

	NOM ET PRENOM	GRADE	ETABLISSEMENT
Président	Pr EL OUEZZANI TAYBI Seloua	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès
Directrice de thèse	Pr BELKHOU Rajae	PES	Ecole Supérieure de Technologie - Fès
Rapporteurs	Pr HAJJAJ Hassan	PES	Faculté des Sciences - Meknès
	Pr BOUSLAMTI Rabiaa	PH	Ecole Supérieure de Technologie - Fès
	Pr SPINNLER Henry-Eric	PES	AgroParisTech, Paris - France
Examineur	Pr HAYALOGLU Ali Adnan	PES	Faculté d'Ingénierie Université Inonu Malatya - Turquie
Invité	Pr TAWFIKI HAJJI Khalid	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès

Résumé :

Au Maroc, il existe divers produits laitiers fermentés traditionnels : Lben, Smen et Jben. Leur fabrication par les bactéries lactiques comprend une multitude de réactions enzymatiques et chimiques complexes ayant des conséquences technologiques sur le produit. Ces ferments lactiques contribuent également aux caractéristiques organoleptiques par la biosynthèse de divers métabolites dont certains sont responsables de l'arôme typique du produit : l'arôme clé. La caractérisation des arômes clés pose un défi analytique majeur vue la composition complexe de la matrice lait (matière grasse, protéines....) et la nature des composés volatils odorants. Les arômes sont souvent présents à l'état de traces et certains peuvent se dégrader ou former des artefacts en présence de chaleur et/ou de l'oxygène via des réactions chimiques et thermiques. Ainsi, notre premier objectif était la mise au point d'une méthode d'extraction représentative et reproductible des arômes. Différents protocoles ont été testés et les extraits obtenus ont été évalués par une analyse sensorielle. Le profil aromatique des produits laitiers analysés a été déterminé en utilisant la GC-MS et les arômes clés ont été identifiés par des méthodes olfactives (AEDA-OAV) et analysés par GC-O. Afin d'optimiser la qualité organoleptique et technologique du lait fermenté (Lben), 3 souches de *Lactococcus lactis* et une souche de *Leuconostoc mesenteroides*, issues du terroir marocain ont été testées en culture pure et en culture mixte afin d'évaluer leurs activités acidifiante, texturante, protéolytique et aromatiques. Par la suite, un plan d'expériences a été établi en utilisant le logiciel Design expert v.9. et en tenant compte de trois paramètres expérimentaux ; le taux d'ensemencement, les conditions de fermentation et la composition du substrat. Le choix de la formulation finale a été effectué selon différents critères, principalement les caractéristiques sensorielles, la durée de fermentation et les activités biologiques. Ceci a permis l'obtention d'un ferment mésophile aromatique autochtone servant à l'ensemencement de lait. Le produit laitier fermenté obtenu (Lben), possède des caractéristiques physico-chimiques et sensorielles meilleures que celles du Lben traditionnel existant.

Mots clés : Produits laitiers traditionnels, arôme clé, extraction, identification, GC-MS-Olfactométrie, AEDA, bactéries lactiques, analyse sensorielle, optimisation.

Characterization of aroma-active compounds in Moroccan fermented dairy products: Effect of starter composition and culture conditions on their biosynthesis

Abstract :

In Morocco, there are various traditional fermented dairy products: Lben, Smen and Jben. Their production by lactic acid bacteria includes a multitude of complex enzymatic and chemical reactions having a technological consequences. These lactic starter also contribute to organoleptic characteristics through the biosynthesis of various metabolites, some of which are responsible for the typical odor of the product: Key aroma. The characterization of the key aroma or aroma active compounds poses a major analytical challenge due to the complex composition of the milk matrix (fat, proteins, etc.) and the nature of the volatile odor compounds. Aroma are often present in low amounts and some may degrade or form the artifacts in the presence of heat and / or oxygen via chemical and thermal reactions. Thus, our first objective was to develop a representative and reproducible extraction method for aroma. Different protocols were tested and the extracts obtained were evaluated by sensory analysis. The aroma profile of the analyzed dairy products was determined using GC-MS and the aroma active compounds were identified by olfactometry methods (AEDA-OAV) and analyzed by GC-O. In order to optimize the organoleptic and technological quality of fermented milk (Lben), 3 strains of *Lactococcus lactis* and one strain of *Leuconostoc mesenteroides*, from the Moroccan territory were tested in pure and in mixed culture in order to evaluate their acidifying, texturizing, proteolytic and aromatic activities. Subsequently, an experiment design was established using Design expert software v.9. and taking into account three experimental parameters; inoculum rate, fermentation conditions and substrate composition. The choice of the final formulation was made according to various criteria, mainly sensory characteristics, fermentation time and bio-functional activities. Likewise, an autochthone mesophilic and aromatic starter was obtained used for inoculating milk. The fermented milk product obtained (Lben) has physicochemical and sensory characteristics better than those of the existing traditional Lben.

Keywords: Traditional dairy products, aroma active, extraction, identification, GC-MS-Olfactometry, AEDA, lactic acid bacteria, sensory analysis, optimization.