

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH**



**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP
NGÀNH CÔNG NGHỆ THỰC PHẨM**

**NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ SẤY HÀNH LÁ BẰNG
PHƯƠNG PHÁP SẤY LẠNH**

GVHD: LÊ ĐỨC TRUNG

SVTH : NGUYỄN THỊ QUỲNH TRÂM

MSSV: 13116154



Tp. Hồ Chí Minh, tháng 08/2017

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
KHOA CÔNG NGHỆ HÓA HỌC VÀ THỰC PHẨM
BỘ MÔN CÔNG NGHỆ THỰC PHẨM



KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP

MÃ SỐ: 2017- 13116154

NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ SẤY HÀNH LÁ
BẰNG PHƯƠNG PHÁP SẤY LẠNH

GVHD: T.S LÊ ĐỨC TRUNG

SVTH: NGUYỄN THỊ QUỲNH TRÂM

MSSV: 13116154

THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH – 08/2017

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
KHOA CÔNG NGHỆ HÓA HỌC VÀ THỰC PHẨM
BỘ MÔN CÔNG NGHỆ THỰC PHẨM

NHIỆM VỤ KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP

Họ và tên sinh viên: Nguyễn Thị Quỳnh Trâm

Ngành: Công nghệ Thực phẩm

1. Tên khóa luận: Nghiên cứu công nghệ sấy hành lá bằng phương pháp sấy lạnh.

2. Nhiệm vụ của khóa luận:

- Tổng quan nguyên liệu hành lá. Tổng quan hệ thống sấy lạnh, phương pháp quy hoạch thực nghiệm và tối ưu hóa.
- Tối ưu hóa quá trình sấy lạnh hành lá để tìm chế độ sấy tối ưu.
- Đánh giá cảm quan sản phẩm hành lá khô
- Tính toán giá thành sản phẩm.

3. Ngày giao nhiệm vụ khóa luận: 06/02/2017

4. Ngày hoàn thành khóa luận: 30/07/2017

5. Họ tên người hướng dẫn 1: TS. Lê Đức Trung

Phân hướng dẫn: toàn bộ khóa luận

6. Họ tên người hướng dẫn 2:

Phân hướng dẫn:

**Nội dung và yêu cầu khóa luận tốt nghiệp đã được thông qua bởi
Trưởng Bộ môn Công nghệ Thực phẩm**

Tp.HCM, ngày tháng năm 20

Trưởng Bộ môn

(Ký và ghi rõ họ tên)

Người hướng dẫn chính

(Ký và ghi rõ họ tên)

LỜI CẢM ƠN

Trong thời gian học tập tại khoa Công Nghệ Hóa Học Và Thực Phẩm, trường Đại học Sư Phạm Kỹ Thuật TP Hồ Chí Minh, em xin trân trọng gửi lời cảm ơn chân thành nhất đến quý thầy cô bộ môn công nghệ thực phẩm đã tận tình giảng dạy và truyền đạt những kiến thức quý báu nhất.

Đồng thời em cũng xin gửi lời cảm ơn sâu sắc nhất đến thầy Lê Đức Trung, người đã hết sức nhiệt tình hướng dẫn, quan tâm và giúp đỡ để em hoàn thành tốt đồ án tốt nghiệp này.

Xin gửi lời cảm ơn đến gia đình và tất cả các bạn bè đã giúp đỡ và tạo mọi điều kiện tốt nhất để em có thể hoàn thành tốt chương trình đại học và đồ án tốt nghiệp.

Trân trọng cảm ơn!

Tp. Hồ Chí Minh, Tháng 7/2017

NGUYỄN THỊ QUỲNH TRÂM

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan toàn bộ nội dung được trình bày trong khóa luận tốt nghiệp là do chính tôi thực hiện. Tôi xin cam đoan các nội dung được tham khảo trong khóa luận tốt nghiệp đã được trích dẫn chính xác và đầy đủ theo qui định.

Ngày 26 tháng 7 năm 2017

Ký tên

NGUYỄN THỊ QUỲNH TRÂM

MỤC LỤC

LỜI CẢM ƠN	iii
LỜI CAM ĐOAN	ii
MỤC LỤC	iii
DANH MỤC BẢNG	vii
DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT	ix
TÓM TẮT KHÓA LUẬN	x
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN	12
1.1 Tổng quan về nguyên liệu hành.....	12
1.1.1 Giới thiệu chung về hành.....	12
1.1.2 Phân loại khoa học	2
1.1.3 Đặc điểm sinh trưởng.....	2
1.1.4 Thành phần hóa học của hành	3
1.1.5 Công dụng của hành ta.....	6
1.1.6 Khu vực trồng hành lá và xu hướng phát triển của kỹ thuật sấy hành ta	8
1.2 Tổng quan về phương pháp sấy.....	9
1.2.1 Khái niệm về sấy.....	9
1.2.2 Động lực quá trình sấy	9
1.2.3 Tác nhân sấy	9
1.2.4 Phân loại hệ thống sấy	10

1.3	Tổng quan về sấy lạnh	10
1.3.1	Giới thiệu về phương pháp sấy lạnh	10
1.3.2	Hệ thống sấy lạnh sử dụng bơm nhiệt	11
1.4	Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình sấy lạnh.....	14
1.4.1	Yếu tố nguyên liệu	14
1.4.2	Yếu tố công nghệ	14
1.5	Phương pháp quy hoạch thực nghiệm	16
CHƯƠNG 2 : ĐỐI TƯỢNG, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU		25
2.1	Đối tượng nghiên cứu	25
2.2	Thiết bị và dụng cụ	26
2.3	Sơ đồ nghiên cứu	27
2.4	Phương pháp nghiên cứu thu thập và xử lý số liệu	28
2.4.1	Phương pháp xác định độ ẩm.....	28
2.4.2	Xác định tỷ lệ hút nước phục hồi.....	29
2.4.3	Phương pháp xác định chi phí năng lượng	29
2.4.4	Phương pháp xác định hàm lượng tinh dầu	29
2.4.5	Phương pháp quy hoạch thực nghiệm nghiên cứu.....	30
CHƯƠNG 3: KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN		34
3.1	Xác định chỉ tiêu đầu vào của nguyên liệu	34
3.2	Kết quả thực nghiệm.....	34
3.3	Xây dựng mối quan hệ giữa các yếu tố công nghệ ảnh hưởng với các hàm mục tiêu	35

3.3.1	Xây dựng mối quan hệ giữa các yếu tố công nghệ ảnh hưởng tới hàm mục tiêu độ ẩm.....	35
3.3.2	Xây dựng mối quan hệ giữa các yếu tố công nghệ ảnh hưởng tới hàm mục tiêu hàm lượng tinh dầu	41
3.3.3	Xây dựng mối quan hệ giữa các yếu tố công nghệ ảnh hưởng tới hàm mục tiêu độ hút nước phục hồi.....	46
3.3.4	Xây dựng mối quan hệ giữa các yếu tố công nghệ ảnh hưởng tới hàm mục tiêu chi phí năng lượng.....	51
3.4	Xây dựng và giải bài toán tối ưu một mục tiêu	56
3.4.1	Giải bài toán tối ưu một mục tiêu hàm độ ẩm	57
3.4.2	Giải bài toán tối ưu một mục tiêu hàm lượng tinh dầu.....	57
3.4.3	Giải bài toán tối ưu một mục tiêu hàm tỷ lệ hút nước phục hồi	57
3.4.4	Giải bài toán tối ưu một mục tiêu hàm chi phí năng lượng	58
3.5	Xây dựng và giải bài toán tối ưu đa mục tiêu.....	58
3.6	Kết quả kiểm tra vi sinh.....	60
3.7	Kết quả cảm quan sản phẩm hành lá sấy	61
3.8	Đề xuất quy trình sấy hành lá	64
3.9	Tính giá thành sản phẩm.....	67
CHƯƠNG 4: KẾT LUẬN		69
4.1	Kết luận.....	69
4.2	Kiến nghị	69
TÀI LIỆU THAM KHẢO		71
PHỤ LỤC		74

DANH MỤC HÌNH

Hình 1-1: Hành lá được dùng làm rau gia vị	6
Hình 1-2: Sơ đồ nguyên lý hoạt động của thiết bị sấy bằng bơm nhiệt.....	12
Hình 1-3: Sơ đồ bài toán một mục tiêu	18
Hình 1-4: Sơ đồ bài toán đa mục tiêu	18
Hình 2-1: Hành lá nguyên liệu	26
Hình 2-2: Thiết bị sấy lạnh DSL-02.....	26
Hình 2-3: Sơ đồ nghiên cứu	27
Hình 2-4: Sơ đồ bài toán tối ưu.....	31
Hình 3-1: Hành lá sấy lạnh (trái) và hành lá sấy đối lưu (phải).....	61
Hình 3-2: Biểu đồ đánh giá sự yêu thích các sản phẩm theo các chỉ tiêu về màu sắc, mùi vị và trạng thái	63
Hình 3-3: Biểu đồ đánh giá sự yêu thích chung giữa các sản phẩm	64
Hình 3-4: Quy trình công nghệ sấy hành lá	65
Hình 3-5: Xử lý nguyên liệu	66
Hình 3-6: Cắt khoanh nguyên liệu	66
Hình 3-7: Rải khay và sấy nguyên liệu	67
Hình 3-8: Bao gói sản phẩm.....	67

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1-1: Phân loại khoa học của hành lá	2
Bảng 1-2: Thành phần dinh dưỡng của hành lá { <i>Allium fistulosum</i>) trong 100g	4
Bảng 1-3: Số liệu thực nghiệm.....	19
Bảng 1-4: Ma trận quy hoạch cấu trúc có tâm cấp hai, hai yếu tố.....	21
Bảng 2-1: Các mức yếu tố ảnh hưởng.....	31
Bảng 2-2: Ma trận TYT 23 với biến thực và biến mã hóa	32
Bảng 2-3: Các biến của ma trận quy hoạch	33
Bảng 3-1: Xác định độ ẩm ban đầu.....	34
Bảng 3-2: Kết quả thực nghiệm	34
Bảng 3-3: Kết quả xử lý thực nghiệm hàm mục tiêu độ ẩm theo ma trận trực giao cấp 2	35
Bảng 3-4: Bảng: hệ số của phương trình hồi quy cho độ ẩm.....	38
Bảng 3-5: Phương sai tái hiện cho độ ẩm	38
Bảng 3-6: Sai số của phương trình trong phương trình hồi quy của độ ẩm.....	38
Bảng 3-7: Kiểm tra tính ý nghĩa của hệ số theo tiêu chuẩn Student của độ ẩm	39
Bảng 3-8: Kết quả tính \bar{y}_i và $(y_i - \bar{y}_i)^2$ của độ ẩm	39
Bảng 3-9: Kiểm định fisher của phương trình hồi quy hàm độ ẩm	40
Bảng 3-10: Kết quả xử lý thực nghiệm hàm mục tiêu hàm lượng tinh dầu theo ma trận trực giao cấp 2	41
Bảng 3-11: Hệ số của phương trình hồi quy cho hàm lượng tinh dầu	43
Bảng 3-12: Phương sai tái hiện cho hàm lượng tinh dầu	43
Bảng 3-13: Sai số của phương trình trong phương trình hồi quy của hàm lượng tinh dầu	44

Bảng 3-14: Kiểm tra tính ý nghĩa của hệ số theo tiêu chuẩn Student của hàm lượng tinh dầu	44
Bảng 3-15: Kết quả tính \bar{y}_i và $(y_i - \bar{y}_i)^2$ của hàm lượng tinh dầu.....	44
Bảng 3-16: Kiểm định fisher của phương trình hồi quy hàm tinh dầu	45
Bảng 3-17: Kết quả xử lý thực nghiệm hàm mục tiêu tỷ lệ hút nước phục hồi theo ma trận trực giao cấp 2.....	46
Bảng 3-18: Hệ số của phương trình hồi quy cho tỷ lệ hút nước phục hồi	48
Bảng 3-19: Phương sai tái hiện cho tỷ lệ hút nước phục hồi	49
Bảng 3-20: Sai số của phương trình trong phương trình hồi quy của tỷ lệ hút nước phục hồi.....	49
Bảng 3-21: Kiểm tra tính ý nghĩa của hệ số theo tiêu chuẩn Student của tỷ lệ hút nước phục hồi	49
Bảng 3-22: Kết quả tính \bar{y}_i và $(y_i - \bar{y}_i)^2$ của tỷ lệ hút nước phục hồi	50
Bảng 3-23: Kiểm định fisher của phương trình hồi quy hàm tỷ lệ hút nước phục hồi ..	50
Bảng 3-24: Kết quả xử lý thực nghiệm hàm mục tiêu chi phí năng lượng theo ma trận trực giao cấp 2	51
Bảng 3-25: Hệ số của phương trình hồi quy cho chi phí năng lượng	54
Bảng 3-26: Phương sai tái hiện cho chi phí năng lượng	54
Bảng 3-27: Sai số của phương trình trong phương trình hồi quy của chi phí năng lượng	54
Bảng 3-28: Kiểm tra tính ý nghĩa của hệ số theo tiêu chuẩn Student của chi phí năng lượng	54
Bảng 3-29: Kết quả tính \bar{y}_i và $(y_i - \bar{y}_i)^2$ của chi phí năng lượng	55
Bảng 3-30: Kiểm định fisher của phương trình hồi quy hàm chi phí năng lượng	56
Bảng 3-31: Yêu cầu chỉ tiêu vi sinh	60
Bảng 3-32: Kết quả kiểm tra vi sinh đối với mẫu hút chân không và không hút chân không.....	61

Bảng 3-33: Điểm chất lượng cảm quan của sản phẩm bằng phương pháp sấy lạnh và sấy đối lưu	62
Bảng 3-34: Điểm chất lượng cảm quan của sản phẩm bằng phương pháp sấy đối lưu .	62
Bảng 3-35: Tính toán giá thành sản phẩm	68

DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT

VLS: Vật liệu sấy

TSN: Tác nhân sấy

BTTU: Bài toán tối ưu

PTHQ: Phương trình hồi quy

QHTN: Quy hoạch thực nghiệm

TÓM TẮT KHÓA LUẬN

❖ Tính cấp thiết của đề tài

Với điều kiện sinh thái thuận lợi, khí hậu nhiệt đới gió mùa, nước ta đa dạng các loại rau, quả trái cây khác nhau. Trong các loại rau gia vị thì hành lá là một trong những loại rau dễ trồng và cho năng suất cao, thích hợp với mọi khí hậu của Việt Nam. Hành lá tuy được trồng nhiều nhưng thời gian bảo quản ngắn, dễ bị hư hỏng nhưng chưa có nhiều công nghệ bảo quản tốt hành lá để sử dụng thường xuyên trong gia đình, bổ sung vào các sản phẩm ăn liền như mì ăn liền, cháo ăn liền, phở ăn liền...

Ngày nay với thời đại công nghiệp hóa, con người ngày càng có xu hướng lựa chọn những thực phẩm có tính tiện lợi trong quá trình sử dụng cũng như cung cấp đầy đủ các dưỡng chất cho cơ thể và phải có tính chất tự nhiên.

Trong các mặt hàng nông sản xuất khẩu thì rau quả là một trong những thế mạnh của Việt Nam. Nhật Bản là quốc gia có nhu cầu nhập khẩu nhiều rau quả từ Việt Nam, trong đó có sản phẩm là hành lá sấy khô. Hiện nay, công nghệ chế biến hàng nông sản khô còn thô sơ, mang lại hiệu quả không cao. Phương pháp làm khô chủ yếu là sấy bằng không khí nóng, phơi nắng hoặc các phương pháp sấy khác nhưng không có hiệu quả. Sử dụng các phương pháp này thời gian sấy thường kéo dài, làm giảm giá trị của sản phẩm, chất lượng đạt được không đồng đều và đặc biệt là không đảm bảo được vệ sinh an toàn thực phẩm, vì thế không đáp ứng được yêu cầu của các thị trường nhập khẩu lớn như Mỹ, EU, Nhật Bản, Trung Quốc...

Hiện nay có rất nhiều phương pháp sấy với ưu nhược điểm khác nhau. Khi yêu cầu chất lượng sản phẩm ngày càng cao, mang lại hiệu quả kinh tế, chúng ta cần tìm ra phương pháp sấy kết hợp nhằm khắc phục được nhược điểm của các phương pháp đó, từ đó giảm thời

gian sấy, nâng cao chất lượng sản phẩm. Trong số đó thì công nghệ sấy lạnh với bơm nhiệt là một trong những hệ thống sấy hiện đại có nhiều ưu điểm. Công nghệ chế biến sấy lạnh là phương pháp tách nước làm khô sản phẩm ở nhiệt độ thấp giúp giữ được chất lượng tốt cho sản phẩm, giữ được mùi và màu đặc trưng của hành lá.

❖ Nội dung nghiên cứu

- Xây dựng quy trình công nghệ sản xuất hành lá khô.
- Khảo sát tìm ra các yếu tố ảnh hưởng đến năng suất, chất lượng sản phẩm trong quá trình sấy hành lá bằng phương pháp sấy lạnh.
- Nghiên cứu thực nghiệm tìm ra chế độ sấy tối ưu cho sản phẩm.
- Phân tích đánh giá một số chỉ tiêu chất lượng sản phẩm và so sánh với hành sấy bằng phương pháp sấy bằng không khí nóng truyền thống.
- Tính chi phí và giá thành cho 1kg sản phẩm khi áp dụng công nghệ sấy lạnh.

❖ Mục tiêu và phạm vi nghiên cứu

Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình sấy lạnh hành lá, từ đó tính toán và đưa ra chế độ sấy tối ưu cho hành lá nhằm bảo quản tốt hành lá.

❖ Ý nghĩa khoa học của đề tài

Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố đến quá trình sấy hành lá bằng phương pháp sấy lạnh mang lại những ý nghĩa khoa học sau đây:

- Đóng góp cơ sở lý luận khoa học về các yếu tố ảnh hưởng đến quy trình công nghệ sấy lạnh hành lá nói riêng và các sản phẩm rau quả nói chung.
- Cơ sở cho các phương pháp quy hoạch thực nghiệm và tối ưu hóa thực nghiệm trong công nghệ chế biến các sản phẩm thực phẩm.
- Làm nền tảng cho các nghiên cứu xây dựng quy trình công nghệ sấy lạnh các loại nguyên liệu tương tự.

❖ Ý nghĩa thực tiễn của đề tài

Nghiên cứu phương pháp xác định chế độ sấy tối ưu trên máy sấy lạnh trên đối tượng lá có ý nghĩa góp phần:

- Tìm phương pháp mới, đổi mới công nghệ theo hướng công nghiệp hóa, hiện đại hóa.

- Giảm thời gian sấy, tiết kiệm năng lượng, nâng cao chất lượng sản phẩm.
- Nâng cao giá trị sử dụng, giá trị kinh tế cho sản phẩm nông sản khô.
- Nâng cao hiệu quả kinh tế cho ngành nông nghiệp Việt Nam.

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN

1.1 Tổng quan về nguyên liệu hành

1.1.1 Giới thiệu chung về hành

Hành, đôi khi được gọi là hành ta (để phân biệt với hành tây tức *Allium cepa*) có danh pháp khoa học là *Allium fistulosum* thuộc họ hành (*Alliaceae*).

Hành lá được biết đến trong lĩnh vực trồng trọt và có nguồn gốc ở miền tây bắc Trung Quốc. Nghiên cứu DNA cho thấy rằng nó đã được bắt nguồn từ các giống hành hoang dã, tìm thấy ở Siberia và Mông Cổ, hành được xem như một loại rau để sử dụng trong nước hoặc xuất khẩu sang Trung Quốc. Hành được trồng ít nhất 200 trước Công nguyên ở Trung Quốc và tiếp tục lây lan tới Đông Nam Á và Châu Âu. Ở Trung Quốc, *Allium fistulosum* là loài hành lá được sử dụng nhiều nhất trong văn hóa ẩm thực châu Âu, ở Nhật Bản nó quan trọng thứ hai sau hành củ (*Allium cepa* L.). Hành được trồng trên toàn thế giới, nhưng khu vực chính là phía đông Châu Á từ Siberia đến Indonesia, ở những nơi khác, nó là chủ yếu là một loại cây trồng trong vườn nhà. Tại châu Phi, nó là cây được sử dụng nhiều và phổ biến được trồng ở Sierra Leone, Ghana. (Fritsch, R.M.; N. Friesen, 2002)

Hành lá chủ yếu được sử dụng ở dạng tươi sống sau khi thu hoạch và được sử dụng như một loại gia vị cho thực phẩm. Tuy nhiên sau khi ngành công nghệ bảo quản sau thu hoạch được phát triển, trong đó việc bảo quản các sản phẩm sau thu hoạch bằng công nghệ tách hơi ẩm (hay được gọi là phương pháp sấy) thì hành lá qua quá trình sấy được sử dụng bổ sung cho thực phẩm chế biến sẵn chẳng hạn như mì ăn liền. Phần hoa còn nhỏ đôi khi được chiên và ăn như snack.

