



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République algérienne démocratique et publique

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Ecole Nationale Supérieure Agronomique

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة

Département : Technologie alimentaire

القسم : تكنولوجيا الغذائية

Spécialité : Elaboration et qualité des aliments

تخصص : اعداد و نوعية الاطعمة

Mémoire De Fin D'étude

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Agronomie

Thème

Optimisation des facteurs influençant la déshydratation osmotique des tranches de navet dans une solution saline concentrée par la méthodologie des surfaces de réponse

Présenté par : TOUAZZI Amira

soutenu le : 14/7/2022

ZAHAF FAIZA

Devant le jury composé de :

Président : Mr. GUEZLANE.L

Professeur- E.N.S.A

Promoteur : Mr. FERRADJIA

Professeur- E.N.S.A

Examineurs : Mme. AIT CHAOUHE. F S

Maître de conférence à l'université de Blida

Mr. BOUKHARIN

Docteur en sciences alimentaires

Promotion :2017/2022

Table des matières

Introduction	19
1^{ère} Partie	3
ETUDE	3
BIBLIOGRAPHIQUE	3
Chapitre 1	4
Généralités sur le navet	4
1. Définition et généralités	5
2. origine	5
3. Botanique de la plante	5
3.1 Taxonomie	5
3.2.1 Système racinaire et racinaire	5
3.2.2 Feuilles	6
3.2.3 Tige florale (la hampe)	6
3.2.4 Fleurs et fruits	6
3.3 Principales variétés de navet cultivées	6
4. Valeur nutritionnelle et utilisation de la culture	7
4.1. Valeur nutritionnelle	7
4.3 Utilisations du navet	9
4.3.1 Alimentation humaine	9
4.3.2 Utilisations pour alimentation animale	9
5. Pratiques agronomiques	10
5.1. Cycle de développement de Brassica rapa	10
5.2. Place du navet dans la rotation	10
5.3. Préparation du terrain	10
5.4. Semis	10
5.5 Exigences de la culture	11
5.5.1. Exigences pédoclimatiques	11
5.5.2. Exigences en éléments fertilisants	12
5.6. Entretien de la culture	12
5.6.1 Éclaircissage	12
5.6.2 Binage sarclage	12
5.6.3 Irrigation	12
5.7 Récolte et manipulation du produit	13

6. Les zones de production de navet en Algérie.....	13
7. Importance économique de navet	13
7.1 production algérienne	13
Chapitre 2	15
Déshydratation.....	15
osmotique.....	15
1.Définition de la déshydratation osmotique.....	16
2.Description générale du procédé osmotique.....	16
3.1 Facteurs liés au produit.....	17
3.2 Prétraitement	17
3.3 Durée du traitement	18
3.4 Types d'agents osmotiques	18
3.5. Concentration de l'agent osmotique	19
3.6 Durée du processus	19
3.7 Température de la solution osmotique	20
3.8 Agitation pendant le processus de déshydratation osmotique.....	20
3.9 Rapport échantillon-solution.....	21
4. Cinétique et modélisation de la déshydratation osmotique.....	21
5. Accélérer la déshydratation osmotique	23
5.1 Prétraitement thermique	24
5.1.1 Blanchiment	24
5.1.2. Congélation	24
5.2 Méthodes combinées à la déshydratation osmotique	25
5.2.1 Imprégnation sous vide.....	25
5.2.2 Haute pression hydrostatique	25
5.2.3 Ultrasons	26
5.2.4 Irradiation	26
5.2.6 Centrifugation	26
5.2.7 Traitement par champ électrique pulsé	27
6. Avantages et intérêts de la déshydratation osmotique.....	27
6.1 Problèmes de qualité	27
6.2 Économies d'énergie	28
6.3 Traitement chimique non requis	28
6.4 Stabilité de l'emballage et de l'entreposage des produits osmo-déshydratés.....	29
6.5 Réhydratation	30
9.Consommation d'énergie dans le procédé osmotique :.....	31

