



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi- B.B.A.

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الارض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم البيولوجية

Département des Sciences Biologiques

Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Microbiologie appliquée

Intitulé

Effets de la gomme arabique (prébiotique) sur la croissance de certains probiotiques

Présenté par : Deboucha Kawther & Moussaoui Ferial

Soutenu le : 04 /07 / 2022 ;

Devant le jury :

Président :	M ^r SEDRATI Tahar	MCB	(Université de BBA)
Encadrant :	M ^{me} BOUGUERRA Asma	MCB	(Université de BBA)
Examineur :	M ^r MERIBAI Abdelmalek	MCB	(Université de BBA)

Année universitaire : 2021/2022

Remerciements

Au début et avant tout, nous remercions Allah le tout puissant qui nous a donné le courage et la santé pour finaliser ce travail.

Nous remercions notre promotrice Dr. BOUGUERRA Asma, pour ses encouragements et ses conseils durant la réalisation de ce mémoire.

Nos remerciements les plus chaleureux et fraternels aux membres de jury Dr. SEDRATI Tahar et Dr. MERIBAI Abdelmalek d'avoir acceptés de juger notre travail.

Dédicaces

A mon Dieu, tout puissant, que la gloire et l'honneur vous soient rendus pour les grâces que vous m'accordait.

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui et toujours sacrifié pour me voir réussir que dieu te garde dans sans vaste paradis, à mon père.

*A vous cher maman qui m'a soutenu et encouragé durant ces années d'études.
Qu'elle trouve ici le témoignage de ma profonde reconnaissance*

*A mon frère et mes sœurs Aucun langage ne saurait exprimer mon respect et ma considération pour votre soutien et encouragements. Je vous dédie ce travail en reconnaissance de l'amour que vous m'offrez quotidiennement et votre bonté exceptionnelle.
Que Dieu le Tout Puissant vous garde et vous procure santé et bonheur.*

Kawther

Dédicaces

Ma reconnaissance se tourne en premier lieu vers Dieu le tout puissant.

Je dédie par la suite ce modeste travail :

À l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur. Celui qui est toujours sacrifié pour me voir réussir.

A toi Mon père.

À la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur.

A toi Ma mère.

*À mes chers frères **Abdenour et Billel**, et à mes chères sœurs **Chaima et Nourhane**, qui je le sais, ma réussite est très importante à leurs yeux, que Dieu vous garde pour moi.*

« À vous, mes princes et mes princesses je souhaite une vie plein de bonheur, de joie et de réussite »

À mes grands-parents, Mes tante et mes oncles ainsi que mes cousins et cousines. Que Dieu leur donne une longue et joyeuse vie.

*À mes très chères amies, votre affection et votre soutien m'ont été d'un grand secours au long de ma vie professionnelle et personnelle *et plus particulièrement: Sara, Asma, Malia.**

À tous mes amies de promotion de 2^{ème} année Master en Microbiologie Appliquée.

Feriel

Résumé

Les probiotiques, prébiotiques et symbiotiques sont des médiateurs potentiels du maintien d'une flore intestinale saine. Ils ont fait l'objet de nombreuses recherches au cours des dernières années. La présente étude a pour but d'évaluer l'effet prébiotique de la gomme arabique (GA) sur quelques souches probiotiques. A cet effet, la croissance de trois souches probiotiques (*Lactobacillus rhamnosus*, *Leuconostoc mesenteroides* strain *lmn4* (MS11) et *Leuconostoc mesenteroides* strain 1-15 (MR4)) dans le milieu basal de fermentation (bouillon MRS sans glucose) à différentes concentrations (0,5% et 1%) de GA et de glucose (témoin), a été évaluée par mesure de la densité optique. Les résultats obtenus montrent que *Lb. rhamnosus* fermente la GA mieux que les souches de *Ln. mesenteroides* dans les deux concentrations de GA 0,5% et 1%. De plus, l'augmentation de la concentration de la GA n'a pas un effet significatif sur la croissance de la plupart des souches testées. L'effet de l'ajout de différentes concentrations de la GA (0,5% et 1%) sur les pH des laits inoculés par chaque souche probiotique a été également évalué. Les résultats montrent que l'augmentation de la concentration de la GA était significative que chez MS11. On peut conclure que la GA est un bon probiotique pour *Lb. rhamnosus* mais elle n'améliore pas considérablement sa fermentation lactique.

Les mots clés : *Acacia*, acidification, croissance, gomme arabique, prébiotiques, probiotiques.

Abstract

Probiotics, prebiotics and symbiotics are potential mediators of the maintenance of a healthy intestinal flora and have been the subject of much research in recent years. The present study evaluate the prebiotic effect of gum arabic on some probiotic strains. Thus, the growth of three probiotic strains (*Lactobacillus rhamnosus*, *Leuconostoc mesenteroides* strain lmn4 (MS11) and *Leuconostoc mesenteroides* strain 1-15 (MR4)) in the basal fermentation medium (MRS broth without glucose) at different concentrations (0.5% and 1%) of GA and glucose (control) was evaluated by optical density measurement. The results obtained show that *Lb. rhamnosus* ferments gum arabic better than *Ln. mesenteroides* strains in both concentrations of 0.5% and 1% GA. Moreover, increasing the concentration of GA does not have a significant effect on the growth of most of the tested strains. The effect of adding different concentrations of GA (0.5% and 1%) on the pH of the milks inoculated with each probiotic strain was also evaluated. The results show that the increase in the concentration of GA was significant only in MS11. It can be concluded that GA is a good probiotic for *Lb. rhamnosus* but it does not improve considerably its lactic fermentation.

Keywords: *Acacia*, acidification, growth, gum arabic, prebiotics, probiotics.

الملخص

تعتبر البروبيوتيك والبريبوتيك والسمبيوتيك وسطاء محتملة في الحفاظ على الفلورا المعوية الصحية وقد خضعت للكثير من الأبحاث في السنوات الأخيرة. تقيم هذه الدراسة تأثير البريبوتيك للصمغ العربي على عدد قليل من سلالات البروبيوتيك. تمت دراسة نمو ثلاث سلالات بروبيوتيك (*Lactobacillus rhamnosus* ، *Leuconostoc mesenteroides* سلالة 4Imn (MS11) وسلالة (*Leuconostoc mesenteroides* 1-15 (MR4) في وسط التخمر القاعدي (مرق MRS بدون جلوكوز) في تراكيز مختلفة (0.5% و 1%) من الصمغ العربي مقارنة مع تراكيز مماثلة من الجلوكوز عن طريق قياس الكثافة البصرية. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن *Lb. rhamnosus* يخمر الصمغ العربي أفضل من سلالات *Ln . mesenteroides* في كل من التراكيز 0.5% و 1% للصمغ العربي. علاوة على ذلك، فإن زيادة تركيز GA لم يكن له تأثير كبير على نمو معظم السلالات المختبرة. كما تم تقييم تأثير إضافة تراكيز مختلفة من الصمغ العربي (0.5% و 1%) على pH الحليب المملح بسلالات البروبيوتيك. أظهرت النتائج أن الزيادة في تركيز الصمغ العربي كانت معتبرة فقط في السلالة MS11. يمكن استنتاج أن GA هو بروبيوتيك جيد لـ *Lb. rhamnosus* لكنه لا يحسن بشكل كبير من التخمر اللبني.

الكلمات المفتاحية: *Acacia* ، تخمض ، نمو ، صمغ عربي ، بريبوتيك ، بروبيوتيك.

