



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Ecole Nationale Supérieure Agronomique

المدرسة الوطنية العليا للزراعة

Département: Technologie Alimentaire

القسم : التكنولوجيا الغذائية

Spécialité: Elaboration Et Qualité Des Aliments

التخصص : إعداد و نوعية الأطعمة

Mémoire de fin d'étude

Pour L'obtention Du Diplôme De Master

THEME

Elaboration d'une boisson nootropique

Présenté Par : ABDERRAHMANE Kenza

Soutenu Publiquement le 26/10/2025

ABDOUS Fella

Devant le jury composé de :

Président : M BENCHABANE Ahmed

Professeur, ENSA

Promotrice : Mme ATTAL Fella Sara

MCB, ISTA-Blida 1

Co-promoteur : M AMIALI Malek

Professeur, ENSA

Examinatrice : Mme AOUIR Amel

MCB, ENSA

Examinatrice : Mme EL AICHAR Fairouz

MAB, ENSA

Année 2020-2025

Table des matières

Remerciements

Dédicaces

Abstract

ملخص

Résumé

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations et acronymes

Liste des annexes

Introduction 1

Chapitre I : Généralités sur les boissons

I. Généralités..... 4

I. Définition 5

II. Types de boissons..... 5

III.1. Les boissons alcoolisées 6

III.2. Les boissons non alcoolisées 7

III.2.1. Les eaux..... 7

III.2.1.1. Les eaux minérales naturelles et eaux de sources 7

III.2.1.2. Les eaux de table et eaux sodas..... 7

III.2.2. Les jus de fruits et de légumes 7

III.2.2.1. Les jus de fruits 8

III.2.2.2. Les jus de légumes 8

III.2.2.3. Les concentrés de jus de fruits et concentrés de jus de légumes..... 8

III.2.3. Les nectars de fruits et légumes 9

III.2.3.1. Les nectars de fruits.....	9
III.2.3.2. Les nectars de légumes.....	9
III.2.3.3. Les concentrés pour nectars de fruits et de légumes	9
III.2.4. Les boissons aromatisées à base d'eau.....	9
III.2.4.1. Les boissons aromatisées à base d'eaux gazéifiées.....	10
III.2.4.2. Les boissons aromatisées à base d'eau non gazéifiées.....	10
III.2.4.3. Les concentrés (solides ou liquides) destinés à la préparation de boissons aromatisées	11
III.2.5. Les boissons chaudes	11
III. La technologie de fabrication des boissons.....	11
IV.1. L'élaboration des boissons gazeuses.....	11
IV.2. L'élaboration des jus.....	12
IV. La valeur nutritionnelle des boissons	12
V. Les boissons fonctionnelles.....	14
VI.1. Les types des boissons fonctionnelles.....	15
VI.1.1. Les boissons fonctionnelles lactières.....	16
VI.1.2. Les boissons fonctionnelles non lactières.....	16
VI. Les boissons nootropiques	17
VII. Les tendances futures des boissons fonctionnelles	21
Chapitre II : Plantes adaptogènes	
I. Ashwagandha (<i>Withania somnifera.</i>).....	24
I.1. Description botanique	24
I.2. Classification botanique	25
I.3. Utilisations	26
I.4. Bienfaits sur la santé	26
I.5. Effets secondaires et contre-indications.....	27

I.6. Composition chimique	27
II. Brahmi (<i>Baccopa monnieri</i>)	30
II.1. Description botanique	30
II.3. Utilisations	32
II.4. Bienfaits sur la santé	32
II.5. Effets secondaires et contre-indications	33
II.6. Composition chimique	33
III. Le Ginkgo (<i>Ginkgo biloba</i> L.)	35
III.1. La description botanique du <i>Ginkgo biloba</i> L.	35
III.3. La distribution géographique du <i>Ginkgo biloba</i> L.	37
III.4. La classification botanique du <i>Ginkgo biloba</i> L.	37
III.5. Les utilisations du Ginkgo	37
III.6. Les bienfaits du Ginkgo sur la santé	39
III.7. Toxicité et effets secondaires du Ginkgo	40
III.8. La composition chimique du <i>Ginkgo biloba</i>	41