Trung Quốc, Nhật Bản, Hàn Quốc, Đài Loan và Indonesia là các nước có sản lượng hành lớn. Năm 1984, sản lượng hành tại Nhật Bản đạt 563.000 tấn từ 24.000 ha, tại Hàn Quốc 432.000 tấn từ 19.000 ha. (G.J.H Grubben, 2004)

1.1.2 Phân loại khoa học

Bảng 1-1: Phân loại khoa học của hành lá

Bộ (<i>ordo</i>)	<i>Asparagales</i>
Họ (<i>familia</i>)	<i>Alliaceae</i>
Chi (<i>genus</i>)	<i>Allium</i>
Loài (<i>species</i>)	<i>Allium fistulosum</i>

Theo Hệ thống APG II (năm 2003) Họ hành (*Alliaceae*) được xếp vào Bộ Măng tây (*Asparagales*). Trong Họ hành có khoảng 19-20 chi với khoảng 800 loài.

Chi hành tây (*Allium*) là một chi phức tạp với khoảng 600-750 loài (biến động từ 260 đến 979 loài tùy theo hệ thống phân loại).

Vào năm 2006, một hệ thống phát sinh loài của chi *Allium* được công bố dựa trên hạt nhân ribosome gen của nó. Các tác giả của nghiên cứu này chia Chi *Allium* thành 15 phân loài (subgenera) và 72 phần (sectio) là những đơn vị phân loại dưới chi (genus) và trên loài (species). (Fritsch, R.M.; N. Friesen, 2002)

1.1.3 Đặc điểm sinh trưởng

Cây thân thảo, sống lâu năm, phát triển bằng căn hành. (Brewster, James L.1994)

-Thân: Thân hành nhỏ, cao 30-50 cm, tép trắng hay nâu đỏ, không phủ lấm, to 7 - 15 mm.

-Rễ: Rễ hình bóng đèn, ít phù, kéo dài, hơi bất đối xứng, phía dưới có chùm rễ màu trắng, mọc khô trên đất toi, xốp.

-Lá: Lá xanh mọc, bông 3 cạnh ở dưới, hình trụ ở trên có thể lên đến 50 - 80 cm và 2,5 cm đường kính, bẹ dài bằng $\frac{1}{4}$ phiến.

-Hoa: Trục mang cụm hoa cao bằng lá. Cụm hoa hình đầu tròn, gồm nhiều hoa có cuống ngắn; bao hoa có các mảnh hình trái xoan nhọn màu trắng có sọc xanh.

Hoa lưỡng tính, hình chuông, cánh hoa 6 xếp thành 2 luân sinh, phiến hoa cao 5 mm, rời, trắng có sọc xanh, có mùi, 6 tiểu nhụy, noãn sào xanh dợt, bầu noãn thượng, 3 buồng, vòi nhụy mảnh. Cây ra hoa vào mùa xuân, mùa hè.

-Quả: Quả nang, viên nang hình cầu khoảng 5 mm đường kính, khai theo chiều dọc, chứa ít hạt.

-Hạt: Hạt 3 -4 mm x 2 - 2,5 mm màu đen.

Allium fistulosum thích nghi với một phạm vi khí hậu khá rộng. Nó có khả năng chịu được thời tiết lạnh và thậm chí có thể vượt qua được mùa đông ở Siberia. Nó cũng chịu các điều kiện nóng ẩm ở những khu vực gần Brazzaville và Kinshasa ở Trung Phi. Ở Java (Indonesia) phát triển tốt trên độ cao 200 m, nhưng phổ biến hơn là trên 500 m. Hầu hết các giống địa phương thích nghi với sự thay đổi về lượng mưa và nó có thể chịu được lượng mưa lớn hơn so với các chi *Allium* khác. (Fritsch, R.M.; N. Friesen, 2002)

Trong vùng nhiệt đới, hành có thể được thu hoạch quanh năm, trong khu vực Brazzaville - Kinshasa nó chủ yếu được thu hoạch trong mùa mưa. Cây được thu hoạch khoảng 2,5 tháng sau khi trồng bằng chồi. Một phần được sử dụng như nguyên liệu trồng cho các vụ tiếp theo được để ở ngoài đồng cho đến khi cần dùng. Sau khi thu hoạch, lá và thân giả được làm sạch, sấy khô, lá bị hư hỏng được loại bỏ, các nhà máy bó lại và đóng gói trong hộp, giỏ rồi vận chuyển ra thị trường tiêu thụ.

1.1.4 Thành phần hóa học của hành

Hành chứa nhiều chất chống oxy hóa flavonoid, chất xơ, khoáng và một số vitamin được chứng minh là có lợi cho sức khỏe. Hành có màu xanh tự nhiên, chứa hàm lượng chất xơ thực vật cao hơn các cây cùng chi *Allium* như hành tây, tỏi tây, hẹ tây... 100g hành lá tươi cung cấp 2,6g hay 7% nhu cầu chất xơ hằng ngày. Năng lượng trong hành rất thấp, 100g lá hành tươi chỉ cung cấp 31kcal.

Hành hương có đặc trưng rất nổi bật: có mùi và vị rất hăng. Đó là do trong hành có chứa allyl propyl disulphide (gồm tinh dầu và hợp chất lưu huỳnh). Tinh dầu dễ bay hơi này là thủ phạm chính gây kích ứng và chảy nước mắt khi tiếp xúc với hành sống.

Nếu ăn hành lá còn sống, tinh dầu sẽ được bài tiết qua phổi và nước bọt, làm hơi thở có mùi đặc biệt. Điều này không còn là vấn đề nếu như ăn hành đã được nấu chín vì tinh dầu đã bị bay hơi hết khi đun nóng.

Lá và củ hành hương chứa hợp chất lưu huỳnh (tinh dầu) như hành tỏi nhưng đặc biệt hơn là có metylpentydisulfid, pentyhydrodisulfid, nhiều silicium, lá hành hương có nhiều tiền vitamin A, B, C.

Hành hương có chất dẫn xuất từ propyl cystéin (đây là đặc tính của tỏi tây poireau) và chất propényl cystéin sulfoxyde (đặc tính của hành tây), đó là những chất dễ bay hơi.

Những chất *alkyl-sulfoxydes* là những sản phẩm thoái hóa của *acid amin* không protein của nhóm *S-alk(én)yl-cystéines*.

Khi những tế bào bị tổn thương, những acides amines tự suy thoái, dưới tác động của phân hóa tố aliinase, bằng chất *acides sulfénique* phản ứng rất cao, *ammoniaque* và *pyruvate*.

Những acid sulfénique sau đó phản ứng với những chất khác để tạo thành các disulfures khác nhau.

Hành chứa một tỷ lệ lớn carbohydrates dự trữ là đường và oligosaccharides. Bên cạnh glucose, fructose và sucrose còn có maltose, rhamnose, galactose, arabinose, mannose và xylose. Hàm lượng đường và protein sẽ tăng đối với cây trồng ở nhiệt độ thấp.

So với tỏi, hàm lượng chất chống oxy hóa thio - sulfinites trong hành ít hơn. Các thio - sulfinites như diallyl disulfide, diallyl trisulfide và allyl propyl disulfide sẽ chuyển đổi allicin bằng phản ứng enzyme khi lá của nó bị phá vỡ (nghiền hoặc cắt..).

Bảng 1-2: Thành phần dinh dưỡng của hành lá (*Allium fistulosum*) trong 100g

Thành phần dinh dưỡng	Giá trị dinh dưỡng	% lượng dùng hằng ngày
Năng lượng	32Kcal	1%
Carbohydrates	7,34g	6%

Protein	1,83	3%
Chất béo	0,30g	1%
Cholesterol	0mg	0%
Chất xơ thực vật	2,6g	7%
Vitamin		
Folates	64µg	16%
Niacin	0.525mg	3%
Pantothenic acid	0,075mg	1,5%
Pyridoxine	0,61mg	5%
Riboflavin	0,080mg	6%
Thiamin	0,055mg	5%
Vitamin A	997IU	33%
Vitamin C	18,8mg	31%
Vitamin E	207µg	172%
Electrolytes		
Natri	16mg	1%
Kali	276mg	6%
Minerals		
Canxi	72mg	7%
Đồng	0,083mg	9%
Sắt	1,48mg	18,5 %
Magie	20mg	5%
Mangan	0,16mg	7%
Photpho	37mg	5%
Selen	0,6µg	1%
Kẽm	0,39mg	3,5%
Phyto-nutrients		
Carotene-β	598µg	

Crypto-xanthin β	0 μ g	
Lutein-zeaxanthin	1137 μ g	

Nguồn: cơ sở dữ liệu dinh dưỡng của USDA

1.1.5 Công dụng của hành ta

- **Hành ta được dùng làm rau gia vị**

Ở Việt Nam hành hương là món rau gia vị không thể thiếu trong các món chiên, xào, nấu canh, nấu súp, hủ tiếu, phở, cháo thịt...Hành làm tăng độ thơm ngon và có tác dụng khử tanh thực phẩm từ thịt, cá...Ở những vùng trồng nhiều hành, các món hành luộc, hành làm dưa chua cũng được dùng như một loại rau thông dụng.



Hình 1-1: Hành lá được dùng làm rau gia vị

Ở Java (Indonesia), người ta dùng cây hành hương nguyên cây, hấp hơi nước hay qua chảo xào thật nhanh để dùng làm món rau gia vị. Ở miền nam Philippines, hành hương đâm với gừng và ớt để làm ra thứ gia vị gọi là Palapa ướt, được sử dụng để thêm gia vị cho các món ăn, hoặc tẩm trong thực phẩm chiên, xào hoặc phơi khô. Ở Trung Quốc hành lá là gia vị

không thể thiếu trong các món xào, nấu, cháo, súp...Ở Nhật Bản, người ta sử dụng giống hành hương cao 7-10cm cho các món ăn đặc biệt của bản xứ.

- **Hành ta đối với sức khỏe**

Các nghiên cứu còn chỉ ra rằng trong hành ta là nguồn cung cấp nhiều loại chất chống oxy hóa có vai trò quan trọng trong việc bảo vệ cơ thể chống lại các gốc tự do sinh ra trong cơ thể. Trong đó hàm lượng quercetin được nghiên cứu có chứa nhiều trong hành ta có tác dụng chống oxy hóa. (Helen et al.,2000; Kawamoto et al., 2004).

Nghiên cứu điều tra hoạt động chống béo phì từ hành ta ở những con chuột béo phì làm giảm đáng kể trọng lượng cơ thể và mô mỡ trắng (dưới da, sau và sau phúc mạc) cũng như kích thước tế bào mỡ so với chuột kiểm soát ăn kiêng có hàm lượng chất béo cao đồng thời cũng giảm đáng kể triglyceride, cholesterol toàn phần, cholesterol lipoprotein-cholesterol thấp và nồng độ leptin trong huyết thanh của chuột. (Yoon-Young Sung, et al.,2011)

Các nghiên cứu ở phòng thí nghiệm chỉ ra rằng allicin giúp làm giảm sự sản sinh cholesterol bằng cách ức chế enzyme HMG - CoA reductase trong tế bào gan, ngoài ra còn có khả năng chống vi khuẩn, virus và nấm mốc. Allicin trong hành còn giúp giảm độ cứng của mạch máu nhờ tạo ra oxide nitric (NO), nhờ đó cũng làm giảm huyết áp. Nó cũng ngăn chặn sự hình thành cục máu đông, phá hủy các sợi fibrin trong mạch máu, giảm nguy cơ bệnh động mạch vành (CAD), bệnh mạch máu ngoại biên (PVD) và đột quy.Hành lá cũng chứa chất kháng khuẩn fitoncidi. Khi có dịch bệnh lây nhiễm qua đường hô hấp, nên ăn hành sống để dự phòng. Hành lá có tác dụng tiêu diệt các vi khuẩn lây nhiễm, bao gồm cả vi khuẩn E.coli và Salmonella. Ngoài ra, hành lá có tác dụng làm giảm cholesterone, có lợi cho máu huyết và tim mạch. Hành lá có tác dụng tốt trong phòng và trị bệnh tiểu đường. Nghiên cứu cho thấy hành lá, hành tây giúp giảm cholesterol, chống vi khuẩn, virus và nấm trong cơ thể. Ngoài ra, chúng còn có tác dụng giảm nguy cơ đột quy tim, tiểu đường. đề tài nghiên cứu cho biết hành cũng có thể duy trì sức khoẻ cho xương không kém sữa. Các nhà khoa học đã phát hiện một chất mới có trong hành là GPCS (gamma - L - glutamyl-trans-S-1-L-cysteine sulfoxide) có thể ngăn chặn chứng loãng xương. (Chen JH, et al.,2000; Sang S, et al.,2002; Weyer C, et al.,2001; Yatagai T,et al. , 2003)

1.1.6 Khu vực trồng hành lá và xu hướng phát triển của kỹ thuật sấy hành ta

- **Khu vực trồng hành lá**

Hành lá được trồng hầu hết tại các tỉnh tại Việt Nam do điều kiện sinh trưởng của hành lá dễ thích nghi với khí hậu của hầu hết các tỉnh, những vùng hành được trồng nhiều nhất và lớn nhất có thể nói đến là ở miền Bắc và các tỉnh Đồng Bằng Sông Cửu Long.

Với diện tích gieo trồng hàng năm trên dưới khoảng 5000 ha hành, năng suất trung bình đạt 15 tấn/ ha. Hành lá sau khi thu hoạch được bán cho các tư thương của Trung Quốc, một phần được giao cho các doanh nghiệp các công ty sản xuất để sấy khô làm rau gia vị cho sản phẩm ăn liền như mì ăn liền, phở ăn liền hay cháo ăn liền... Hành lá của Việt Nam được ưa chuộng là vì chất lượng, độ thơm và cay đặc trưng (theo Sở nông nghiệp và phát triển nông thôn tỉnh Hải Dương).

- **Xu hướng phát triển của kỹ thuật sấy hành ta**

Số liệu báo cáo của Hiệp hội mì ăn liền thế giới (WINA) cho thấy, năm 2013 Việt Nam tiêu thụ 5,2 tỷ gói mì. Việt Nam đang là quốc gia xếp thứ 4 về tiêu thụ mì trên thế giới sau Trung Quốc, Indonesia và Nhật Bản. Các sản phẩm làm từ gạo, miến, hủ tiếu chiếm tỷ lệ khá nhỏ, mức tiêu thụ khoảng 600 triệu gói. Lượng xuất khẩu chiếm khoảng 200 triệu gói. Hiện tại thị trường mì ăn liền Việt Nam đang có xu hướng phát triển mạnh do sản phẩm có thể sử dụng phổ biến rộng rãi và đáp ứng sự tiện lợi của thị trường

Với lượng hành bổ sung vào để làm sau gia vị chiếm khoảng 15g/kg sản phẩm mì ăn liền, từ đó cho thấy việc bổ sung hành lá cũng chiếm một phần quan trọng để tạo nên hương vị cho sản phẩm. Ngoài sản phẩm mì ăn liền thì các sản phẩm ăn liền khác được làm từ gạo như cháo, miến, phở, hủ tiếu đều được bổ sung hành lá sấy khô để làm rau gia vị. Ước tính lượng hành lá sấy khô được sử dụng để bổ sung vào các sản phẩm ăn liền đạt khoảng 90 -100 tấn hành lá sấy khô.

Hành lá sấy khô là chất gia vị chế biến vào các món ăn, để bảo quản, thời gian sử dụng dài ngày vận chuyển nhiều nơi trong và ngoài nước cũng như xuất khẩu. Hành lá sấy khô

thường xuất sang thị trường Nga, Nhật Bản và Trung Quốc, các công ty mì ăn liền và một số công ty thực phẩm truyền thống trong nước.

1.2 Tổng quan về phương pháp sấy

1.2.1 Khái niệm về sấy

Sấy là quá trình tách ẩm ra khỏi vật liệu bằng cách cung cấp cho nó một lượng nhiệt, nhiệt được cung cấp nhằm thực hiện các nhiệm vụ sau:(Nguyễn Tấn Dũng 2013)

- Nung nóng vật liệu sấy từ nhiệt độ ban đầu đến nhiệt độ bầu ướt tương ứng với môi trường không khí xung quanh.
- Vận chuyển ẩm từ các lớp bên trong ra các lớp bên ngoài.
- Vận chuyển ẩm từ lớp bề mặt của vật liệu sấy vào môi trường không khí.

1.2.2 Động lực quá trình sấy

Quá trình sấy là quá trình tách ẩm (chủ yếu là nước và hơi nước) khỏi VLS để thải vào môi trường. Ẩm có mặt trong vật liệu nhận được năng lượng theo một phương thức nào đó tách khỏi VLS và dịch chuyển từ trong lòng vật ra bề mặt, từ bề mặt vật vào môi trường xung quanh (Trần Văn Phú, 2002).

Dựa vào hai phương pháp tạo ra động lực quá trình sấy trên đây người ta chia ra hai PPS: PPS nóng và PPS lạnh.

1.2.3 Tác nhân sấy

Để duy trì động lực của quá trình sấy cần một môi chất mang ẩm thoát từ bề mặt VLS thải vào môi trường. Môi chất làm nhiệm vụ nhận ẩm từ bề mặt vật để thải vào môi trường gọi chung là tác nhân sấy (TNS). TNS có thể là không khí, khói lò hoặc một số chất lỏng như dầu mỡ, macarin.... trong đó không khí và khói lò là hai TNS phổ biến nhất. Trong các thiết bị sấy đối lưu TNS còn làm thêm nhiệm vụ đốt nóng vật. Trạng thái của TNS cũng như nhiệt độ và tốc độ của nó đóng vai trò quan trọng trong toàn bộ quá trình sấy (Trần Văn Phú, 2002)

1.2.4 Phân loại hệ thống sấy

Sấy tự nhiên: Nhờ tác nhân chính là nắng, gió... Phương pháp này thời gian sấy dài, tổn diện tích sân phơi, khó chủ động điều chỉnh các nhân tố, độ ẩm cuối cùng của vật liệu còn khá lớn, phụ thuộc rất nhiều vào thời tiết khí hậu nên năng suất thường không cao.

Sấy nhân tạo: Quá trình cần cung cấp nhiệt, nghĩa là phải dùng đến các tác nhân sấy như không khí nóng, hơi quá nhiệt... Đối với phương pháp này, thời gian sấy được rút ngắn, dễ điều khiển và triệt để hơn sấy tự nhiên nên năng suất thường rất cao. Hiện nay, khoa học kỹ thuật ngày càng phát triển thì phương pháp sấy nhân tạo ngày càng đổi mới và nâng cao. (Hoàng Văn Chúc, 1999)

1.3 Tổng quan về sấy lạnh

1.3.1 Giới thiệu về phương pháp sấy lạnh

Sấy lạnh là phương pháp sấy đối lưu, tách ẩm vật liệu sấy bằng không khí lạnh có độ ẩm thấp. Ẩm trong vật liệu sấy di chuyển ra bề mặt, từ bề mặt vào môi trường, và được luân chuyển ra ngoài. Trong phương pháp này người ta tạo ra sự chênh lệch áp suất hơi bão hòa trên bề mặt vật liệu sấy và áp suất riêng phần của hơi nước trong không khí bằng cách giảm áp suất riêng phần hơi nước trong không khí nhờ giảm lượng chứa ẩm.

Sấy lạnh được ứng dụng rộng rãi trong các ngành công nghiệp thực phẩm cũng như các ngành công nghiệp khác do có nhiều ưu điểm như thời gian sấy ngắn, chất lượng sản phẩm tốt, hiệu quả năng lượng cao.

Tác nhân sấy là không khí ẩm được làm lạnh xuống dưới nhiệt độ điểm đọng sương để ngưng tụ một phần ẩm. Không khí ẩm sau khi được làm lạnh có độ ẩm và nhiệt độ thấp, do đó phải gia nhiệt cho không khí bằng điện trở hay dàn nóng của máy lạnh đến nhiệt độ mà công nghệ yêu cầu rồi được quạt ly tâm hút và thổi qua vật liệu sấy. Khi đó áp suất riêng phần của hơi nước trong không khí bé hơn áp suất hơi nước bão hòa trên bề mặt vật liệu sấy, ẩm từ dạng lỏng trên bề mặt vật liệu sấy bay hơi đi vào môi trường. Không khí sau khi nhận ẩm được quạt ly tâm hút và đẩy ra ngoài.

