

R É S U M É

de la thèse de doctorat :

L'ÉTUDE DES POSSIBILITÉS DE VALORISATION DU POTENTIEL NUTRACEUTIQUE DE QUELQUES NOUVELLES ESPÈCES DE FRUITS, CULTIVÉES EN ROUMANIE

Doctorant : STAN Elena Gabriela

Coordinateur scientifique : *Prof. univ. Dr. STĂNICĂ Florin*

MOTS-CLES : pawpaw, fruit, jujube, kiwi, produit innovant, haute valeur nutritionnelle

La thèse de doctorat intitulée « Étudier les possibilités de capitaliser sur le potentiel nutraceutique des nouvelles espèces de fruits cultivées en Roumanie » se structure en 9 chapitres, 30 tableaux, 119 figures, 3 annexes et une bibliographie avec 245 titres de livres spécialisés, d'articles scientifiques et d'autres sources d'informations récentes.

L'objectif de ce travail était de capitaliser sur les espèces fruitières afin de développer des produits à haute valeur nutraceutique, nouveaux pour les consommateurs roumains. L'étude et l'activité expérimentale pour l'élaboration de la thèse de doctorat ont été réalisées au sein du Centre de Recherche pour l'Étude de la Qualité des Produits Agroalimentaires, au sein des laboratoires suivants : Laboratoire Intégré de Arboriculture, Laboratoire d'Analyses Physico-Chimiques ; Laboratoire d'agrochimie, Laboratoire des technologies post-récolte, Université des sciences agronomiques et de médecine vétérinaire de Bucarest.

Afin d'atteindre l'objectif de la recherche, les objectifs suivants ont été poursuivis :

Objectif 1 : Fabriquer des produits innovants à partir des trois nouvelles espèces de fruits (kiwi, pawpaw, jujube)

Objectif 2 : Détermination de la composition biochimique de la matière première

Objectif 3 : Valorisation supérieure des fruits par la transformation Augmenter la valeur ajoutée

Le travail se compose de deux parties propres à une thèse de doctorat : la première la partie, intitulée « Étude bibliographique », représente la recherche documentaire et l'état actuel de la recherche, en s'appuyant sur des données provenant de la littérature spécialisée, et la deuxième partie, intitulée « Recherches propres », comprend les recherches expérimentales propres, les résultats obtenus et les conclusions des travaux.

La première partie de la thèse est structurée en 5 chapitres, le premier chapitre étant intitulé : « L'état actuel concernant l'origine, la classification systématique et les particularités morphologiques et agronomiques des nouvelles espèces fruitières : kiwi, pawpaw, jujube. »

3 chapitres suivants, **Chapitre II** - « L'état actuel de la recherche sur l'importance des kiwis et les possibilités de valorisation dans le monde » ; **Chapitre III** - « L'état actuel de la recherche sur l'importance des fruits pawpaw et les possibilités de valorisation dans le monde » ; et le **chapitre IV** - « L'état actuel de la recherche sur l'importance des fruits de jujubes et les possibilités de valorisation dans le monde », comprennent chacun 3 sous-chapitres qui présentent des aspects liés à:

- L'importance des fruits dans l'alimentation humaine
- Propriétés nutritionnelles des fruits
- Possibilités d'exploitation des fruits dans le monde entier

Le kiwi est considéré comme un superaliment et est répandu dans le monde entier, en raison de sa saveur caractéristique, ayant une valeur nutritionnelle élevée et des propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires élevées. Les kiwis sont parmi les fruits les plus riches en nutriments et, par rapport à d'autres fruits couramment consommés, ils sont particulièrement riches en vitamines C, E et K, avec une teneur élevée en fibres et en fer. Les kiwis sont majoritairement consommés frais, mais certaines variétés

se prêtent bien à la transformation, comme les boissons alcoolisées (cidre, liqueur, brandy) ou les jus naturels (frais, smoothie), les smoothies, les fruits confits, déshydratés et lyophilisés, les confitures et marmelades, les gâteaux ou les pâtisseries, les barres protéinées et le chocolat.

