14.

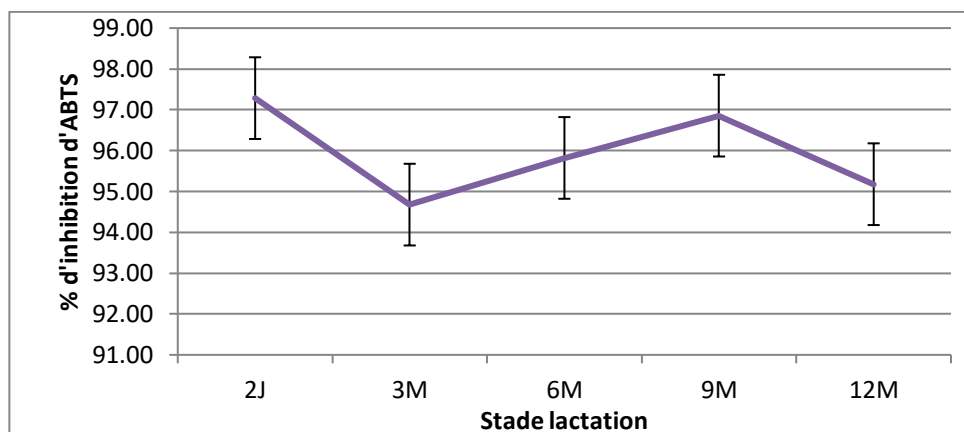


Figure 14: Evolution de l'inhibition de radical cation ABTS⁺ par les urines de chamelles durant les différents stades de lactation.

Il apparaît que les urines sont efficaces dans l'inhibition de radical cation ABTS⁺ avec des pourcentages dépassant 90%. Le pourcentage d'inhibition le plus élevé est enregistré pour les urines de stade de 2j (97.29±2.77%), alors que le pourcentage le plus faible est celui des urines obtenu durant le stade de 3mois de lactation (94.68±4.34%).

La forte activité anti-radicalaire des urines de chamelles, mise en évidence par le test ABTS, peut être en relation avec leur richesse en composés phénoliques (**Benhizia et al, 2022**). La capacité d'oxydation inhibition démontrée par urines de chamelles est principalement liée aux caractéristiques physiologiques, biologiques et métaboliques des chamelles qui peuvent influencer les voies de la biosynthèse de ce liquide biologique en produisant des molécules bioactives (par exemple les composés phénoliques) responsables de l'activité dans cette urine (**Hasni et al, 2022**).

c. Hydrolysats des caséines et de mélange Caséine+urine

L'activité inhibitrice de radical cation ABTS⁺ par les hydrolysats des caséines seules et mélangées avec les urines de différents stades de lactation a été évaluée et les résultats sont regroupés dans les figure 15 à 19.

Résultats et discussions

- **Stade de 2 jours**

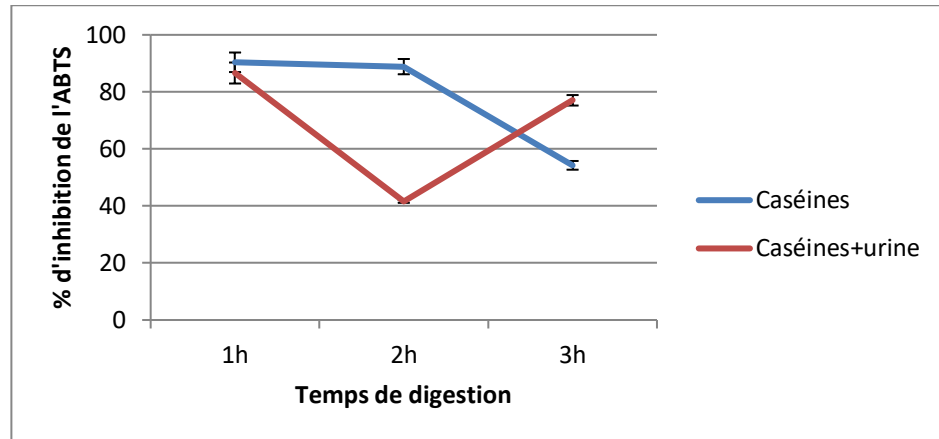


Figure 15: Evolution de l'inhibition de radical cation ABTS^{•+} en fonction du temps de digestion des caséines et de mélange (caséines et urines) au stade 2 jours

Le pourcentage d'inhibition de l'activité anti-radicalaire des caséines le plus élevé est obtenu durant la première heure de digestion ($90.38 \pm 3.42\%$), puis il est diminué pour atteindre $54.23 \pm 1.52\%$ à la 3h de digestion. Cependant, pour le mélange, nous constatons que les pourcentages les plus importants sont obtenus avec les hydrolysats de la 1h et de la 3h qui sont de l'ordre de $86.61 \pm 3.68\%$ et $77.04 \pm 1.84\%$ respectivement, tandis que l'hydrolysat de 2h pour ce mélange a un pourcentage faible ($41.57 \pm 0.47\%$) en comparaison avec les deux précédents. Il est aussi à noter que l'activité inhibitrice des hydrolysats des caséines seules est plus importante que celle de l'hydrolysat de mélange (Fig 15).

- **Stade de 3 mois**

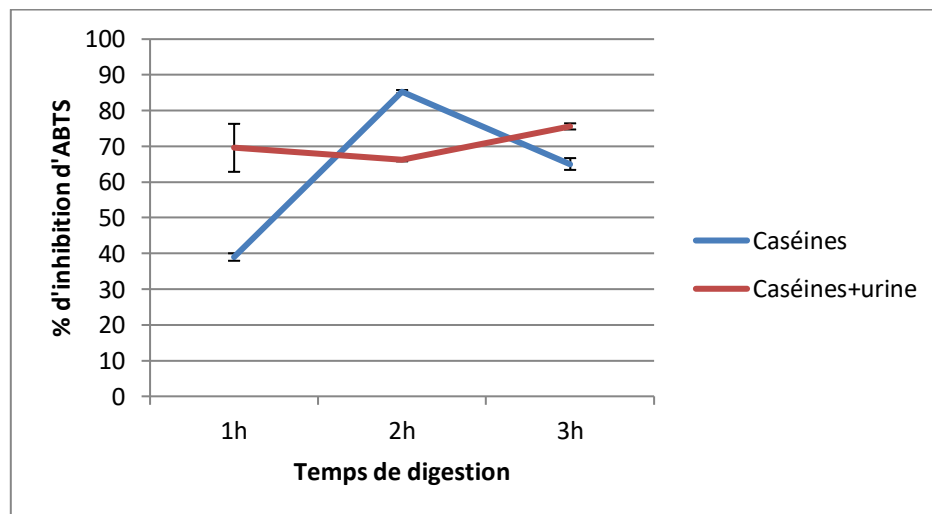


Figure 16: Evolution de l'inhibition de radical cation ABTS^{•+} en fonction du temps de digestion des caséines et de mélange (caséines et urines) au stade 3 mois

Résultats et discussions

Le pourcentage d'inhibition de l'activité anti-radicalaire des caséines 38% à la première heure en valeur de 38.99 ± 1.04 puis augmente pour atteindre 85.28% (85.28 ± 0.47) au 2h puis diminue pour atteindre 65.04% (65.04 ± 0.47).

Le pourcentage d'inhibition de l'activité anti-radicalaire de mélange est plus élevé à la première heure 69.57% en valeur de 69.57 ± 6.71 puis diminue légèrement pour atteindre 66.23% (66.23 ± 0.45) au 2h puis augmente pour atteindre 75.57% (75.57 ± 0.85) au 3h. Il est aussi à noter que l'activité inhibitrice des hydrolysats des caséines seules est plus importante que celle de l'hydrolysat de mélange (Fig 16).