Liste des tableaux

Tableau 1. Détails sur les souches de <i>Leuconostoc mesenteroides</i> (Bouguerra, 2021)	6
Tableau 2. Caractéristiques microscopiques des souches probiotiques.	11
Tableau 3. Effet de l'augmentation des concentrations de la GA sur les valeurs de pH des trois souches probiotiques	15

Liste des figures et des photos

Photo1. Les cristaux de la gomme arabique	7
Photo 2. Aspect des colonies de <i>Leuconostoc mesenteroides</i> sur la gélose MRS	10
Photo 3. Aspect des colonies <i>Lactobacillus rhamnosus</i> sur la gélose MRS	10
Photo 4. Vue microscopique des cellules de <i>Lactobacillus rhamnosus</i> (x1000)	11
Photo 5. Vue microscopique des cellules de <i>Leuconostoc mesenteroides</i> (x1000)	11
Figure 1. Mesure des DO des trois souches probiotiques dans différentes concentrations (0,5% et 1%) du prébiotique (GA) et de glucose (contrôle).	12
Figure 2. Evolution des cinétiques d'acidification de <i>Lactobacillus rhamnosus</i> sur le lait écrémé (0% MG) en absence et en présence de la gomme arabique.	14
Figure 3. Evolution des cinétiques d'acidification <i>Leuconostoc mesenteroides</i> strain 1-15 (MR4) sur le lait écrémé (0% MG) en absence et en présence de la gomme arabique.	14
Figure 4. Evolution des cinétiques d'acidification de <i>Leuconostoc mesenteroides</i> strain <i>lmn4</i> (MS11) sur le lait écrémé (0% MG) en absence et en présence de la gomme arabique.	15

Liste des abréviations

ARNr 16S	Acide ribonucléique 16S
DO	Densité optique
FAO	Food and Agriculture Organisation
FOS	Fructooligosaccharides
GA	Gomme arabique
GRAS	Generally Recognized as Safe
LAB	Bactéries lactiques
MG	Matière Grasse
MRS	De Man, Rogosa and Sharpe
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
p/v	poids/volume
pH	Potentiel d'hydrogène
sd	Standard Déviation
v/v	volume/volume
SCFAs	short-chain fatty acids
<i>Lb.</i>	<i>Lactobacillus</i>
<i>Lb.r</i>	<i>Lactobacillus rhamnosus</i>
<i>Ln.</i>	<i>Leuconostoc</i>

Table des matières

Remerciements	
Dédicaces	
Résumé	
Abstract	
الملخص	
Liste des tableaux	
Liste des figures et des photos	
Liste des abréviations	
Introduction	1
II. Matériel et Méthodes	6
II.1. Matériel	6
II.1.1. Matériel biologique	6
II.1.2. Matériel végétale	6
II.2. Méthodes	7
II.2.1. Revivification des souches de <i>Leuconostoc mesenteroides</i>	7
II.2.2. Isolement et confirmation de la pureté de <i>Lactobacillus rhamnosus</i>	7
II.2.3. Conservation des souches lactiques.....	8
II.2.4. Evaluation de l'effet de la gomme arabique sur la croissance des souches probiotiques	8
II.2.4.1. Croissance des bactéries lactiques dans le milieu de fermentation basal à différentes concentrations (0,5%, 1%) de la gomme arabique	8
II.2.4.2. Croissance des bactéries probiotiques dans le lait écrémé additionné de différentes concentrations (0,5%, 1%) de la gomme arabique	8
II.2.4.2.1. Préparation des laits prébiotiques	8
II.2.4.2.2. Suivre de la cinétique d'acidification	8
Traitement statistique des résultats.....	9
III- Résultats et discussion.....	10
III.1. Examen macroscopique des souches probiotiques.....	10

III.2. Examen microscopique des souches probiotiques	11
III.3. Croissance des bactéries lactiques dans le milieu de fermentation basal à différentes concentrations (0,5%, 1%) de la gomme arabique	12
III.4. Croissance des bactéries probiotiques dans le lait additionné de différentes concentrations (0,5%, 1%) de la gomme arabique.....	13
Conclusion.....	18
Références bibliographiques	

Introduction

Introduction

Les probiotiques sont des suppléments nutritionnels composés de micro-organismes vivants. Les principaux groupes microbiens probiotiques sont les bactéries lactiques, spécifiquement celles qui appartiennent aux genres *Lactobacillus* et *Bifidobacterium* (Desreumaux et *al.*, 2000).

Les bactéries probiotiques peuvent être intégrées dans différents types de produits, y compris les produits alimentaires tels que les produits laitiers, les produits carnés, les cornichons et les légumes fermentés, les médicaments et les suppléments alimentaires (Niamah et *al.*, 2016).

En effet un rapport de la FAO (Food and Agriculture Organisation) et l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) en 2001 décrit que ces microorganismes, lorsqu'ils sont ingérés en quantité suffisante, exerceraient des effets bénéfiques sur la santé de l'hôte, comme la diminution de la diarrhée, la réduction de la constipation, l'immunomodulation et la réduction de l'hypercholestérolémie (FAO/OMS, 2001).

Les probiotiques peuvent abaisser le pH du côlon, ce qui rend l'environnement moins favorable aux bactéries pathogènes et influencent le système immunitaire en favorisant la fonction de barrière intestinale et en augmentant la réponse inflammatoire.

Ces microorganismes sont capables de survivre dans le tractus digestif. La maintenance de cette viabilité au niveau intestinal fait appel à des substances de nature polysaccharidiques qui sont considérées eux même comme additifs alimentaires et qui sont agréés sous le nom de prébiotiques (Benguiar et *al.*, 2015).

En 1995, Gibson et Roberfroid ont défini les prébiotiques comme des composants indigestibles des aliments qui ont un effet bénéfique sur l'hôte par le biais d'une stimulation de la croissance et/ou de l'activité d'un nombre limité d'espèces bactériennes déjà présentes dans le tractus gastro-intestinal, ce qui peut contribuer à l'amélioration de la santé de l'hôte (Gibson et Roberfroid, 1995).

Certaines formes de prébiotiques sont naturellement présentes dans les aliments par exemple : les biscuits, les céréales, le chocolat, la pâte à tartiner et d'autres produits alimentaires.

Les prébiotiques sont des fibres et des sucres naturels qui stimulent la croissance et l'activité de la microflore intestinale commensale, notamment les bactéries probiotiques (Gibson et *al.*, 2004).

Introduction

Les prébiotiques les plus couramment utilisés sont : Les galacto-oligosaccharides (GOS), Les fructo-oligosaccharides (FOS), Les xylo-oligosaccharides, L'inuline et Le lactulose (Niamah et *al.*, 2016).

La présence des prébiotiques dans l'alimentation peut entraîner de nombreux avantages pour la santé, tels que ; la stimulation du système immunitaire, augmentation de l'absorbance du calcium, le maintien de la valeur du pH intestinal, la réduction de taux des LDL dans le sang, etc.

Une troisième façon d'envisager de moduler la composition et l'activité métabolique de la flore colique est d'associer pré et probiotiques dans le concept dit de la symbiotique (Gibson et Roberfroid, 1995). L'agent microbien bénéfique (le probiotique) est administré en même temps que son substrat spécifique (le prébiotique) pour l'objectif d'améliorer la survie et l'activité de l'organisme et d'accroître ses propriétés biologiques. Ceci est par exemple le cas pour l'association bifidobactéries/fructo-oligosaccharides ou lactobacilles/lactitol.

L'effet symbiotiques est la combinaison d'un probiotique et d'un prébiotique dont l'objectif est d'augmenter la durée de survie du microorganisme en lui fournissant un substrat pour sa fermentation (Collins et Gibson, 1999).

Parmi les prébiotiques naturels ; la gomme arabique qui est également connue sous le nom de gomme d'acacia ou de gomme de senegal. Elle appartient à la famille des *Fabaceae* mais le terme " gomme arabique " n'indique pas une source botanique particulière. La GA est un produit naturel qui consiste en un jus solide dérivé des exsudats des espèces d'*Acacia*. Lorsque l'arbre subit des atteintes physiologiques pendant la période la plus chaude et la plus sèche de l'année. La production de la gomme se déclenche ainsi lorsque les tissus sont mis en contact avec l'extérieur par suite de la saignée à des fins commerciales, ou de blessures causées par le vent (particules siliceuses), la sécheresse, l'homme, les animaux, les plantes parasites, ou encore par suite d'une attaque d'insectes foreurs. La production peut toutefois être très variable selon les arbres, elle est en moyenne de 250 g par arbre (Assaf et *al.*, 2005; Al-Baadani et *al.*, 2021).

Acacia est un arbre qui peut atteindre jusqu'à une quinzaine de mètres de haut. Le tronc est fin et l'écorce est marron-grise et fine. Les branches sont fines, épineuses et très nombreuses, l'arbre ressemble presque à un arbuste. Les fleurs sont jaunes à la floraison et les fruits se présentent comme des gousses avec des graines à l'intérieur.