Pawpaw est un fruit nutritionnellement supérieur, avec une teneur élevée en vitamines, minéraux et acides aminés que d'autres fruits, tels que : les pommes, les raisins et les pêches, et peut être considéré comme une excellente source de potassium, de calcium, de phosphore, de fer et de magnésium. Il a également un niveau élevé de composés antioxydants. La teneur en antioxydants est dix fois plus élevée que celle des pommes et des bananes et est similaire à celle des fraises et des oranges.

La recherche suggère que les fruits pawpaw ont un fort potentiel d'être ajoutés à divers produits alimentaires tels que les smoothies, les smoothies, les aliments pour bébés, les glaces, les bonbons, les gâteaux, la confiture ou la confiture), à la fois pour leurs avantages nutritionnels accrus et pour améliorer la saveur. L'arôme intense est similaire à celui des fruits tropicaux.

Les jujubes ont une valeur nutritionnelle élevée en raison du grand nombre de macronutriments, de micronutriments et de composés bioactifs. Les caractéristiques nutritionnelles les plus importantes des jujubes sont la teneur en sucres solubles (2 à 3 fois plus que les autres fruits), en vitamine C (100 fois plus que les autres fruits), en vitamine B, en flavonoïdes, en fer, en potassium, en calcium et en zinc. La teneur en fibres permet de contrôler l'apport calorique grâce à l'effet de satiété.

Les jujubes sont une bonne source d'acides gras essentiels et sains. Ils peuvent être transformés sous diverses formes telles que fruits déshydratés, lyophilisés, confiture, nectar, extrait de fruit, poudre, miel, barres, boissons alcoolisées.

Le **CHAPITRE V**, dernier chapitre de la première partie, intitulé : « **L'état actuel de la recherche sur la conservation des fruits étudiés** » comprend 3 sous-chapitres concernant : la congélation, la lyophilisation et la déshydratation des fruits. L'un des principaux objectifs de la transformation est de transformer les fruits périssables en produits stables qui peuvent être conservés pendant de longues périodes, réduisant ainsi les pertes et les rendant disponibles à tout moment de l'année, même hors saison et dans des pays éloignés du lieu de production.

Dans l'industrie alimentaire, plusieurs technologies de transformation sont utilisées pour la conservation des fruits, mais les principales sont : la congélation et la déshydratation.

À la suite de recherches, nous avons j'ai constaté que pour les kiwis, les meilleures méthodes de stockage sont la congélation et la déshydratation, pour les fruits pawpaw - la congélation, et pour les jujubes les 3 méthodes de stockage : congélation, lyophilisation et déshydratation.

La deuxième partie est composée de quatre chapitres constitués de contributions propres apportées tout au long de la période de recherche. La recherche a été menée entre 2020 et 2023.

Par conséquent, le **chapitre VI**, intitulé « **Contributions propres concernant la détermination de la composition biochimique de la matière première** » comprend les recherches effectuées pour la détermination des analyses physico-chimiques ainsi que pour l'analyse des propriétés nutritionnelles de la matière première utilisée dans la recherche. Ce chapitre comprend les matériaux et les méthodes utilisés.

Afin d'effectuer les déterminations biochimiques, des fruits des trois nouvelles espèces de fruits du verger expérimental de la Faculté d'Horticulture, au sein de l'Université des sciences agronomiques et de médecine vétérinaire de Bucarest, ont été utilisés : kiwi (*Actinidia deliciosa*), pawpaw (*Asimina triloba* (L.) Dunal), jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) ; ainsi que la patate douce blanche et violette (*Ipomoea batatas*) de la station de recherche et de développement pour la culture des plantes sur les sables de Dăbuleni.

La détermination de la composition biochimique de la matière première a consisté à :

- Détermination de la teneur en matière sèche soluble (°Brix)
- Détermination de la teneur totale en matière sèche (S.U.T %)
- Détermination de la teneur en matière sèche soluble (°Brix)
- Détermination de la teneur en fructose
- Détermination de la teneur en glucose
- Détermination de l'acidité titrable totale
- Détermination de la teneur totale en polyphénols
- Détermination de l'activité antioxydante
- Détermination de la teneur en fibres

- Détermination de la teneur en éléments minéraux
- Détermination de la teneur en protéines

Suite aux analyses biochimiques effectuées, les éléments suivants ont été retrouvés :

Matière sèche soluble : la concentration la plus faible a été trouvée dans des échantillons de kiwis et le plus élevé dans la patate douce violette mûre.