• . Stade de 6 mois

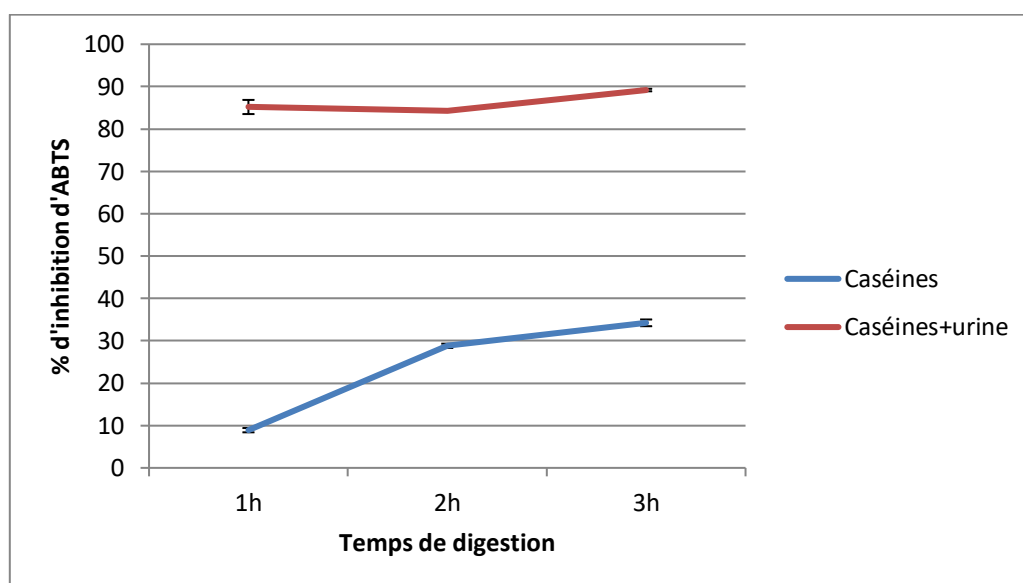


Figure 17: Evolution de l'inhibition de radical cation $ABTS^+$ en fonction du temps de digestion des caséines et de mélange (caséines et urines) au stade 6 mois

Il ressort des résultats de la figure 17 que les hydrolysats de mélange obtenus durant les différents temps de digestion sont plus efficace dans l'inhibition de radical cation $ABTS^+$ en comparaison avec ceux des caséines seules. Le meilleur taux d'inhibition est celui de l'hydrolysat de mélange à la 3h (89.19 ± 0.29), suivi par ceux de première heure et deuxième heure de digestion ($85.19 \pm 1.66\%$ et $84.28 \pm 0.20\%$ respectivement). En ce qui concerne les hydrolysats des caséines, nous constatons que le pourcentage d'inhibition augmente de $8.9 \pm 0.50\%$ à la première heure de digestion pour atteindre $34.23 \pm 0.79\%$ à 3h de digestion (Figure 17).

Résultats et discussions

- **Stade de 9 mois**

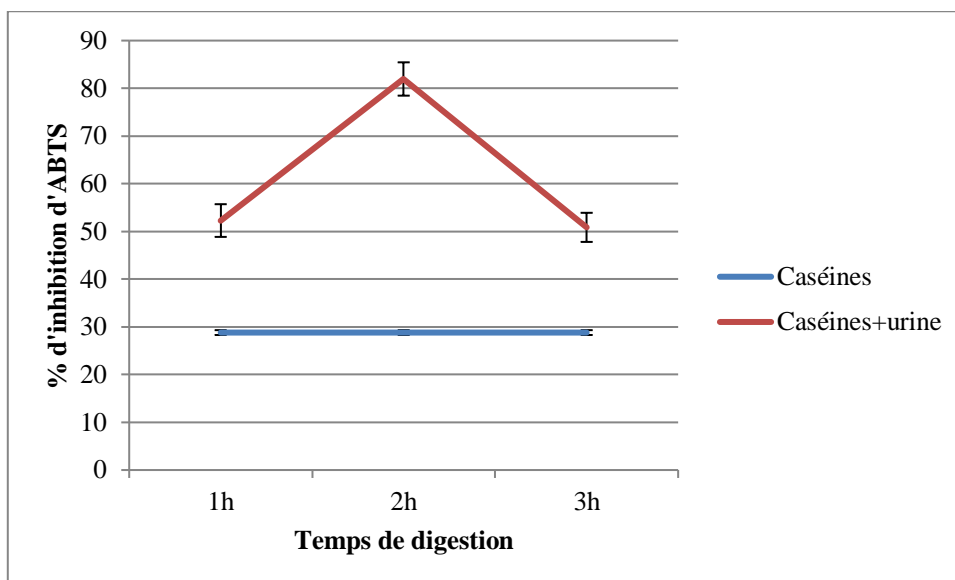


Figure 18: Evolution de l'inhibition de radical cation $ABTS^{\cdot+}$ en fonction du temps de digestion des caséines et de mélange (caséines et urines) au stade 9 mois

Au stade de 9 mois, des différences sont enregistrées entre les deux préparations vis-à-vis leur pouvoir inhibiteur de radical cation $ABTS^{\cdot+}$. Selon la figure 18, il y a une stabilité dans l'inhibition de radical cation $ABTS^{\cdot+}$ des hydrolysats des caséines seules durant toute la période de digestion avec un taux $28.80 \pm 0.50\%$. À l'opposé, les hydrolysats de mélange présentent des comportements différents. L'hydrolysat de la première heure a un taux d'inhibition égal à $52.28 \pm 3.42\%$. Ce taux augmente à la 2h de digestion pour atteindre $81.95 \pm 3.49\%$, puis diminue à la 3h ($50.85 \pm 3.04\%$).

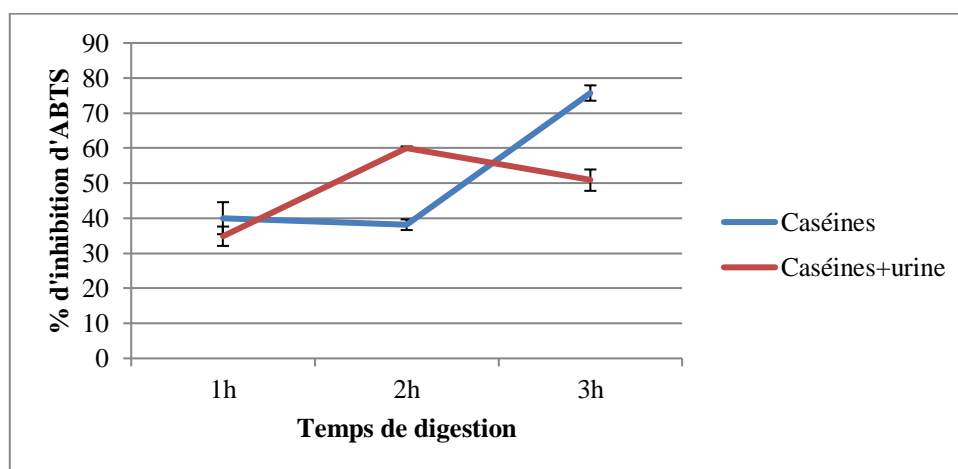


Figure 19: Evolution de l'inhibition de radical cation $ABTS^{\cdot+}$ en fonction du temps de digestion des caséines et de mélange (caséines et urines) au stade 12 mois

Résultats et discussions

Au stade de 12 mois, des différences sont enregistrées entre les deux préparations vis-à-vis leur pouvoir inhibiteur de radical cation $ABTS^{\cdot+}$. Selon la figure 19, il y a une faible diminution dans l'inhibition de radical cation $ABTS^{\cdot+}$ des hydrolysats des caséines seules à la 2^{ème} heure de digestion avec un taux 38.14 ± 0.52 %. À l'opposé, les hydrolysats de mélange présentent des comportements différents. L'hydrolysat de la première heure a un taux d'inhibition égal à 34.85 ± 2.76 %. Ce taux augmente à 2h de digestion pour atteindre 60 ± 0.47 %, puis diminue à la 3h (50.85 ± 3.04 %).

V-5-2- Inhibition de l'alpha-amylase

a. Caséines et mélange (caséine + urine)

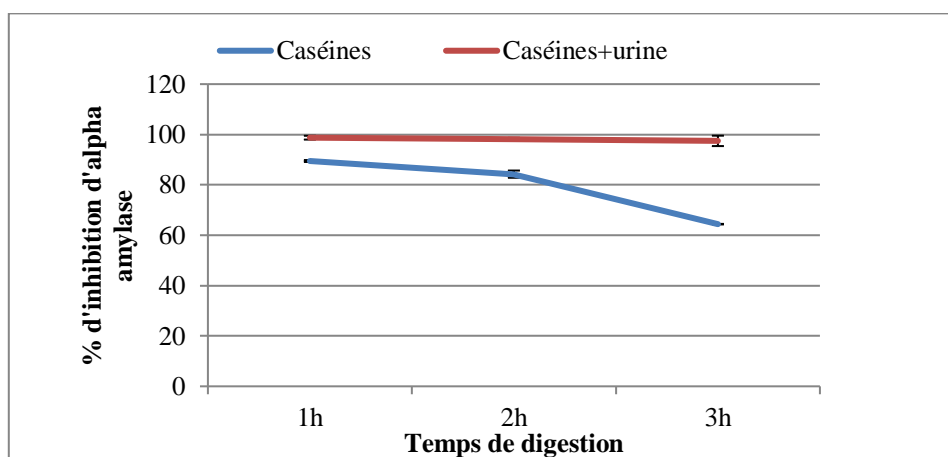


Figure 20: Evolution de l'inhibition de l'alpha amylase en fonction du temps de digestion des caséines et de mélange (caséines et urines) au stade 2 jours

Le pourcentage d'inhibition de l'alpha amylase des caséines 89.47 en valeur de 89.47 ± 0.38 à la première heure puis diminue légèrement pour atteindre 64.39 (64.39 ± 0.11) au 3h.

Le pourcentage d'inhibition de l'alpha amylase de mélange 98.73 en valeur de 98.73 ± 0.75 à la première heure puis diminue légèrement pour atteindre 97.47 (97.47 ± 2.06) au 3h.