Chapitre III : Matériel et méthodes

I. Matériel végétal	46
II. Méthodes	47
II.1. Analyses des matières premières	48
II.1.1. Analyses physico-chimiques	48
II.1.1.1. Détermination de la matière sèche	48
II.1.1.2. Détermination du taux de cendres	48
II.1.1.3. Détermination de la teneur en fibres totales	49
II.1.1.4. Détermination de la teneur en sucres totaux	49
II.1.1.5. Détermination de la teneur en protéines	50

II.1.1.6. Détermination de la teneur en matière grasse.....	51
II.1.1.7. Détermination du pH	52
II.1.1.8. Détermination de la valeur énergétique.....	52
II.1.2. Analyses phytochimiques	52
II.1.2.1. Préparation des extraits de plantes.....	52
II.1.2.2. Tests qualitatifs des composés phytochimiques	53
II.1.2.2.1. Alcaloïdes	53
II.1.2.2.2. Flavonoïdes.....	54
II.1.2.2.3. Mucilages.....	54
II.1.2.2.4. Tannins	54
II.1.2.2.6. Sucres réducteurs	54
II.1.2.2.7. Saponines	54
II.1.2.2.8. Stéroïdes et terpènes	55
II.1.2.3. Tests quantitatifs des composés phytochimiques	55
II.1.2.3.1. Dosage des flavonoïdes	55
II.1.2.3.2. Dosage des polyphénols	55
II.1.2.3.3. Activité antioxydante.....	56
II.1.2.3.3.1. Mesure du pouvoir de piégeage du radical DPPH• (1,1-diphényl-2-picrylhydrazyle)	56
II.1.2.3.3.2. Mesure du pouvoir de piégeage du radical ABTS• ⁺ ou 2,2-Azino-bis-(3-éthylbenzothiazine-6-sulfonique acid)	57
II.1.3. Analyses microbiologiques.....	57
II.1.3.1. Préparation de la solution mère	58
II.1.2.2. Préparation de dilutions décimales	58
II.1.3.3. Dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux	59
II.1.3.4. Le dénombrement des coliformes totaux et les coliformes fécaux.....	60

II.1.3.5. Le dénombrement de levures et moisissures	61
II.1.3.6. La recherche des bactéries anaérobies sulfito-réductrices.....	62
II.1.3.7. La recherche de Salmonella spp.	63
II.2. Formulation de la boisson.....	64
II.2.1. Elaboration des boissons	64
II.2.2. Optimisation de la qualité de la boisson	67
II.2.2.1. Choix de la formule optimale	67
II.2.2.1.1. Analyse sensorielle	68
II.2.2.1.2. Mesure de l'activité antioxydante.....	68
II.2.3. Analyses portant sur les boissons sélectionnées	68
II.2.3.1. Analyse sensorielle	69
II.2.3.2. Analyses physicochimiques.....	69
II.2.3.2.1. Détermination de l'acidité titrable	69
II.2.3.2.2. Détermination du degré Brix (NF V05-109)	70
II.2.3.3. Analyses phytochimiques	70
II.2.3.4. Analyses microbiologiques.....	70
II.2.3.4.1. Préparation de la solution mère et des solutions décimales.....	71
II.2.3.4.2. Le dénombrement des levures et moisissures.....	71
II.2.3.5. Test de stabilité	71
II.2.3.6. Test nootropique	72
II.2.3.7. Etude de la valeur marchande.....	73
II.2.3.8. Etude de marché	73

Chapitre IV : Résultats et discussion

I. Les résultats de la caractérisation des matières premières	74
I.1. Les résultats des analyses physico-chimiques des matières premières.....	74