Introduction

Les feuilles sont composées de folioles petites, de 1 à 9 mm de long et 0,3 à 3 mm de large. Les sols sont souvent sableux et/ou limoneux et l'*Acacia* pousse souvent là où il n'y a pas beaucoup de végétation. Le climat reste sec et sahélien (de 300 à 400 mm d'eau de pluie annuelle en quantité optimale mais se trouve dans des régions où la pluie varie entre 150 et 950 mm). Les températures peuvent atteindre jusqu'à 50°C. *Acacia* n'est pas une espèce protégée par l'union internationale pour la conservation de la nature. C'est un arbre en général bien géré par les populations locales étant donné sa valeur économique. Différentes insectes peuvent le menacer : des abeilles, des guêpes, des araignées, des sauterelles (Rongead, 2014).

L'*Acacia* s'étend dans pratiquement tout le continent africain. Cependant, les gros pays producteurs se situent principalement en Afrique saharienne Mali, Sénégal, Tchad, Égypte, Soudan (Rongead, 2014).

Egalement très résistant à la sécheresse, *Acacia* est le genre caractéristique dans les parties les plus sèches du Soudan anglo-égyptien et du Sahara septentrional et se retrouve dans toute la vaste région allant du Sénégal à la mer Rouge et à l'est de l'Inde. Il s'étend vers le sud jusqu'au nord du Nigeria, en Ouganda, au Kenya, en Tanzanie et en Afrique australe. À l'état sauvage est cultivé principalement sur des collines sablonneuses, mais il pousse aussi bien dans le coton sol. L'arbre est associé à un large éventail de types de végétation, des prairies semi-désertiques aux forêts d'Angoissas. Il préfère les plaines d'argile et les pentes rocheuses. Il peut facilement devenir une mauvaise herbe sérieuse (Orwa et al., 2009).

Il existe plus de 1000 espèces dans le genre *Acacia*, mais seulement deux ont des fins commerciales significatives - *Acacia senegal* et *Acacia seyal* (*A. seyal*). L'*A. senegal* produit une gomme de haute qualité, tandis que l'*Acacia seyal* produit une gomme de qualité inférieure (Al-Baadani et al., 2021).

L'utilisation de la gomme arabique (GA) remonte au deuxième millénaire avant J-C lorsque les égyptiens l'utilisaient pour assurer la cohésion des bandages de momies (Montenegro et al., 2012). Au Moyen-Orient les médecins arabes ont traité avec la gomme arabique une grande variété d'affections (Abdelkareem, 2018). Au fil du temps, la GA a trouvé son chemin vers l'Europe et elle a commencé à être appelée "gomme arabique" car elle était exportée depuis les ports arabes (Montenegro et al., 2012).

Introduction

Sur le plan pharmacologique, la GA a été utilisée en médecine traditionnelle pour traiter l'inflammation de la muqueuse intestinale, les surfaces enflammées et les maladies rénales, et elle a des propriétés antibactériennes et antioxydantes. Elle a également des propriétés hypoglycémiques, antidiabétiques, immunomodulatrices et antiulcéreuses (Al-Baadani et al., 2021).

La Fédération des sociétés américaines de biologie expérimentale a préparé un rapport (Food and Drug Administration des États-Unis en mars 1973), sur le profil de sécurité de la gomme d'*Acacia*. Ce comité a examiné la sécurité de la GA lorsqu'elle est utilisée dans les aliments. La GA est "généralement considérée comme sûre" (GRAS) et acceptée comme additif alimentaire dans l'Union européenne (E414) (directive 99/77/CE) et par le Codex Alimentarius (Sin414). Elle est utilisée dans l'industrie alimentaire comme stabilisateur et émulsifiant. La gomme arabique est maintenant aussi officiellement reconnue comme une fibre alimentaire dans l'UE directive 2008/100/CE (Alarifi, 2016).

La GA contient une fibre soluble non visqueuse constituée d'un mélange de polysaccharides complexes, d'oligosaccharides, de glycoprotéines, d'arabinogalactanes et de monosaccharides tels que le galactose (389 g/kg), le rhamnose (95 g/kg) et l'arabinose (257 g/kg), ainsi qu'un acide organique, principalement l'acide glucuronique (215 g/kg). La GA a une structure chimique complexe de chaînes ramifiées de D-galactopyranosyl (1-3) liées contenant du L-arabinofuranosyl, du L-rhamnopyranosyl, du D-glucuronopyranosyl, et du 4-O-Methyl-D-glucuronopyranosyl (Al-Baadani et al., 2021).

La GA est fermenté par le microbiote intestinal en acides gras à chaîne courte (SCFAs) qui jouent un rôle important dans le maintien de l'homéostasie, de la structure et de la fonction du tractus gastro-intestinal (Al Baadani et al., 2021).

Certains auteurs considère que la GA augmente significativement la viabilité des probiotiques, en milieu intestinal et améliore les propriétés rhéologiques des produits fermentés, ce qui donne des effets symbiotiques bénéfiques pour la santé de l'hôte (Al Baadani et al., 2021; Calame et al., 2008; Rawi et al., 2021).

En outre, la GA est utilisée, comme prébiotique naturel, surtout en raison de sa résistance à la digestion gastrique et intestinale. Dans certaines recherches la GA a un

Introduction

effet significatif sur l'augmentation du nombre de *Bifidobactéries* et *Lactobacilles* en comparant avec celui de l'inuline (Calame *et al.*, 2008).

Les études réalisées dans la littérature sur l'effet prébiotique de la GA restent très peu. Pour cela, on a réalisé ce travail afin d'évaluer l'effet prébiotique de la GA sur des souches probiotiques comme *Ln. mesenteroides* qui n'ont jamais été étudiées auparavant.

Notre manuscrit est articulé en trois parties:

- La première partie comporte une introduction sur les probiotiques, prébiotiques, symbiotiques, quelques caractéristiques de la GA et de l'arbre producteur.
- Dans la deuxième partie, le protocole expérimental prévu est démontré.
- et la troisième c'est la partie d'analyse des articles sélectionnés ou sont discutées les différentes méthodes et les résultats obtenus par rapport à ceux obtenus par la présente étude.

Matériel et Méthodes

II. Matériel et Méthodes

II.1. Matériel

II.1.1. Matériel biologique

Les souches bactériennes utilisées dans cette étude sont :

- *Lactobacillus rhamnosus*, isolée à partir d'un produit lyophilisé sous forme des sachets (Ultrabiotique infantile, laboratoire Nutrisanté, France), complexe de deux probiotiques (*Bifidobacterium lactis* et *Lactobacillus rhamnosus*) et qui contient 6 milliards de microorganismes vivants. Il est utilisé pour améliorer le fonctionnement digestif et immunitaire chez les enfants.
- *Leuconostoc mesenteroides*: deux bactéries probiotiques faisant partie de la collection des souches du laboratoire de Microbiologie appliquée – Université de Sétif 1-. Elles ont été isolées du lait camelin et sont identifiées génétiquement (ARNr 16S) (Tab. 1)

Tableau 1. Détails sur les souches de *Leuconostoc mesenteroides* (Bouguerra, 2021).

Code des souches	Origine	Affiliation phylogénétique
MS11	lait camelin	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> strain lmn4 (95 %)
MR4	lait camelin	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> strain 1-15 (99 %)

II.1.2. Matériel végétale

La GA est un exsudat de sève solidifié. Elle est produite naturellement ou à la suite d'une incision sur le tronc et au pied de l'arbre. Dans notre étude, on a acheté une quantité de la GA qui provient selon l'étiquette affichée sur la boîte du produit de Soudan.

Les cristaux de l'échantillon de la GA sont caractérisés par une couleur jaune qui tend à être brune, elle dispose d'une couleur brillanté et caractérisés par leur dureté (**Photo1**)



Photo1. Les cristaux de la gomme arabique.

Préparation de la poudre de la GA : la GA sous forme de cristaux a été récupéré puis lavée par l'eau distillée. Après, les cristaux ont été très bien séchés puis broyés en fines particules et tamisés pour obtenir une farine de gomme brute.