Résultats et discussions

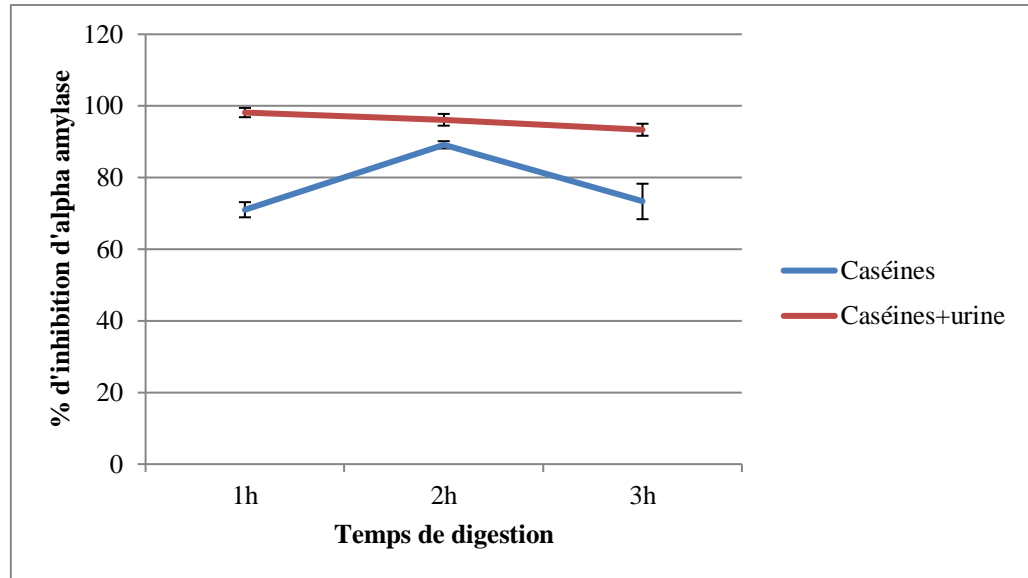


Figure 21: Evolution de l'inhibition de l'alpha amylase en fonction du temps de digestion des caséines et de mélange (caséines et urines) au stade 3 mois

Le pourcentage d'inhibition de l'alpha amylase des caséines 38.99% en valeur de 38.99 ± 1.04 à la première heure puis augmente pour atteindre 85.28% (85.28 ± 0.47) au 2h puis diminue pour atteindre 65.04% (65.04 ± 1.65) au 3h.

Le pourcentage d'inhibition de l'alpha amylase de mélange 69.57% en valeur de 69.57 ± 6.71 à la première heure puis diminue légèrement pour atteindre 66.28% (66.28 ± 0.45) au 2h puis augmente pour atteindre 75.57% (75.57 ± 0.85) au 3h.

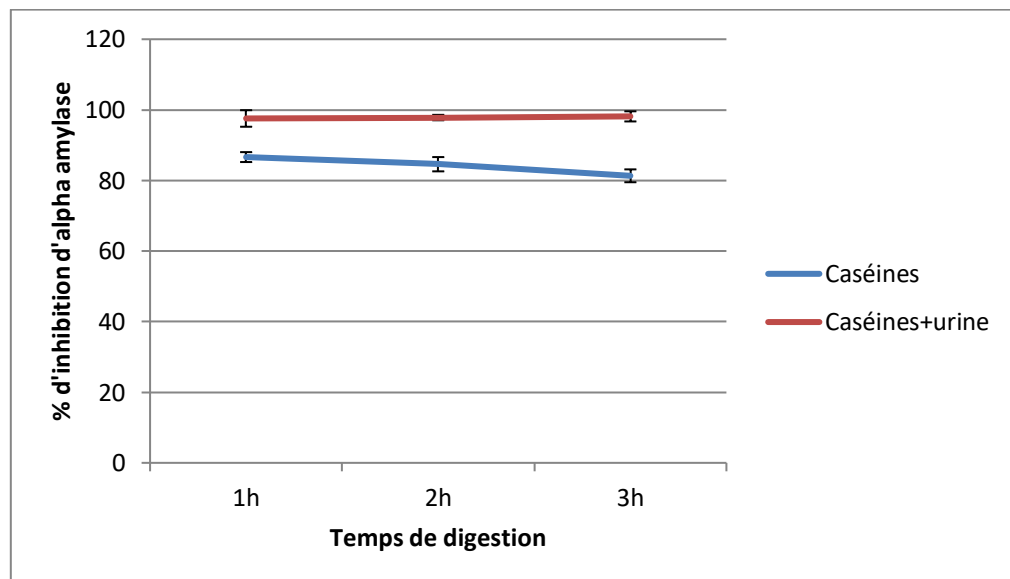


Figure 22: Evolution de l'inhibition de l'alpha amylase en fonction du temps de digestion des caséines et de mélange (caséines et urines) au stade 6 mois

Résultats et discussions

Le pourcentage d'inhibition de l'alpha amylase des caséines 86.61% en valeur de 86.61 ± 1.40 à la première heure puis diminue légèrement pour atteindre 81.31% (81.31 ± 1.82) au 3h.

Le pourcentage d'inhibition de l'alpha amylase de mélange 97.55% en valeur de 97.55 ± 2.34 à la première heure augmente légèrement pour atteindre 98.14% (98.14 ± 1.43) au 3h.

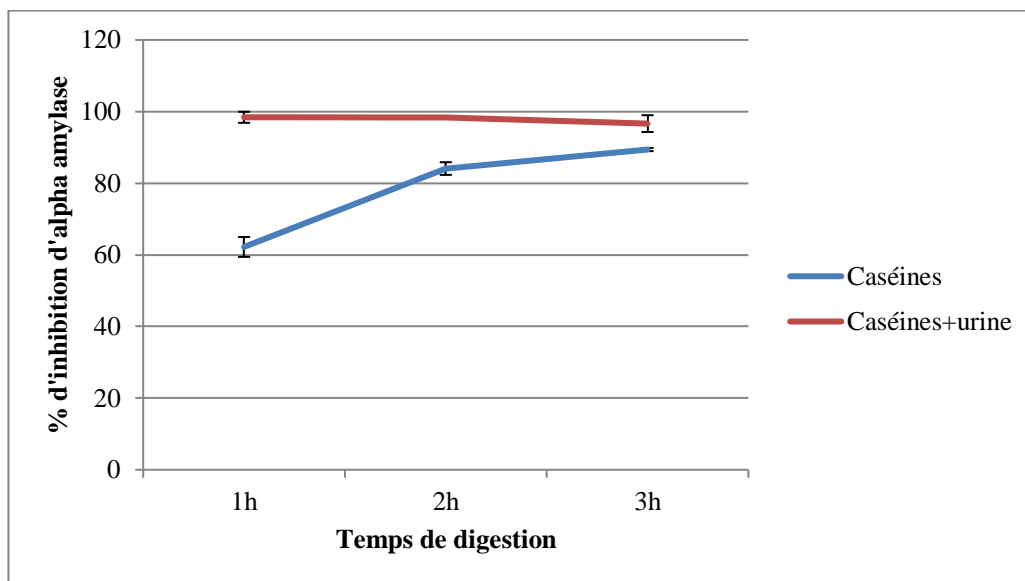


Figure 23: Evolution de l'inhibition de l'alpha amylase en fonction du temps de digestion des caséines et de mélange (caséines et urines) au stade 9 mois

Le pourcentage d'inhibition de l'alpha amylase de mélange 62.20% en valeur de 62.20 ± 2.78 à la première heure puis augmente légèrement pour atteindre 89.39% (89.39 ± 0.43) au 3h.

Le pourcentage d'inhibition de l'alpha amylase de mélange 98.40% en valeur de 98.40 ± 1.54 à la première heure puis diminue légèrement pour atteindre 96.63% (96.63 ± 2.34) à 3h.