Matière sèche totale : par rapport aux fruits pawpaw congelés, les fruits des kiwis congelés ont une teneur en SUT plus élevée, ce qui indique que le kiwi perd sa teneur en eau par congélation contrairement aux pawpaw.

Acidité (acide citrique) : par rapport aux fruits frais, dans le cas des échantillons de kiwis lyophilisés, la concentration d'acide citrique est beaucoup plus élevée que dans les autres échantillons, la variété Hayward ayant la teneur en acide citrique la plus élevée. D'après les résultats des échantillons frais, il s'est avéré que les kiwis sont les plus acides tandis que les niveaux les plus faibles d'acide citrique ont été trouvés dans les échantillons pawpaw frais et de patate douce violette. Jujubes à faible teneur en acide citrique.

Fructose : la teneur en fructose la plus faible a été enregistrée dans les kiwis (KPH, KCB, KPB, KCH) et les pommes de terre blanches fraîches (BAP), tandis que la teneur en fructose la plus élevée a été enregistrée dans les échantillons de kiwis alcoolisés (KA) (cet échantillon avait du miel ajouté) et dans les échantillons de patates douces (BMC et BAC).

Glucose : la teneur en glucose la plus faible a été enregistrée dans les échantillons de pommes de terre des kiwis blancs frais sucrés et frais des variétés Hayward et Bruno, et la teneur en glucose la plus élevée a été enregistrée dans les échantillons de kiwi à partir d'alcool et de patates douces violettes mûres et pawpaw, frais et congelés.

Polyphénols : la teneur la plus élevée en polyphénols totaux a été déterminée chez échantillons de kiwis lyophilisés, suivis de pommes de terre violettes fraîches, et de la teneur en acide gallique la plus faible dans les échantillons de KA et KCH. Dans le cas des échantillons pawpaw, une teneur plus élevée en acide gallique a été trouvée dans l'échantillon congelé que dans l'échantillon frais. La détermination de la teneur totale en polyphénols dans les échantillons lyophilisés a montré que dans le cas des kiwis, les composés bioactifs sont maintenus en quantités considérables, le processus de lyophilisation déterminant leur concentration par rapport au produit frais.

Activité antioxydante : sur la détermination de l'activité antioxydante les échantillons AP, CDP, CDD1 et CDD2 et BMP ont montré une activité antioxydante beaucoup plus élevée que les autres échantillons. Le pourcentage le plus élevé d'inhibition des radicaux libres a également été enregistré dans les mêmes échantillons.

Fibres : la teneur la plus élevée en cellulose et en lignine a été observée dans le Le kiwi entre 12 et 15 % et la teneur la plus faible a été trouvé dans l'échantillon de patate douce violette - 3,198 % par rapport à la patate douce blanche.

Protéines : la teneur en protéines la plus élevée a été enregistrée dans l'échantillon de kiwis et la teneur en protéines la plus faible a été enregistrée dans l'échantillon pawpaw. Éléments minéraux : les kiwis de la variété Bruno ont montré le plus à haute teneur en potassium, le kiwi de la variété Hayward avait la teneur en calcium la plus élevée, la patate douce violette avait la teneur la plus élevée en phosphore, en manganèse et en fer, et la patate douce blanche avait la teneur en zinc, magnésium et sodium la plus élevée.

Toutes les analyses des matières premières ont été effectuées en trois exemplaires. Les résultats représentent la moyenne des trois expériences.

L'analyse statistique des données a été interprétée à l'aide de programmes Microsoft Excel et IBM SPSS. Afin de comparer toutes les données obtenues, le test ANOVA a été utilisé avec le test pot-hoc de Duncan et le seuil de signification $p < 0,05$ a été utilisé. Les fonctions statistiques disponibles des deux programmes ont permis de corrélérer les données.

Le **chapitre VII**, intitulé « **Contributions propres aux produits innovants à base de kiwis** », avait les objectifs spécifiques suivants :

Objectif 1 : Obtenir des produits innovants à base de kiwi à partir de fruits issus de l'agriculture biologique, sans sucre ajouté, sans additifs, stabilisants ou correcteurs chimiques

Objectif 2 : Analyse sensorielle des produits à base de kiwi

Objectif 3 : Analyse des paramètres biochimiques et organoleptiques de la crème glacée kiwi.