II.2. Méthodes

II.2.1. Revivification des souches de *Leuconostoc mesenteroides*

Les souches lactiques ont été obtenues à partir du laboratoire de Microbiologie appliquée -Université de Sétif 1- dans des tubes eppendorfs contenant chacun une culture bactérienne conservée dans le bouillon MRS additionné de 30% de glycérol et qui ont été maintenue à -20°C. Un volume de 100µl de chaque culture a été transféré dans le bouillon MRS puis incubé à 30°C. Après 24 à 48h, les souches lactiques se développent ce qui indique leur réactivation.

II.2.2. Isolement et confirmation de la pureté de *Lactobacillus rhamnosus*

On a isolé la souche de *Lactobacillus rhamnosus* à partir du produit commercialisé sous le nom Ultrabiotique infantile après déversement stérile d'une petite quantité du sachet vers le milieu MRS bouillon. Ce milieu permet la sélection de la souche *Lactobacillus rhamnosus*. Après incubation à 30°C pendant 48h, un trouble apparait, ce qui indique la croissance de la souche probiotique. Sa pureté a été confirmée après ensemencement par stries sur le milieu MRS solide et incubation des boites à 30°C pendant 24 à 48h. À l'aide d'une loupe binoculaire, on a caractérisé l'aspect des colonies. L'homogénéité des colonies a été confirmée après description de la forme, le

type de Gram ainsi que l'arrangement cellulaire de chaque souche par la coloration de Gram (voir Annexe II).

II.2.3. Conservation des souches lactiques

La conservation à court terme de toutes les souches a été réalisée dans des tubes contenant la gélose MRS inclinée et maintenues à 4°C.

II.2.4. Evaluation de l'effet de la gomme arabique sur la croissance des souches probiotiques

II.2.4.1. Croissance des bactéries lactiques dans le milieu de fermentation basal à différentes concentrations (0,5%, 1%) de la gomme arabique

Dans des tubes contenant 10 ml du milieu basal de fermentation (bouillon MRS sans glucose) (Annexe II) supplémenté par la poudre de la GA à 0,5% et 1% (p/v) ou de glucose (0,5% et 1%) utilisé comme témoin. 100 µl de chaque culture bactérienne jeune sont inoculés (10^4 à 10^5 UFC/ml). Après incubation pendant 24 h à 30 °C, la croissance des souches a été examinée en mesurant les densités optiques par spectrophotomètre réglé à 600 nm et équipé d'une cuvette de 1 cm. L'expérience a été répétée 3 fois et les valeurs moyennes de DO ont été calculées (Kneifel et *al.*, 2000; Bouguerra, 2021).

II.2.4.2. Croissance des bactéries probiotiques dans le lait additionné de différentes concentrations (0,5%, 1%) de la gomme arabique

La détermination du pH du lait est une façon simple, rapide et directe de suivre le développement des cultures des LAB dans ce milieu.

II.2.4.2.1. Préparation des laits prébiotiques

Dans des flacons contenant 100 ml lait écrémé (0% MG) (Candia silhouette), différentes concentrations de la GA (0,5% et 1% (p/v)) ont été ajoutées. Ce milieu a été stérilisé en autoclave 115°C pendant 15 min (Shatha et *al.*, 2014).

II.2.4.2.2. Suivre de la cinétique d'acidification

Des cultures bactériennes de la phase exponentielle sont inoculées à raison de 2% (v/v) dans des flacons contenant 100 ml du lait écrémé stérile (témoin) ou les laits prébiotiques. Les valeurs de pH ont été mesurées à 0h et après 2h, 4h, 6h, 24h, 48h d'incubation à 30°C (Fguiri et *al.*, 2017).

Traitement statistique des résultats

Les résultats obtenus sont exprimés en moyennes \pm sd de trois répétitions et traités par l'analyse de variance (Anova) en utilisant le logiciel R version 3.5.1 suivi par le test de Tukey. Le seuil de signification de 0.05 est retenu.

La comparaison entre la croissance des souches probiotiques dans le milieu basal de fermentation additionné de 0,5% et 1% de la GA a été faite par le test de Student par le logiciel SPSS statistiques 25. Le seuil de signification de 0.05 est retenu.

Résultats et discussion

III- Résultats et discussion

III.1. Examen macroscopique des souches probiotiques

Après ensemencement des cultures bactériennes sur la surface sèche de la gélose MRS et incubation à 30°C pendant 24h, les colonies de toutes les souches probiotiques testées apparaissent homogènes ce qui indique leur pureté. Les colonies de *Leuconostoc mesenteroides* sont de très petites tailles, blanchâtres et arrondies (photo 2). Les colonies de *Lactobacillus rhamnosus* sont petites, d'une couleur blanche et arrondies (photo 3).

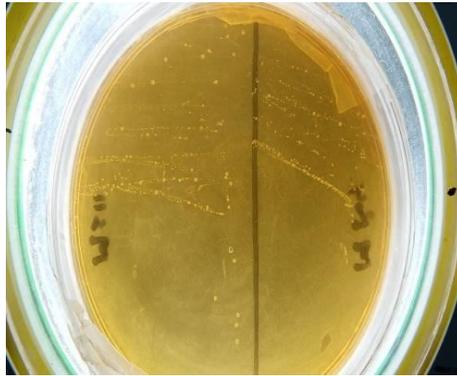


Photo 2. Aspect des colonies de *Leuconostoc mesenteroides* sur la gélose MRS.

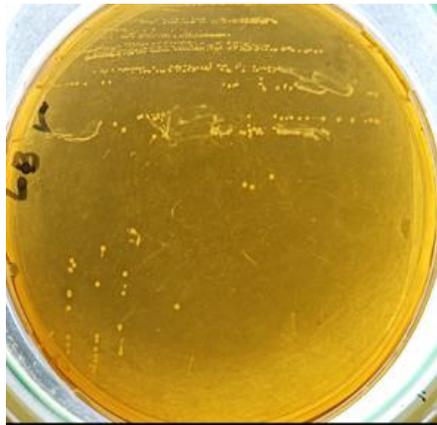


Photo 3. Aspect des colonies *Lactobacillus rhamnosus* sur la gélose MRS.

III.2. Examen microscopique des souches probiotiques

L'examen microscopique et la confirmation de la pureté des souches lactiques a été faite après coloration de Gram. Toutes les souches sont à Gram positif. La forme des cellules et leur arrangement sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2. Caractéristiques microscopiques des souches probiotiques.

Souches lactiques	<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	MR4	MS11
Gram	+	+	+
Forme des bactéries	bacillaire	coccoïde	coccoïde
Arrangement cellulaire	Petites Chaines	chaines	Diplocoques et en chaines



Photo 4. Vue microscopique des cellules de *Lactobacillus rhamnosus* (x1000)

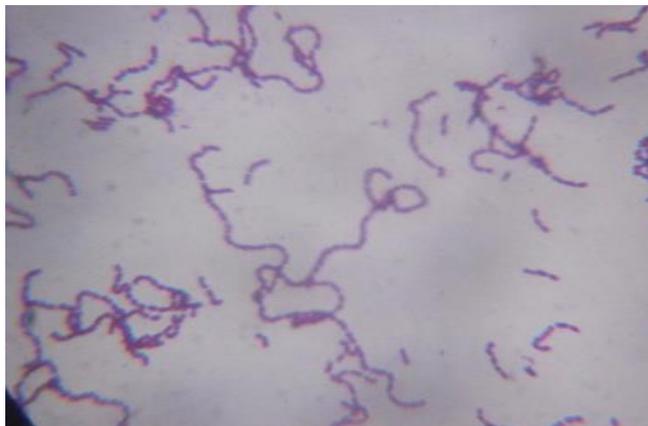


Photo 5. Vue microscopique des cellules de *Leuconostoc mesenteroides* (x1000)

III.3. Croissance des bactéries lactiques dans le milieu de fermentation basal à différentes concentrations (0,5%, 1%) de la gomme arabique

Les résultats de mesure des DO reflétant ainsi la croissance des trois souches probiotiques dans le milieu basal de fermentation (bouillon MRS sans glucose) dans différentes concentrations de GA (0,5% et 1%) et de glucose (0,5% et 1%) sont résumés dans la Fig.1

La comparaison entre les moyennes des valeurs de DO des trois souches probiotiques dans les différentes concentrations de la GA (0,5% et 1%) a été faite par le test de Student (les résultats de l'analyse sont montrés dans l'annexe III).