Résultats et discussions

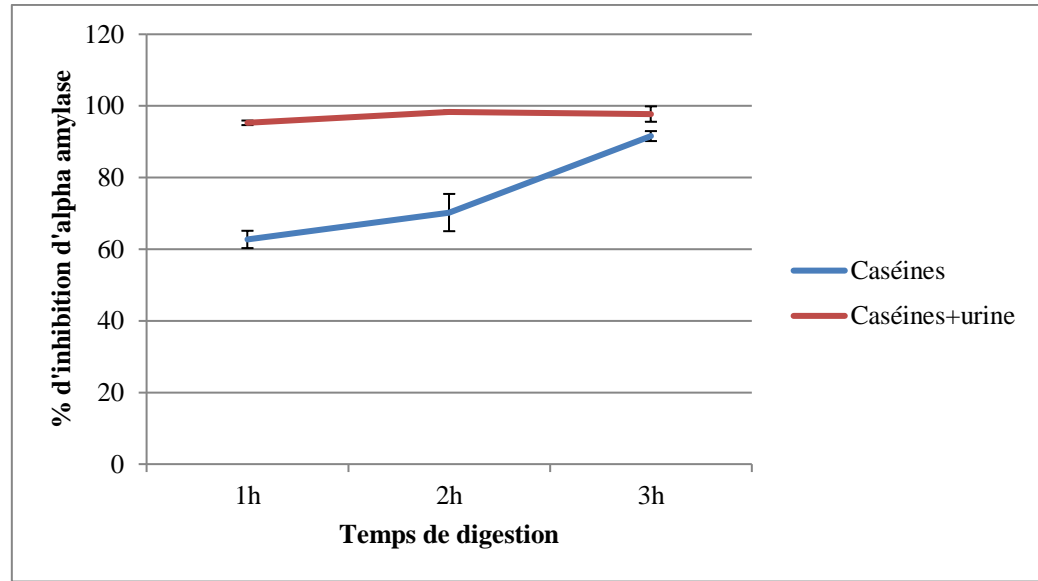


Figure 24: Evolution de l'inhibition de l'alpha amylase en fonction du temps de digestion des caséines et de mélange (caséines et urines) au stade 12 mois

Le pourcentage d'inhibition de l'alpha amylase des caséines 62.72% en valeur de 62.72 ± 2.41 au première heure puis augmente pour atteindre 91.58% (91.58 ± 0.39) au 3h. Le pourcentage d'inhibition de l'alpha amylase de mélange 95.28% en valeur de 95.28 ± 0.63 à la première heure puis augmente légèrement pour atteindre 98.31% (98.31 ± 0.38) au 2h puis diminue légèrement pour atteindre 97.72% (97.72 ± 2.15) au 3h.

V-6- Valeur d'IC₅₀ de test ABTS

a- Caséines non hydrolysées

L'IC₅₀ pour les caséines est nettement supérieures à 5 mg/ml pour tous les stades de lactation. Les échantillons des caséines non hydrolysés représentent l'IC₅₀ plus élevée ce qui reflètent une faible activité antioxydante, peut être causé par l'absence des peptides et acides aminés.

b- Urines

Tableau VII: Valeur d'IC₅₀ de l'inhibition de radical cation ABTS^{·+} par les urines

Mg/ml	2J	3M	6M	9M	12M
IC ₅₀ (mg/ml)	0.19 ± 0.01	0.23 ± 0.02	0.21 ± 0.02	0.20 ± 0.01	0.22 ± 0.02

Résultats et discussions

L'IC₅₀ de l'urine seule représente des moyennes presque similaires dans les 5 stades de lactation, l'activité la plus élevée est 2j avec un IC₅₀ (0.19±0.01 mg/ml), suivie par celle de 9M (0.20±0.01 mg/ml), alors que la valeur la plus importante est celle obtenue pour les urines de 3M (0.23±0.02 mg/ml).

c- Caséines hydrolysées

Les IC₅₀ des hydrolysats des caséines durant les différents stades de lactation et durant les différents temps de digestion sont calculées et les résultats sont résumés dans le tableau VIII

Tableau VIII: Valeur d'IC₅₀ de test ABTS des caséines hydrolysées.

Mg/ml	1h	2h	3h	Tyrosine (µg:ml)
2j	0.22±0.01	0.23±0.01	0.55±0.03	87.33
3M	0.84±0.05	0.19±0.00	0.51±0.02	
6M	1.9±0.17	1.51±0.13	1.22±0.09	
9M	2.5±0.21	1.67±0.13	1.38±0.12	
12M	0.84±0.07	0.88±0.07	0.39±0.02	

L'IC₅₀ des caséines hydrolysées représente des moyennes différentes dans les 5 stades de lactation, l'activité la plus élevée est 2j avec un IC₅₀ (0.22±0.01 mg/ml), suivie par celle de 3M (0.84±0.05 mg/ml), alors que la valeur la plus importante est celle obtenue pour les caséines de 9M (2.5±0.21 mg/ml).

L'activité des peptides de caséines augmente après hydrolyse enzymatique (Homayouni -Tabrizi et al, 2017)

d- Mélange (caséines+urine) hydrolysé

Tableau IX: Valeur d'IC₅₀ de test ABTS du mélange (urine+ caséines) hydrolysé.

Mg/ml	1h	2h	3h	Tyrosine + Urine(µg:ml)
2j	0.95±0.07	2.14±0.19	0.49±0.03	62.33
3M	0.41±0.02	0.49±0.03	0.38±0.02	
6M	0.53±0.03	0.52±0.03	0.41±0.04	
9M	0.83±0.06	0.38±0.01	0.94±0.09	
12M	0.9±0.07	0.67±0.04	0.83±0.06	

Résultats et discussions

La tyrosine est utilisée dans les échantillons de CH et CUH comme témoin pour présenter la plus faible IC₅₀ et l'activité antioxydante la plus importante dans les différents stades de lactation pendant 3 heures.

D'après les résultats de l'IC₅₀ du test ABTS, la CH a une forte activité antioxydante que le mélange CUH, cela peut être expliqué par la présence des composés phénoliques dans le lait camelin (Bouchouka et al, 2012) et aussi la présence des acides aminés issus de l'hydrolyse (Homayouni-Tabrizi et al, 2017).

D'après les résultats obtenus, il apparaît que les hydrolysats des caséines ont une activité antioxydante plus élevée par rapport aux hydrolysats de mélange avec les urines. . Jrad et al. (2014) et Salami et al. (2011) qui ont signalé une activité antioxydante plus élevée de caséine du lait camelin hydrolysats lors de la digestion avec des enzymes gastro-intestinales. KUMAR et al. (2016), qui ont, également, étudié l'activité antioxydante des hydrolysats des caséines traités avec trois enzymes séparément (alcalases, papaine et α -chymotrypsine), ont montré que l'augmentation du pouvoir réducteur après hydrolyse a suggéré que ce processus a contribué à l'activité antioxydante par la génération des peptides préalablement inactifs cryptés dans la séquence des caséines natives.

V-7- Valeur d'IC₅₀ de l'inhibition de l'alpha amylase

a. Caséines hydrolysées

Tableau X: Valeur d'IC₅₀ de l'inhibition de l'alpha amylase des caséines hydrolysées.

Mg/ml	1h	2h	3h	acarbose (μ g:ml)
2j	0.97 \pm 0.09	1.24 \pm 0.12	1.67 \pm 0.15	23.33
3M	0.88 \pm 0.07	0.84 \pm 0.06	1.22 \pm 0.11	
6M	1.9 \pm 0.18	1.51 \pm 0.15	1.14 \pm 0.1	
9M	1.29 \pm 0.12	0.89 \pm 0.08	1.06 \pm 0.09	
12M	0.67 \pm 0.04	0.56 \pm 0.05	0.34 \pm 0.02	

L'IC₅₀ des caséines hydrolysées représente des moyennes différentes dans les 5 stades de lactation, l'activité la plus élevée est 12M avec un IC₅₀ (0.67 \pm 0.04 mg/ml), suivie par celle de 3M (0.88 \pm 0.07 mg/ml), alors que la valeur la plus importante est celle obtenue pour les caséines de 6M (1.9 \pm 0.12 mg/ml).

Résultats et discussions

b. Mélange caséines et urine

Tableau XI: Valeur d'IC₅₀ de l'inhibition de l'alpha amylase du mélange (caséines+ urine).

Mg/ml	1h	2h	3h	Acarbose+urine(µg:ml)
2j	0.85±0.07	0.92±0.03	0.42±	18.02
3M	0.56±0.02	0.63±0.04	0.97±0.08	
6M	0.58±0.04	0.74±0.06	0.95±0.07	
9M	0.48±0.03	0.61±0.06	0.85±0.07	
12M	0.4±0.02	0.32±0.03	0.42±0.03	

Acarbose est utilisé dans les échantillons de CH et CUH comme témoin pour présenté la plus faible IC₅₀ et l'inhibition de l'alpha amylase la plus importante dans les différents stades de lactation pendant 3 heures.

L'IC₅₀ du mélange hydrolysé représente une activité plus élevée dans 12M avec un IC₅₀ (0.4±0.02 mg/ml), suivie par celle de 9M (0.48±0.035 mg/ml), alors que la valeur la plus importante est celle obtenue pour les caséines de 2j (0.85±0.07 mg/ml).



Conclusion

Conclusion et perspectives

Les bédouins et populations du désert utilisent le lait et l'urine de chamelle et leur mélange comme option thérapeutique contre de nombreux troubles de la santé. Les protéines de lait camelin sont l'une des sources les plus riches en acides aminés essentiels nécessaires à la croissance et au maintien de l'organisme. Elles jouent également un rôle important dans la promotion de la santé et de la prévention contre plusieurs maladies. Le présent travail avait pour objectif d'étudier certains des effets biologiques (l'activité antioxydante et antidiabétique) des caséines extraites à partir de lait camelin, des urines de chamelle et le mélange entre les deux à différents stades de lactation (2 jours, 3, 6, 9, 12 mois).

L'échantillonnage du lait et des urines durant les différents stades de lactation a été effectué entre mars et avril 2023 dans la wilaya de Touggourt. Les caséines de lait des différents stades de lactation ont été isolées par précipitation au pH_i (4.3-4.6) et lyophilisées. Le taux le plus élevé des caséines est enregistré pour le lait de stade de 2 jours (25.47 ± 0.62 g/L).