I.1.1. Évaluation de la teneur en matière sèche	75
I.1.2. Évaluation de la teneur en glucides.....	75
I.1.3. Évaluation de la teneur en protéines	75
I.1.4. Évaluation de la teneur en lipides	76
I.1.5. Évaluation de la teneur en cendres.....	76
I.1.6. Évaluation de la teneur en fibres alimentaires	76
I.1.7. Évaluation du pH	77
I.1.8. Calcul de la valeur énergétique.....	77
I.2. Les résultats des analyses phytochimiques des matières premières	78
I.2.1. Le screening phytochimique	78
I.2.2. Évaluation de la teneur en composés phénoliques et en flavonoïdes	81
I.2.2.1. Résultats de dosage des polyphénols	81
I.2.2.2. Résultats de dosage des flavonoïdes	82
I.2.3. Résultats de l'évaluation de l'activité antioxydante	84
I.3. Les résultats de la caractérisation microbiologique des matières premières	87
I.3.1. La flore mésophile aérobie totale (FMAT).....	89
I.3.2. Les levures et moisissures.....	89
I.3.3. Les bactéries anaérobies sulfito-réductrices	90
I.3.4. <i>Salmonella</i> spp.	91
I.3.5. Les coliformes totaux et coliformes fécaux	91
II. Résultats des analyses des boissons formulées	92
II.1. Résultats des analyses des onze boissons	92
II.1.1. L'activité antioxydante (test DPPH et ABTS) des boissons formulées et l'effet du traitement thermique	92
II.1.2. Résultats de l'évaluation sensoriel des boissons formulées	95
II.1.3. Optimisation de la formulation par un plan de mélange.....	97

II.1.3.1. Résultats des paramètres de réponse.....	97
II.1.3.2. Résultats de la modélisation de la réponse « activité antioxydante DPPH » .	98
II.1.3.2.1. Analyse de la variance (ANOVA) de la réponse étudiée	98
II.1.3.2.2. Analyse des effets principaux des plantes sur la réponse étudiée	100
II.1.3.2.3. Représentations des surfaces de réponse dans l'espace de mélange	101
II.1.3.3. Résultats de la modélisation de la réponse « activité antioxydante ABTS »	103
II.1.3.3.1. Analyse de la variance (ANOVA) de la réponse étudiée	103
II.1.3.3.2. Analyse des effets principaux des plantes sur la réponse étudiée	104
II.1.3.3.3. Représentations des surfaces de réponse dans l'espace de mélange	105
II.1.3.4. Résultats de la modélisation de la réponse « acceptabilité globale »	107
II.1.3.4.1. Analyse en Composantes Principales et classification des formulations	107
II.1.3.4.1.1. Détermination du nombre de composantes principales	107
II.1.3.4.1.2. Cercle des corrélations des variables	108
II.1.3.4.1.3. Projection des formulations de boissons	109
II.1.3.4.1.4. Classification hiérarchique ascendante (CHA) des formulations de boissons	110
II.1.3.4.2. Analyse de la variance (ANOVA) de la réponse étudiée	111
II.1.3.4.3. Analyse des effets principaux des plantes sur la réponse étudiée	112
II.1.3.4.4. Représentations des surfaces de réponse dans l'espace de mélange	114
II.1.3.5. Etude de la désirabilité	115
II.1.3.5.1. Profil de désirabilité de la réponse « activité antioxydante DPPH ».....	116
II.1.3.5.2. Profil de désirabilité de la réponse « activité antioxydante ABTS ».....	117
II.1.3.5.3. Profil de désirabilité de l'ensemble des paramètres	118
II.2. Résultats de la caractérisation du produit fini	120
II.2.1. Résultats de l'évaluation sensorielle des boissons sélectionnées	121

II.2.2. Effet de l'incorporation des matières premières sur la qualité physicochimique du jus de fruits (boisson témoin).....	122
II.2.3. Effet de l'incorporation des matières premières sur la qualité phytochimique du jus de fruits (boisson témoin).....	124
II.2.3.1. Teneur en polyphénols totaux et flavonoïdes	124
II.2.3.2. Activité antioxydante (test ABTS)	126
II.2.4. Les résultats des analyses microbiologiques des boissons formulées	128
II.2.5. Résultats de test de stabilité.....	129
II.2.6. Résultats du test nootropique.....	131
II.2.6.1. Détermination du nombre de composantes principales	132
II.2.6.2. Cercle de corrélation des variables	133
II.2.6.3. Projection des trois formulations	134
II.2.7. La valeur marchande.....	136
II.2.8. Résultats de l'étude de marché	138
II.2.8.1. Profil sociodémographique des répondants	138
II.2.8.2. Notoriété des ingrédients	138
II.2.8.3. Freins identifiés	139
II.2.8.4. Leviers d'achat	139
II.2.8.5. Attentes des répondants	139
Conclusion	140
Références bibliographiques	
Annexes	