Dựa vào nhiệt độ sấy, người ta chia làm 2 loại

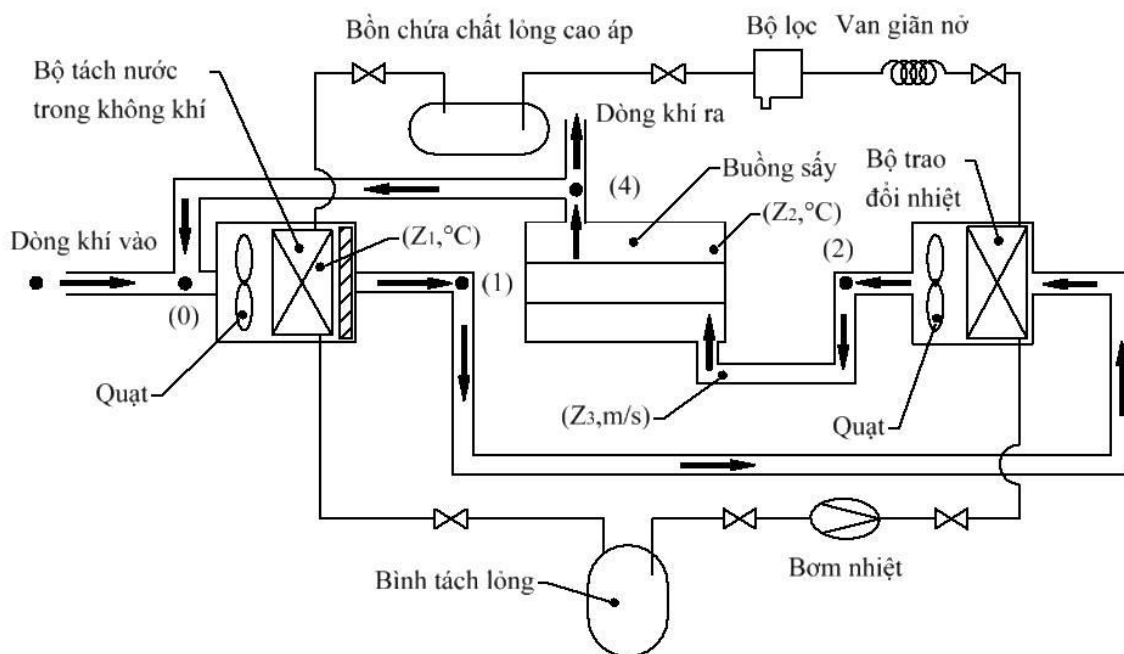
- Hệ thống sấy lạnh có nhiệt độ $t < 0^{\circ}\text{C}$
Hệ thống sấy thăng hoa
Hệ thống sấy chân không
- Hệ thống sấy lạnh có nhiệt độ $0^{\circ}\text{C} < t < t_{\text{mt}}$
Phương pháp sử dụng máy hút ẩm chuyên dụng kết hợp với máy lạnh
Phương pháp sử dụng bơm nhiệt.

Các thí nghiệm trong đề án sử dụng máy sấy lạnh có sử dụng bơm nhiệt

1.3.2 Hệ thống sấy lạnh sử dụng bơm nhiệt

❖ Nguyên lý hoạt động

Sấy lạnh (còn gọi là sấy bằng bơm nhiệt), là quá trình sấy được tiến hành ở áp suất khí quyển, tác nhân sấy là không khí được đưa vào thiết bị bay hơi của hệ thống lạnh (bơm nhiệt) để hạ nhiệt độ xuống dưới điểm đọng sương. Hơi nước trong không khí bị ngưng tụ tách ra làm cho không khí có độ chứa hơi giảm về 0, áp suất riêng phần hơi nước trong không khí giảm về 0 (nhưng không thể bằng 0) và được dẫn qua thiết bị ngưng tụ của hệ thống lạnh (bơm nhiệt) để đốt nóng, nhiệt độ không khí tăng lên đến gần nhiệt độ ngưng tụ môi chất lạnh ở thiết bị ngưng tụ. Sau đó chúng được dẫn vào buồng sấy chứa sản phẩm. Dưới sự chênh lệch áp suất riêng của hơi nước trên bề mặt sản phẩm với áp suất riêng của hơi nước trong không khí (tác nhân sấy), hơi nước ở sản phẩm tự bốc hơi và làm khô sản phẩm. Do nhiệt độ môi trường sấy thấp (cao nhất khoảng $35-45^{\circ}\text{C}$), nên chất lượng sản phẩm ít bị ảnh hưởng so với ban đầu, đảm bảo giá trị kinh tế cao.



Hình 1-2: Sơ đồ nguyên lý hoạt động của thiết bị sấy bằng bơm nhiệt

❖ **Ưu điểm và nhược điểm**

Ở phương pháp sấy lạnh, thời gian thoát ẩm lâu hơn các phương pháp sấy thông thường hay sấy chân không, nhưng các chỉ tiêu như màu sắc, khả năng bảo toàn các chất dinh dưỡng và vitamin là cao hơn hẳn.

• **Ưu điểm**

Nhiệt độ sấy thấp, chế độ phù hợp cho các sản phẩm nhạy cảm với nhiệt độ như dược liệu, các sản phẩm từ rau củ quả... Có khả năng tự động hóa cao, dễ vận hành, an toàn. Tiết kiệm năng lượng nhờ sử dụng cả năng lượng dàn nóng và dàn lạnh, hiệu quả sử dụng nhiệt cao. Chi phí đầu tư hệ thống thấp hơn so với các phương pháp sấy lạnh khác. Khả năng giữ lại màu sắc, mùi vị và các thành phần dinh dưỡng tương đối cao... Quá trình sấy không cần loại bỏ tác nhân sấy nên đảm bảo rất vệ sinh. (Hoàng Văn Chức, 2006)

• **Nhược điểm**

Thời gian sấy lâu, nếu trong nguyên liệu sấy có bụi cần dùng máy để khử bụi (bằng lọc hoặc bằng hấp thụ). Một số nghiên cứu trong và ngoài nước về phương pháp sấy lạnh

Bùi Tuấn Sơn- Võ Như Quang (2008), “Nghiên cứu thực nghiệm sấy nông sản thực phẩm cà rốt ở nhiệt độ thấp”. Qua kết quả nghiên cứu sấy cà rốt ta thấy ưu điểm nổi bật của phương pháp sấy nhiệt độ thấp sử dụng bơm nhiệt là chi phí năng lượng thấp, chất lượng sản phẩm cao hơn so với các phương pháp sấy nóng.

PGS.TS Phạm Văn Tuy, KS Vũ Huy Khuê, KS Nguyễn Khắc Tuyên (2003), “Nghiên cứu hút ẩm và sấy lạnh rau củ thực phẩm bằng bơm nhiệt máy nén”, kết quả nghiên cứu cho thấy các sản phẩm rau quả thực phẩm sấy bằng phương pháp sấy lạnh cho kết quả về màu sắc chất lượng của sản phẩm tốt hơn so với phương pháp sấy nóng.

PGS.TS Phạm Văn Tuy, KS Phạm Văn Hậu (2004), “ Nghiên cứu thực nghiệm sấy lạnh dược liệu bằng bơm nhiệt nhiệt độ thấp”, kết quả nghiên cứu cho thấy dược liệu sử dụng phương pháp sấy lạnh ở nhiệt độ thấp vẫn duy trì được các tính chất đặc trưng của dược liệu và hiệu quả chi phí năng lượng cao.

Trần Đại Tiến (2007), “Nghiên cứu ảnh hưởng của một số chế độ sấy bức xạ hồng ngoại kết hợp sấy lạnh đến chất lượng của mực ống khô lột da”. Kết quả nghiên cứu đã đưa đến kết luận: Chất lượng mực ống khô được sấy khô bằng bức xạ hồng ngoại kết hợp sấy lạnh tốt hơn so với phương pháp sấy bức xạ kết hợp đối lưu. Chế độ sấy bức xạ kết hợp sấy lạnh tốt nhất là: Nhiệt độ sấy là $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, vận tốc gió $2\text{m/s} \pm 1\text{m/s}$, khoảng cách bức xạ là 40cm.

Zhongli Pan và các cộng sự (2005), “Nghiên cứu sấy khô hành tây bằng sấy lạnh”, kết quả cho thấy hành tây sấy bằng phương pháp lạnh cho hiệu quả hơn sấy bằng phương pháp đối lưu không khí cưỡng bức. Nhiệt độ sấy đối với phương pháp lạnh là 40°C và 45°C .

Adapa et al. (2002) đã được nghiên cứu hiệu suất của một máy sấy lạnh bằng bơm nhiệt để làm khô củ cải dầu. Nghiên cứu cho thấy hiệu quả của máy bơm nhiệt được thiết kế và xây dựng để kiểm tra các đặc tính không khí trong quá trình hút ẩm. Máy bơm nhiệt này cung cấp một không khí ẩm và không khí nóng làm khô thực phẩm.

1.4 Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình sấy lạnh

1.4.1 Yếu tố nguyên liệu

- Hàm lượng nước trong nguyên liệu: thực phẩm ít nước thì thời gian sấy ngắn hơn thực phẩm chứa nhiều nước.
- Hình dạng nguyên liệu: thực phẩm có bề dày mỏng thì sấy sẽ nhanh hơn.
- Các mối liên kết trong vật liệu: các liên kết giữa ẩm với vật liệu khô có ảnh hưởng rất lớn đến quá trình sấy. Nó sẽ chi phối diễn biến của quá trình sấy.
- Thành phần hóa học trong nguyên liệu: ảnh hưởng đến quá trình sấy và liên quan tới sản phẩm, như phân hủy protein, glucid quá trình sấy rau quả thường chuyển sang màu đen hoặc nâu do phản ứng giữa đường khử và acid amin hoặc do sự khử nước của đường dưới tác dụng của nhiệt độ do pirocatexin bị oxy hóa hoặc bị trùng ngưng. (Nguyễn Văn May, 2007)

1.4.2 Yếu tố công nghệ

- **Nhiệt độ sấy**

Nhiệt độ càng cao thì tốc độ sấy càng nhanh, quá trình càng có hiệu quả cao, nhưng không thể sử dụng nhiệt độ quá cao cho rau quả vì rau quả là sản phẩm chịu nhiệt kém.

Trong môi trường ẩm nếu nhiệt độ cao hơn 60°C thì protein bị biến tính, trên 90°C thì fuctose bắt đầu bị oxy hóa, các phản ứng tạo melanoidin, polyme hóa các hợp chất cao phân tử xảy ra mạnh. Còn nhiệt độ cao hơn nữa, rau quả có thể bị cháy. Do đó, thường dùng chế độ sấy ôn hòa, nhiệt độ và tốc độ tác nhân sấy không quá cao. (Nguyễn Văn May, 2007)

- **Tốc độ tác nhân sấy**

Nếu tốc độ tác nhân sấy quá nhanh làm cho tốc độ bốc hơi vật liệu lớn hơn tốc độ chuyển dịch chất ẩm từ các lớp bên trong ra bề mặt rau quả bị rắn lại và ngăn cản quá trình thoát ẩm. Ngược lại nếu tốc độ tác nhân sấy chậm thì cường độ thoát ẩm yếu. Do đó làm giảm hiệu suất và năng suất sấy. (Nguyễn Văn May, 2007)

- **Bề dày lớp vật liệu sấy**

Nếu bề dày lớp vật liệu quá dày làm kéo dài thời gian sấy ngược lại bề dày lớp vật liệu quá mỏng thì thời gian sấy nhanh nhưng hiệu suất của quá trình sấy lại không cao, sản lượng sấy trong một mẻ sẽ ít, sản phẩm tiếp xúc với không khí nhiều làm xảy ra nhiều phản ứng không thuận lợi cho sản phẩm ảnh hưởng đến màu sắc, mùi vị chất lượng sản phẩm. (Nguyễn Văn May, 2007)

➤ **Nhận xét**

Sau khi tổng quan nguyên liệu, thì hành lá là loại rau gia vị có giá trị kinh tế cao, dễ sử dụng nhưng cũng dễ hư hỏng và thời gian bảo quản ngắn. Vì vậy, để tăng thời gian bảo quản hành lá, làm rau gia vị để bổ sung hành lá vào các sản phẩm ăn liền đồng thời có thể xuất khẩu các nước trên thế giới góp phần tăng trưởng nền kinh tế và nền nông nghiệp của Việt Nam.

Công nghệ sấy lạnh là phương pháp sấy tiên tiến, công nghệ hoàn toàn mới cần được quan tâm, bởi quá trình sấy mang lại hiệu quả kinh tế cao hơn giúp giảm chi phí năng lượng, độ ẩm sau sản phẩm thấp đồng thời vẫn giữ được màu sắc, mùi vị và giá trị dinh dưỡng.

Trong quá trình sấy yếu tố nguyên liệu rất quan trọng để đưa ra chế độ công nghệ sấy, bởi nhiệt độ môi trường sấy ảnh hưởng tới chất lượng sản phẩm. Nhiệt độ cao thì tốc độ sấy càng nhanh, quá trình sấy càng có hiệu quả cao nhưng không thể sử dụng nhiệt độ quá cao cho rau quả vì rau quả là sản phẩm chịu nhiệt kém. Trong môi trường ẩm nếu nhiệt độ cao hơn 60°C thì protein bị biến tính, trên 90°C thì một số chất bị oxy hóa, các phản ứng tạo melanoidin, polyme hóa các hợp chất cao phân tử xảy ra mạnh, nhiệt độ cao quá làm cho rau quả có thể bị cháy. Sấy lạnh thường sấy ở nhiệt độ thấp. Dựa vào những yếu tố trên ta chọn hai mức nhiệt độ sấy khảo sát là 35°C - 45°C.

Để sản phẩm tạo ra có chất lượng tốt, độ ẩm đạt yêu cầu để bảo quản với chi phí năng lượng giảm đến mức tối thiểu đồng thời phải giữ được mùi vị đặc trưng của hành lá. Ngoài các yếu tố trên thì tốc độ tác nhân sấy cũng sẽ ảnh hưởng đến sản phẩm. Nếu tốc độ tác nhân sấy quá nhanh làm cho tốc độ bốc hơi vật liệu lớn hơn tốc độ chuyển dịch chất ẩm từ các lớp bên trong ra bề mặt rau quả bị rắn lại và ngăn cản quá trình thoát ẩm. Ngược lại, tốc độ tác nhân

sấy chậm, thì cường độ thoát ẩm yếu. Vì vậy sẽ chọn hai mức tốc độ tác nhân sấy là 8m/s và 12m/s.

Bề dày của lớp nguyên liệu ảnh hưởng đến thời gian sấy cũng như chất lượng sản phẩm, nếu bề dày lớp nguyên liệu quá dày làm cho thời gian sấy lâu. Ngược lại, nếu bề dày lớp nguyên liệu quá ngắn thời gian sấy nhanh nhưng khối lượng mẻ sấy lại ít. Vì vậy sẽ chọn hai mức bề dày lớp nguyên liệu 0,5cm và 1,5cm.

Hành lá là một loại rau gia vị được sử dụng phổ biến, trong đó hàm lượng tinh dầu ảnh hưởng trực tiếp đến mùi của sản phẩm hành lá. Tuy nhiên thời gian bảo quản ngắn ở điều kiện bình thường. Do đó sản phẩm sau quá trình sấy phải đủ độ ẩm để bảo quản, chi phí năng lượng phải tối thiểu nhất và sản phẩm sau khi hoàn nguyên phải đạt trạng thái tốt nhất. Do đó mục tiêu cho sản phẩm hành lá sấy là: độ ẩm, hàm lượng tinh dầu và tỷ lệ hút nước phục hồi, chi phí năng lượng.

Vậy việc nghiên cứu xác lập chế độ công nghệ sấy lạnh hành lá là cần thiết, để khi tiến hành quy trình sấy nhằm tạo ra sản phẩm có chất lượng tốt, chi phí năng lượng thấp, độ ẩm đạt yêu cầu dựa trên các yếu tố ảnh hưởng là: nhiệt độ sấy, tốc độ tác nhân sấy, bề dày lớp vật liệu sấy

1.5 Phương pháp quy hoạch thực nghiệm

Thiết kế và phân tích số liệu thí nghiệm bằng phương pháp quy hoạch thực nghiệm, tối ưu hóa thí nghiệm bằng phương pháp quy hoạch trực giao cấp 2, có sự hỗ trợ của phần mềm MS - EXCEL.

Trong phương pháp quy hoạch thực nghiệm nghiên cứu ở đây, ta chọn ra ba yếu tố ảnh hưởng tới thời gian sấy là: Nhiệt độ tác nhân sấy, vận tốc tác nhân sấy và thời gian sấy.

Hoạch định thí nghiệm cho phép biến đổi cùng lúc nhiều yếu tố, số thí nghiệm ít, thu được ước lượng định lượng các hiệu ứng cơ bản và hiệu ứng tương tác, khối lượng tính toán ít.

Số thí nghiệm (N) cần tiến hành được xác định theo công thức:

$$N = 2^k + 2k + n_0$$

Trong đó k là số yếu tố ảnh hưởng tới kết quả thí nghiệm, n_o là số thí nghiệm tại tâm.

Từ các kết quả thực nghiệm, đưa số liệu vào tính toán để tìm ra phương trình tuyến tính thể hiện sự ảnh hưởng của các yếu tố tới hàm mục tiêu, sau đó dùng phương pháp thống kê để kiểm định sự tương thích của phương trình.

- **Phân tích các yếu tố ảnh hưởng và các hàm mục tiêu của đối tượng công nghệ:**

Mục đích:

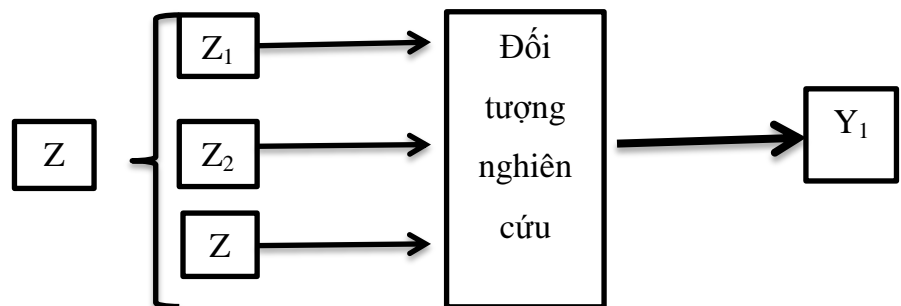
- Mục đích của việc tiếp cận và phân tích hệ thống nhằm xác định rõ, đầy đủ và chính xác các yếu tố ảnh hưởng đến đối tượng công nghệ.
- Xác định rõ, đầy đủ, chính xác các mục tiêu cho đối tượng công nghệ.

Các tín hiệu đầu vào, đầu ra của đối tượng công nghệ:

- Các biến đầu ra kiểm tra được và điều khiển được, mà người nghiên cứu có thể điều chỉnh theo dự định, biểu diễn bằng vector: $Z = [Z_1, Z_2, \dots, Z_k]$ biến thiên trong miền xác định Ω_z .
- Các tín hiệu đầu ra dùng để đánh giá đối tượng là vector $Y = [y_1, y_2, \dots, y_k]$, thường được gọi là các hàm mục tiêu. Biểu diễn hình học của hàm mục tiêu được gọi là mặt đáp ứng (bề mặt biểu diễn). Hàm mục tiêu biến thiên trong miền giá trị: Ω_f .

➤ **Thiết lập bài toán một mục tiêu và đa mục tiêu**

❖ **Bài toán một mục tiêu**



Hình 1-3: Sơ đồ bài toán một mục tiêu

Xét một đối tượng công nghệ gồm m hàm mục tiêu $y_1(Z), y_2(Z), \dots, y_m(Z)$ tạo thành véc tơ hàm mục tiêu $y(Z) = \{ y_j(Z) \} = \{ y_1(Z), y_2(Z), \dots, y_m(Z) \}$, trong đó $j = 1 \div m$, mỗi hàm thành phần $y_j(Z)$ phụ thuộc vào n biến tác động Z_1, Z_2, \dots, Z_n tạo thành vectơ các yếu tố ảnh hưởng hay gọi là vectơ biến Z . Các biến này biến thiên trong miền giới hạn (miền xác định) Ω_Z và các giá trị của hàm mục tiêu sẽ tạo thành miền giá trị của hàm mục tiêu Ω_f (miền nằm trong đường cong kín $A-f(ZS) - f(ZR) - B - N - M$).

Mỗi hàm mục tiêu $y_j(Z)$ cùng với vectơ biến $Z = \{ Z_i \} = (Z_1, Z_2, \dots, Z_n) \in \Omega_Z$ ($i = 1 \div n; j = 1 \div m$) hình thành một bài toán tối ưu (BTTU) một mục tiêu.