Différentes enzymes digestives ont été utilisées pour hydrolyser les caséines, il s'agit de la pepsine, la présure et la trypsine. Les caséines préparées seules ou mélangées avec les urines sont hydrolysées par ces enzymes digestives avec un intervalle de temps de 1, 2 et 3 heures. Les activités biologiques (activité anti-oxydante et anti-alpha amylase) des hydrolysats obtenus à chaque heure et de chaque stade de lactation ont été évaluées. Les résultats obtenus ont montré qu'il y a des variations dans l'inhibition de radical cation ABTS et l'inhibition de l'alpha amylase par ces hydrolysats en fonction du temps de digestion et en fonction de stade de lactation.

L'activité inhibitrice de radical cation ABTS la plus importante est enregistrée pour les hydrolysats des caséines seules surtout durant les premiers stades de lactations et à 2h de digestion. En se basant sur les valeurs d'IC₅₀, nous constatons qu'une forte activité antioxydante que le mélange des hydrolysats des caséines avec les urines, cela peut être expliquée par la présence des composés phénoliques dans le lait camelin.

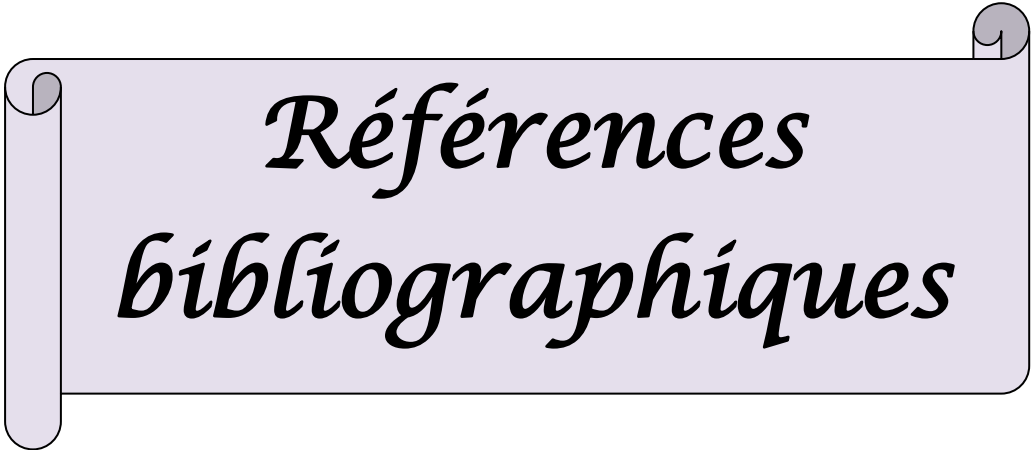
De plus, l'activité antidiabétique a été réalisée en évaluant leurs capacités d'inhibition contre α -amylase, dans lesquels l'activité supérieure a été enregistrée par les

hydrolysats des caséines que le mélange surtout durant le stade 12 ème mois de lactations et à 1h de digestion .On conclue que les caséines plus efficace.

Les résultats obtenus permettent de déduire que les urines et les caséines présentent des propriétés thérapeutiques remarquables dues à leurs richesses en molécules organiques et inorganiques et des peptides bioactive ayant montré leur efficacité pour de quelque les activités biologiques.

Ces propriétés expliqueraient l'intérêt donné à ce produit par notre prophète. Par ailleurs, cette étude ouvre de nouvelles voies d'investigation pour :

- ✓ Utiliser d'autres modèles expérimentales pour confirmer l'activité antidiabétique, des caséines et de l'urine et/ou les deux pour évaluer d'autres activités biologiques (anti-tumorale, antiparasitaire et antimicrobienne... etc.).
- ✓ Des études ultérieures visant à mieux caractériser leurs différents constituants, à confirmer ou infirmer les résultats obtenus, à rechercher d'autre activités et à tester leurs effets thérapeutiques *in vivo*.
- ✓ Des études ultérieures pour étudié les activités biologiques pour la deuxième fraction des protéines du lait camelin (lactosérum) et son mélange avec les urines.
- ✓ Etude d'autres activités biologiques (anti-tumorale, antiparasitaire et antimicrobienne, etc.).



*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

- **Abbas, S., Ashraf, H., Nazir, A., and Sarfraz, L. (2013).** Physico-chemical analysis and composition of camel milk. *International Research*, 2(2), 85-98.
- **Abdoun, K. A., Amin, A. S., and Abdelatif, A. M. (2007).** Milk composition of dromedary camels (*Camelus dromedarius*): nutritional effects and correlation to corresponding blood parameters. *Pakistan Journal of Biological Sciences: PJBS*, 10(16), 2724-2727.
- **Abu-Lehia., I. H. (1987).** Composition of camel milk. *Milchwissenschaft*, 42(6), 368-371.
- **Adamou , A., et Boudjenah ,S. (2012).** Potentialités laitières chez la chamelle Sahraoui dans la région du Souf,4(2),108-113.
- **Ahamad, S. R., Raish, M., Ahmad, A., and Shakeel, F. (2017).** Potential health benefits and metabolomics of camel milk by GC-MS and ICP-MS. *Biological trace element research*, 175, 322-330.
- **Al Kanhal., H. A. (2010).** Compositional, technological and nutritional aspects of dromedary camel milk. *International Dairy Journal*, 20(12), 811-821.
- **Alhadrami, G., and Faye, B. (2022).** Camel.3rd edition ,Vol 1. 48-64.
- **Al-Juboori, A. T., Mohammed, M., Rashid, J., Kurian, J., and El Refaey, S. (2013).** Nutritional and medicinal value of camel (*Camelus dromedarius*) milk. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 170, 221-232.
- **Al-Majali, A. M., Ismail, Z. B., Al-Hami, Y., and Nour, A. Y. (2007).** Lactoferrin concentration in milk from camels (*Camelus dromedarius*) with and without subclinical mastitis. *International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine*, 5(3), 120.
- **Almehdar, H. A., El-Baky, N. A., Alhaider, A. A., Almuhaideb, S. A., Alhaider, A. A., Albiheyri, R. S., and Redwan, E. M. (2020).** Bacteriostatic and bactericidal activities of camel lactoferrins against *Salmonella enterica* serovar typhi. *Probiotics and antimicrobial proteins*, 12, 18-31.
- **AL-Zaiadi, R. E., and Thapti, I. (2016).** Evaluation The Antimicrobial Activity of Camels Urine Against some Pathogenic Bacteria and Yeasts. *Kufa Journal For Veterinary Medical Sciences* , 7(1B),19-25..
- **Attia, H., Kherouatou, N., and Dhouib, A. (2001).** Dromedary milk lactic acid fermentation: microbiological and rheological characteristics. *Journal of industrial Microbiology and biotechnology*, 26(5), 263-270.
- **Beg ., O. U. (1986).**Characterization of camel milk whey proteins.Ph.D. Thesis, University of Karachi, Pakistan.
- **Beg, O. U., von Bahr-Lindström, H., Zaidi, Z. H., and Jörnvall, H. (1985).** The primary structure of α -lactalbumin from camel milk. *European Journal of Biochemistry*, 147(2), 233-239.
- **Bello, A.,and Bodinga, H. (2020).** Common reproductive problem associated with one humped camel (*Camelus dromedarius*) in West Africa. *Insights in Veterinary Science*, 4(1), 001-003.