Afin de fabriquer des produits innovants, nous avons utilisé deux variétés de kiwis : Hayward (R2P3) et Bruno (R0P12). À partir de kiwis, nous avons fabriqué 27 produits, qui ont été dégustés par des consommateurs de différents sexes et âges. Les produits ont été appréciés positivement par les consommateurs et ont reçu des notes comprises entre 76,46% (smoothie au kiwi et patate douce blanche) et 98,8% (bonbons alcoolisés au kiwi, chocolat et patate douce violette).

À la suite de la recherche, les conclusions suivantes ont été tirées :

Les kiwis peuvent être utilisés dans de nombreuses recettes de produits frais, surgelés, lyophilisés ou déshydratés. Les variantes de glace au kiwi présentées dans le tableau diffèrent considérablement en ce qui concerne teneur en sucre et acidité. Ces variations influencent le goût, la texture et la perception globale du produit. Le choix de la variante optimale dépend des préférences des consommateurs, qu'ils préfèrent un produit plus sucré et plus dense (comme la variante 2) ou un produit plus léger et moins sucré (comme la variante 3). La variante 5 offre un équilibre intéressant entre douceur et acidité, séduisant ainsi les consommateurs qui apprécient un goût plus complexe.

Les attitudes et les croyances des consommateurs jouent un rôle crucial dans la façon d'accepter ou de rejeter les nouveaux aliments, étant non seulement pertinentes, mais parfois même décisives.

Le **chapitre VIII**, intitulé « **Contributions propres aux produits innovants à base de pawpaw** », avait les objectifs spécifiques suivants :

Objectif 1 : Obtenir des produits innovants à partir des fruits de l'pawpaw en utilisant fruits issus de l'agriculture biologique, sans sucre ajouté, sans additifs, stabilisants ou correcteurs chimiques

Objectif 2 : Analyse sensorielle de produits obtenus à partir de pawpaw

Objectif 3 : Analyse des paramètres biochimiques et organoleptiques de la crème glacée pawpaw.

Ce chapitre présente ses propres contributions sur l'obtention de produits innovants à partir de pawpaw. Ils ont un goût et une texture uniques et conviennent à divers produits. Il se prête très bien à de nombreuses recettes, à partir de cette considération, nous avons étudié différentes méthodes de traitement de ce fruit. Le fruit est riche en nutriments essentiels et son utilisation dans diverses recettes ajoute une valeur nutritionnelle significative aux produits finis. Ces produits s'avèrent être une alternative innovante aux options traditionnelles.

D'après les résultats, nous pouvons dire que pawpaw peut être facilement utilisée dans diverses recettes de produits, mais surtout pour les déchets. La pâte pawpaw donne à n'importe quel dessert une texture crémeuse, lisse et homogène, attirant les consommateurs à la recherche de produits de haute qualité.

À partir de fruit pawpaw, nous avons fabriqué 32 produits. Les produits proposés aux consommateurs à la dégustation ont obtenu un score d'appréciation compris entre 85,72 % (gâteau avec pawpaw, patate douce violette et cannelle) et 99,14 % (crème pour gâteaux avec pawpaw et patate douce violette).

Combiner la pâte pawpaw avec de la patate douce violette ou blanche ou du jujube est un bon choix, car elle donne au produit final un goût unique, une variété et une complexité aux desserts. Je crois que la pulpe pawpaw peut être facilement utilisée pour préparer de la crème glacée car elle donne au produit une texture crémeuse et dense, en même temps elle peut également être utilisée en combinaison avec d'autres fruits, tels que : l'argousier, le kiwi, l'aronia et le jujube mais aussi en combinaison avec des produits laitiers.

Compte tenu des grandes appréciations, les desserts à pawpaw peuvent être promus comme des produits haut de gamme, mettant l'accent sur la texture et le goût particulier offerts par ce fruit, étant un produit innovant dans la confiserie roumaine.