Abstract

In recent years, functional beverages have gained significant attention for their ability to provide, beyond hydration, additional health benefits. Among them, nootropic drinks stand out for their composition rich in bioactive compounds designed to enhance concentration, memory, and alertness, thereby meeting the growing demand for products that support cognitive performance and mental well-being. In this study, three adaptogenic plant species, namely *Withania somnifera*, *Bacopa monnieri*, and *Ginkgo biloba*, were analyzed with the aim of incorporating them into a fruit-based, nutritious, and functional beverage that meets the characteristics of a nootropic drink. The various formulations were developed according to a simplex-centroid mixture design, which allowed the determination of optimal proportions of each plant extract while respecting the recommended doses. The optimization was carried out based on several criteria, including antioxidant activity (DPPH and ABTS assays) and overall sensory acceptability. Finally, nootropic tests were performed on both the optimized formulation and the one containing the maximum doses of plant extracts, in order to confirm their functional and nootropic properties.

The results of the nutritional characterization of the final product showed that both the optimal and maximal beverage formulations exhibited a moderate ash content (0.509 ± 0.009 g/100 g and 0.511 ± 0.004 g/100 g, respectively) and a low carbohydrate content (8.640 ± 0.360 g/L and 7.600 ± 0 g/L), reflecting a balanced nutritional profile consistent with the objectives of a functional beverage. Furthermore, significant levels of polyphenols (optimal beverage: 0.170 ± 0.004 g GAE/100 mL; maximal beverage: 0.175 ± 0.007 g GAE/100 mL) and flavonoids (optimal beverage: 0.228 ± 0.003 g QE/100 mL; maximal beverage: 0.261 ± 0.009 g QE/100 mL) were recorded, suggesting potential health-promoting properties. In addition, antioxidant activity assessed through the ABTS assay showed high inhibition percentages (90.49 ± 0.45 % for the optimal and 93.2 ± 0.18 % for the maximal formulation), indicating a remarkable antioxidant potential. Finally, microbiological analyses confirmed the absence of microorganisms after repeated pasteurization treatment, ensuring the safety and stability of the final product.

Keywords: Functional beverages, adaptogenic plants, cognitive performance, nootropic effect, optimization, mixture design.

ملخص

في السنوات الأخيرة، شهدت المشروبات الوظيفية انتشارًا واسعًا نظرًا لقدرتها على تقديم فوائد صحية تتجاوز مجرد الارتواء. ومن بين هذه المشروبات، تبرز المشروبات المعززة للقدرات الذهنية (النوتروبيك) بفضل احتوائها على مركبات حيوية فعالة تساهم في تحسين التركيز والذاكرة والانتباه، مما يجعلها تلبي الطلب المتزايد على المنتجات التي تدعم الأداء المعرفي والصحة الذهنية. في هذه الدراسة، تم تحليل ثلاث نباتات متكيفة وهي: الويثانيا سومنيفيرا (*Withania somnifera*) ، و الباكوبا مونيري (*Bacopa monnieri*) ، والجنكو بيلوبا (*Ginkgo biloba*)، بهدف دمجها في مشروب فاكهة غني بالعناصر الغذائية و ذو خصائص وظيفية تتوافق مع مواصفات المشروبات النوتروبية. تم إعداد الصيغ المختلفة وفق خطة خلط من نوع simplex-centroid، التي سمحت بتحديد النسب المثلى لكل مستخلص نباتي مع مراعاة الحدود الموصى بها. وقد أجريت عملية التحسين بناءً على عدة معايير، من بينها النشاط المضاد للأكسدة (باستخدام اختباري DPPH و ABTS) بالإضافة إلى القبول الحسي العام. وأخيرًا، تم تنفيذ اختبارات نوتروبية على الصيغة المثلى وكذلك على الصيغة التي تحتوي على أعلى تراكيز من المستخلصات النباتية، وذلك لتأكيد خصائصها الوظيفية والنوتروبية.