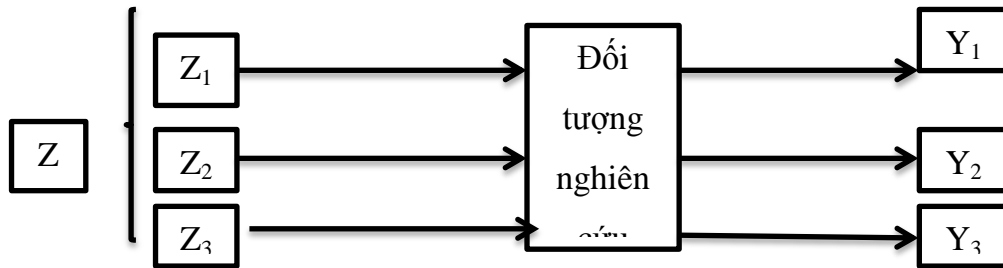
Để đơn giản mà không làm mất tính tổng quát, thì BTTU m mục tiêu sẽ được trình bày cho trường hợp toàn bộ m BTTU một mục tiêu đều là các bài toán tìm cực tiểu có dạng:

$$y_{j\min} = y_j(Z_1^{\text{jopt}}, Z_2^{\text{jopt}}, \dots, Z_n^{\text{jopt}}) = \min y_j(Z_1, Z_2, \dots, Z_n)$$

$$Z = \{ Z_i \} = (Z_1, Z_2, \dots, Z_n) \in \Omega_Z$$

$$j = 1 \div m; i = 1 \div n$$

❖ Bài toán đa mục tiêu



Hình 1-4: Sơ đồ bài toán đa mục tiêu

Do trên cùng một đối tượng công nghệ, các yếu tố công nghệ Z_1, Z_2, Z_3 ảnh hưởng đồng thời đến y_1, y_2, y_3 , như vậy đã xuất hiện BTTU đa mục tiêu, giả sử các mục tiêu đều tiến tới cực tiểu thì BTTU đa mục tiêu có thể phát biểu như sau:

$$Y_{j\min} = y_j(Z_1^{\text{opt}}, Z_2^{\text{opt}}, Z_3^{\text{opt}}) = \min y_j(Z_1, Z_2, \dots, Z_n) \quad (2.21)$$

$$Z = Z_i = (Z_1, Z_2, \dots, Z_n) \in \Omega_Z$$

$$j = 1 \div m; i = 1 \div n$$

❖ **Nhận dạng hàm mục tiêu**

Hàm trực giao cấp 1 có dạng:

$$y = b_0 + \sum_{j=1}^k b_j \cdot x_j$$

$$(y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_k)$$

$$Y = b_0 + \sum_{j=1}^k b_j \cdot x_j + \sum_{i,j=1(i \neq j)}^k b_{ij} \cdot x_j \cdot x_i$$

Hàm trực giao cấp 2 có dạng:

$$Y = b_0 + \sum_{j=1}^k b_j \cdot x_j + \sum_{i,j=1(i \neq j)}^k b_{ij} \cdot x_j \cdot x_i + \sum_{j=1}^k b_{ij} \cdot x_j^2$$

❖ **Xây dựng mô hình toán thống kê thực nghiệm**

Sử dụng phương pháp bình phương độ lệch cực tiểu để xây dựng phương trình hồi quy có dạng tổng quát:

$$y = b_0x_0 + b_1x_1 + \dots + b_kx_k$$

Giả sử ta có bảng số liệu thực nghiệm:

Bảng 1-3: Số liệu thực nghiệm

Thí nghiệm	x_0	x_1	x_2	...	x_k	Y	y
Thí nghiệm 1	x_{01}	x_{11}	x_{21}	...	x_{k1}	y_1	y_1
Thí nghiệm 2	x_0	x_{12}	x_{22}	...	x_{k2}	y_2	y_2
....
Thí nghiệm N	x_0	x_1	x_{2N}	...	x_{kN}	y_N	y_N

❖ **Xây dựng ma trận thực nghiệm có tính trực giao**

Để dễ dàng tính toán ma trận, từ biến thực người ta đưa về biến ảo ở dạng -1,0,1.

Bước 1: Mã hóa biến

Giả sử Z_j ($a_j \leq Z_j \leq b$) (a_j, b_j là cận trên và cận dưới của miền thực nghiệm).

$$Z_j^0 = \frac{Z_j^{\max} - Z_j^{\min}}{2}; j = 1 \div k$$

Trong đó : Z_j^{\max} là mức cao (mức trên)

Z_j^{\min} là mức thấp (mức dưới)

Z_j^0 là mức cơ sở

Điểm có tọa độ ($Z_1^0, Z_2^0, \dots, Z_k^0$) được gọi là tâm phương án.

$$\Delta Z_j = \frac{Z_j^{\max} - Z_j^{\min}}{2}; j = 1 \div k$$

ΔZ_j : khoảng biến thiên của các yếu tố Z_j tính từ mức cơ sở.

Trong hệ trục không thứ nguyên ta có mức trên là +1, mức dưới là -1. Tọa độ của tâm phương án bằng không, trùng với gốc hệ tọa độ.

$$Z_j = Z_j^{\max} \quad \rightarrow x_j = 1$$

$$Z_j = Z_j^{\min} \quad \rightarrow x_j = -1$$

$$Z_j = Z_j^0 \quad \rightarrow x_j = 0$$

Bước 2: Xác định số thí nghiệm

- Đối với trục giao cấp 1

Có k yếu tố và mỗi yếu tố có n mức thì số thí nghiệm phải thực hiện được tính như sau :

$$N = n^k$$

Nếu các thí nghiệm chỉ thực nghiệm chỉ thực hiện ở 2 mức thì $N = 2^k$. Hai mức thường là hai giá trị biên của mỗi yếu tố được khảo sát.

Nếu các điểm chọn làm thí nghiệm có một tâm đối xứng ta có phương án cấu trúc có tâm (hình chữ nhật, hình vuông và hình hộp đứng...)

- Đối với trục giao cấp 2

Ngày nay đa thức bậc hai được dùng rộng rãi nhất. Giả sử xét ảnh hưởng của k yếu tố vào thông số tối ưu hóa y, phương trình hồi quy (PTHQ) có dạng:

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i \cdot x_i + \sum_{i,j=1, i \neq j}^k b_{ij} \cdot x_i \cdot x_j + \sum_{i=1}^k b_{ii} \cdot x_i^2$$

Số thí nghiệm cần khảo sát : $N = n + n_* + n_0 = 2^k + 2k + n_0$

- $n_* = 2k$ điểm sao (*) nằm trên các trục tọa độ của không gian yếu tố. Các tọa độ của các điểm sao (*) là: $(\pm\alpha, 0, \dots, 0); (0, \pm\alpha, 0, \dots, 0), \dots, (0, \dots, \pm\alpha)$, α là khoảng cách từ tâm phương án đến các điểm sao (*), được gọi là cánh tay đòn.

$$\alpha = \sqrt{\frac{N \cdot 2^{k-2} - 2^{k-1}}{2}}$$

$$\lambda = \frac{1}{N}(2^k + 2\alpha^2)$$

- n_0 : thí nghiệm ở tâm. Trong quy hoạch trực giao cấp 1, thí nghiệm ở tâm dùng để xác định phương sai tái hiện để tính toán tiêu chuẩn student, Fisher

Bảng 1-4: Ma trận quy hoạch cấu trúc có tâm cấp hai, hai yếu tố.

Nội dung phương án	Stt	x_0	x_1	x_2	$x_1 \cdot x_2$	$x_1^2 - \lambda$	$x_2^2 - \lambda$	Y
Phương án TYT $2^2 (2^k)$		+	+	+	+	+	+	y_1
		+	-	+	-	+	+	y_2
		+	+	-	-	+	+	y_3
		+	-	-	+	+	+	y_4
Các điểm (*) (2k)		+	+	0	0	$\alpha^2 - \lambda$	0	y_5
		+	α	0	0	$\alpha^2 - \lambda$	0	y_6
		+	-	+	0	0	$\alpha^2 - \lambda$	y_7
		+	α	α	0	0	$\alpha^2 - \lambda$	y_8
		0	-					
		0	α					

Điểm 0		+	0	0	0	0	0	0	y_9
(n_0)	
	
		+	0	0	0	0	0	0	y_N

Để thuận tiện cho việc nghiên cứu người ta đưa vào biến ảo $x_0, x_0 = 1$

Và phương sai $s^2_{b_j}$ của các hệ số b_j được tính :

$$S_{b_j} = \frac{S_{th}}{c_j}$$

Phương sai tái hiện :

$$S_{th}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (y_i^0 - y_i^0)^2}{f_2}$$

($f_2 = n_0 - 1$: số bậc tự do thí nghiệm ở tâm)

Phương sai của các hệ số không bằng nhau vì tổng bình phương của các phần tử trong các cột của ma trận $\sum_{i=1}^N x_{ji}^2$ không bằng nhau.

❖ Kiểm tra tính tương thích của phương trình hồi quy

Sau khi tính được các hệ số của phương trình hồi quy (PTHQ) cần tiến hành kiểm định:

- Ý nghĩa các hệ số hồi quy
 - Sự tương thích của PTHQ với thực nghiệm
- a) Kiểm định ý nghĩa của các hệ số hồi quy

Việc kiểm định ý nghĩa của các hệ số hồi quy được thực hiện theo tiêu chuẩn Student:

$$T_j = \frac{b_j}{s_{b_j}}$$

Trong đó: b_j – hệ số thứ j trong phương trình hồi quy

s_{b_j} : phương sai của hệ số thứ j

+ Nếu $t_j > t_p(f)$ thì b_j bị loại khỏi PTHQ (p – mức ý nghĩa, f – bậc tự do tái hiện).

b) Kiểm tra sự tương thích của phương trình hồi quy

Sự tương thích của PTHQ được kiểm định theo tiêu chuẩn Fisher :

$$F = \frac{S_{tt}^2}{S_{th}^2}$$

Trong đó : S_{tt}^2 – phương sai tương thích

s_{th}^2 – phương sai tái hiện

$$s_{tt}^2 = \frac{S_{tt}}{f_{tt}}$$

$$\text{Trong đó: } Y = \begin{matrix} y_1 \\ \dots \\ y_n \end{matrix} = XB$$

$$f_{tt} = f_{dur} = N - 1$$

Trong đó: 1: là số hệ số có ý nghĩa trong phương trình hồi quy

f_{th} : số bậc tự do của thí nghiệm ma trận trực giao.

+ Nếu F tính được nhỏ hơn giá trị tra bảng $F_{1-p}(f_1, f_2)$ với mức ý nghĩa p, $f_1 = f_{tt}$, $f_2 = f_{th}$ thì phương trình tương thích với thực nghiệm.

+ Nếu F tính được lớn hơn giá trị tra bảng $F_{1-p}(f_1, f_2)$ với mức ý nghĩa p, $f_1 = f_{tt}$, $f_2 = f_{th}$ thì cần quy hoạch lại.

❖ Phương pháp tối ưu hóa quá trình công nghệ

Bài toán tối ưu hóa tổng quát được phát biểu như sau:

Cực đại hóa (cực tiểu hóa) hàm: $f(x) \rightarrow \max(\min)$.

Với các điều kiện: $g_i(x) (\leq, =, \geq) b_i, i = 1 \div m$

$$x \in X \subset R^n$$

Bài toán là một quy hoạch, hàm $f(x)$ được gọi là hàm mục tiêu, các hàm $g_i(x)$, $i = 1 \div m$, được gọi là các hàm ràng buộc, mỗi đẳng thức hoặc bất đẳng thức trong hệ () được gọi là một ràng buộc.

Tập hợp : $D = \{ x \in X \mid g_i(x) (\leq, =, \geq) b_i, i = 1 \div m \}$ được gọi là hàm ràng buộc (hay miền chấp nhận được). Mỗi điểm $x = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in D$ đạt cực đại (hay cực tiểu) của hàm mục tiêu, cụ thể là:

$$f(x^*) \geq f(x), \forall x \in D \text{ (đối với bài toán max).}$$

$$f(x^*) \leq f(x), \forall x \in D \text{ (đối với bài toán min).}$$

Phương pháp này gọi là chuẩn tối ưu tổ hợp S, từ các hàm cho từng mục tiêu một đưa về hàm tổ hợp S, khi nghiệm không tương của BTTU' đa mục tiêu không tồn tại.

Xét BTTU' m mục tiêu. Sau khi giải từng BTTU' một mục tiêu sẽ xác định được các giá trị tối ưu $y_{1\min}, y_{2\min}, \dots, y_{m\min}$ và khi nghiệm không tương (nghiệm chung cho cả hệ) không tồn tại sẽ xác định được điểm không tương:

$$y^{UT} = (y_{1\min}, y_{2\min}, \dots, y_{m\min})$$

Một chuẩn tối ưu tổ hợp S được định nghĩa theo biểu thức sau:

$$S(Z) = \left[\sum_{j=1}^m S_j^2(Z) \right]^{1/2} = \left[\sum_{j=1}^m (y_j(Z) - y_{j\min})^2 \right]^{1/2}$$

$S(Z)$ là khoảng cách từ điểm $y(Z)$ đến điểm không tương y^{UT} . Chọn chuẩn tối ưu tổ hợp $S(Z)$ làm hàm mục tiêu, BTTU' m mục tiêu được phát biểu lại như sau: Hãy tìm nghiệm $ZS = (Z_1S, Z_2S, \dots, Z_nS) \in \Omega_Z$ sao cho hàm mục tiêu $S(Z)$ đạt giá trị cực tiểu:

$$S_{\min} = S(ZS) = \min S(Z) = \min \left[\sum_{j=1}^m (y_j(Z) - y_{j\min})^2 \right]^{1/2}$$

$$\text{Với } Z = \{Z_1\} = (Z_1, Z_2, Z_n) \in \Omega_Z$$

CHƯƠNG 2 : ĐỐI TƯỢNG, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Đối tượng nghiên cứu

Hành lá được thu mua tại chợ Thủ Đức, TPHCM sau đó được đưa về phòng thí nghiệm để xử lý trước khi đưa vào quá trình sấy .

Vị trí trong hệ thống phân loại khoa học như sau:

Giới: Plantae Bộ: Asparagales Họ: Alliaceae Chi: *Allium* Loài: *A. fistulosum*

Tên tiếng Anh: Welsh onion, green onion, bunching onion và scallion.

Yêu cầu về tiêu chuẩn hành lá nguyên liệu: hành có màu xanh tươi đặc trưng, không vàng úa, không bị héo, không bị thối rửa và còn nguyên.



Hình 2-1: Hành lá nguyên liệu

2.2 Thiết bị và dụng cụ

Thiết bị chính sử dụng trong thực nghiệm là thiết bị sấy lạnh sử dụng bơm nhiệt. Tên thương mại là thiết bị sấy lạnh DSL-02.

Thiết bị sử dụng hệ thống điều khiển bằng máy tính, hệ thống lạnh một cấp nén, tự động đo lường và điều khiển năng suất lạnh bằng bộ biến tần theo nhiệt độ bay hơi của môi chất lạnh, tiết kiệm năng lượng cho quá trình sấy.

Khoảng điều chỉnh các thông số:

- Nhiệt độ môi trường sấy : 35°C - 45°C
- Nhiệt độ đọng sương: -15°C - 25°C
- Tốc độ tác nhân sấy: 0m/s - 20m/s



Hình 2-2: Thiết bị sấy lạnh DSL-02

Thiết bị phụ: cân điện tử 2 số, 4 số, ống sinh hàn, bình cầu, becher, burette, erlen, pipette, cốc thủy tinh, dao, thớt khay lưới, hộp nhựa...

2.4 Phương pháp nghiên cứu thu thập và xử lý số liệu

2.4.1 Phương pháp xác định độ ẩm

- ❖ Xác định độ ẩm bằng phương pháp sấy đối lưu đến khối lượng không đổi (Hà Duyên Tư, 2009)

Nguyên lý: dùng nước nóng làm bay hết hơi nước trong thực phẩm. Cân khối lượng thực phẩm trước và sau khi sấy khô, từ đó tính ra phần trăm nước trong thực phẩm.

Tiến hành thí nghiệm:

Cắt mẫu thành miếng nhỏ và cho vào chén sấy ẩm đã xác định khối lượng (M_0), xác định khối lượng mẫu và chén sấy (M_1).

Sấy mẫu trong chén đến khối lượng không đổi ở 105°C trong thời gian 4h. Làm nguội trong bình hút ẩm và xác định khối lượng của mẫu và chén sau khi sấy (M_2)

Chênh lệch kết quả giữa hai lần xác định song song không lớn hơn 0,5%. Lấy kết quả trung bình toán học của hai lần xác định. Tính chính xác đến 0.01%.

Tính kết quả:

Độ ẩm tính bằng phần trăm (X_1) theo công thức:

$$X_1 = \frac{M_1 - M_2}{M_1 - M_0} 100\%$$

Trông đó:

M_1 : khối lượng chén sấy và mẫu trước khi sấy (g).

M_2 : khối lượng chén sấy và mẫu sau khi sấy (g).

M_0 : khối lượng chén sấy.

2.4.2 Xác định tỷ lệ hút nước phục hồi

Sản phẩm sau khi sấy khô đạt được độ ẩm như yêu cầu (4 - 5 %), tiến hành kiểm tra tỷ lệ hút nước phục hồi của sản phẩm.

Cách tiến hành: lấy 0.5g mẫu sau khi sấy cho vào cốc đựng 100ml nước cất, định kỳ 0.5 giờ kiểm tra một lần bằng cách cân trên cân điện tử độ chính xác 10^{-2} g. Khi khối lượng mẫu không tăng nữa thì dừng quá trình ngâm. Tỷ lệ hút nước phục hồi được tính theo công thức:

$$W = \frac{G_2 - G_1}{G_1} 100\%$$

Trong đó :

W : Tỷ lệ hút nước phục hồi (%).

G_1 : Trọng lượng sản phẩm khô trước khi ngâm vào nước (g).

G_2 : Trọng lượng sản phẩm sau khi ngâm nước (g)

2.4.3 Phương pháp xác định chi phí năng lượng

Nếu $P = \frac{1}{1000} U_k I_k \cos\varphi_k$ (kW) là công suất tiêu thụ năng lượng của hệ thống sấy lạnh được xác định theo biểu thức sau:

$$Y=Q=P\tau \text{ (kWh)}$$

2.4.4 Phương pháp xác định hàm lượng tinh dầu

Xác định hàm lượng tinh dầu bằng phương pháp chưng cất lôi cuốn hơi nước

Nguyên tắc: phương pháp này dựa trên sự thẩm thấu, hòa tan, khuếch tán, và lôi cuốn hơi nước của các hợp chất hữu cơ trong tinh dầu chứa trong các mô khi tiếp xúc với hơi nước ở nhiệt độ cao, sự khuếch tán sẽ dễ dàng khi tế bào chứa tinh dầu trương phồng nguyên liệu tiếp xúc với hơi nước bão hòa trong một thời gian nhất định. (Lê Ngọc Thạch, 2003)

Tiến hành thí nghiệm:

Cân 25g mẫu cho vào bình cầu, sau đó tiến hành chưng cất lôi cuốn hơi nước. trong quá trình chưng cất. trong quá trình chưng cất , chú ý điều chỉnh dịch ngưng trong khoảng 30⁰C-40⁰C bằng cách điều chỉnh nước làm lạnh đi qua ống sinh hàn.

Nhiệt độ chưng cất tinh dầu: 80 °C

Thời gian chưng cất tinh dầu: 3 giờ

Sau đó hỗn hợp tinh dầu và nước được cho vào thiết bị phân ly (phễu chiết). Phân ly ra được tinh dầu thô và nước chưng. Tinh dầu thô được đem đi cân định lượng.

2.4.5 Phương pháp đánh giá thị hiếu của người tiêu dùng

Tiến hành

Mời 60 người thử cảm quan, mỗi người cảm quan nhận một mẫu hành lá sấy lạnh cần đánh giá và một mẫu hành lá sấy đối lưu.

Người cảm quan tiến hành đánh giá chất lượng hành bằng cách ngửi, nhìn và đánh giá trạng thái màu sắc của các hành lá khác nhau (các mẫu hành lá đã được mã hóa), sau đó cho điểm theo mức độ ưu thích đối với từng mẫu.