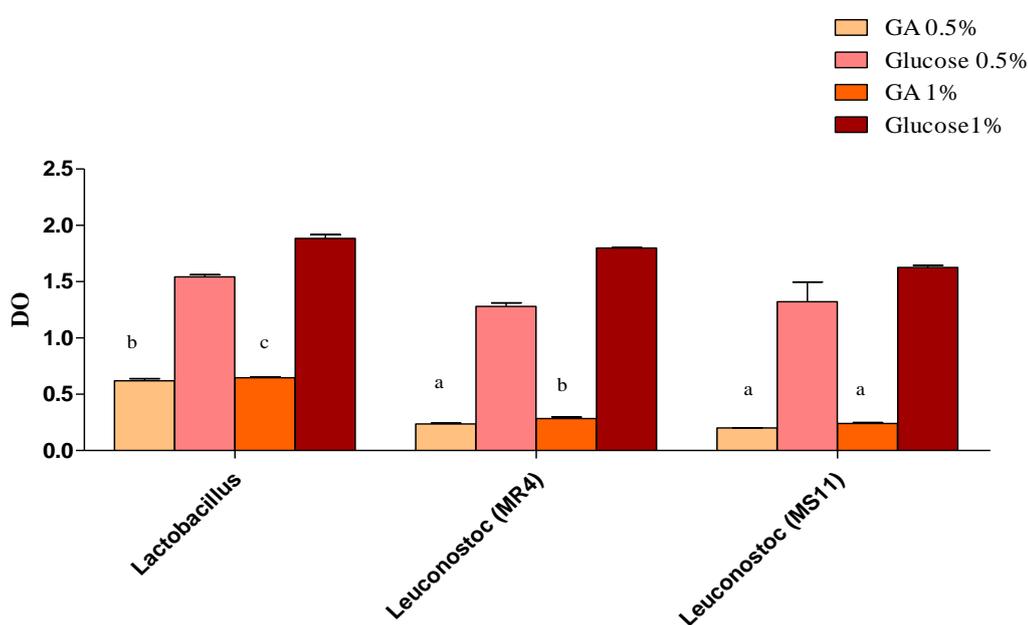


Figure 1. Mesure des DO des trois souches probiotiques dans différentes concentrations (0,5% et 1%) du prébiotique (GA) et de glucose (contrôle).

D'après la Fig. 1, toutes les souches probiotiques préfèrent le glucose comme source de carbone et d'énergie pour leur croissance, car il est facilement métabolisé.

Lb. rhamnosus fermente la GA mieux que les souches de *Ln. mesenteroides* dans les deux concentrations de GA 0,5% et 1%. Ceci peut être associé à la présence des enzymes β .galactosidase et l' α - arabino-furanosidase chez *Lactobacillus* qui dégrade l'arabinogalactane contenu dans la GA, ce qui lui confère son potentiel prébiotique (Obaid et al., 2020).

L'augmentation de la concentration de la GA a significativement affecté la croissance de la souche MR4. Néanmoins, elle n'avait aucun effet sur la croissance des souches MS11 et *Lb. rhamnosus*.

Bouguerra, (2021) a mentionné que les souches MS11 et MR4 ont de faibles niveaux de fermentation de FOS (1%) par rapport au glucose (4.73% et 12.4% respectivement). D'après les résultats obtenus pour ces deux souches, MS11 et MR4 fermentent la GA mieux que le FOS avec des pourcentages de 14,78% et 15,76% respectivement.

Shatha et al., (2014) ont étudié l'utilisation de la gomme arabique comme prébiotique lorsqu'elle est ajoutée à deux niveaux de 0,5%, 1.0% à certains produits laitiers fermentés, en utilisant deux types de bactéries probiotiques *Lactobacillus plantarum* (LBP) et *Lactobacillus acidophilus* (LBA). Les résultats montrent que le logarithme du nombre de bactéries LBP était plus élevé que le logarithme du nombre de bactéries LBA (cfu /ml) au traitement de 0,5, 1,0% GA. Ils ont constaté que la GA a été un bon prébiotique pour les *Lactobacilli* en augmentant leur nombre, ceci est en accord avec les résultats obtenus pour la souche *Lb. rhamnosus* utilisée dans notre étude.

Ahallil et al., (2019) ont démontré qu'une fermentation *in vitro* de la GA dans un modèle de côlon a favorisé la croissance de bactéries probiotiques telles que les genres *Bifidobacterium*, *Lactobacillus* et la famille des *Bacteroidaceae* chez l'homme.

Bien que, le mécanisme d'action de la GA n'est pas clair, des études antérieures ont montré que la GA peut être fermenté par les bactéries commensales de l'intestin en acides gras à chaîne courte (SCFAs). Les SCFAs jouent un rôle essentiel dans le maintien de l'intégrité structurelle et fonctionnelle de l'intestin en inhibant la colonisation par les pathogènes et en diminuant le pH (Al-Baadani et al., 2021).

III.4. Croissance des bactéries probiotiques dans le lait écrémé additionné de différentes concentrations (0,5%, 1%) de la gomme arabique

Pour sélectionner une culture starter pour la fermentation lactique du lait, la capacité de production d'acides par les souches lactiques est une propriété importante (Bouguerra, 2021).

Résultats et discussion

Les figures 2, 3, 4 montrent les cinétiques d'acidification du lait écrémé et des laits prébiotiques (0,5% et 1% de GA) chez les souches *Lb.rhamnosus*, MR4 et MS11 respectivement.

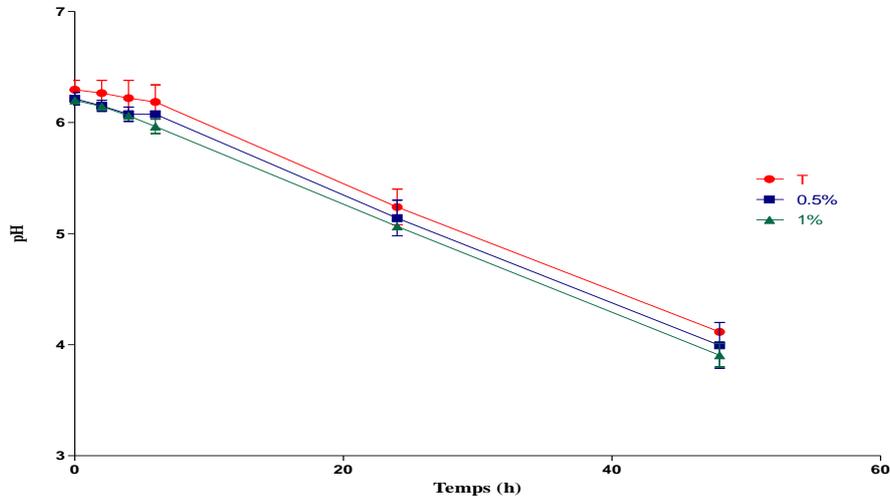


Figure 2. Evolution des cinétiques d'acidification de *Lactobacillus rhamnosus* sur le lait écrémé (0% MG) en absence et en présence de la gomme arabique.