Le **chapitre IX**, « **CONTRIBUTIONS PROPRES CONCERNANT L'OBTENTION DE PRODUITS INNOVANTS À PARTIR DE LA JUJUBE** » présente les contributions propres concernant l'obtention de produits innovants à partir des fruits du jujube, en respectant les objectifs spécifiques suivants :

Objectif 1 : Obtenir des produits innovants à partir de jujube en utilisant fruits issus de l'agriculture biologique, sans sucre ajouté, sans additifs, stabilisants ou correcteurs chimiques

Objectif 2 : Analyse sensorielle des produits obtenus à partir de jujube

Objectif 3 : Analyse des paramètres biochimiques et organoleptiques de la crème glacée jujube

J'ai choisi les jujubes parce que je pense qu'elles se prêtent très bien dans de nombreuses recettes, recherchant ainsi de nombreuses méthodes pour incorporer ce fruit dans différentes combinaisons, étant un bon substitut au sucre raffiné.

À partir de jujube, nous avons fabriqué 28 produits. Les produits proposés aux consommateurs pour la dégustation ont obtenu un score d'appréciation compris entre 80,8% (tarte à la poudre de jujube et patate douce blanche râpée) et 99,43% (biscuits avec poudre de jujube et de chocolat).

À la suite de la recherche, les conclusions suivantes ont été tirées :

Les résultats ont montré que les préférences des consommateurs sont influencées par tous les paramètres analysés.

L'arôme et le goût du jujube sont très appréciés, à la fois pour la consommation fraîche, déshydratée, et dans les produits même si les jujubes ne sont pas très connus des consommateurs.

À travers ces recettes de produits et ces dégustations, je crois que l'information sur la haute valeur nutritionnelle de ces fruits peut être diffusée.

Les jujubes se prêtent très bien comme édulcorant naturel et sont un excellent substitut au sucre raffiné.

La thèse se poursuit avec le **Chapitre X**, qui comprend des « **Conclusions et recommandations** » concernant les orientations de recherche.

À la suite des recherches menées, contenues dans les chapitres VII, VIII et IX, il ressort que les 3 objectifs spécifiques ont été remplis, à savoir : obtenir des produits innovants à partir de fruits issus de l'agriculture biologique, sans sucre ajouté, sans additifs, stabilisants ou produits chimique; l'analyse sensorielle des produits obtenus à partir des fruits et l'analyse de certains paramètres biochimiques et organoleptiques des glaces au kiwi, pawpaw et jujube.

J'ai préparé 87 produits qui ont été dégustés par des consommateurs de sexes et d'âges différents lors des événements organisés par la Faculté d'Horticulture et l'Université des Sciences Agronomiques et de Médecine Vétérinaire de Bucarest, tels que : Journées de l'Horticulture de Bucarest, Automne Horticole de Bucarest, Sommet de l'Alimentation de Bucarest, ateliers, dégustations pour visites internationales.

D'après mes recherches, je crois que :

- L'analyse sensorielle des produits a joué un rôle important dans le choix des recettes finales
- Éduquer les consommateurs sur les avantages et les caractéristiques du produit peut augmenter l'acceptation à l'avenir
- Il est important de recueillir les commentaires des consommateurs afin de mieux comprendre les préférences et de pouvoir apporter des ajustements au produit fini, à l'emballage ou à la présentation du produit.
- Remplacer le sucre raffiné par des fruits sous forme de pulpe, de purée ou de jus peut enrichir considérablement la qualité de la digestion en apportant un apport accru en fibres, vitamines, minéraux.

La valorisation des résultats a été réalisée en participant au concours gastronomique Ecotrophelia Roumanie 2024, de Iasi, avec le produit "Pawpaw symphony" qui a remporté le "Food Taste Award". Parallèlement, une glacé (gelateria) de Bucarest testait et mettait en vente deux variantes de recettes de glaces, à pawpaw et au kiwi.

Recommandations (orientations futures de la recherche) :

- Établir la durée de conservation/stockage de chaque produit
- Déterminations biochimiques pour toutes les recettes testées l'augmentation du nombre de produits de chaque espèce de fruit
- Proposer une gamme de produits diversifiée
- Utilisation des fruits pawpaw uniquement frais ou surgelés conservation de kiwis lyophilisés au congélateur à une température de -18°C
- Utilisation de la poudre de jujube comme substitut du sucre raffiné

À la fin de la thèse, est présenté le chapitre « Bibliographie », dans lequel on retrouve toutes les sources bibliographiques consultées et tous les auteurs cités dans cet ouvrage, au nombre de 245.