Mỗi người tham gia sẽ quan sát và ăn thử sản phẩm, sau đó trả lời vào phiếu đánh giá cảm quan (Phụ lục A)

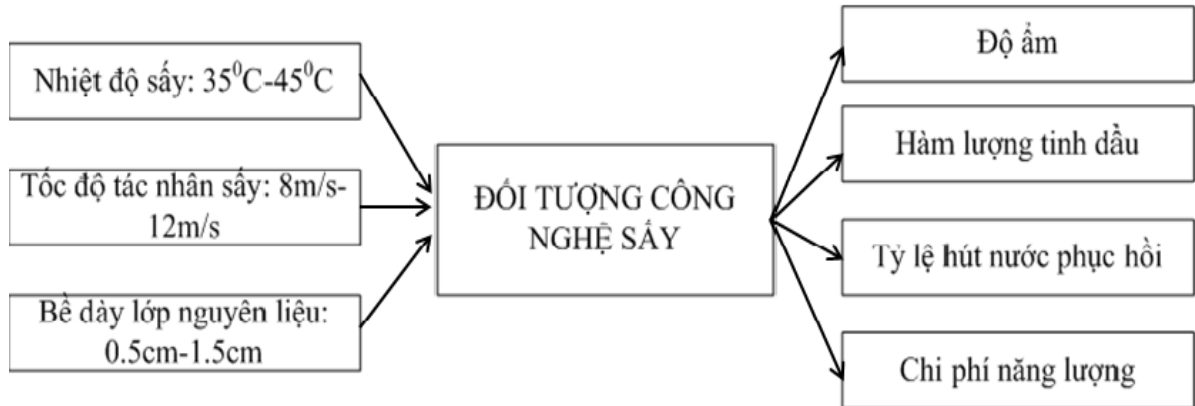
2.4.6 Phương pháp quy hoạch thực nghiệm nghiên cứu

Thiết kế và phân tích số liệu thí nghiệm bằng phương pháp quy hoạch thực nghiệm, tối ưu hóa thí nghiệm bằng phương pháp quy hoạch trực giao cấp 2, có sự hỗ trợ của phần mềm MS - EXCEL.

Trong phương pháp quy hoạch thực nghiệm nghiên cứu ở đây, ta chọn ra ba yếu tố ảnh hưởng tới thời gian sấy là: Nhiệt độ tác nhân sấy (Z_1), tốc độ tác nhân sấy (Z_2) và bề dày lớp nguyên liệu (Z_3). Với các hàm mục tiêu là độ ẩm (y_1), hàm lượng tinh dầu (y_2), tỷ lệ hút nước phục hồi (y_3) và chi phí năng lượng (y_4)

Sau khi khảo sát sơ bộ ban đầu đã xác định được các mức cơ sở các yếu tố ảnh hưởng, sau đó

tiến hành bố trí thí nghiệm trực giao cấp 2 TYT 2³



Hình 2-4: Sơ đồ bài toán tối ưu

Số thí nghiệm (N) cần tiến hành được xác định theo công thức:

$$N = 2^k + 2k + n_0 = 2^3 + 2 \cdot 3 + 4 = 18$$

Trong đó k là số yếu tố ảnh hưởng tới kết quả thí nghiệm, n₀ là số thí nghiệm tại tâm.

$$\text{Xác định cánh tay đòn: } \alpha = \sqrt{\sqrt{N \cdot 2^{k-2}} - 2^{k-1}} = \sqrt{\sqrt{18 \cdot 2^{3-2}} - 2^{3-1}} = 1,414$$

$$\text{Điều kiện để ma trận trực giao: } \lambda = \frac{1}{N} \cdot (2^k + 2\alpha^2) = \frac{1}{18} (2^3 + 2 \cdot 1,414^2) = 0,67$$

Bảng 2-1: Các mức yếu tố ảnh hưởng

Yếu tố	-α	-1	0	+1	+α	ΔZ
Z ₁ (°C)	33	35	40	45	47	5
Z ₂ (m/s)	7	8	10	12	13	2
Z ₃ (cm)	0,3	0,5	1	1,5	0,7	0,5

Bảng 2-2: Ma trận TYT 23 với biến thực và biến mã hóa

N	Các yếu tố theo tỷ lệ xích tự nhiên			Các yếu tố trong hệ số mã hóa		
	Nhiệt độ (°c)	Tốc độ TNS(m/s)	Bề dày lớp vật liệu (cm)	X ₁	X ₂	X ₃
2 ^k	45	12	1,5	1	1	1
	35	12	1,5	-1	1	1
	45	8	1,5	1	-1	1
	35	8	1,5	-1	-1	1
	45	12	0,5	1	1	-1
	35	12	0,5	-1	1	-1
	45	8	0,5	1	-1	-1
	35	8	0,5	-1	-1	-1
2k	52	10	1	1,414	0	0
	38	10	1	-1,414	0	0
	40	13	1	0	1,414	0
	40	7	1,7	0	-1,414	0
	40	10	0,3	0	0	1,414
n _o	40	10	10,6	0	0	-1,414
	40	10	1	0	0	0
	40	10	1	0	0	0
	40	10	1	0	0	0
	40	10	1	0	0	0

Bảng 2-3: Các biến của ma trận quy hoạch

N	x ₀	x ₁	x ₂	x ₃	x ₁ x ₂	x ₁ x ₃	x ₂ x ₃	x ₁ ² - 0,667	x ₂ ² - 0,667	x ₃ ² - 0,667	y _j
1	1	1	1	1	1	1	1	0,333	0,333	0,333	
2	1	-1	1	1	-1	-1	1	0,333	0,333	0,333	
3	1	1	-1	1	-1	1	-1	0,333	0,333	0,333	
4	1	-1	-1	1	1	-1	-1	0,333	0,333	0,333	
5	1	1	1	-1	1	-1	-1	0,333	0,333	0,333	
6	1	-1	1	-1	-1	1	-1	0,333	0,333	0,333	
7	1	1	-1	-1	-1	-1	1	0,333	0,333	0,333	
8	1	-1	-1	-1	1	1	1	0,333	0,333	0,333	
9	1	1,414	0	0	0	0	0	1,333	-0,667	-0,667	
10	1	-1,414	0	0	0	0	0	1,333	-0,667	-0,667	
11	1	0	1,414	0	0	0	0	-0,667	1,333	-0,667	
12	1	0	-1,414	0	0	0	0	-0,667	1,333	-0,667	
13	1	0	0	1,414	0	0	0	-0,667	-0,667	1,333	
14	1	0	0	-1,414	0	0	0	-0,667	-0,667	1,333	
15	1	0	0	0	0	0	0	-0,667	-0,667	-0,667	
16	1	0	0	0	0	0	0	-0,667	-0,667	-0,667	
17	1	0	0	0	0	0	0	-0,667	-0,667	-0,667	
18	1	0	0	0	0	0	0	-0,667	-0,667	-0,667	

Từ các kết quả thực nghiệm, đưa số liệu vào tính toán để tìm ra phương trình tuyến tính thể hiện sự ảnh hưởng của các yếu tố tới hàm mục tiêu, sau đó dùng phương pháp thống kê để kiểm định sự tương thích của phương trình. Sau khi lập được mô hình toán học, tiến hành chạy phần mềm tối ưu hóa thực nghiệm tìm ra điều kiện tối ưu

CHƯƠNG 3: KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1 Xác định chỉ tiêu đầu vào của nguyên liệu

Bảng 3-1: Xác định độ ẩm ban đầu

Khối lượng chén sấy(g)	Khối lượng chén sấy + mẫu trước khi sấy (g)	Khối lượng chén sấy + mẫu sau khi sấy (g)
27,147	32,147	27,543
23,282	28,282	23,672
25,212	30,212	25,608

Dựa theo công thức tính độ ẩm ban đầu của mẫu ta tính được: độ ẩm của nguyên liệu tươi là $92,1 \pm 0,065\%$.

3.2 Kết quả thực nghiệm

Theo phương pháp xác định độ ẩm, chi phí năng lượng, tỷ lệ hút nước phục hồi và hàm lượng trích ly tinh dầu đã được trình bày ở trên, để xác định các giá trị hàm mục tiêu y_1, y_2, y_3 và y_4 . Tiến hành thực nghiệm theo các mức yếu tố ảnh hưởng của ma trận quy hoạch thực nghiệm đã được thiết kế theo phương pháp tối ưu thực nghiệm.

Bảng 3-2: Kết quả thực nghiệm

STN	Độ ẩm cuối (%)	Hàm lượng tinh dầu (g)	Tỷ lệ hút nước phục hồi (%)	Chi phí năng lượng (kWh)
1	$4 \pm 0,62$	$0,532 \pm 0,04$	$80,88 \pm 0,125$	$1,56 \pm 0,135$
2	$4,86 \pm 0,56$	$0,489 \pm 0,07$	$79,76 \pm 0,2$	$1,84 \pm 0,195$
3	$4,7 \pm 0,02$	$0,496 \pm 0,03$	$79,64 \pm 0,32$	$1,46 \pm 0,035$
4	$3,06 \pm 1,03$	$0,546 \pm 0,01$	$77,84 \pm 0,72$	$1,97 \pm 0,22$

5	3,42±0,12	0,531±0,001	79,17±0,16	1,41±0,09
6	3,78±1,25	0,506±0,006	76,17±0,06	1,35±0,14
7	4,59±0,14	0,412±0,01	77,18±0,2	1,78±0,12
8	4,7±0,43	0,601±0,007	77,13±0,2	1,26±0,11
9	3,3±1,05	0,546±0,004	78,99±0,3	1,75±0,07
10	3,78±0,618	0,618±0,06	77,65±0,14	1,28±0,09
11	3,78±0,65	0,514±0,035	77,89±0,68	2,03±0,11
12	4,82±0,38	0,583±0,089	67,35±0,23	1,47±0,05
13	4,13±0,23	0,523±0,025	80,06±0,02	1,51±0,06
14	3,79±0,87	0,458±0,07	69,23±0,14	1,35±0,09
15	3,3±1,45	0,549±0,096	75,12±0,27	1,41±0,07
16	3,54±0,75	0,512±0,071	76,56±0,15	1,43±0,19
17	3,54±0,96	0,523±0,084	75,95±0,5	1,32±0,04
18	3,65±0,45	0,545±0,05	77,12±0,09	1,46±0,09

3.3 Xây dựng mối quan hệ giữa các yếu tố công nghệ ảnh hưởng với các hàm mục tiêu

3.3.1 Xây dựng mối quan hệ giữa các yếu tố công nghệ ảnh hưởng tới hàm mục tiêu độ ẩm

Tiến hành thực nghiệm trên hệ thống sấy lạnh với nguyên liệu là hành lá theo các yếu tố ảnh hưởng và xác định độ ẩm.

Bảng 3-3: Kết quả xử lý thực nghiệm hàm mục tiêu độ ẩm theo ma trận trực giao cấp 2

N	x ₀	x ₁	x ₂	x ₃	x ₁ x ₂	x ₁ x ₃	x ₂ x ₃	x ₁ ² - 0,667	x ₂ ² - 0,667	x ₃ ² - 0,667	y ₁
1	1	1	1	1	1	1	1	0,333	0,333	0,333	4
2	1	-1	1	1	-1	-1	1	0,333	0,333	0,333	4,86
3	1	1	-1	1	-1	1	-1	0,333	0,333	0,333	4,7
4	1	-1	-1	1	1	-1	-1	0,333	0,333	0,333	3,06

5	1	1	1	-1	1	-1	-1	0,333	0,333	0,333	3,42
6	1	-1	1	-1	-1	1	-1	0,333	0,333	0,333	3,78
7	1	1	-1	-1	-1	-1	1	0,333	0,333	0,333	4,59
8	1	-1	-1	-1	1	1	1	0,333	0,333	0,333	4,7
9	1	1,414	0	0	0	0	0	1,333	-0,667	-0,667	3,3
10	1	-1,414	0	0	0	0	0	1,333	-0,667	-0,667	3,78
11	1	0	1,414	0	0	0	0	-0,667	1,333	-0,667	3,78
12	1	0	-1,414	0	0	0	0	-0,667	1,333	-0,667	4,82
13	1	0	0	1,414	0	0	0	-0,667	-0,667	1,333	4,13
14	1	0	0	-1,414	0	0	0	-0,667	-0,667	1,333	3,79
15	1	0	0	0	0	0	0	-0,667	-0,667	-0,667	3,3
16	1	0	0	0	0	0	0	-0,667	-0,667	-0,667	3,54
17	1	0	0	0	0	0	0	-0,667	-0,667	-0,667	3,54
18	1	0	0	0	0	0	0	-0,667	-0,667	-0,667	3,65

x_0^2	x_1^2	x_2^2	x_3^2	$(x_1x_2)^2$	$(x_1x_3)^2$	$(x_2x_3)^2$	$(x_1')^2$	$(x_2')^2$	$(x_3')^2$
1	1	1	1	1	1	1	0,11	0,11	0,11
1	1	1	1	1	1	1	0,11	0,11	0,11
1	1	1	1	1	1	1	0,11	0,11	0,11
1	1	1	1	1	1	1	0,11	0,11	0,11
1	1	1	1	1	1	1	0,11	0,11	0,11
1	1	1	1	1	1	1	0,11	0,11	0,11
1	1	1	1	1	1	1	0,11	0,11	0,11
1	1	1	1	1	1	1	0,11	0,11	0,11
1	2	0	0	0	0	0	1,78	0,44	0,44
1	2	0	0	0	0	0	1,78	0,44	0,44
1	0	2	0	0	0	0	0,44	1,78	0,44

1	0	2	0	0	0	0	0,44	1,78	0,44
1	0	0	2	0	0	0	0,44	0,44	1,78
1	0	0	2	0	0	0	0,44	0,44	1,78
1	0	0	0	0	0	0	0,44	0,44	0,44
1	0	0	0	0	0	0	0,44	0,44	0,44
1	0	0	0	0	0	0	0,44	0,44	0,44
1	0	0	0	0	0	0	0,44	0,44	0,44

x_0y_1	x_1y_1	x_2y_1	x_3y_1	$(x_1x_2)y_1$	$(x_1x_3)y_1$	$(x_2x_3)y_1$	$(x_1')y_1$	$(x_2')y_1$	$(x_3')y_1$
4	4	4	4	4	4	4	1,332	1,332	1,332
4,86	-4,86	4,86	4,86	-4,86	-4,86	4,86	1,618	1,618	1,618
4,7	4,7	-4,7	4,7	-4,7	4,7	-4,7	1,565	1,565	1,565
3,06	-3,06	-3,06	3,06	3,06	-3,06	-3,06	1,019	1,019	1,019
3,42	3,42	3,42	-3,42	3,42	-3,42	-3,42	1,139	1,139	1,139
3,78	-3,78	3,78	-3,78	-3,78	3,78	-3,78	1,259	1,259	1,259
4,59	4,59	-4,59	-4,59	-4,59	-4,59	4,59	1,528	1,528	1,528
4,7	-4,7	-4,7	-4,7	4,7	4,7	4,7	1,565	1,565	1,565
3,3	4,67	0	0	0	0	0	4,399	-2,201	-2,201
3,78	-5,34	0	0	0	0	0	5,039	-2,521	-2,521
3,78	0	5,34	0	0	0	0	-2,521	5,039	-2,521
4,82	0	-6,82	0	0	0	0	-3,215	6,425	-3,215
4,13	0	0	5,84	0	0	0	-2,755	-2,755	5,505
3,79	0	0	-5,36	0	0	0	-2,528	-2,528	5,052
3,3	0	0	0	0	0	0	-2,201	-2,201	-2,201
3,54	0	0	0	0	0	0	-2,361	-2,361	-2,361
3,54	0	0	0	0	0	0	-2,361	-2,361	-2,361
3,65	0	0	0	0	0	0	-2,435	-2,435	-2,435

Áp dụng phương pháp tính toán trong phương pháp quy hoạch thực nghiệm và tối ưu, tính được hệ số của phương trình hồi quy gồm các giá trị $b_0, b_1, b_2, b_3, b_{12}, b_{13}, b_{23}, b_{11}, b_{22}, b_{33}$.

Bảng 3-4: Bảng: hệ số của phương trình hồi quy cho độ ẩm

b_0	b_1	b_2	b_3	b_{12}	b_{13}	b_{23}	b_{11}	b_{22}	b_{33}
3,93	-0,031	-0,205	0,051	-0,344	0,156	0,399	0,011	0,393	0,222

Tính phương sai tái hiện S_{th}^2 được xác định theo 4 thí nghiệm bổ sung ở tâm:

Bảng 3-5: Phương sai tái hiện cho độ ẩm

n_o	y_1	$(y_i - \bar{y})^2$
1	3,3	0,043056
2	3,54	0,001056
3	3,54	0,001056
4	3,65	0,020306
\bar{y}	3,5075	$\Sigma = 0,065475$
S_{th}^2	0,022	

Ta tính được các phương sai : $S_{b_0}, S_{b_1}, S_{b_2}, S_{b_3}, S_{b_{12}}, S_{b_{13}}, S_{b_{23}}, S_{b_{11}}, S_{b_{22}}, S_{b_{33}}$

Bảng 3-6: Sai số của phương trình trong phương trình hồi quy của độ ẩm

S_{b_0}	S_{b_1}	S_{b_2}	S_{b_3}	$S_{b_{12}}$	$S_{b_{13}}$	$S_{b_{23}}$	$S_{b_{11}}$	$S_{b_{22}}$	$S_{b_{33}}$
0,035	0,043	0,043	0,043	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052

Tính ý nghĩa của hệ số trong phương trình hồi quy được kiểm định theo tiêu chuẩn Student:

Bảng 3-7: Kiểm tra tính ý nghĩa của hệ số theo tiêu chuẩn Student của độ ẩm

t ₀	t ₁	t ₂	t ₃	t ₁₂	t ₁₃	t ₂₃	t ₁₁	t ₂₂	t ₃₃
112,863	0,72	4,808	1,193	6,581	2,991	7,634	0,207	7,501	4,238
nhận	loại	nhận	loại	nhận	loại	nhận	loại	nhận	nhận
1	0	1	0	1	0	1	0	1	1

Tra bảng $t_p(f_2)=t_{0,05}=3,18$, khi chọn $p=0,05$, $f_2=n_o-1$.

Nếu $t_p(f_2) > t_{b_j}$: hệ số b_j bị loại khỏi mô hình toán

Nếu $t_p(f_2) < t_{b_j}$: hệ số b_j được chấp nhận.

Do vậy phương trình hồi quy dưới dạng:

$$\hat{y} = 3,93 - 0,205x_2 - 0,344x_1x_2 + 0,399x_2x_3 + 0,393(x_2^2 - 0,667) + 0,222(x_3^2 - 0,667)$$

Dựa vào phương trình ta tính được \hat{y}_i và $(y_i - \hat{y}_i)^2$

Bảng 3-8: Kết quả tính \hat{y}_i và $(y_i - \hat{y}_i)^2$ của độ ẩm

N	\hat{y}_i	$(y_i - \hat{y}_i)^2$	N	\hat{y}_i	$(y_i - \hat{y}_i)^2$
1	3,985	0	10	3,52	0,068
2	4,673	0,035	11	4,016	0,056
3	4,285	0,172	12	4,596	0,05
4	3,597	0,288	13	3,964	0,028
5	3,187	0,054	14	3,964	0,03
6	3,875	0,009	15	3,52	0,048
7	5,083	0,243	16	3,52	0
8	4,395	0,093	17	3,52	0
9	3,52	0,048	18	3,52	0,017

Để kiểm tra sự tương thích của phương trình hồi quy với thực nghiệm, tính phương sai dư

$$F = \frac{S_d^2}{S_{th}^2}$$

Bảng 3-9: Kiểm định Fisher của phương trình hồi quy hàm độ ẩm

L = 6	f ₁ =12, f ₂ =3
S _d ²	0,103
S _{th} ²	0,022
F	4,739
F _{trabang}	F _{0,95(12,3)} = 8,745

Kết quả cho thấy $F < F_{trabang} = F_{0,95(12,3)}$, do đó phương trình hồi quy tương thích với thực nghiệm. Với $f_1 = N-L = 18-6 = 12$

Vậy phương trình thực nghiệm hồi quy của độ ẩm là:

$$\hat{y} = 3,93 - 0,205x_2 - 0,344x_1x_2 + 0,399x_2x_3 + 0,393(x_2^2 - 0,667) + 0,222(x_3^2 - 0,667)$$

Nhận xét:

Qua kiểm tra tiêu chuẩn Fisher đã cho thấy phương trình hồi quy hoàn toàn tương thích với số liệu thực nghiệm. Vì vậy, chúng ta có thể được sử dụng để tính toán xác lập chế độ công nghệ.

Từ phương trình ta thấy cả ba yếu tố đều ảnh hưởng đến độ ẩm của sản phẩm hành lá sấy khô. Trong đó yếu tố tốc độ tác nhân sấy ảnh hưởng trực tiếp đến độ ẩm của sản phẩm, đồng thời sự tương tác giữa yếu tố nhiệt độ tác nhân sấy- tốc độ tác nhân sấy và sự tương tác của yếu tố tốc độ tác nhân sấy- bề dày lớp nguyên liệu ảnh hưởng nhiều đến độ ẩm của sản phẩm.

3.3.2 Xây dựng mối quan hệ giữa các yếu tố công nghệ ảnh hưởng tới hàm mục tiêu hàm lượng tinh dầu

Tiến hành thực nghiệm trên hệ thống sấy lạnh với nguyên liệu là hành lá theo các yếu tố ảnh hưởng và xác định hàm lượng tinh dầu.

