



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 للفلاحة

Département: Technologie alimentaire

القسم: تكنولوجيا الغذاء

Spécialité: Elaboration et qualité des aliments

التخصص: اعداد و نوعية الاطعمة

Mémoire De Fin D'études

Pour L'obtention Du Diplôme Master

THEME

Optimisation de l'effet des amidons modifiés de pomme de terre sur la formulation des sauces industrielles à trancher par la Méthodologie des Surfaces de Réponse

Présenté Par :

Soutenu Publiquement le 16/07/2019

HARBI Louanes & SADOUDI Narimane

Devant le jury composé de :

Mémoire dirigé par :

Mr. FERRADJI. A

Professeur, ENSA

Président :

Mr.GUEZLANE. L

Professeur, ENSA

Examinatrice :

Mme. AIT CHAUCHE. F.S

MAB à l'université Blida 1

Invités :

Mr. SABER. M.

Ingénieur technologue

Mr. Khenoufi. A

Docteur en pharmacie

2016/2019

Sommaire

INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
chapitre I: REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	3
I.1 AMIDON	4
I.1.1 Généralité sur les amidons.	4
I.1.1.1 Biosynthèse de l'amidon.	4
I.1.1.1.1 Photosynthèse.	4
I.1.1.1.1.1 Les réactions photochimiques	5
I.1.1.1.1.2 Le cycle de Calvin.	5
I.1.1.2 Amidon waxy.	8
I.1.1.2.1 Définition.	8
I.1.2 Amidon de pomme de terre.	9
I.1.2.1 Structure des constituants chimiques de l'amidon de pomme de terre.	9
I.1.2.1.1 Amylose.	9
I.1.2.1.2 Amylopectine.....	10
I.1.2.1.3 Structure granulaire de l'amidon	11
I.1.2.2 Propriété d'amidon de pomme de terre	13
I.1.2.2.1 Solubilité et gonflement de l'amidon de pomme de terre	13
I.1.2.2.2 Capacité d'absorption d'eau	14
I.1.2.2.3 Caractère rhéologique de l'amidon	14
I.1.2.2.3.1 Propriétés d'écoulement	14
I.1.2.2.4 Traitements hygrothermiques de l'amidon	15
I.1.2.2.5 Gélatinisation et empesage	15
I.1.2.2.6 Influence de la température et de la durée de chauffage	16
I.1.2.2.7 Influence de la vitesse de cisaillement	16
I.1.2.2.8 Influence de la concentration en amidon	17
I.1.2.2.9 Influence de la présence d'autres constituants dans le milieu	17
I.1.2.2.9.1 Effet de lipides :	17
I.1.2.2.9.2 Effet du sel :	18
I.1.2.2.10 Gélification et rétrogradation.....	18
I.1.3 Les amidons modifiés.	20
I.1.3.1.1 Pregelatinisation	21
I.1.3.2 La substitution	21
I.1.3.3 Réticulation (cross linking).....	22

I.2	ISOTHERMES DE SORPTION	24
I.2.1	Caractéristiques et propriétés des courbes d'isothermes de sorption-désorption	24
I.2.2	Forme et interprétation générale des isothermes.....	24
I.2.3	Typologie.....	26
I.2.4	Polyosides-eau.....	27
I.2.5	A l'échelle de la macromolécule	28
I.2.6	Modèles de calcul des isothermes de sorption :	29
I.3	LES ULTRASONS	31
I.3.1	Historique	31
I.3.2	Définition.....	31
I.3.3	Principe des ultrasons.	31
I.3.4	Ondes ultrasonores.....	32
I.3.5	Phénomène de cavitation :.....	32
I.3.5.1	Dynamique de la bulle.	32
I.3.6	Utilisations des ultrasons à l'échelle industrielle.....	33
I.3.7	Avantage des ultrasons	33
I.3.8	Les modifications des amidons par ultrasons.....	33
I.4	LES SAUCES	35
I.4.1	Définition.....	35
I.4.2	Les différentes familles de sauces.....	35
I.4.3	Amidon et sauce.....	36
I.4.4	Rhéologie des sauces	36
I.4.5	Le pH des sauces.....	36
chapitre II:	MATERIELS ET METHODES	37
II.1	Matériels.....	38
II.1.1	Le choix des amidons pour la formulation de la sauce à trancher :	38
II.2	Prétraitement de l'amidon par l'ultrason.....	39
II.3	Test d'amylose	41
II.4	Détermination de la solubilité et le gonflement	42
II.4.1	Gonflement :	42
II.4.2	Solubilité :.....	42
II.5	Détermination de la capacité d'absorption d'eau :	43
II.6	Isotherme de sorption	44
II.7	Préparation de la sauce à trancher.....	46
chapitre III:	RESULTATS ET DISCUSSION	49