أظهرت نتائج التوصيف الغذائي للمنتج النهائي أن كلاً من الصيغة المثلى والصيغة القصوى للمشروب تمتاز بنسبة رماد معتدلة (0.509 ± 0.009 و 0.511 ± 0.004 غ/100 غ على التوالي)، وبمحتوى منخفض من الكربوهيدرات (8.640 ± 0.360 و 7.600 ± 0 غ/لتر على التوالي)، مما يعكس تركيبة غذائية متوازنة تتماشى مع خصائص المشروبات الوظيفية. كما سُجّلت نسب مرتفعة من البوليفينولات (المشروب الأمثل: 0.170 ± 0.004 غ مكافئ حمض الغاليك/100 مل؛ والمشروب الأقصى: 0.175 ± 0.007 غ مكافئ حمض لغاليك/100 مل) ومن الفلافونويدات (المشروب الأمثل: 0.228 ± 0.003 غ مكافئ الكيرسيتين/100 مل؛ والمشروب الأقصى: 0.261 ± 0.009 غ مكافئ الكيرسيتين/100 مل)، مما يشير إلى فوائد صحية محتملة. كما أظهرت نتائج اختبار النشاط المضاد للأكسدة بطريقة ABTS نسب تثبيط مرتفعة بلغت (90.49 ± 0.45 % للمشروب الأمثل و 93.2 ± 0.18 % للمشروب الأقصى)، مما يدل على قدرة مضادة للأكسدة متميزة. وأكدت التحاليل الميكروبيولوجية خلو المنتج من أي كائنات دقيقة بعد تطبيق معالجة حرارية من نوع البسترة المتكررة، مما يضمن سلامة واستقرار المنتج النهائي.

الكلمات المفتاحية: المشروبات الوظيفية، النباتات المتكيفة، الأداء المعرفي، التأثير المعزز للإدراك، التحسين، خطة الخلط.

Résumé

Ces dernières années, les boissons fonctionnelles ont connu un essor notable grâce à leur capacité d'offrir, au-delà de l'hydratation, des effets bénéfiques sur la santé. Parmi elles, les boissons nootropiques se distinguent par leur composition en substances bioactives visant à améliorer la concentration, la mémoire et la vigilance, répondant ainsi à une demande croissante pour des produits favorisant la performance cognitive et le bien-être mental. Dans cette étude, trois espèces de plantes adaptogènes, à savoir *Withania somnifera*, *Bacopa monnieri* et *Ginkgo biloba*, ont été analysées dans le but de les incorporer dans une boisson fruitée, nutritive et fonctionnelle, répondant aux caractéristiques d'une boisson nootropique. Les différentes formulations ont été établies selon un plan de mélange simplex-centroïde, permettant de déterminer les proportions optimales de chaque extrait végétal tout en respectant les doses recommandées. L'optimisation a été réalisée sur la base de plusieurs critères, à savoir l'activité antioxydante (test DPPH et test ABTS), ainsi que l'acceptabilité sensorielle globale. Enfin, des tests nootropiques ont été effectués sur la formulation optimisée ainsi que celle élaborée avec les doses maximales d'extraits végétaux, afin de confirmer leurs propriétés fonctionnelles et nototropiques.

Les résultats de la caractérisation nutritionnelle du produit fini ont montré que les boissons optimale et maximale présentaient une teneur en cendres modérée ($0,509 \pm 0,009$ g/100 g et $0,511 \pm 0,004$ g/100 g, respectivement), ainsi qu'une faible teneur en glucides ($8,640 \pm 0,360$ g/L et $7,600 \pm 0$ g/L). Ces valeurs traduisent un profil nutritionnel équilibré et adapté aux exigences d'une boisson fonctionnelle. De plus, des teneurs significatives en polyphénols (boisson optimale : $0,170 \pm 0,004$ g EAG/100 mL ; boisson maximale : $0,175 \pm 0,007$ g EAG/100 mL) et en flavonoïdes (boisson optimale : $0,228 \pm 0,003$ g EQ/100 mL ; boisson maximale : $0,261 \pm 0,009$ g EQ/100 mL) ont été observées, suggérant des propriétés bénéfiques pour la santé. Par ailleurs, l'évaluation de l'activité antioxydante à l'aide du test ABTS a révélé des pourcentages d'inhibition élevés ($90,49 \pm 0,45$ % pour l'optimale et $93,2 \pm 0,18$ % pour la maximale), témoignant d'un potentiel antioxydant remarquable. Enfin, les analyses microbiologiques ont confirmé l'absence totale de micro-organismes après un traitement thermique de type pasteurisation répétée, garantissant ainsi la stabilité et la sécurité du produit.

Mots clé : Boissons fonctionnelles, plantes adaptogènes, performance cognitives, effet nootropique, optimisation, plan de mélange.