Bảng 3-10: Kết quả xử lý thực nghiệm hàm mục tiêu hàm lượng tinh dầu theo ma trận trực giao cấp 2

N	x_0	x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	$x_1^2 - 0,667$	$x_2^2 - 0,0667$	$x_3^2 - 0,667$	y_2
1	1	1	1	1	1	1	1	0,333	0,333	0,333	0,532
2	1	-1	1	1	-1	-1	1	0,333	0,333	0,333	0,489
3	1	1	-1	1	-1	1	-1	0,333	0,333	0,333	0,496
4	1	-1	-1	1	1	-1	-1	0,333	0,333	0,333	0,546
5	1	1	1	-1	1	-1	-1	0,333	0,333	0,333	0,531
6	1	-1	1	-1	-1	1	-1	0,333	0,333	0,333	0,506
7	1	1	-1	-1	-1	-1	1	0,333	0,333	0,333	0,412
8	1	-1	-1	-1	1	1	1	0,333	0,333	0,333	0,601
9	1	1,414	0	0	0	0	0	1,333	-0,667	-0,667	0,546
10	1	-1,414	0	0	0	0	0	1,333	-0,667	-0,667	0,618
11	1	0	1,414	0	0	0	0	-0,667	1,333	-0,667	0,514
12	1	0	-1,414	0	0	0	0	-0,667	1,333	-0,667	0,583
13	1	0	0	1,414	0	0	0	-0,667	-0,667	1,333	0,523
14	1	0	0	-1,414	0	0	0	-0,667	-0,667	1,333	0,458
15	1	0	0	0	0	0	0	-0,667	-0,667	-0,667	0,549
16	1	0	0	0	0	0	0	-0,667	-0,667	-0,667	0,512
17	1	0	0	0	0	0	0	-0,667	-0,667	-0,667	0,523
18	1	0	0	0	0	0	0	-0,667	-0,667	-0,667	0,545

x_0^2	x_1^2	x_2^2	x_3^2	$(x_1x_2)^2$	$(x_1x_3)^2$	$(x_2x_3)^2$	$(x_1')^2$	$(x_2')^2$	$(x_3')^2$
1	1	1	1	1	1	1	0,11	0,11	0,11
1	1	1	1	1	1	1	0,11	0,11	0,11
1	1	1	1	1	1	1	0,11	0,11	0,11
1	1	1	1	1	1	1	0,11	0,11	0,11
1	1	1	1	1	1	1	0,11	0,11	0,11
1	1	1	1	1	1	1	0,11	0,11	0,11
1	1	1	1	1	1	1	0,11	0,11	0,11
1	1	1	1	1	1	1	0,11	0,11	0,11
1	1	1	1	1	1	1	0,11	0,11	0,11
1	2	0	0	0	0	0	1,78	0,44	0,44
1	2	0	0	0	0	0	1,78	0,44	0,44
1	0	2	0	0	0	0	0,44	1,78	0,44
1	0	2	0	0	0	0	0,44	1,78	0,44
1	0	0	2	0	0	0	0,44	0,44	1,78
1	0	0	2	0	0	0	0,44	0,44	1,78
1	0	0	0	0	0	0	0,44	0,44	0,44
1	0	0	0	0	0	0	0,44	0,44	0,44
1	0	0	0	0	0	0	0,44	0,44	0,44
1	0	0	0	0	0	0	0,44	0,44	0,44

x_0y_1	x_1y_1	x_2y_1	x_3y_1	$(x_1x_2)y_1$	$(x_1x_3)y_1$	$(x_2x_3)y_1$	$(x_1')y_1$	$(x_2')y_1$	$(x_3')y_1$
0,532	0,532	0,532	0,532	0,532	0,532	0,532	0,177	0,177	0,177
0,489	-0,489	0,489	0,489	-0,489	-0,489	0,489	0,163	0,163	0,163
0,496	0,496	-0,496	0,496	-0,496	0,496	-0,496	0,165	0,165	0,165
0,546	-0,546	-0,546	0,546	0,546	-0,546	-0,546	0,182	0,182	0,182
0,531	0,531	0,531	-0,531	0,531	-0,531	-0,531	0,177	0,177	0,177
0,506	-0,506	0,506	-0,506	-0,506	0,506	-0,506	0,168	0,168	0,168
0,412	0,412	-0,412	-0,412	-0,412	-0,412	0,412	0,137	0,137	0,137

0,601	-0,601	-0,601	-0,601	0,601	0,601	0,601	0,2	0,2	0,2
0,546	0,77	0	0	0	0	0	0,728	-0,364	-0,364
0,618	-0,87	0	0	0	0	0	0,824	-0,412	-0,412
0,514	0	0,73	0	0	0	0	-0,343	0,685	-0,343
0,583	0	-0,82	0	0	0	0	-0,389	0,777	-0,389
0,523	0	0	0,74	0	0	0	-0,349	-0,349	0,697
0,458	0	0	-0,65	0	0	0	-0,305	-0,305	0,611
0,549	0	0	0	0	0	0	-0,366	-0,366	-0,366
0,512	0	0	0	0	0	0	-0,342	-0,342	-0,342
0,523	0	0	0	0	0	0	-0,349	-0,349	-0,349
0,545	0	0	0	0	0	0	-0,364	-0,364	-0,364

Áp dụng phương pháp tính toán trong phương pháp quy hoạch thực nghiệm và tối ưu, tính được hệ số của phương trình hồi quy gồm các giá trị $b_0, b_1, b_2, b_3, b_{12}, b_{13}, b_{23}, b_{11}, b_{22}, b_{33}$.

Bảng 3-11: Hệ số của phương trình hồi quy cho hàm lượng tinh dầu

b_0	b_1	b_2	b_3	b_{12}	b_{13}	b_{23}	b_{11}	b_{22}	b_{33}
0,558	-0,023	-0,008	0,009	0,038	0,02	-0,006	0,014	-0,002	-0,032

Tính phương sai tái hiện S_{th}^2 được xác định theo 4 thí nghiệm bổ sung ở tâm:

Bảng 3-12: Phương sai tái hiện cho hàm lượng tinh dầu

n_o	y_1	$(y_i - \bar{y})^2$
1	0,549	0,000280563
2	0,512	0,000410063
3	0,523	0,0000855625
4	0,545	0,000162563
\bar{y}	0,53225	$\Sigma = 0,0093875$
S_{th}^2	0,735	

Ta tính được các phương sai : $S_{b_0}, S_{b_1}, S_{b_2}, S_{b_3}, S_{b_{12}}, S_{b_{13}}, S_{b_{23}}, S_{b_{11}}, S_{b_{22}}, S_{b_{33}}$

Bảng 3-13: Sai số của phương trình trong phương trình hồi quy của hàm lượng tinh dầu

S_{b_0}	S_{b_1}	S_{b_2}	S_{b_3}	$S_{b_{12}}$	$S_{b_{13}}$	$S_{b_{23}}$	$S_{b_{11}}$	$S_{b_{22}}$	$S_{b_{33}}$
0,004	0,005	0,005	0,005	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006

Tính ý nghĩa của hệ số trong phương trình hồi quy được kiểm định theo tiêu chuẩn Student:

Bảng 3-14: Kiểm tra tính ý nghĩa của hệ số theo tiêu chuẩn Student của hàm lượng tinh dầu

t_0	t_1	t_2	t_3	t_{12}	t_{13}	t_{23}	t_{11}	t_{22}	t_{33}
130,033	4,452	1,543	1,712	6,136	3,138	0,899	2,308	0,377	5,026
nhận	nhận	loại	loại	nhận	loại	loại	loại	loại	nhận
1	1	0	0	1	0	0	0	0	1

Tra bảng $t_p(f_2)=t_{0,05}=3.18$, khi chọn $p=0.05$, $f_2=n_o-1$.

Nếu $t_p(f_2) > t_{bj}$: hệ số b_j bị loại khỏi mô hình toán

Nếu $t_p(f_2) < t_{bj}$: hệ số b_j được chấp nhận.

Do vậy phương trình hồi quy dưới dạng:

$$\hat{y} = 0,558 - 0,023x_1 + 0,038x_1x_2 - 0,032(x_3^2 - 0,667)$$

Dựa vào phương trình ta tính được \hat{y}_i và $(y_i - \hat{y}_i)^2$

Bảng 3-15: Kết quả tính \hat{y}_i và $(y_i - \hat{y}_i)^2$ của hàm lượng tinh dầu.

N	\hat{y}_i	$(y_i - \hat{y}_i)^2$	N	\hat{y}_i	$(y_i - \hat{y}_i)^2$
1	0,562	0,001	10	0,612	0
2	0,532	0,002	11	0,579	0,004
3	0,486	0	12	0,579	0

4	0,608	0,004	13	0,515	0
5	0,562	0,001	14	0,515	0,003
6	0,532	0,001	15	0,579	0,001
7	0,486	0,006	16	0,579	0,005
8	0,608	0	17	0,579	0,003
9	0,547	0	18	0,579	0,001

Để kiểm tra sự tương thích của phương trình hồi quy với thực nghiệm, tính phương sai dư

$$F = \frac{S_d^2}{S_{th}^2}$$

Bảng 3-16: Kiểm định fisher của phương trình hồi quy hàm tinh dầu

L = 4	f1=14, f2=3
S_d^2	0,002
S_{th}^2	0,0001
F	7,194
$F_{trabang}$	$F_{0,95}(14,3) = 8,715$

Kết quả cho thấy $F < F_{trabang} = F_{0,95}(14,3)$, do đó phương trình hồi quy tương thích với thực nghiệm. Với $f_1 = N-L = 18- 4=14$

Vậy phương trình thực nghiệm hồi quy của tinh dầu là:

$$\hat{y} = 0,558 -0,023x_1 +0,038x_1x_2 -0,032(x_3^2 -0,667)$$

Nhận xét:

Qua kiểm tra tiêu chuẩn Fisher đã cho thấy phương trình hồi quy hoàn toàn tương thích với số liệu thực nghiệm. Vì vậy, chúng ta có thể được sử dụng để tính toán xác lập chế độ công nghệ.

Từ phương trình ta thấy cả ba yếu tố đều ảnh hưởng đến hàm lượng tinh dầu trích ly được. Đồng thời yếu tố nhiệt độ, sự tương tác giữa yếu tố nhiệt độ và tốc độ tác nhân sấy sẽ làm ảnh hưởng đến hàm lượng tinh dầu. Trong đó yếu tố bề dày lớp nguyên liệu ít ảnh hưởng đến hàm lượng tinh dầu.

3.3.3 Xây dựng mối quan hệ giữa các yếu tố công nghệ ảnh hưởng tới hàm mục tiêu độ hút nước phục hồi

Tiến hành thực nghiệm trên hệ thống sấy lạnh với nguyên liệu là hành lá theo các yếu tố ảnh hưởng và xác định tỷ lệ hút nước phục hồi

Bảng 3-17: Kết quả xử lý thực nghiệm hàm mục tiêu tỷ lệ hút nước phục hồi theo ma trận trực giao cấp 2

N	x_0	x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	$x_1^2 - 0,667$	$x_2^2 - 0,667$	$x_3^2 - 0,667$	y_3
1	1	1	1	1	1	1	1	0,333	0,333	0,333	80,88
2	1	-1	1	1	-1	-1	1	0,333	0,333	0,333	79,76
3	1	1	-1	1	-1	1	-1	0,333	0,333	0,333	79,64
4	1	-1	-1	1	1	-1	-1	0,333	0,333	0,333	77,84
5	1	1	1	-1	1	-1	-1	0,333	0,333	0,333	79,17
6	1	-1	1	-1	-1	1	-1	0,333	0,333	0,333	76,17
7	1	1	-1	-1	-1	-1	1	0,333	0,333	0,333	77,18
8	1	-1	-1	-1	1	1	1	0,333	0,333	0,333	77,13
9	1	1,414	0	0	0	0	0	1,333	-0,667	-0,667	78,99
10	1	-1,414	0	0	0	0	0	1,333	-0,667	-0,667	77,65
11	1	0	1,414	0	0	0	0	-0,667	1,333	-0,667	77,89
12	1	0	-1,414	0	0	0	0	-0,667	1,333	-0,667	67,35
13	1	0	0	1,414	0	0	0	-0,667	-0,667	1,333	80,06
14	1	0	0	-1,414	0	0	0	-0,667	-0,667	1,333	69,23
15	1	0	0	0	0	0	0	-0,667	-0,667	-0,667	75,12

16	1	0	0	0	0	0	0	-0,667	-0,667	-0,667	76,56
17	1	0	0	0	0	0	0	-0,667	-0,667	-0,667	75,95
18	1	0	0	0	0	0	0	-0,667	-0,667	-0,667	77,12

x_0^2	x_1^2	x_2^2	x_3^2	$(x_1x_2)^2$	$(x_1x_3)^2$	$(x_2x_3)^2$	$(x_1')^2$	$(x_2')^2$	$(x_3')^2$
1	1	1	1	1	1	1	0,11	0,11	0,11
1	1	1	1	1	1	1	0,11	0,11	0,11
1	1	1	1	1	1	1	0,11	0,11	0,11
1	1	1	1	1	1	1	0,11	0,11	0,11
1	1	1	1	1	1	1	0,11	0,11	0,11
1	1	1	1	1	1	1	0,11	0,11	0,11
1	1	1	1	1	1	1	0,11	0,11	0,11
1	1	1	1	1	1	1	0,11	0,11	0,11
1	2	0	0	0	0	0	1,78	0,44	0,44
1	2	0	0	0	0	0	1,78	0,44	0,44
1	0	2	0	0	0	0	0,44	1,78	0,44
1	0	2	0	0	0	0	0,44	1,78	0,44
1	0	0	2	0	0	0	0,44	0,44	1,78
1	0	0	2	0	0	0	0,44	0,44	1,78
1	0	0	0	0	0	0	0,44	0,44	0,44
1	0	0	0	0	0	0	0,44	0,44	0,44
1	0	0	0	0	0	0	0,44	0,44	0,44
1	0	0	0	0	0	0	0,44	0,44	0,44

x_0y_3	x_1y_3	x_2y_3	x_3y_3	$(x_1x_2)y_3$	$(x_1x_3)y_3$	$(x_2x_3)y_3$	$(x_1')y_3$	$(x_2')y_3$	$(x_3')y_3$
80,88	80,88	80,88	80,88	80,88	80,88	80,88	26,933	26,933	26,933

79,76	-79,76	79,76	79,76	-79,76	-79,76	79,76	26,56	26,56	26,56
79,64	79,64	-79,64	79,64	-79,64	79,64	-79,64	26,52	26,52	26,52
77,84	-77,84	-77,84	77,84	77,84	-77,84	-77,84	25,921	25,921	25,921
79,17	79,17	79,17	-79,17	79,17	-79,17	-79,17	26,364	26,364	26,364
76,17	-76,17	76,17	-76,17	-76,17	76,17	-76,17	25,365	25,365	25,365
77,18	77,18	-77,18	-77,18	-77,18	-77,18	77,18	25,701	25,701	25,701
77,13	-77,13	-77,13	-77,13	77,13	77,13	77,13	25,684	25,684	25,684
78,99	111,69	0	0	0	0	0	105,294	-52,686	-52,686
77,65	-109,8	0	0	0	0	0	103,507	-51,793	-51,793
77,89	0	110,14	0	0	0	0	-51,953	103,827	-51,953
67,35	0	-95,23	0	0	0	0	-44,922	89,778	-44,922
80,06	0	0	113,2	0	0	0	-53,4	-53,4	106,72
69,23	0	0	-97,89	0	0	0	-46,176	-46,176	92,284
75,12	0	0	0	0	0	0	-50,105	-50,105	-50,105
76,56	0	0	0	0	0	0	-51,066	-51,066	-51,066
75,95	0	0	0	0	0	0	-50,659	-50,659	-50,659
77,12	0	0	0	0	0	0	-51,439	-51,439	-51,439

Áp dụng phương pháp tính toán trong phương pháp quy hoạch thực nghiệm và tối ưu, tính được hệ số của phương trình hồi quy gồm các giá trị $b_0, b_1, b_2, b_3, b_{12}, b_{13}, b_{23}, b_{11}, b_{22}, b_{33}$.

Bảng 3-18: Hệ số của phương trình hồi quy cho tỷ lệ hút nước phục hồi

b_0	b_1	b_2	b_3	b_{12}	b_{13}	b_{23}	b_{11}	b_{22}	b_{33}
76,872	0,655	1,591	1,982	0,284	-0,016	0,266	2,277	-0,587	0,431

Tính phương sai tái hiện S_{th}^2 được xác định theo 4 thí nghiệm bổ sung ở tâm:

Bảng 3-19: Phương sai tái hiện cho tỷ lệ hút nước phục hồi

n_o	y_3	$(y_i - \bar{y})^2$
1	75,12	1,139556
2	76,56	0,138756
3	75,95	0,056406
4	77,12	0,869556
\bar{y}	76,1815	$\Sigma = 2,204275$
S_{th}^2	0,735	

Ta tính được các phương sai : $S_{b0}, S_{b1}, S_{b2}, S_{b3}, S_{b12}, S_{b13}, S_{b23}, S_{b11}, S_{b22}, S_{b33}$

Bảng 3-20: Sai số của phương trình trong phương trình hồi quy của tỷ lệ hút nước phục hồi

S_{b0}	S_{b1}	S_{b2}	S_{b3}	S_{b12}	S_{b13}	S_{b23}	S_{b11}	S_{b22}	S_{b33}
0,202	0,247	0,247	0,247	0,303	0,303	0,303	0,304	0,304	0,304

Tính ý nghĩa của hệ số trong phương trình hồi quy được kiểm định theo tiêu chuẩn Student:

Bảng 3-21: Kiểm tra tính ý nghĩa của hệ số theo tiêu chuẩn Student của tỷ lệ hút nước phục hồi

t_0	t_1	t_2	t_3	t_{12}	t_{13}	t_{23}	t_{11}	t_{22}	t_{33}
380,479	2,649	6,43	8,01	0,936	0,054	0,879	7,496	1,932	1,418
nhận	loại	nhận	nhận	loại	loại	loại	nhận	loại	loại
1	0	1	1	0	0	0	1	0	0

Tra bảng $t_p(f_2) = t_{0,05} = 3.18$, khi chọn $p = 0.05$, $f_2 = n_o - 1$.

Nếu $t_p(f_2) > t_{bj}$: hệ số b_j bị loại khỏi mô hình toán

Nếu $t_p(f_2) < t_{bj}$: hệ số b_j được chấp nhận.

Do vậy phương trình hồi quy dưới dạng:

$$\hat{y} = 76,872 + 1,591x_2 + 1,982x_3 + 2,277(x_1^2 - 0,667)$$

Dựa vào phương trình ta tính được \hat{y}_i và $(y_i - \hat{y}_i)^2$

Bảng 3-22: Kết quả tính \hat{y}_i và $(y_i - \hat{y}_i)^2$ của tỷ lệ hút nước phục hồi

N	\hat{y}_i	$(y_i - \hat{y}_i)^2$	N	\hat{y}_i	$(y_i - \hat{y}_i)^2$
1	81,203	0,104	10	79,907	5,095
2	81,203	2,083	11	77,603	0,082
3	78,021	2,62	12	73,104	33,104
4	78,021	0,033	13	78,156	3,626
5	77,239	3,728	14	72,551	11,027
6	77,239	1,143	15	75,353	0,054
7	74,057	9,752	16	75,353	1,456
8	74,057	9,442	17	75,353	0,356
9	79,907	0,841	18	75,353	3,121

Để kiểm tra sự tương thích của phương trình hồi quy với thực nghiệm, tính phương sai dư

$$F = \frac{S_d^2}{S_{th}^2}$$

Bảng 3-23: Kiểm định fisher của phương trình hồi quy hàm tỷ lệ hút nước phục hồi

L = 4	f1=14, f2=3
S_d^2	6,262
S_{th}^2	0,735
F	8,523
$F_{trabang}$	$F_{0,95}(14,3) = 8,715$

Kết quả cho thấy $F < F_{\text{trabang}} = F_{0,95(14,3)}$, do đó phương trình hồi quy tương thích với thực nghiệm. Với $f_1 = N-L = 18- 4=14$

Vậy phương trình thực nghiệm hồi quy của tỷ lệ hút nước phục hồi là:

$$\hat{y} = 76,872 + 1,591x_2 + 1,982x_3 + 152,277(x_1^2 - 0,667)$$

Nhận xét:

Qua kiểm tra tiêu chuẩn Fisher đã cho thấy phương trình hồi quy hoàn toàn tương thích với số liệu thực nghiệm. Vì vậy, chúng ta có thể được sử dụng để tính toán xác lập chế độ công nghệ.