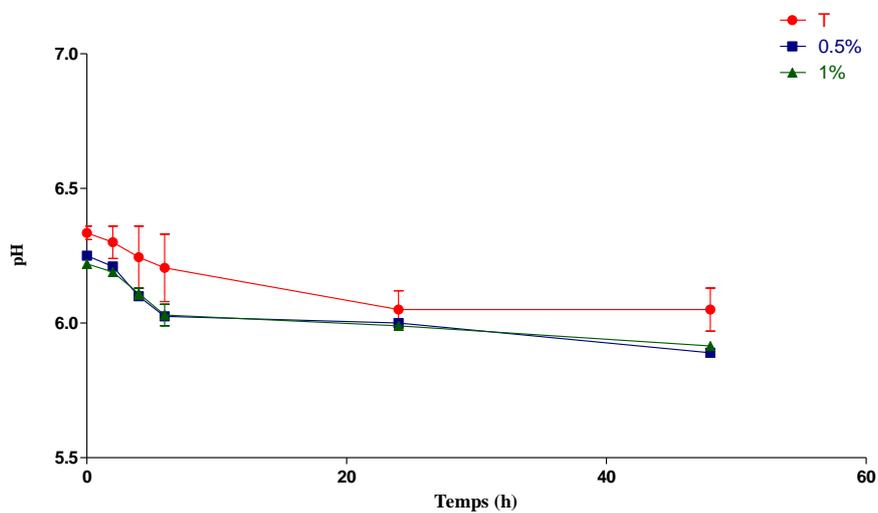


Figure 3. Evolution des cinétiques d'acidification *Leuconostoc mesenteroides* strain 1-15 (MR4) sur le lait écrémé (0% MG) en absence et en présence de la gomme arabique.

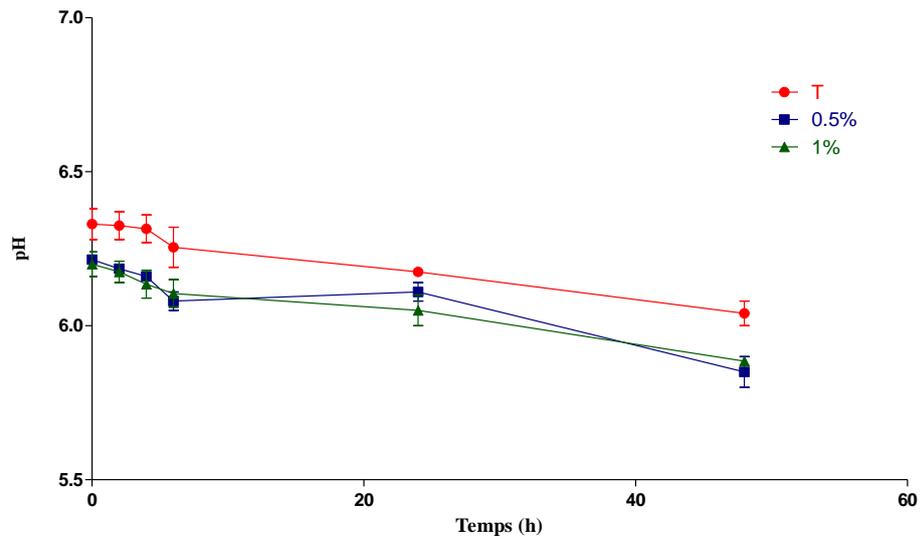


Figure 4. Evolution des cinétiques d’acidification de *Leuconostoc mesenteroides strain lmn4* (MS11) sur le lait écrémé (0% MG) en absence et en présence de la gomme arabique.

Le tableau ci-dessous montre l’effet de l’ajout de différentes concentrations de la GA (0,5% et 1%) sur les pH des laits inoculés par les trois souches probiotiques.

Tableau 3. Effet de l’augmentation des concentrations de la GA sur les valeurs de pH des trois souches probiotiques

	<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	<i>Leuconostoc mesenteroides strain lmn4</i> (MS11)	<i>Leuconostoc mesenteroides strain 1-15</i> (MR4)
Lait 0% GA (T)	5,71 ^a ±0.83	6,22 ^a ±0.16	6,19 ^a ±0,13
Lait+0.5% GA	5,60 ^a ±0.83	6,1 ^{ab} ±0.12	6,07 ^a ±0,12
Lait+1% GA	5,55 ^a ±0.85	6,03 ^a ±0.22	6,07 ^a ±0,11

Les comptages des bactéries viables sont présentés comme la moyennes ± sd de 3 répétitions.

Les valeurs avec différentes lettres dans la même colonne sont significativement différentes (P<0,05) (Anova).

Résultats et discussion

D'après les figures 2, 3 et 4, dès l'inoculation des laits par 2% de chaque culture probiotique (à 0 h), le pH de tous les échantillons (y compris le témoin) est voisin de 6,30.

Il a été signalé que le pH après 6 h d'incubation est important car il permet la distinction entre les différentes souches et fournit quelques indications sur la cinétique d'acidification (Demirci et Hemme, 1995, Bouguerra, 2021). Chez toutes les souches testées, la diminution du pH après 6h d'incubation à 30°C n'était pas considérable (pH proche de 6).

D'après la figure 2 et après 24 h d'incubation, la réduction du pH était importante chez *Lb. rhamnosus* (1,05 (lait écrémé (0% GA), 1,07 (lait+0,5% GA), 1,14 (lait+1% GA).

Le point d'acidification (pH 4,6) (Sodini et al., 2002) a été atteint avant 48h d'incubation. Tous les échantillons du lait ont été coagulés par *Lb. rhamnosus* qui est considérée comme acidifiante et peut être utilisée comme starter dans les fermentations lactiques du lait. Cette souche est une bactérie homofermentaire qui produit essentiellement de l'acide L(+) lactique à partir de différentes sources carbonées. Elle est thermophile et résiste à de grandes concentrations en acide lactique d'où son très grand intérêt pour l'industrie (Djidel, 2007).

Selon le tableau 3, l'ajout de différentes concentrations de la GA n'a pas un effet significatif sur la diminution de pH par *Lb. rhamnosus*. Ces résultats ne concordent pas avec ceux mentionnés par Shatha et al., (2014) qui ont rapportés que les valeurs de pH des traitements sont diminuées en raison de l'augmentation de la concentration de gomme arabique pour les deux types de bactéries du genre *Lactobacillus* (*Lactobacillus plantarum* (LBP) et *Lactobacillus acidophilus* (LBA)). Ainsi les valeurs du pH des traitements de bactéries LBA 0.5, 0.1 % AG sont (4.1 ,4.0) respectivement, par rapport au contrôle qui est de (4,3) tandis que les valeurs de pH des bactéries LBP sont (4,0, 3,8) respectivement, pour les traitements (0,5, 1,0)% AG par rapport au contrôle (4.2).

D'après les figures 3 et 4, après 48h d'incubation à 30°C, les pH de tous les échantillons du lait est supérieur à 5,5. On constate que les souches MS11 et MR4 ne sont pas acidifiantes. Ces résultats confirment ceux obtenus par Bouguerra (2021). Ce résultat peut être expliqué par le développement lent des souches de *Ln. mesenteroides* dans le lait. De plus, les souches du genre *Leuconostoc* ont un métabolisme hétérofermentaire qui produit de l'acide lactique, du CO₂ ainsi que de l'éthanol ou de l'acétate. Pour cela, les isolats de *Leuconostoc* devraient être combinés avec des *Lactococcus* spp. Producteurs d'acides dans les cultures

Résultats et discussion

mixtes pour la production des fromages vu les arômes et la texture qu'ils développent (Demirci et Hemme, 1995 ; Morandi et *al.*, 2013 ; Bouguerra 2021).

Néanmoins l'augmentation de la concentration de la GA à 1% avait un effet très significatif ($p < 0,01$) sur l'acidification du lait par la souche MS11 (Tab.3).

A partir des résultats obtenus, il s'avère que l'effet prébiotique de la GA sur les bactéries lactiques est souche dépendant.

Conclusion

Conclusion

La GA est considéré comme la gomme la plus importante, utilisée dans des applications alimentaires et médicinales, car c'est un végétal naturel contenant des fibres solubles ou prébiotique qui augmente l'endurance des bactéries probiotiques dans les conditions physiologiques de l'intestin.

Cette étude a démontré un effet prébiotique *in vitro* de la GA surtout chez *Lactobacillus rhamnosus* en comparant avec celui obtenu chez les souches de *Ln. mesenteroides*.

Par ailleurs, en augmentant les concentrations de GA 0,5% et 1%, elle n'a aucun effet significatif sur la croissance de la plupart des souches probiotiques testées.

La croissance des souches probiotiques dans le lait et les laits additionnés 0,5% et 1% de GA a été également suivie par diminution des pH. Les résultats montrent que l'augmentation de la concentration de la GA diminue les pH des laits inoculés par toutes les souches mais pas significativement sauf chez la souche MS11. La GA est donc un bon prébiotique pour *Lb. rhamnosus* mais elle n'améliore pas considérablement sa fermentation lactique.