Références bibliographiques

- **Bengoumi, M., et Faye, B. (2002).** Adaptation du dromadaire à la déshydratation. *Sécheresse*,13(2), 121-129.
- **Bengoumi, M., et Faye, B. (2015).** Production laitière cameline au Maghreb,35,1-3.
- **Bengoumi., M. (1992).** Biochimie clinique du dromadaire et mécanismes de son adaptation à la déshydratation. Thèse de doctorat en sciences agronomiques, Rabat, IAV Hassan II.
- **Benkerroum, N., Mekkaoui, M., Bennani, N., and Hidane, K. (2004).** Antimicrobial activity of camel's milk against pathogenic strains of *Escherichia coli* and *Listeria monocytogenes*. *International journal of dairy technology*, 57(1), 39-43.
- **Burger, P. A., Ciani, E.,and Faye, B. (2019).** Old World camels in a modern world—a balancing act between conservation and genetic improvement. *Animal Genetics*, 50(6), 598-612.
- **Chethouna., F. (2011).** Etude des caractéristiques physico-chimiques, biochimiques et la qualité microbiologiques du lait camelin pasteurisé, en comparaison avec le lait camelin cru (Doctoral dissertation ,Université KASDI MERBAH Ouargla).
- **Correra., A. (2006).** Dynamique de l'utilisation des ressources fourragères par les dromadaires des pasteurs nomades du Parc national du Banc d'Arguin (Mauritanie) (Doctoral dissertation, Paris, Muséum national d'histoire naturelle).
- **Debouz, A., et Guerguer, L. (2014).** Etude comparative de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait de vache et du lait camelin dans la wilaya de Ghardaïa. *Revue El Wahat pour les recherches et les Etudes*, 7(2),8-15.
- **El Hatmi, H., Jrad, Z., Khorchani, T., Jardin, J., Poirson, C., Perrin, C., and Girardet, J. M. (2016).** Identification of bioactive peptides derived from caseins, glycosylation-dependent cell adhesion molecule-1 (GlyCAM-1), and peptidoglycan recognition protein-1 (PGRP-1) in fermented camel milk. *International Dairy Journal*, 56, 159-168.
- **El-Fakharany, E. M., Abedelbaky, N., Haroun, B. M., Sánchez, L., Redwan, N. A., and Redwan, E. M. (2012).** Anti-infectivity of camel polyclonal antibodies against hepatitis C virus in Huh7. 5 hepatoma. *Virology journal*, 9(1), 1-9.
- **El-Hatmi, H., Girardet, J. M., Gaillard, J. L., Yahyaoui, M. H., and Attia, H. (2007).** Characterisation of whey proteins of camel (*Camelus dromedarius*) milk and colostrum. *Small Ruminant Research*, 70(2-3), 267-271.
- **Farah, Z., and Ruegg, M. W. (1989).** The size distribution of casein micelles in camel milk. *Food Structure*, 8(2), 211-215.
- **Farrell Jr, H. M., Jimenez-Flores, R., Bleck, G. T., Brown, E. M., Butler, J. E., Creamer, L. K., ... and Swaisgood, H. E. (2004).** Nomenclature of the proteins of cows' milk—sixth revision. *Journal of dairy science*, 87(6), 1641-1674.
- **Faye B., Konuspayeva G., et Magnan C., (2022).** L'élevage des grands camélidés. Versailles, éditions Quæ, 204 p.
- **Faye, B., and Seboussi, R. (2009).** Selenium in camel—A review. *Nutrients*, 1(1), 30-49.

Références bibliographiques

- **Faye, B., Jaouad, M., Bhrawi, K., Senoussi, A., et Bengoumi, M. (2014).** Elevage camelin en Afrique du Nord: état des lieux et perspectives. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 67(4), 213-221.
- **Faye., B. (1997).** Guide de l'élevage du dromadaire. 1° Edition.2-49.
- **Gole, F. A., and Hamido, A. J. (2020).** Review on health benefits of camel urine: Therapeutics effects and potential impact on public health around east hararghe district. *Am. J. Pure Appl. Biosci*, 2, 183-191.
- **GORBAN, A. M., and IZZELDIN, O. M. (1997).** Mineral content of camel milk and colostrums . *Journal of Dairy Research*, 64(3), 471-474.
- **Grech-Angelini., S. (2007).** Effets de la déshydratation sur le métabolisme énergétique et sur l'état corporel du dromadaire, *camelus dromedarius* (Doctoral dissertation, Université Paul-Sabatier de Toulouse).
- **Guerrida., K. (2009).** Contribution à l'étude de la conduite de l'élevage camelines du Sahara septentrional (Cas de Ghardaïa) (Doctoral dissertation, Université KASDI MERBAH Ouargla).
- **Haddadin, M. S., Gammoh, S. I., and Robinson, R. K. (2008).** Seasonal variations in the chemical composition of camel milk in Jordan. *Journal of dairy research*, 75(1), 8-12.
- **Hammam., A. R. (2019).** Compositional and therapeutic properties of camel milk: a review. *Emirates Journal of Food and Agriculture*,31(3) 148-152.
- **Hasni .,S. (2023).**Caractéristiques biochimique et intérêts thérapeutiques d'une formulation à base du mélange urine-lait de chamelles. (Thèse de doctorat, Université Kasdi Merbah d'Ouargla)..
- **Hasni, S., Khelil, A., Mahcene, Z., Bireche, K., Çebi, N., Rahmani, Y., and Ahhmed, A. (2023).**Physical and biochemical characterization of dromedary milk as traditionally consumed by Bedouins. *Food Chemistry*, 401, 134191.
- **Hassan AH., Hargrass AI., Soryat KA., and El-Shabrawy ,SA. (1987).** Physico-chemical properties of camel milk during lactation period in Egypt.*Egypt J Food Sci* 15(1):1–14.
- **Jilo, K., and Tegegne, D. (2016).** Chemical composition and medicinal values of camel milk. *International Journal of Research Studies in Biosciences*, 4(4), 13-25.
- **Jrad, Z., Girardet, J. M., Adt, I., Oulahal, N., Degraeve, P., Khorchani, T., and El Hatmi, H. (2014).** Antioxidant activity of camel milk casein before and after in vitro simulated enzymatic digestion. *Mljekarstvo: časopis za unaprjeđenje proizvodnje i prerade mlijeka*, 64(4), 287-294.
- **Kamoun., M. (1995).** Le lait de dromadaire: production, aspects qualitatifs et aptitude à la transformation . *Options méditerranéennes, Séries séminaires*, 13, 81-103.
- **Kaneko., J.(1989).** Clinical biochemistry of domestic animals. Ed. IV, Academic Press, New York.

Références bibliographiques

- **Kappeler, S. R., Heuberger, C., Farah, Z., and Puhan, Z. (2004).** Expression of the peptidoglycan recognition protein, PGRP, in the lactating mammary gland. *Journal of dairy science*, 87(8), 2660-2668.
- **Khalesi, M., Salami, M., Moslehishad, M., Winterburn, J., and 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.
- **Khan, B. B., and Iqbal, A. (2001).** Production and composition of camel milk Review. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 38, 64-68.
- **Khan, M. Z., Xiao, J., Ma, Y., Ma, J., Liu, S., Khan, A., and Cao, Z. (2021).** Research development on anti-microbial and antioxidant properties of camel milk and its role as an anti-cancer and anti-hepatitis agent. *Antioxidants*, 10(5), 788.
- **Khaskheli M., Arain M.A., Chaudhry S., Soomro A.H., and Qureshi T.A., 2005.** Physico-chemical quality of camel milk. *J. Agri. Soc. Sci*,1(2),164-166.
- **Khaskheli, M., Arain, M. A., Chaudhry, S., Soomro, A. H., and Qureshi, T. A. (2005).** Physico-chemical quality of camel milk. *Journal of Agriculture and Social Sciences*, 1(2), 164-166.
- **Khomeiri, M., and Yam, B. A. Z. (2015).** Introduction to Camel origin, history, raising, characteristics, and wool, hair, and skin: a review. *Research Journal of Agricultural and Environmental Management*,4, 496-508.
- **Konuspayeva G., 2007.** Variabilité physico-chimique et biochimique du lait des grands camélidés (*Camelus bactrianus*, *Camelus dromedarius* et hybrides) au Kazakhstan. Thèse pour obtenir le grade de Docteur de l'Université Montpellier II (France) ,269 pages.
- **Konuspayeva, G., et Faye, B. (2020).** Le lait de chamelle, de la tradition à la modernité,107,5-12.
- **Konuspayeva, G., Faye, B., and 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., Faye, B., Loiseau, G., and Levieux, D. (2007).**Lactoferrin and immunoglobulin contents in camel's milk (*Camelus bactrianus*, *Camelus dromedarius*, and Hybrids) from Kazakhstan. *Journal of Dairy Science*, 90(1), 38-46.
- **Kouniba, A., Berrada, M., Zahar, M., and Bengoumi, M. (2005).** Composition and heat stability of Moroccan camel milk. *Journal of Camel Practice and Research*, 12(2), 105-110.
- **Kumar, D., Verma, A. K., Chatli, M. K., Singh, R., Kumar, P., Mehta, N., and Malav, O. P. (2016).** Camel milk: alternative milk for human consumption and its health benefits. *Nutrition & Food Science*, 46(2), 217-227.
- **Kumar, N., Raghavendra, M., Tokas, J., and Singal, H. R. (2017).** Milk Proteins: Precursors of antioxidative peptides and their health benefits. In *Dairy in Human Health and Disease Across the Lifespan* .Academic Press. 313-323.