Từ phương trình ta thấy cả ba yếu tố đều ảnh hưởng đến tỷ lệ hút nước phục hồi. Khi xét các yếu tố đồng thời thì ta thấy yếu tố tốc độ tác nhân sấy và bề dày lớp nguyên liệu ảnh hưởng nhiều đến tỷ lệ hút nước phục hồi của sản phẩm hành lá sấy.

3.3.4 Xây dựng mối quan hệ giữa các yếu tố công nghệ ảnh hưởng tới hàm mục tiêu chi phí năng lượng

Tiến hành thực nghiệm trên hệ thống sấy lạnh với nguyên liệu là hành lá theo các yếu tố ảnh hưởng và xác định chi phí năng lượng

Bảng 3-24: Kết quả xử lý thực nghiệm hàm mục tiêu chi phí năng lượng theo ma trận trực giao cấp 2

N	x_0	x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	$x_1^2 - 0,667$	$x_2^2 - 0,667$	$x_3^2 - 0,667$	y_4
1	1	1	1	1	1	1	1	0,333	0,333	0,333	1,56
2	1	-1	1	1	-1	-1	1	0,333	0,333	0,333	1,84
3	1	1	-1	1	-1	1	-1	0,333	0,333	0,333	1,46
4	1	-1	-1	1	1	-1	-1	0,333	0,333	0,333	1,97
5	1	1	1	-1	1	-1	-1	0,333	0,333	0,333	1,41
6	1	-1	1	-1	-1	1	-1	0,333	0,333	0,333	1,35

7	1	1	-1	-1	-1	-1	1	0,333	0,333	0,333	1,78
8	1	-1	-1	-1	1	1	1	0,333	0,333	0,333	1,26
9	1	1,414	0	0	0	0	0	1,333	-0,667	-0,667	1,75
10	1	-1,414	0	0	0	0	0	1,333	-0,667	-0,667	1,28
11	1	0	1,414	0	0	0	0	-0,667	1,333	-0,667	2,03
12	1	0	-1,414	0	0	0	0	-0,667	1,333	-0,667	1,47
13	1	0	0	1,414	0	0	0	-0,667	-0,667	1,333	1,51
14	1	0	0	-1,414	0	0	0	-0,667	-0,667	1,333	1,35
15	1	0	0	0	0	0	0	-0,667	-0,667	-0,667	1,41
16	1	0	0	0	0	0	0	-0,667	-0,667	-0,667	1,43
17	1	0	0	0	0	0	0	-0,667	-0,667	-0,667	1,32
18	1	0	0	0	0	0	0	-0,667	-0,667	-0,667	1,46

x_0^2	x_1^2	x_2^2	x_3^2	$(x_1x_2)^2$	$(x_1x_3)^2$	$(x_2x_3)^2$	$(x_1')^2$	$(x_2')^2$	$(x_3')^2$
1	1	1	1	1	1	1	0,11	0,11	0,11
1	1	1	1	1	1	1	0,11	0,11	0,11
1	1	1	1	1	1	1	0,11	0,11	0,11
1	1	1	1	1	1	1	0,11	0,11	0,11
1	1	1	1	1	1	1	0,11	0,11	0,11
1	1	1	1	1	1	1	0,11	0,11	0,11
1	1	1	1	1	1	1	0,11	0,11	0,11
1	1	1	1	1	1	1	0,11	0,11	0,11
1	1	1	1	1	1	1	0,11	0,11	0,11
1	2	0	0	0	0	0	1,78	0,44	0,44
1	2	0	0	0	0	0	1,78	0,44	0,44
1	0	2	0	0	0	0	0,44	1,78	0,44
1	0	2	0	0	0	0	0,44	1,78	0,44
1	0	0	2	0	0	0	0,44	0,44	1,78
1	0	0	2	0	0	0	0,44	0,44	1,78

1	0	0	0	0	0	0	0,44	0,44	0,44
1	0	0	0	0	0	0	0,44	0,44	0,44
1	0	0	0	0	0	0	0,44	0,44	0,44
1	0	0	0	0	0	0	0,44	0,44	0,44

x_0y_4	x_1y_4	x_2y_4	x_3y_4	$(x_1x_2)y_4$	$(x_1x_3)y_4$	$(x_2x_3)y_4$	$(x_1')y_4$	$(x_2')y_4$	$(x_3')y_4$
1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	0,52	0,52	0,52
1,84	-1,84	1,84	1,84	-1,84	-1,84	1,84	0,61	0,61	0,61
1,46	1,46	-1,46	1,46	-1,46	1,46	-1,46	0,49	0,49	0,49
1,97	-1,97	-1,97	1,97	1,97	-1,97	-1,97	0,66	0,66	0,66
1,41	1,41	1,41	-1,41	1,41	-1,41	-1,41	0,47	0,47	0,47
1,35	-1,35	1,35	-1,35	-1,35	1,35	-1,35	0,45	0,45	0,45
1,78	1,78	-1,78	-1,78	-1,78	-1,78	1,78	0,59	0,59	0,59
1,26	-1,26	-1,26	-1,26	1,26	1,26	1,26	0,42	0,42	0,42
1,75	2,47	0	0	0	0	0	2,33	-1,17	-1,17
1,28	-1,81	0	0	0	0	0	1,71	-0,85	-0,85
2,03	0	2,87	0	0	0	0	-1,35	2,71	-1,35
1,47	0	-2,08	0	0	0	0	-0,98	1,96	-0,98
1,51	0	0	2,14	0	0	0	-1,01	-1,01	2,01
1,35	0	0	-1,91	0	0	0	-0,9	-0,9	1,8
1,41	0	0	0	0	0	0	-0,94	-0,94	-0,94
1,43	0	0	0	0	0	0	-0,95	-0,95	-0,95
1,32	0	0	0	0	0	0	-0,88	-0,88	-0,88
1,46	0	0	0	0	0	0	-0,97	-0,97	-0,97

Áp dụng phương pháp tính toán trong phương pháp quy hoạch thực nghiệm và tối ưu, tính được hệ số của phương trình hồi quy gồm các giá trị $b_0, b_1, b_2, b_3, b_{12}, b_{13}, b_{23}, b_{11}, b_{22}, b_{33}$.

Bảng 3-25: Hệ số của phương trình hồi quy cho chi phí năng lượng

b_0	b_1	b_2	b_3	b_{12}	b_{13}	b_{23}	b_{11}	b_{22}	b_{33}
1,536	0,038	0,04	0,105	-0,029	-0,171	0,031	0,032	0,15	-0,011

Tính phương sai tái hiện S_{th}^2 được xác định theo 4 thí nghiệm bổ sung ở tâm:

Bảng 3-26: Phương sai tái hiện cho chi phí năng lượng

n_o	y_4	$(y_i - \bar{y})^2$
1	1,41	0,0001
2	1,43	0,0006
3	1,32	0,0072
4	1,46	0,003
\bar{y}	1,41	$\Sigma = 0,0109$
S_{th}^2	0,004	

Ta tính được các phương sai : $S_{b_0}, S_{b_1}, S_{b_2}, S_{b_3}, S_{b_{12}}, S_{b_{13}}, S_{b_{23}}, S_{b_{11}}, S_{b_{22}}, S_{b_{33}}$

Bảng 3-27: Sai số của phương trình trong phương trình hồi quy của chi phí năng lượng

S_{b_0}	S_{b_1}	S_{b_2}	S_{b_3}	$S_{b_{12}}$	$S_{b_{13}}$	$S_{b_{23}}$	$S_{b_{11}}$	$S_{b_{22}}$	$S_{b_{33}}$
0,014	0,017	0,017	0,017	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021

Tính ý nghĩa của hệ số trong phương trình hồi quy được kiểm định theo tiêu chuẩn Student:

Bảng 3-28: Kiểm tra tính ý nghĩa của hệ số theo tiêu chuẩn Student của chi phí năng lượng

t_0	t_1	t_2	t_3	t_{12}	t_{13}	t_{23}	t_{11}	t_{22}	t_{33}
108,081	2,177	2,308	6,016	1,349	8,036	1,466	1,494	7,022	0,505
nhận	loại	loại	nhận	loại	nhận	loại	loại	nhận	loại
1	0	0	1	0	1	0	0	1	0

Tra bảng $t_p(f_2)=t_{0,05}=3.18$, khi chọn $p=0.05$, $f_2=n_0-1$.

Nếu $t_p(f_2) > t_{bj}$: hệ số b_j bị loại khỏi mô hình toán

Nếu $t_p(f_2) < t_{bj}$: hệ số b_j được chấp nhận.

Do vậy phương trình hồi quy dưới dạng:

$$\hat{y} = 1.538 - 0.105x_3 - 0.171 \cdot x_1x_3 + 0.15(x_2^2 - 0.667)$$

Dựa vào phương trình ta tính được \hat{y}_i và $(y_i - \hat{y}_i)^2$

Bảng 3-29: Kết quả tính \hat{y}_i và $(y_i - \hat{y}_i)^2$ của chi phí năng lượng

N	\hat{y}_i	$(y_i - \hat{y}_i)^2$	N	\hat{y}_i	$(y_i - \hat{y}_i)^2$
1	1,52	0	10	1,44	0,02
2	1,86	0	11	1,74	0,09
3	1,52	0	12	1,74	0,07
4	1,86	0,01	13	1,58	0,01
5	1,65	0,06	14	1,29	0
6	1,31	0	15	1,44	0
7	1,65	0,02	16	1,44	0
8	1,31	0	17	1,44	0,01
9	1,44	0,1	18	1,44	0

Để kiểm tra sự tương thích của phương trình hồi quy với thực nghiệm, tính phương sai dư

$$F = \frac{S_d^2}{S_{th}^2}$$

Bảng 3-30: Kiểm định fisher của phương trình hồi quy hàm chi phí năng lượng

L = 4	f1=14, f2=3
S_d^2	0,029
S_{th}^2	0,004
F	7,878
$F_{trabang}$	$F_{0,95}(14,3) = 8,715$

Kết quả cho thấy $F < F_{trabang} = F_{0,95}(14,3)$, do đó phương trình hồi quy tương thích với thực nghiệm. Với $f_1 = N-L = 18- 4=14$

Vậy phương trình thực nghiệm hồi quy của chi phí năng lượng là:

$$\hat{y} = 1,538-0,105x_3 -0,171.x_1x_3 +0,15(x_2^2 -0,667)$$

Nhận xét:

Qua kiểm tra tiêu chuẩn Fisher đã cho thấy phương trình hồi quy hoàn toàn tương thích với số liệu thực nghiệm. Vì vậy, chúng ta có thể được sử dụng để tính toán xác lập chế độ công nghệ.

Từ phương trình ta thấy cả ba yếu tố đều ảnh hưởng đến chi phí năng lượng. Khi xét các yếu tố đồng thời thì ta thấy có sự tương tác giữa nhiệt độ sấy và bề dày lớp nguyên liệu sấy ảnh hưởng nhiều đến chi phí năng lượng, riêng yếu tố bề dày lớp nguyên liệu ảnh hưởng nhiều đến chi phí năng lượng và yếu tố tốc độ tác nhân sấy ít bị ảnh hưởng đến chi phí năng lượng.

3.4 Xây dựng và giải bài toán tối ưu một mục tiêu

Có thể thấy rằng, đối tượng công nghệ sấy lạnh hành lá gồm 4 hàm mục tiêu: độ ẩm sản phẩm y_1 , hàm lượng tinh dầu y_2 , tỷ lệ hút nước phục hồi y_3 , chi phí năng lượng là y_4 bị tác

động bởi 3 yếu tố công nghệ: nhiệt độ tác nhân sấy $x_1(^{\circ}\text{C})$, tốc độ tác nhân sấy $x_2(\text{m/s})$, bề dày lớp nguyên liệu $x_3(\text{cm})$.

Nếu xét riêng lẻ từng mục tiêu thì bài toán tối ưu này được phát triển như sau:

Hãy tìm $x_{\emptyset}^{jopt} = (x_1^{jopt}, x_2^{jopt}, x_3^{jopt}) \in \Omega_x = -1,414 \leq x_1, x_2, x_3 \leq 1,414$ để

$$\begin{cases} y_{j\min} = y_j(x^{jopt}) = \min f_j(x_1, x_2, x_3) \\ j = 1 \div 3 \end{cases} \quad \begin{cases} y_{j\min} = y_j(x^{jopt}) = \min f_j(x_1, x_2, x_3) \\ j = 1 \div 3 \end{cases}$$

3.4.1 Giải bài toán tối ưu một mục tiêu hàm độ ẩm

Phương trình hồi quy thực nghiệm của độ ẩm là:

$$\hat{y} = 3,93 - 0,205x_2 - 0,344x_1x_2 + 0,399x_2x_3 + 0,393(x_2^2 - 0,667) + 0,222(x_3^2 - 0,667).$$

Áp dụng phần mềm xử lý số liệu SOLVER trong thư mục DATA trong phần mềm Excel 2007 ta tính được giá trị nhỏ nhất của \hat{y} -độ ẩm (với điều kiện $-1,414 \leq x_1, x_2, x_3 \leq 1,414$) là $y_{\min} = 3,964$ với $x_1^{jopt} = 1,314$, $x_2^{jopt} = 0,000$, $x_3^{jopt} = 1,414$.

3.4.2 Giải bài toán tối ưu một mục tiêu hàm lượng tinh dầu

Phương trình hồi quy thực nghiệm của hàm lượng tinh dầu là:

$$\hat{y} = 0,558 - 0,023x_1 + 0,038x_1x_2 - 0,032(x_3^2 - 0,667).$$

Áp dụng phần mềm xử lý số liệu SOLVER trong thư mục DATA trong phần mềm Excel 2007 ta tính được giá trị nhỏ nhất của \hat{y} -tinh dầu (với điều kiện $-1,414 \leq x_1, x_2, x_3 \leq 1,414$) là $y_{\max} = 0,688$ với $x_1^{jopt} = -1,414$, $x_2^{jopt} = -1,414$, $x_3^{jopt} = 0,000$.

3.4.3 Giải bài toán tối ưu một mục tiêu hàm tỷ lệ hút nước phục hồi

Phương trình hồi quy thực nghiệm của tỷ lệ hút nước phục hồi là:

$$\hat{y} = 76,872 + 1,591x_2 + 1,982x_3 + 2,277(x_1^2 - 0,667).$$

Áp dụng phần mềm xử lý số liệu SOLVER trong thư mục DATA trong phần mềm Excel 2007 ta tính được giá trị nhỏ nhất của \hat{y} -tỷ lệ hút nước phục hồi (với điều kiện $-1,414 \leq x_1, x_2, x_3 \leq 1,414$) là $y_{\max} = 84,11$ với $x_1^{\text{jopt}} = -1,414, x_2^{\text{jopt}} = 1,414, x_3^{\text{jopt}} = 1,414$.

3.4.4 Giải bài toán tối ưu một mục tiêu hàm chi phí năng lượng

Phương trình hồi quy thực nghiệm của chi phí năng lượng là:

$$\hat{y} = 1,538 - 0,05x_3 - 0,171 \cdot x_1 x_3 + 0,15(x_2^2 - 0,667).$$

Áp dụng phần mềm xử lý số liệu SOLVER trong thư mục DATA trong phần mềm Excel 2007 ta tính được giá trị nhỏ nhất của \hat{y} -chi phí năng lượng (với điều kiện $-1,414 \leq x_1, x_2, x_3 \leq 1,414$) là $y_{\min} = 1,25$ với $x_1^{\text{jopt}} = -1,414, x_2^{\text{jopt}} = 1,414, x_3^{\text{jopt}} = -1,414$.

3.5 Xây dựng và giải bài toán tối ưu đa mục tiêu

Từ các hàm mục tiêu thành phần ta sẽ đưa về hàm mục tiêu tổ hợp.

Một chuẩn tối ưu tổ hợp S được định nghĩa theo biểu thức sau:

$$S(x) = [\sum_j^m S_j^2(x)]^{1/2} = [\sum_j^m (y_j(x) - y_j^{\max})^2]^{1/2}$$

Trong đó: $y_j(x)$ là các phương trình hồi quy thực nghiệm với các mục tiêu khác nhau.

y_j^{\max} là giá trị lớn nhất của từng phương trình hồi quy.

Dễ dàng thấy $S(x)$ chính là khoảng cách từ điểm $y(x)$ (hay $F(Z)$ đến điểm không tương y^{UT} hay f^{UT}).

Chúng tôi có các hàm thực nghiệm tìm được như sau:

$$\hat{y}_1 = 3,93 - 0,205x_2 - 0,344x_1x_2 + 0,399x_2x_3 + 0,393(x_2^2 - 0,667) + 0,222(x_3^2 - 0,667).$$

$$\hat{y}_2 = 0,558 - 0,023x_1 + 0,038x_1x_2 - 0,032(x_3^2 - 0,667).$$

$$\hat{y}_3 = 76,872 + 1,591x_2 + 1,982x_3 + 2,277(x_1^2 - 0,667).$$

$$\hat{y}_4 = 1,538 - 0,105x_3 - 0,171x_1x_3 + 0,15(x_2^2 - 0,667).$$

Từ hệ phương trình trên, chúng tôi thấy bài toán đặt ra là tìm các thông số công nghệ x_1, x_2, x_3 sao cho y_1, y_4 đạt giá trị min và y_2, y_3 đạt giá trị max. Vì các hàm mục tiêu không hướng đến cùng một giá trị cực đại hay cực tiểu. Do đó, phải chuyển hết các hàm mục tiêu y_1, y_2, y_3, y_4 về cùng một dạng tìm cực tiểu bằng cách:

$$\begin{cases} I_1(x) = y_1(x) = f_1(x_1, x_2, x_3) \\ I_2(x) = 1/y_2(x) = 1/f_2(x_1, x_2, x_3) \\ I_3(x) = 1/y_3(x) = 1/f_3(x_1, x_2, x_3) \\ I_4(x) = y_4(x) = f_4(x_1, x_2, x_3) \end{cases}$$

Từ đó:

$$\hat{y}_2 = 1/[0,558 - 0,023x_1 + 0,038x_1x_2 - 0,032(x_3^2 - 0,667)].$$

$$\hat{y}_3 = 1/[76,872 + 1,591x_2 + 1,982x_3 + 2,277(x_1^2 - 0,667)].$$

Tối ưu hóa phương trình $I_2(x), I_3(x)$ bằng phần mềm EXCEL- Solver để tìm min với điều kiện $\{-1,414 \leq x_1, x_2, x_3 \leq 1,414\}$ ta được:

$$I_{2\min} = 1,454 \text{ với } x_1 = -1,414, x_2 = -1,414, x_3 = -1,37$$

$$I_{3\min} = 0,012 \text{ với } x_1 = 1,414, x_2 = 1,414, x_3 = 1,414$$

- **Giải bài toán bằng phương pháp chuẩn tổ hợp S hay phương pháp điểm không tương**

Tiếp theo ta tìm giá trị nhỏ nhất của $S(x)$ từ đó sẽ tìm được nghiệm (x_1, x_2, x_3) nằm trên cung $A-f(ZS)-f(ZR)-B$ đứng gần nghiệm không tương y^{UT} nhất. Áp dụng phần mềm xử lý số liệu SOLVER trong thư mục DATA trong phần mềm EXCEL 2007 ta tính được giá trị nhỏ nhất của $S(x)$ (với điều kiện $-1,414 \leq x_1, x_2, x_3 \leq 1,414$ là $S(x)_{\min} = 0,22$ với $x_1^{jopt} = -1,414, x_2^{jopt} = -0,494, x_3^{jopt} = -0,218$).