References bibliographiques

- Abdelkareem Ahmed, (2018). Health benefits of Gum Arabica medical use. Science direct edition Elsevier Inc. ISBN: 978-0-12-812002-6. P 183-203. <https://doi.org/10.1016/C2016-0-02579-2>
- Ahallil H, Abdullah A, Maskat M.Y, Sarbini S.R, (2019). Fermentation of gum arabic by gut microbiota using in vitro colon model. In: AIP Conference Proceedings, 2111, pp. 1–5.
- Alarifi M, (2016) In Vitro Studies on Gum Acacia and its Potential as a Prebiotic in an Elderly Population, Thèse de Doctorat, Department of Food and Nutritional Sciences School of Chemistry, Food and Pharmacy.
- Al-Baadani H.H, Al-Mufarrej S.I, Al-Garadi M.A, Alhidary I.A, Al-Sagan A.A et Azzam M.M. (2021).The use of gum Arabic as a natural prebiotic in animals. Animal Feed Science and Technology 274 (2021) 114894.p 1-12.
- Assaf, S.A, G.O. Phillips, and P.A. Williams, (2005). Studies on acacia exudate gums. Part I: the molecular weight of Acacia Senegal gum exudate. Food Hydrocolloids, 2005. 19(4): p. 647-660.
- Benguiar.R, Benaraba.R, Riazi.A, (2015). Effet de l'extrait de caroube sur la croissance de deux candidats probiotiques : Lactobacillus fermentum et Lactobacillus rhamnosus. Revue « Nature & Technologie ». B- Sciences Agronomiques et Biologiques, n° 13/ Juin 2015, Pages 22 à 27.
- Bouguerra, (2021). Evaluation du potentiel probiotique des souches lactiques isolées à partir du lait de chamelle. Thèse de Doctorat. Université Ferhat Abbas, Sétif 1, faculté des sciences de la nature e de la vie.
- Calame W, Weseler A R, Viebke C, Flynn C and Siemensma A D, (2008). Gum arabic establishes prebiotic functionality in healthy human volunteers in a dose-dependent manner. siemensma British Journal of Nutrition. 100, 1269- 1275. Published by Cambridge University Press, 09 May 2008, doi: 10.1017/S0007114508981447.
- Collins M David ,Gibson Glenn R , (1999). Probiotics, prebiotics, and Synbiotics: approaches for modulating the microbial ecology of the gut. *The American Journal of Clinical Nutrition*, Volume69, Issue 5, Pages 1052s–1057s, <https://doi.org/10.1093/ajcn/69.5.1052s>.
- De Man J.C, Rogosa M, et Sharpe M.E, (1960). A medium for the cultivation of lactobacilli. *J.appl.Bacteriol*; 23:130-135
- Demirci Y, Hemme D, (1995). Acidification test based on the use of biomass for screening of Leuconostoc. Application to Ln. mesenteroides strains isolated from French raw milk cheeses. *Journal of Dairy Research*, 62(3), 521-527.

Références bibliographiques

- Desreumaux. P, Pavan. S, Mercenier. A, (2000). Probiotiques, prébiotiques et symbiotiques. La Lettre de l'hépatogastroentérologue – n°6 - vol. III.
- Djidel A, (2007). Production d'acide lactique par *Lactobacillus casei* subsp. *Rhamnosus* sur jus de date : cinétique et optimisation en cultures discontinues, semi-continues et continues. Thèse de Doctorat de Génie Chimique. Institut national polytechnique de Lorraine, 217p.
- FAO/WHO (Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization), 2001. Evaluation of health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria. Report of a joint FAO/WHO expert consultation on Cordoba (Argentina).
- Fguiri, I., Ziadi, M., Rekaya, K., Arroum, S., Khorchani, T, (2017). Isolation and characterization of lactic acid bacteria strains from raw camel milk for potential use in the production of yogurt. *Food Science & Nutrition*, 3(3), 1–8.
- Gibson. Glenn R and Roberfroid. Marcel B, 1995. Dietary Modulation of the Human Colonic Microbiota: Introducing the Concept of Prebiotics. *American Institute of Nutrition*, 125(6):1401-12. Doi: 10.1093/jn/125.6.1401.
- Gibson. Glenn R, Probert. Hollie M, Jan Van Loo, Rastall. Robert A and Roberfroid. Marcel B, 2004. Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics. *Nutrition Research Reviews*, 17, 259–275. DOI: 10.1079/NRR200479.
- Kneifel W, Rajal A, Kulbe K. D, (2000). *In vitro* growth behaviour of probiotic bacteria in culture media with carbohydrates of prebiotic importance. *Microbial Ecology in Health and Disease*, 12(1), 27–34.
- Montenegro M, Boiero M, Valle L et Borsarelli C, (2012). Gum Arabic: More Than an Edible Emulsifier. p1-25 DOI:10.5772/33783. Source: In Tech t: <https://www.researchgate.net/publication/221927627><https://www.researchgate.net/publication/221927627>.
- Morandi S, Cremonesi P, Silveti T, Brasca M, (2013). Technological characterisation, antibiotic susceptibility and antimicrobial activity of wild-type *Leuconostoc* strains isolated from North Italian traditional cheeses. *Journal of Dairy Research*, 80(4), 457-466.
- Niamah Alaa Kareem, Al-Sahlany Shayma Thyab Gddoa and Al-Manhel Alaa Jabbar, (2016). Gum Arabic uses as prebiotic in yogurt production and study effects on physical, chemical properties and survivability of probiotic bacteria during cold storage. *World applied sciences journal* 34 (9): 1190-1196.
- Obaid Sarah Saleh, (2020). The Medical Uses of Gum Acacia-Gum Arabic (GA) In Human. *Academic Journal of Research and Scientific Publishing* | Vol 1 | Issue 10, ISSN: 2706-6495.

Références bibliographiques

- Orwa C., Mutua A., Kindt R., Jamnadass R., Anthony S, (2009). Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.
- Rawi M. H, Abdullah A, Ismail A, and Sarbini S.R, (2021). Manipulation of gut microbiota using acacia gum polysaccharide 2 *ACS Omega* 2021, 6, 17782- 17797.
- Rongead, (2014). La filière gomme arabique au Tchad, Rapport de mission SOS Sahel, Tchad.
- Shatha A, Al Shaikh Thaher M, Rukaibaa A.C, (2014). The effect of adding Arabic gum in different ratios on some probiotics fermented milk and studying the inhibitory ability against some pathogenic bacteria *Journal of Kerbala University*, Vol. 12 No.4 .12. Scientific (261-269).
- Sodini I, Lucas A, Oliveria M.N, Remeuf F, Corrieu G, (2002). Effect of milk base and starter culture on acidification, texture and probiotics cell counts in fermented milk processing. *Journal of dairy Science*, 85 (10), 2479-2488.

Annexe

Annexe I : Composition des milieux liquides et gélosés utilisés

Bouillon MRS (Man Rogosa et Sharpe)

Composition	Quantité	.....g/l
Peptone	.....	10g
Extrait de viande	.....	10g
Extrait de levure	.....	5g
Glucose	.....	20g
Tween 80	.....	1ml
Phosphate dipotassique	.....	2g
Acétate de sodium	.....	5g
Citrate triammonique	.....	2g
Sulfate de magnésium	.....	200mg
Sulfate de manganèse	.....	50mg
Eau distillée qsp	.....	1L

Ph final 6,5±0,02

Autoclavé à 120°C pendant 20 minutes

Gélose MRS

Composition	Quantité	.....g/l
Peptone	.....	10g
Extrait de viande	.....	10g
Extrait de levure	.....	5g
Glucose	.....	20g
Tween 80	.....	1ml
Phosphate dipotassique	.....	2g
Acétate de sodium	.....	5g
Citrate triammonique	.....	2g
Sulfate de magnésium	.....	200mg
Sulfate de manganèse	.....	50mg
Agar	.....	15g
Eau distillée qsp	.....	1L

Autoclavé à 120°C pendant 20 minutes.