III.1	Effet des ultrasons sur la solubilité des amidons de pommes de terre.	50
III.1.1	Diagramme de Pareto pour la solubilité de l'amidon	52
III.1.2	Analyse de la variance des effets des différentes variables sur les réponses	52
III.2	Teneur en amylose des différents amidons	57
III.3	La solubilité et le gonflement.....	57
III.3.1	La solubilité.	58
III.3.2	Le gonflement.....	59
III.4	Capacité d'absorption d'eau.....	60
III.5	Isotherme de sorption des amidons.....	63
III.5.1	Valeurs expérimentales des isothermes	63
III.5.2	Courbe d'isotherme de sorption :.....	63
III.5.3	Modélisation de l'isotherme de sorption des amidons de pomme de terre.	65
III.5.4	Valeurs thermodynamiques déterminées par l'équation de GAB à trois paramètres d'Eliaane gel 100, Eliaane 100, MC160 :.....	66
III.6	Optimisation de la viscosité	68
III.6.1	Plan expérimental et analyse statistique	68
III.6.2	Diagramme de Pareto pour la viscosité	69
III.6.3	Analyse de la variance de l'effet de différents paramètres sur la viscosité	69
III.6.4	Représentation graphique des effets des différents paramètres sur la viscosité de la sauce à trancher :	71
chapitre IV:	CONCLUSION GENERALE	74
	REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE	76
	ANNEXES	84

Résumé

Les amidons, en tant qu'ingrédient, sont très importants pour la stabilité, la viscosité et la sensation en bouche de la sauce à trancher. Trois types d'amidons, Eliane gel 100, Eliane 100 et MC 160 sont optimisés dans le produit étudié à l'aide de MRS, La validation de modèle est vérifiée avec une valeur de R^2 de 0,99.

Le traitement à l'ultrason affecte fortement la solubilité de l'amidon natif Eliane gel 100, $p < 0.001$.

L'étude sur l'isotherme de sorption a révélé la stabilité des trois amidons, les valeurs X_m étant de 8.91, 13.95 et 11.02 g/100g d'amidon Eliane gel 100, Eliane 100, MC 160, respectivement. Les conditions optimales de stockage des amidons étudiés sont comprises entre 14 et 19 % pour la teneur en humidité et 0,67 pour a_w . Notre étude démontre également que la sauce à trancher est un fluide thixotrope.

Mots clés : Amidon, Pomme de terre, pré-gélatinisation, Isotherme, Ultrason, Sauce à trancher, Optimisation, modification, viscosité.

Abstract

Starches, as an ingredient, are very important for the stability, viscosity and mouthfeel of sliced sauce. Three kind of starches, Eliane gel 100, Eliane 100 and MC 160 are optimized in the product using RSM. The model validation is verified with a R^2 value 0.99.

Ultrasound treatment strongly affects the solubility of native starche Eliane gel 100, p value < 0.001 .

Sorption isotherm study showed stability of three starches, X_m values are, 8.91, 13.95 and 11.02 g/100g of starche Eliane gel 100, Eliane 100, MC 160 respectively. The optimal storage conditions of studied starches are between 14 and 19 % for moisture content and 0.67 for a_w . Also our study demonstrate that sliced sauce is thixotropic fluid.

Key Words : Starch, Potato, Pregelatinization, Isotherme, Ultrason, Slice sauce, Optimisation, Modification, viscosité.

ملخص

تعتبر النشويات كعنصر مبتكر، و هي من اهم العناصر بالنسبة للثبات واللزوجة و النكهة في صلصة الشرائح. تم تحسين ثلاثة أنواع من النشاء ، Eliane gel 100 ، و Eliane 100 و MC 160 في المنتج المدروس باستخدام MRS، التحقق من صحة النموذج المدروس بوجود قيمة R^2 من 0.99.

تؤثر الموجات فوق الصوتية بقوة على قابلية ذوبان كبيرة للنشا الطبيعي Eliane gel 100، $p < 0.001$.

أظهرت دراسة الايزوتيرم للامتصاص ثباتا في النشويات المدروسة، قيم ال X_m على التوالي 8.91، 13.95 و 11.02 غ/100غ من النشاء لكل من Eliane 100، و Eliane gel 100، وال MC 160. تتراوح ظروف التخزين المثلى للنشويات المدروسة ما بين 14 إلى 19% لمحتوى الرطوبة ل 0.67 في ال a_w . كما توضح دراستنا أن صلصة الشرائح هو سائل متغير الانسيابية

الكلمات المفتاحية :

نشاء، بطاطا، التحضير المسبق ، متساوي الحرارة ، الموجات فوق الصوتية ، شريحة صلصة ، الأمثل ، التعديل، اللزوجة