10. Emballage des produits osmotiquement déshydratés	31
11. Entreposage de produits osmotiquement déshydratés	32
12. Déshydratation osmotique en industrie	32
Chapitre 3	33
Séchage	33
1. Définition et généralités	34
2. Principe	35
3. But	35
4. Mécanismes intervenants au cours du séchage	36
4.1 Transfert de chaleur :	36
4.2 Mécanismes de transfert de matière	36
5. Courbe de séchage	37
6. Les différents types de séchage	38
6.1 Séchage direct appelé aussi séchage par convection ou par entraînement	38
6.2 Séchage indirect ou par conduction	38
6.3 Séchage par rayonnement	38
6.4 Séchage sous vide	38
6.5 Séchage par perte diélectrique	39
6.6 Séchage par lyophilisation	39
6.7 Séchage à air libre	39
6.9 Le séchage à air chaud	40
6.9.1 Différents types de séchage à air chaud	40
6.9.2 Effet de séchage à air chaud sur la qualité du produit	40
7. Critères de choix de séchoirs	41
8. Avantage du séchage	41
2 ^{ème} Partie	43
ETUDE EXPERIMENTALE	43
Matériel et méthodes	44
1.Préparation du matériel végétal	45
2. Déshydratation osmotique des rondelles de navets	45
2.1 Matériel technique	45
2.1.1Détermination de taux d'humidité	45
2.1.2 Matériel utilisé.....	45
2.1.4 Calcul du pourcentage d'humidité.....	45
2.2 Protocole expérimental	46
2.2.1 Principe de la déshydratation osmotique.....	46

2.2.2 Préparation des échantillons à la déshydratation osmotique.....	46
2.2.3 Préparation des solutions osmotiques	47
2.2.4 Matériel utilisé.....	47
2.2.5 les prés traitements utilisés	47
2.2.6 Dispositif expérimental et conduite de la déshydratation osmotique	48
3. Séchage des rondelles de navet après déshydratation osmotique	49
3.1 Principe.....	49
3.2 Procédé de séchage	49
4. Préparation de la poudre des navets séchés	50
5.1 Teneur en eau.....	51
5.2 Modélisation de la cinétique de séchage.....	51
5.3 Ajustement des modèles de séchage.....	52
5.4 Méthodologie des surfaces de réponse	52
Résultats et discussions.....	55
1. Optimisation de la déshydratation osmotique des rondelles de navet dans une solution saline concentrée par la méthodologie de surface de réponse	56
1.1 L'analyse statistique	56
1.2. Analyse de la variance (ANOVA) de l'effet des différents paramètres sur les réponses (PE, PP, GS).....	57
1.2.1 Analyse de screening.....	57
1.3 Analyse de la variance (ANOVA) de l'effet des différentes variables indépendantes sur les réponses.....	59
1.4 Optimisation du séchage des rondelles de navet par la Méthodologie des Surfaces de Réponse	61
1.4.1 Modélisation des réponses	61
1.4.2 Graphes de Surface de réponse.....	65
1.4.3 Graphiques des tracés des iso-réponses	68
2. Optimisation des facteurs influençant le séchage des rondelles de navet.....	72
2.1 Analyse statistique	72
2.2 Interprétation des résultats par la Méthodologie de surface de Réponse	73
2.2.1 Analyse de la variance de l'effet de différentes variables indépendantes sur la réponse	73
2.2.2 Analyse de la variance (ANOVA) de l'effet des différents paramètres sur la réponse (la durée de séchage)	73
2.2.3 Optimisation du séchage des rondelles de navet par la Méthodologie des Surfaces de Réponse	74
3. Etude de la cinétique de séchage	78
4. Modélisation de la cinétique de séchage	81

CONCLUSION	86
Références bibliographiques	89
ANNEXES	101

Résumé :