Références bibliographiques

- **Lajnaf, R., Picart-Palmade, L., Attia, H., Marchesseau, S., and Ayadi, M. A. (2022).** Foaming and air-water interfacial properties of camel milk proteins compared to bovine milk proteins. *Food Hydrocolloids*, 126, 107470.
- **Laleye, L. C., Jobe, B., and Wasesa, A. A. H. (2008).** Comparative study on heat stability and functionality of camel and bovine milk whey proteins. *Journal of Dairy Science*, 91(12), 4527-4534.
- **Macfarlane, W. (1977).** Survival in arid land. Desert mouse and camel. *Aust. Natn. Clay*, 19, 18-23.
- **Mahboub, N., Telli, A., Siboukeur, O., Boudjenah, S., Slimani, N., et Mati, A. (2014).** Contribution à l'amélioration de l'aptitude fromagère du lait camelin: étude des conditions de conservation des enzymes gastriques camelines, 2(1).71-78.
- **Mal, G., and Pathak, K. M. L. (2010).** Camel milk and milk products. Report by National Research Centre on Camel.
- **Mal, G., D. Suchitra Sena, V.K. Jain and M.S. Sahani (2006).** Therapeutic value of camel milk as a nutritional supplement for multiple drug resistant (MDR) tuberculosis patients. *Israel J. Vet. Med.*, 61(3-4),88-94
- **Mal, G., Sena, D. S., and Sahani, M. S. (2007).** Changes in chemical and macro-minerals content of dromedary milk during lactation. *Journal of Camel Practice and Research*, 14(2), 195-197.
- **Mathieu, J. (1998).** Initiation à la Physico-Chimie du Lait. Tec. Doc., 1ère Ed., Lavoisier, Paris.
- **Mazurier, J., and Spik, G. (1980).** Comparative study of the iron-binding properties of human transferrins: I. Complete and sequential iron saturation and desaturation of the lactotransferrin. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*, 629(2), 399-408.
- **Medjour, A. (2014).** Etude comparative des caractéristiques physico-chimiques du lait collecté à partir de chamelles (*Camelus dromedarius*) conduites selon deux systèmes d'élevage (extensif et semi-intensif) (Doctoral dissertation, Université Mohamed khider Biskra)..
- **Meena, S., Rajput, Y. S., and Sharma, R. (2014).** Comparative fat digestibility of goat, camel, cow and buffalo milk. *International Dairy Journal*, 35(2), 153-156.
- **Mehaia, M. A., Hablas, M. A., Abdel-Rahman, K. M., and El-Mougy, S. A. (1995).** Milk composition of majaheim, wadiah and hamra camels in Saudi Arabia. *Foodchemistry*, 52(2),
- **Meyer, C. (2009).** La reproduction des grands et petits camélidés domestiques. Note bibliographique.1-17.
- **Mohamed, M. H., Mohamed, A. H., and Locatelli, A. (1984).** Water deprivation effects on the hematological and hematochemical pictures of *Camelus dromedarius* Somalia. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 37(3), 313-317.

Références bibliographiques

- **Mosbah .,S, Mekkaoui ., S, Dahia., M ,Boual., Z et BOUDJENAH HAROUN ,S. (2019) .** Variation des paramètres physico-chimiques et biochimiques au cours de la préparation du Raib à partir du lait de chamelle,9(2),66-77.
- **Mosbah., S. (2019).**Contribution à l'étude de quelques activités biologiques du lait de chamelle cru et fermenté (Doctoral dissertation ,Université KASDI MERBAH Ouargla).
- **Moslehishad, M., Ehsani, M. R., Salami, M., Mirdamadi, S., Ezzatpanah, H., Naslaji, A. N., and Moosavi-Movahedi, A. A. (2013).** The comparative assessment of ACE-inhibitory and antioxidant activities of peptide fractions obtained from fermented camel and bovine milk by *Lactobacillus rhamnosus* PTCC 1637. *International Dairy Journal*, 29(2), 82-87.
- **Mullaicharam., A. R. (2014).** A review on medicinal properties of camel milk. *World Journal of Pharmaceutical Sciences*, 237-242.
- **Omar, A., Harbourne, N., and Oruna-Concha, M. J. (2016).** Quantification of major camel milk proteins by capillary electrophoresis. *International Dairy Journal*, 58, 31-35.
- **Ouajd, S., and Kamel, B. (2009).** Physiological particularities of dromedary (*Camelus dromedarius*) and experimental implications. *Scandinavian Journal of Laboratory Animal Sciences*, 36(1), 19-29.
- **Ould Ahmed., M. (2009).** Caractérisation de la population des dromadaires (*Camelus dromedarius*) en Tunisie. Institut National Agronomique de Tunisie- Doctorat d'université. p, 172.
- **Park., Y. W. (Ed.). (2009).** Bioactive components in milk and dairy products. John Wiley and Sons.p 160.
- **Pham-Huy, L. A., He, H., and Pham-Huy, C. (2008).** Free radicals, antioxidants in disease and health. *International journal of biomedical science: IJBS*, 4(2), 89-96.
- **Power, O., Jakeman, P., and Fitz Gerald, R. J. (2013).** Antioxidative peptides: enzymatic production, in vitro and in vivo antioxidant activity and potential applications of milk-derived antioxidative peptides. *Amino acids*, 44, 797-820.
- **Raghvendar, S., Sahani, M. S., Tuteja, F. C., and Aminnudeen, G. S. (2006).** Camel milk Skin cream. *Technical Bulletin*, Publisher National Research Center on Camel ,Bikaner, India, 9-14.
- **Raghvendar, S., Shukla, S. K., Sahani, M. S., and Bhakat, C. (2004).** Chemical and physicochemical properties of camel milk at different stages of lactation. In *International Conference, Saving the Camel and peoples Livelihoods*, Sadri, Rajasthan, India .p37.
- **Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., and Rice-Evans, C. (1999).** Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free radical biology and medicine*, 26(9-10), 1231-1237.
- **Ripolles, D., Harouna, S., Parrón, J. A., Calvo, M., Pérez, M. D., Carramiñana, J. J., and Sánchez, L. (2015).** Antibacterial activity of bovine milk lactoferrin and

Références bibliographiques

- its hydrolysates prepared with pepsin, chymosin and microbial rennet against foodborne pathogen *Listeria monocytogenes*. *International Dairy Journal*, 45, 15-22.
- **Sadat, L., Cakir-Kiefer, C., N'Negue, M. A., Gaillard, J. L., Girardet, J. M., and Miclo, L. (2011).** Isolation and identification of antioxidative peptides from bovine α -lactalbumin. *International Dairy Journal*, 21(4), 214-221.
 - **Saidi, Y. (2020).** Biodiversité de la microflore lactique du lait cru de dromadaire et évaluation de ses caractères technologiques (Doctoral dissertation, Université Ahmed ben bella Oran).
 - **Salami, M., Moosavi-Movahedi, A. A., Moosavi-Movahedi, F., Ehsani, M. R., Yousefi, R., Farhadi, M., and Haertlé, T. (2011).** Biological activity of camel milk casein following enzymatic digestion. *Journal of dairy research*, 78(4), 471-478.
 - **Salami, M., Yousefi, R., Ehsani, M. R., Razavi, S. H., Chobert, J. M., Haertlé, T., and Moosavi-Movahedi, A. A. (2009).** Enzymatic digestion and antioxidant activity of the native and molten globule states of camel α -lactalbumin: Possible significance for use in infant formula. *International Dairy Journal*, 19(9), 518-523.
 - **Salamt, N., Idrus, R. B. H., Kashim, M. I. A. M., and Mokhtar, M. H. (2021).** Anticancer, antiplatelet, gastroprotective and hepatoprotective effects of camel urine: A scoping review. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 29(7), 740-750.
 - **Sarr, S. O., Fall, A. D., Gueye, R., Diop, A., Diatta, K., Diop, N., and Diop, Y. M. (2015).** Etude de l'activité antioxydante des extraits des feuilles de *Vitex doniana* (Verbenaceae). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9(3), 1263-1269.
 - **Sboui, A., Djegham, M., Belhadj, O., et Khorchani, T. (2016).** Le lait de chamelle: qualités nutritives et effet sur les variations de la glycémie. *Options Méditerranéennes*, A, 115, 487-492.
 - **Sboui, A., Khorchani, T., Djegham, M., et Belhadj, O. (2009).** Comparaison de la composition physicochimique du lait camelin et bovin du Sud tunisien; variation du pH et de l'acidité à différentes températures. *Afrique science: revue internationale des sciences et technologie*.
 - **Schmidt-Nielsen, K. (1965).** Desert animals. Physiological problems of heat and water. Oxford.
 - **Siboukeur, A., et Siboukeur, O. (2012).** Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques du lait de chamelle collecté localement en comparaison avec le lait bovin, 4(2), 102-106.
 - **Siboukeur, O., et Mati, A. (2008).** Etude de l'activité du composant-3 des protéose peptones (pp3) du lactosérum camelin contre la flore microbienne, de contamination et indigène du lait de chamelle (*Camelus dromedarius*). Actes du séminaire international sur la biotechnologie au service du secteur agroalimentaire. 182-188.
 - **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., Ghorui, S. K., and Sahani, M. S. (2006).** Camel Milk: Properties and Processing Potential. Sahani, MS *The Indian camel*. NRCC, Bikaner, 59-73.