Annexe II

La coloration de Gram

*** Réalisation du frottis**

Une goutte d'eau distillée stérile est déposée sur une lame, à l'aide d'une pipette pasteur stérilisée, on prélève une colonie isolée et on l'ajoute à la goutte d'eau, puis on étale et on fixe au bec bunsen.

*** Réalisation de la coloration**

Après réalisation du frottis, la coloration de Gram est réalisée :

- Recouvrir le frottis de quelques gouttes de violet de gentiane (VG) ; laisser en contact pendant 1 mn ; puis jeter l'excès de VG.
- Recouvrir de Lugol, laissé en contact pendant 1 mn, jeter l'excès de Lugol.
- Décolorer à l'éthanol à 70 %, goutte à goutte, en inclinant la lame jusqu'à décoloration.
- Rincer à l'eau rapidement (avec un jet de pissette) ;
- Recolorer avec la fuschine, laissé en contact pendant 1 mn ;
- Rincer à l'eau ;
- Sécher la lame rapidement au bec bunsen ;
- Observer avec une goutte d'huile à immersion objectif 100 (grossissement $\times 1000$).

*** Observation**

Les Gram + apparaissent en violet.

Les Gram – apparaissent en rose.

Annexe

Annexe III

Résultats du test de Student

Lactobacillus rhamnosus

Test des échantillons appariés

		Différences appariées								
		Moyenne erreur			Intervalle de confiance de la différence à 95 %		t	ddl	Sig. (bilatéral)	
		Moyenne	Ecart type	standard	Inférieur	Supérieur				
Paire 1	GA 0.5% - GA 1%	-.03437-	.02994	.01728	-.10873-	.04000	-1.988-	2	.185	

Leuconostoc mesenteroides (souche MR4)

Test des échantillons appariés

		Différences appariées								
		Moyenne erreur			Intervalle de confiance de la différence à 95 %		t	ddl	Sig. (bilatéral)	
		Moyenne	Ecart type	standard	Inférieur	Supérieur				
Paire 1	GA 0.5% - GA 1%	-.04653-	.01287	.00743	-.07851-	-.01456-	-6.261-	2	.025	

Leuconostoc mesenteroides (souche MS11)

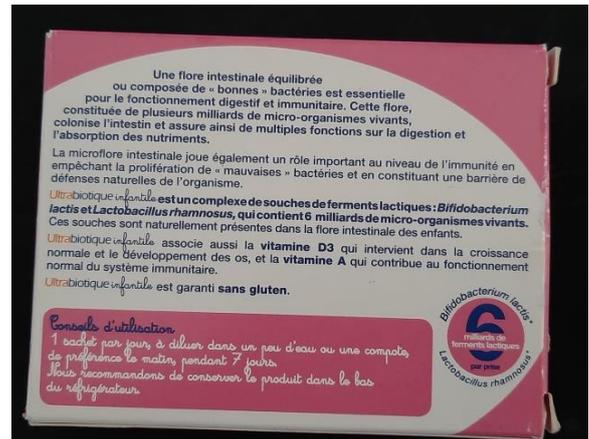
Test des échantillons appariés

		Différences appariées								
		Moyenne erreur			Intervalle de confiance de la différence à 95 %		t	ddl	Sig. (bilatéral)	
		Moyenne	Ecart type	standard	Inférieur	Supérieur				
Paire 1	GA 0.5% - GA 1%	-.03940-	.01576	.00910	-.07854-	-.00026-	-4.331-	2	.049	

Annexe IV

Origine de la souche *Lactobacillus rhamnosus*

Ultrabiotique infantile par le laboratoire Nutrisanté (France).



Résumé

Les probiotiques, prébiotiques et symbiotiques sont des médiateurs potentiels du maintien d'une flore intestinale saine. Ils ont fait l'objet de nombreuses recherches au cours des dernières années. La présente étude a pour but d'évaluer l'effet prébiotique de la gomme arabique (GA) sur quelques souches probiotiques. A cet effet, la croissance de trois souches probiotiques (*Lactobacillus rhamnosus*, *Leuconostoc mesenteroides* strain lmn4 (MS11) et *Leuconostoc mesenteroides* strain 1-15 (MR4)) dans le milieu basal de fermentation (bouillon MRS sans glucose) à différentes concentrations (0,5% et 1%) de GA et de glucose (témoin), a été évaluée par mesure de la densité optique. Les résultats obtenus montrent que *Lb. rhamnosus* fermente la GA mieux que les souches de *Ln. mesenteroides* dans les deux concentrations de GA 0,5% et 1%. De plus, l'augmentation de la concentration de la GA n'a pas un effet significatif sur la croissance de la plupart des souches testées. L'effet de l'ajout de différentes concentrations de la GA (0,5% et 1%) sur les pH des laits inoculés par chaque souche probiotique a été également évalué. Les résultats montrent que l'augmentation de la concentration de la GA était significative que chez MS11. On peut conclure que la GA est un bon probiotique pour *Lb. rhamnosus* mais elle n'améliore pas considérablement sa fermentation lactique.

Les mots clés : *Acacia*, acidification, croissance, gomme arabique, prébiotiques, probiotiques.

Abstract

Probiotics, prebiotics and Symbiotics are potential mediators of the maintenance of a healthy intestinal flora and have been the subject of much research in recent years. The present study evaluate the prebiotic effect of gum arabic on some probiotic strains. Thus, the growth of three probiotic strains (*Lactobacillus rhamnosus*, *Leuconostoc mesenteroides* strain lmn4 (MS11) and *Leuconostoc mesenteroides* strain 1-15 (MR4)) in the basal fermentation medium (MRS broth without glucose) at different concentrations (0.5% and 1%) of GA and glucose (control) was evaluated by optical density measurement. The results obtained show that *Lb. rhamnosus* ferments gum arabic better than *Ln. mesenteroides* strains in both concentrations of 0.5% and 1% GA. Moreover, increasing the concentration of GA does not have a significant effect on the growth of most of the tested strains. The effect of adding different concentrations of GA (0.5% and 1%) on the pH of the milks inoculated with each probiotic strains was also evaluated. The results show that the increase in the concentration of GA was significant only in MS11. It can be concluded that GA is a good probiotic for *Lb. rhamnosus* but it does not improve considerably its lactic fermentation.

Keywords: *Acacia*, acidification, growth, gum arabic, prebiotics, probiotics.

الملخص

تعتبر البروبيوتيك والبريبوتيك والسيمبيوتيك وسطاء محتملة في الحفاظ على الفلورا المعوية الصحية وقد خضعت للكثير من الأبحاث في السنوات الأخيرة. تقم هذه الدراسة تأثير البريبوتيك للصبغ العربي على عدد قليل من سلالات البروبيوتيك. تمت دراسة نمو ثلاث سلالات بروبيوتيك (*Lactobacillus rhamnosus*، سلالة *Leuconostoc mesenteroides* lmn4 (MS11) وسلالة *Leuconostoc mesenteroides* 1-15 (MR4)) في وسط التخمر القاعدي (مرق MRS بدون جلوكوز) في تركيزات مختلفة (0.5% و 1%) من الصبغ العربي مقارنة مع تركيز مماثلة من الجلوكوز عن طريق قياس الكثافة البصرية. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن *Lb. rhamnosus* يخمر الصبغ العربي أفضل من سلالات *Ln mesenteroides* في كل من التركيزين 0.5% و 1% للصبغ العربي. علاوة على ذلك، فإن زيادة تركيز GA لم يكن له تأثير كبير على نمو معظم السلالات المختبرة. كما تم تقييم تأثير إضافة تركيزات مختلفة من الصبغ العربي (0.5% و 1%) على pH الحليب المملح بسلالات البروبيوتيك. أظهرت النتائج أن الزيادة في تركيز الصبغ العربي كانت معتبرة فقط في السلالة MS11. يمكن استنتاج أن GA هو بروبيوتيك جيد لـ *Lb. rhamnosus* لكنه لا يحسن بشكل كبير من التخمر اللبني.

الكلمات المفتاحية: *Acacia*، تخمض، نمو، صبغ عربي، بريبوتيك، بروبيوتيك.