L'objectif de la présente étude était d'étudier l'effet de la concentration de la solution osmotique saline (5, 10 et 15%), de la température de la solution osmotique (35, 45 et 55 °C) et du temps d'immersion (60, 150 et 240 min) sur la perte d'eau (PE), le gain en solides (GS), la perte de poids (PP) pendant la déshydratation osmotique des rondelles de navet, mais aussi étudier l'effet de l'épaisseur des navets (2, 4, 6 mm), de la température du séchoir (55, 65 75 °C) et de la vitesse de l'air (0.41, 1.24, 3.81 ms) sur la durée de séchage des rondelles de navets durant la méthode de séchage à air chaud. La Méthodologie de Surface de Réponse (MSR) a été utilisée pour déterminer les conditions optimales des deux expérimentations. Les résultats ont montré que pendant la déshydratation osmotique et le séchage des échantillons de navet, les variables de température de la solution osmotique, de concentration de la solution et de temps d'immersion ont eu des effets importants sur les paramètres de transfert massique (PE, GS et PP). De même pour les variables de l'épaisseur, la température et la vitesse de l'air sur le paramètre de durée de séchage. Les conditions optimales de déshydratation osmotique pour le navet étaient : température de la solution de 55 °C, concentration de la solution osmotique 10% et le temps d'immersion de 240 min. pour le séchage les conditions optimales étaient de 6mm pour l'épaisseur, 65°C pour la température et 0.41 m/s pour la vitesse de l'air. Les résultats de cette étude peuvent être utilisés dans le traitement minimal des rondelles de navets par déshydratation osmotique et séchage subséquent des échantillons.

Mots clés : déshydratation osmotique, séchage à air chaud, MSR, navet, optimisation.

Abstract:

The objective of this study was to study the effect of the concentration of the saline osmotic solution (5, 10 and 15%), the temperature of the osmotic solution (35, 45 and 55°C) and the immersion time (60, 150 and 240 min) on water loss (PE), solid gain (GS), weight loss (PP) during osmotic dehydration of turnip rings, but also to study the effect of turnip thickness (2, 4, 6 mm), dryer temperature (55, 65 75°C) and air velocity (0.41, 1.24, 3.81 m/s) on the drying time of the turnip rings during the hot air drying method. The Response Surface Methodology (RSM) was used to determine the optimum conditions for the two experiments. The results showed that during the osmotic dehydration and drying of the turnip samples, the temperature of the osmotic solution, the concentration of the solution and the immersion time had significant effects on the mass transfer parameters (PE, GS and PP). Also, for the thickness, temperature and air velocity variables on the drying time parameter. The optimum conditions for osmotic dehydration for the turnip were: 55°C for temperature of the solution, 10% for concentration of the osmotic solution and 240 min for immersion time of. For drying the optimum conditions were 6mm for thickness, 65°C for temperature and 0.41 m/s for air velocity. The results of this study can be used in the minimal treatment of turnip rings by osmotic dehydration and subsequent drying of samples.

Keywords: osmotic dehydration, air drying, RSM, turnip, optimization.

ملخص

كان الهدف من هذه الدراسة هو دراسة تأثير تركيز المحلول الملحي (5 و 10 و 15%) درجة حرارة المحلول (35° و 45° و 55°) و مدة الغمر (60 و 150 و 240 دقيقة) على فقدان الأقصى للماء و الوزن و الكسب الأدنى للمواد الصلبة خلال عملية التجفيف الحلوي لقطع اللفت. و أيضا دراسة تأثير سمك اللفت (2، 4، 6 ملم) ودرجة حرارة المجفف (55، 65، 75 درجة مئوية) و سرعة الهواء (0.41، 1.24، 3.81 م/ث) على الوقت الأدنى للتجفيف اثناء تجفيف قطع اللفت. لقد تم استخدام منهجية مساحات الإجابة لتحديد الظروف المثلى لهاتين التجريبتين. كانت الظروف المثلى في عملية التجفيف الحلوي كالاتي 55° بالنسبة لدرجة الحرارة و 10% بالنسبة لتركيز المحلول و 240 دقيقة لوقت الغمر. اما الظروف المثلى لعملية التجفيف فسمك قطع اللفت كان 6 مم و درجة الحرارة 65° و 0.41 لسرعة الهواء.

كلمات أساسية : التجفيف الحلوي. تجفيف بالهواء الساخن. مساحات الإجابة. اللفت. الاستفادة المثلى.