Références bibliographiques

- **Singh, R., Mal, G., Kumar, D., Patil, N. V., and Pathak, K. M. L. (2017).** Camel milk: an important natural adjuvant. *Agricultural research*, 6, 327-340.
- **Skidmore J.A. (2005).** Reproduction in dromedary camels: an update. *Anim. Reprod.*, 4(3).161-171.
- **Smits, M. G., Huppertz, T., Alting, A. C., and Kiers, J. (2011).** Composition, constituents and properties of dutch camel milk. *Journal of Camel Practice and Research*, 18(1), 1-6.
- **Stahl, T., Sallmann, H. P., Duehlmeier, R., Wernery, U. (2006).** Selected vitamins and fatty acid patterns in dromedary milk and colostrum. *Journal of camel practice and research*, 13(1), 53-57.
- **Sumaira, A. M. S., Solangi, G. A., Anwar, I., and Kalwar, Q. (2020).** Composition and beneficial impact of camel milk on human health. *Punjab. Univ. J. Zool*, 35(2), 179-189.
- **Taha, N. M., and Kielwein, G. (1989).** Studies on the nitrogen distribution and content of peptide-bound and free amino acids in camel, buffalo and ass milk. *Milchwissenschaft*, 44(10), 633-636.
- **Tahar, S. B., Mahfoud, H. M., et Yousfi, M. (2015).** Etude de l'activité antioxydante des extraits phénoliques de l'*Atriplex halimus* L et de l'*Haloxylon scoparium* pomel du Sahara septentrional.
- **Wang, R., Han, Z., Ji, R., Xiao, Y., Si, R., Guo, F., and Yi, L. (2020).** Antibacterial activity of trypsin-hydrolyzed camel and cow whey and their fractions. *Animals*, 10(2), 337.
- **Wang, S. Y., Liang, J. P., Shao, W. J., and Wen, H. (2011).** Mineral, vitamin and fatty acid contents in the camel milk of dromedaries in the Anxi Gansu China. *Journal of Camel Practice and Research*, 18(2), 273-276.
- **Wangoh, J., Farah, Z., and Puhan, Z. (1998).** Composition of Milk from Three Camel (*Camelus Dromedarius*) Breeds in Kenyaduring Lactation. *Milchwissenschaft*, 53(3), 136-139.
- **Wernery., U. (2007).** Camel milk-new observations. In Proceedings of the International Camel Conference" Recent trends in Camelids research and Future strategies for saving Camels", Rajasthan, India, 16-17 February 2007. (pp. 200-204). College of Veterinary & Animal Science..
- **Yadav, A. K., Kumar, R., Priyadarshini, L., and 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. (1985).** The Desert camel ; comparative physiological adaptation. Ed KARGE , 109-120
- **Yagil, R., and Etzion, Z. (1980).** Effect of drought condition on the quality of camel milk. *Journal of Dairy Research*, 47(2), 159-166.
- **Yagil, R., Etzion, Z., and Ganani, J. (1978).** Camel thyroid metabolism: effect of season and dehydration. *Journal of Applied Physiology*, 45(4), 540-544.

Références bibliographiques

- **Yagil, R. (1985).** The desert camel. Comparative physiological adaptation. Karger, Basel.
- **Yagil, R. (2004).** Camel milk and autoimmune diseases: historical medicine.2-13.
- **Yoganandi, J., Mehta, B. M., Wadhvani, K. N., Darji, V. B., and Aparnathi, K. D. (2014).** Evaluation and comparison of camel milk with cow milk and buffalo milk for gross composition. Journal of Camel Practice and Research, 21(2), 259-265..
- **Zarrouk, A., Souilem, O., et Beckers, J. F. (2003).** Actualités sur la reproduction chez la femelle dromadaire (*Camelus dromedarius*). Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 56(1-2), 95-102.
- **Zhao, D. B., Bai, Y. H., and Niu, Y. W. (2015).** Composition and characteristics of Chinese Bactrian camel milk. Small Ruminant Research, 127, 58-67.
- **Zhao, J., Fan, H., Kwok, L. Y., Guo, F., Ji, R., Ya, M., and Chen, Y. (2020).** Analyses of physicochemical properties, bacterial microbiota, and lactic acid bacteria of fresh camel milk collected in Inner Mongolia. Journal of dairy science, 103(1), 106-116.
- **Zibae, S., Yousefi, M., Taghipour, A., Kiani, M. A., and Noras, M. R. (2015).** Nutritional and therapeutic characteristics of camel milk in children: a systematic review. Electronic physician, 7(7), 1523.

Résumé

Effet de l'addition de l'urine de chamelle sur les activités biologiques des caséines isolées du lait camelin à différents stades de lactation

Résumé

Cette étude a été conçue pour évaluer les activités biologiques des caséines camelines de différents stades de lactation (seules ou mélangées avec les urines) hydrolysées par les enzymes digestives. La collecte du lait et des urines a été effectuée entre le mois de mars et avril 2023 durant les différents stades de lactation (2 jours, 3 mois, 6 mois, 9 mois et 12 mois). Après l'isolement des caséines, l'action de trois préparations enzymatiques (la pepsine, la présure et la tryppsine) sur les caséines seules et mélangées avec les urines a été étudiée. L'activité antioxydante par le test d'ABTS et l'inhibition de l'alpha amylase des différents hydrolysats obtenus ont été évaluées. Les résultats obtenus ont montré que l'hydrolysate des caséines seules au stade de 3 mois après deux heures de digestion a la meilleure capacité inhibitrice ($IC_{50}=0.19\pm 0.00$ mg/ml) de l'ABTS en comparaison avec les autres hydrolysats. Cette activité reste faible en comparaison avec le standard utilisé, la tyrosine ($IC_{50}= 87.33\pm 0.00$ μ g/ml). En ce qui concerne l'activité anti-alpha amylase, l'hydrolysate de mélange (caséines+urines) au stade de 12 mois obtenu après 2 heures de digestion a le pouvoir inhibiteur le plus important en comparaison avec d'autres hydrolysats avec $IC_{50}=0.32\pm 0.03$ mg/ml, mais il est inférieur à celui de standard utilisé, l'acarbose qui a $IC_{50}=18.02\pm 0.00$ μ g/ml

Mots clés : lait camelin, urine, caséines, stades de lactation, activité biologique, digestion

Effect of camel urine addition on the biological activities of caseins isolated from camel milk at different stages of lactation

Abstract

This study was designed to evaluate the biological activities of camel caseins from different stages of lactation (alone or mixed with urine) hydrolyzed by digestive enzymes. Milk and urine were collected between March and April 2023 during the different lactation stages (2 days, 3 months, 6 months, 9 months and 12 months). After casein isolation, the action of three enzyme preparations (pepsin, presure and tryppsin) on caseins alone and mixed with urine was studied. The antioxidant activity of the ABTS test and the inhibition of alpha amylase of the various hydrolysates obtained were evaluated. The results showed that the hydrolysate of caseins alone at the 3-month stage after two hours of digestion had the best ABTS inhibitory capacity ($IC_{50}=0.19\pm 0.00$ mg/ml) compared with the other hydrolysates. This activity remains low in comparison with the standard used, tyrosine ($IC_{50}= 87.33\pm 0.00$ μ g/ml). With regard to anti-alpha amylase activity, the mixed hydrolysate (caseins+urines) at the 12-month stage obtained after 2 hours of digestion has the highest inhibitory power compared with other hydrolysates with $IC_{50}=0.32\pm 0.03$ mg/ml, but it is lower than that of the standard used, acarbose which has $IC_{50}=18.02\pm 0.00$ μ g/ml.

Key words: camel milk, urine, caseins, lactation stages, biological activity, digestion

تأثير اضافة بول النوق على الوظائف الحيوية للبروتينات (الكازين) المعزول من حليب الابل في مراحل مختلفة من الارضاع

ملخص

تم تصميم هذه الدراسة لتقييم الأنشطة البيولوجية لكازين الإبل في مراحل مختلفة من الرضاعة (وحدها أو مختلطة مع البول) التي تتحلل بواسطة الإنزيمات الهاضمة. تم جمع الحليب والبول بين مارس وأبريل 2023 خلال مراحل الرضاعة المختلفة (2 أيام و 3 أشهر و 6 أشهر و 9 أشهر و 12 شهرا). بعد عزل الكازين ، تمت دراسة عمل ثلاثة مستحضرات إنزيمية (الببسين والمنفحة والتريسين) على الكازين وحده وخطها مع البول. تم تقييم النشاط المضاد للأكسدة من خلال اختبار ABTS وتنشيط ألفا الأميليز للتحلل المائي المختلفة التي تم الحصول عليها. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن تحلل الكازين وحده في مرحلة 3 أشهر بعد ساعتين من الهضم لديه أفضل قدرة مثبطة ($IC_{50} = 0.19 \pm 0.00$ مجم / مل) من ABTS مقارنة بالمواد المائية الأخرى. لا يزال هذا النشاط منخفضا مقارنة بالمعيار المستخدم ، التيروزين ($IC_{50} = 87.33 \pm 0.00$ ميكروغرام / مل). فيما يتعلق بنشاط الأميليز المضاد لألفا ، فإن الخليط (الكازين + البول) المعزولة في مرحلة 12 شهرا التي تم الحصول عليها بعد ساعتين من الهضم لديه أعلى قوة مثبطة مقارنة بالمواد المائية الأخرى مع $IC_{50} = 0.32 \pm 0.03$ مجم / مل ، ولكنه أقل من المعيار المستخدم ، اكاربوز الذي يحتوي على $IC_{50} = 18.02 \pm 0.00$ ميكروغرام / مل

الكلمات المفتاحية: حليب الإبل ، البول ، الكازين ، مراحل الرضاعة ، النشاط البيولوجي ، الهضم