Từ các giá trị x_1^{jopt} , x_2^{jopt} , x_3^{jopt} ta thực hiện phép toán chuyển biến đã mã hóa x_1, x_2, x_3 sang trục tự nhiên Z_1, Z_2, Z_3 nhờ áp dụng công thức:

$$X_j = \frac{Z_j - Z_j^0}{\Delta Z_j}; j = 1 : k$$

$$Z_1 = 0,22 \cdot 5 + 40 = 41,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Z_2 = -0,2 \cdot 2 + 10 = 9,6 \text{ m/s}$$

$$Z_3 = -0,494 \cdot 0,5 + 1 = 0,753 \text{ cm}$$

Z_1, Z_2, Z_3 là các giá trị tối ưu cần tìm để tối ưu hóa quy trình công nghệ

3.6 Kết quả kiểm tra vi sinh

Chỉ tiêu vi sinh là một chỉ tiêu rất quan trọng để đánh giá chất lượng và vệ sinh an toàn thực phẩm. Ngày nay, khi vấn đề về an toàn vệ sinh thực phẩm được người tiêu dùng cũng như các nước nhập khẩu rất quan tâm thì chỉ tiêu này càng trở nên quan trọng. Theo danh mục tiêu chuẩn vệ sinh đối với lương thực thực phẩm (giới hạn ô nhiễm vi sinh trong thực phẩm) ban hành kèm theo quyết định số 3742/2001/QĐ - BYT ngày 31 tháng 8 năm 2001 của Bộ trưởng bộ y tế thì rau khô yêu cầu chỉ tiêu vi sinh như trong bảng:

Bảng 3-31: Yêu cầu chỉ tiêu vi sinh

Chỉ tiêu	Yêu cầu số khuẩn lạc / 1g sản phẩm
<i>Tổng số vi sinh vật hiếu khí</i>	$\leq 10\ 000$
<i>Coliforms</i>	≤ 10
<i>E.coli</i>	0
<i>Cl.perfringens</i>	≤ 10
<i>B.cereus</i>	≤ 100
<i>Tổng số bào tử nấm men, nấm mốc</i>	≤ 100

Bảng 3-32: Kết quả kiểm tra vi sinh đối với mẫu hút chân không và không hút chân không

Chỉ tiêu	Mẫu không hút chân không	Mẫu hút chân không
<i>Tổng số vi sinh vật hiếu khí</i>	420 000	700
<i>Coliforms</i>	2 800	<10
<i>E.coli</i>	<10	<10
<i>Cl.perfringens</i>	<10	<10
<i>B.cereus</i>	400	9
<i>Tổng số bào tử nấm men nấm mốc</i>	<10	<10

Qua kết quả kiểm tra vi sinh cho thấy đối với sản phẩm hành lá sấy khô khi bảo quản ở điều kiện thường, ở nhiệt độ phòng và không hút chân không thì các chỉ tiêu *Tổng số vi sinh vật hiếu khí*, *coliforms* và *B.cereus* vượt ngoài mức quy định cho phép đối với chỉ tiêu vi sinh của sản phẩm rau quả sấy khô. Còn đối với sản phẩm được hút chân không thì sản phẩm đạt chất lượng vi sinh theo tiêu chuẩn quy định. Nguyên nhân có thể do khi bảo quản ở điều kiện không hút chân không làm cho sự phát triển của các vi sinh vật hiếu khí làm cho sản phẩm không đạt chất lượng.

3.7 Kết quả cảm quan sản phẩm hành lá sấy



Hình 3-1: Hành lá sấy lạnh (trái) và hành lá sấy đối lưu (phải)

❖ **Điểm chất lượng cảm quan của hành sấy ở chế độ tối ưu và sấy lạnh**

Hành sấy lá sấy lạnh ở chế độ sấy tối ưu: 41,1 °C, 9,2 m/s, 0,735 cm

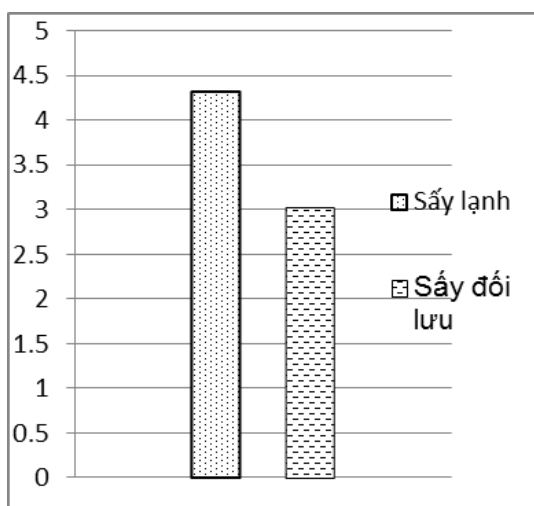
Hành sấy đối lưu ở nhiệt độ 75°C (Martinazzo, et al., 2016)

Bảng 3-33: Điểm chất lượng cảm quan của sản phẩm bằng phương pháp sấy lạnh và sấy đối lưu

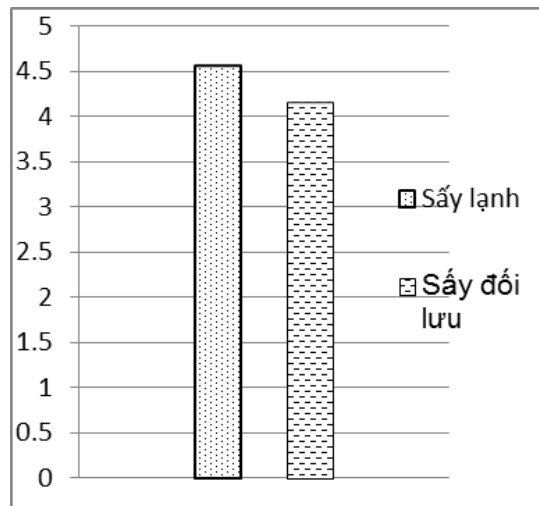
Mẫu	Hành lá sấy lạnh		Hành lá sấy đối lưu	
	Tổng điểm	Điểm trung bình	Tổng điểm	Điểm trung bình
Màu sắc	259	4,32	259	3,02
Mùi vị	274	4,56	274	4,15
Trạng thái	245	4,08	245	3,11
Tổng cộng		12,96		10,28

Bảng 3-34: Điểm chất lượng cảm quan của sản phẩm bằng phương pháp sấy đối lưu

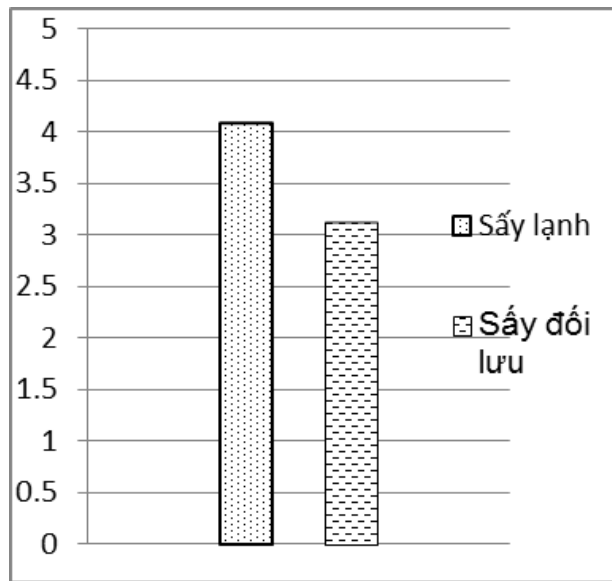
Biểu đồ đánh giá sự yêu thích của các sản phẩm theo chỉ tiêu màu sắc, mùi vị, trạng thái.



Màu sắc



Mùi vị



Trạng thái

Hình 3-2: Biểu đồ đánh giá sự yêu thích các sản phẩm theo các chỉ tiêu về màu sắc, mùi vị và trạng thái

Qua các biểu đồ đánh giá sự yêu thích các sản phẩm ta thấy, khi xét riêng từng chỉ tiêu thì có sự khác nhau rõ rệt về mức độ yêu thích của người tiêu dùng. Thể hiện qua các chỉ tiêu:

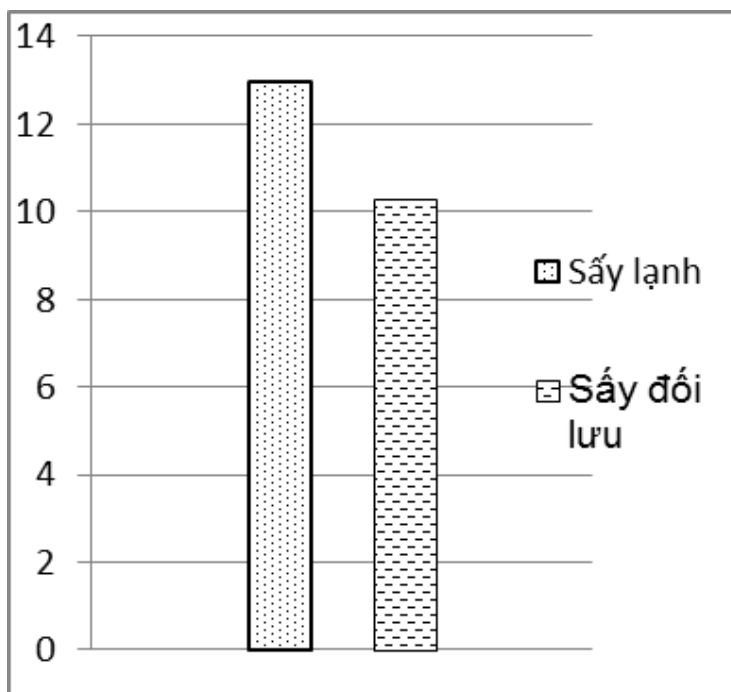
Về màu sắc: sản phẩm sấy lạnh ở chế độ tối ưu nhìn chung có sự yêu thích rõ ràng hơn so với sản phẩm sấy bằng phương pháp sấy đối lưu. Sản phẩm sấy lạnh ở chế độ sấy tối ưu được đánh giá là có màu sắc đặc trưng của hành lá, còn đối với sản phẩm sấy bằng phương pháp sấy đối lưu thì màu sắc của hành lá đã bắt đầu xấu hiện màu vàng nâu do nhiệt độ cao có thể làm cho sản phẩm bị cháy.

Về mùi vị: sản phẩm sấy lạnh ở chế độ sấy tối ưu và sản phẩm sấy bằng phương pháp sấy đối lưu có sự yêu thích về mùi vị gần như bằng nhau. Sản phẩm vẫn giữ được mùi thơm của của hành và không có lẫn mùi lạ.

Về trạng thái: sản phẩm sấy lạnh ở chế độ sấy tối ưu nhìn chung có sự yêu thích nhiều hơn so với sản phẩm sấy bằng phương pháp sấy đối lưu. Sản phẩm sấy lạnh ở chế độ sấy tối

uru có trạng thái khô giòn nhưng không bị gãy vụn, còn đối với sản phẩm hành sấy ở phương pháp sấy đối lưu thì sản phẩm khô, giòn nhưng lại xuất hiện gãy vụn nát.

- Điểm đánh giá sự yêu thích chung giữa các sản phẩm



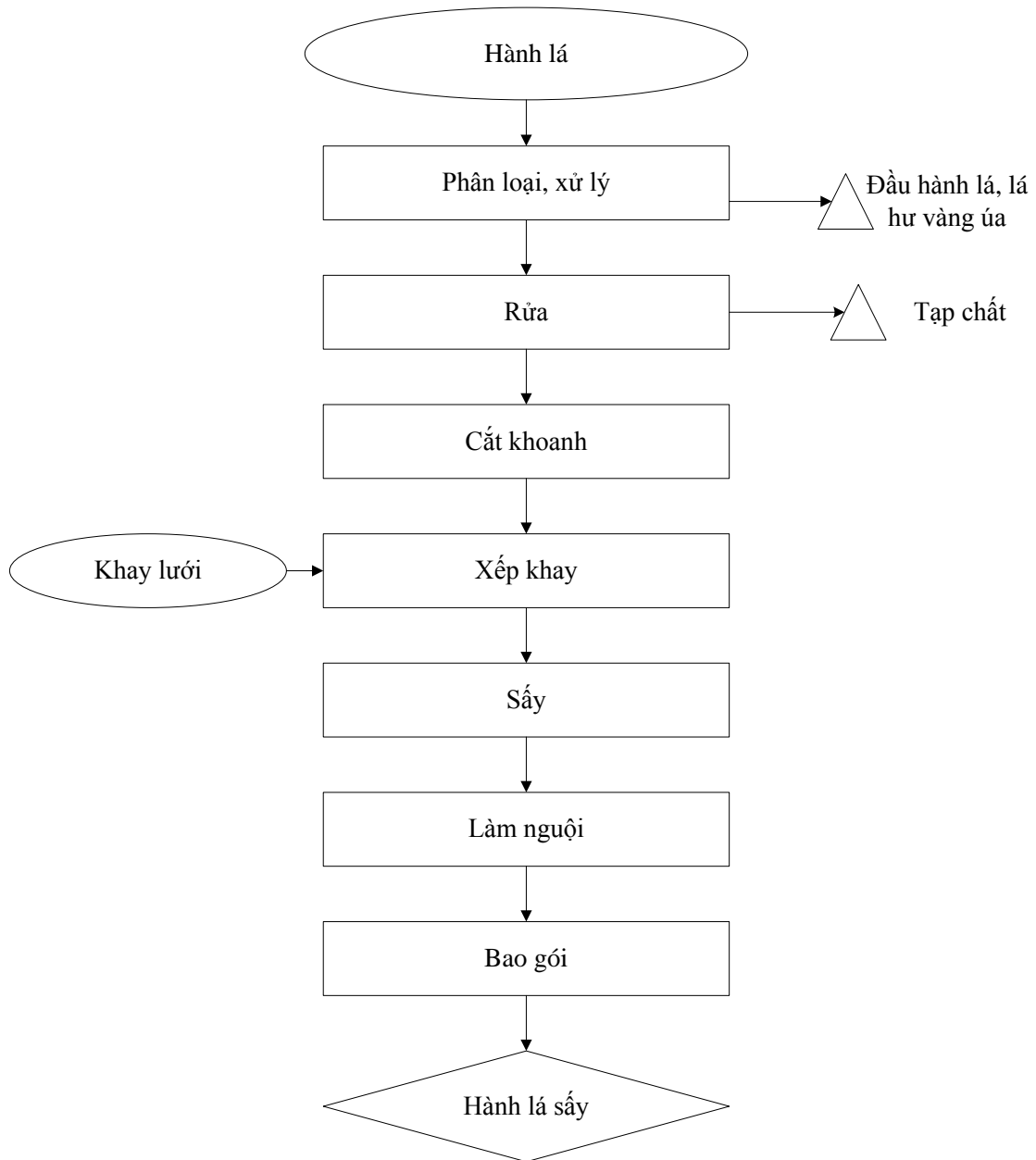
Hình 3-3: Biểu đồ đánh giá sự yêu thích chung giữa các sản phẩm

Dựa vào biểu đồ trên, có thể thấy sản phẩm hành lá sấy ở phương pháp sấy lạnh được yêu thích hơn nhiều so với sản phẩm được sấy bằng phương pháp sấy đối lưu. Sản phẩm sấy lạnh được đánh giá cao hơn nhiều về màu sắc và trạng thái. Với điểm ưa thích chung là 12.96.

Tuy phạm vi cảm quan chưa rộng rãi nhưng kết quả cũng cho thấy khả quan đối với sản phẩm và là động lực để các nhà sản xuất, doanh nghiệp tiếp tục nghiên cứu và hoàn thiện để sản phẩm đạt chất lượng tốt nhất.

3.8 Đề xuất quy trình sấy hành lá

Quy trình công nghệ



Hình 3-4: Quy trình công nghệ sấy hành lá

Thuyết minh quy trình:

Nguyên liệu: Nguyên liệu sử dụng cho quá trình sấy phải là nguyên liệu tươi, màu sắc đẹp, tự nhiên, không bị dập nát, hư hỏng, chất lượng đồng đều nhau.

Xử lý, rửa:

Mục đích của quá trình xử lý là nhằm loại bỏ những phần không sử dụng (củ), tạp chất (đất, cát), những phần hư hỏng dập nát do quá trình vận chuyển, và để tránh sự lây nhiễm vi sinh vật có sẵn trên nguyên liệu vào những công đoạn sau.

Tiến hành: Cắt bỏ phần củ và phần ngọn màu vàng của lá hành, loại bỏ những lá bị dập nát, hư hỏng rồi rửa lại bằng nước sạch, để ráo.



Hình 3-5: Xử lý nguyên liệu

Cắt khoanh: Nguyên liệu sau khi xử lý đem rửa, để ráo, tiến hành cắt khoanh có kích thước 3 - 5mm để tạo quy cách thành phẩm và đa dạng hóa sản phẩm.



Hình 3-6: Cắt khoanh nguyên liệu

Sấy:

Mục đích của quá trình sấy là giúp kéo dài thời gian bảo quản, hạn chế sự phát triển của vi sinh vật.

Sau khi cắt khoanh, hành được rải đều lên giá sấy đã được rửa sạch, tiến hành sấy bằng phương sấy lạnh.



Hình 3-7: Rải khay và sấy nguyên liệu

Bao gói: Hành sau khi sấy khô được bao gói trong túi PE rồi đem hút chân không ngay để tránh sản phẩm bị hút ẩm trở lại. Sau đó đem đi bảo quản.



Hình 3-8: Bao gói sản phẩm

Bảo quản: Sau khi bao gói, tiến hành bảo quản hành khô ở điều kiện nhiệt độ lạnh (0- 5°C).

3.9 Tính giá thành sản phẩm

Định mức các công đoạn chính:

- Định mức công đoạn xử lý: 1%
- Định mức công đoạn cắt khoanh: 1%
- Định mức công đoạn sấy:

Sản phẩm được sấy đến độ ẩm: 3,964%

Độ ẩm ban đầu của nguyên liệu: 92,1%

→ định mức công đoạn sấy: 95%

- Định mức các công đoạn còn lại không đáng kể

Từ định mức trên, để sản xuất ra 1kg hành khô cần 33,3kg hành tươi

Giá bán nguyên liệu tươi: 8 000 VNĐ/kg

Chi phí năng lượng: 1,25 kW/h

Bao bì: 1kg hành khô được đựng trong 2 túi PE, giá túi PE là 500 (VNĐ/túi).

Bảng 3-35: Tính toán giá thành sản phẩm

Chi phí	Số lượng	Đơn giá	Thành tiền (VNĐ)
Nguyên liệu	33,3kg	8 000 VNĐ/kg	266 000
Chi phí năng lượng	1.25 kW/h	2000 VNĐ/(kW/h)	2500
Bao bì	2 túi	500 VNĐ/túi	1000
Tổng cộng			269 500

CHƯƠNG 4: KẾT LUẬN

4.1 Kết luận

Qua nghiên cứu thu được kết quả

Tại nhiệt độ sấy 41,1 °C, tốc độ tác nhân sấy 9,6m/s và bề dày nguyên liệu 0,735cm qua kết quả xử lý cho thấy đây là chế độ sấy tối ưu đảm bảo cho quá trình bảo quản hành khô đồng thời làm giảm tối đa hàm lượng tinh dầu thất thoát và giữ được màu sắc đặc trưng của hành lá

Sản phẩm hành lá sấy có giá trị cảm quan tốt được người tiêu dùng ưa thích như màu sắc đặc trưng của hành lá, giữ được mùi thơm của hành và trạng thái khô giòn không bị vụn nát.

Sau thời gian bảo quản khoảng 1 tháng, mẫu hành lá sấy được bảo quản trong tủ lạnh và hút chân không thì vẫn giữ được màu sắc, mùi vị của hành lá đồng thời chỉ tiêu vi sinh vật vẫn nằm trong chỉ tiêu cho phép.

Sấy ở chế độ tối ưu và đánh giá các chỉ tiêu về năng suất, chất lượng vệ sinh thực phẩm đã đưa ra được kết quả như sau:

Độ ẩm cuối cùng: 3,964 %

Điểm chất lượng cảm quan chung: 12,96

Tỷ lệ hút nước phục hồi: 84.11%

Giá thành của 1kg sản phẩm: 86 500 VNĐ/kg. giá thành của sản phẩm không quá đắt có thể ứng dụng vào sản xuất ở công nghiệp để đáp ứng được nhu cầu ngày càng cao của thị trường.

4.2 Kiến nghị

Hành lá sấy khô có quy trình thực hiện khá đơn giản nên có thể thực hiện rộng rãi và dễ dàng, giúp hành lá có thể bảo quản sử dụng được lâu. Tuy nhiên vì những điều kiện về kinh phí và thiết bị còn hạn chế nên bài nghiên cứu này chỉ khảo sát một vài yếu tố ảnh hưởng

trong quy trình công nghệ vẫn cần nghiên cứu khảo sát thêm các yếu tố khác để quy trình hoàn thiện.

- Khảo sát yếu tố nhiệt độ đọng sương
- Độ ẩm của tác nhân sấy
- Độ ẩm của không khí
- Nhiệt độ thiết bị ngưng tụ
- Nhiệt độ thiết bị bay hơi
- Khảo sát về các yếu tố giống nguyên liệu...

Đối với sản phẩm hành khô, nghiên cứu sử dụng một số chất có khả năng chống biến màu để kéo dài thời gian bảo quản sản phẩm.

Nghiên cứu các loại bao bì mới có khả năng kéo dài thêm thời gian bảo quản đồng thời vẫn giữ được mùi và màu đặc trưng cho sản phẩm.

Nghiên cứu hoàn thiện công nghệ, tiến tới lắp đặt thiết bị sấy với công suất, quy mô lớn, khả năng tự động hóa cao.

Sản phẩm có thể sản xuất trên dây chuyền quy mô công nghiệp lớn, để giảm giá thành cho sản phẩm đồng thời phải đạt chất lượng về mặt vi sinh giúp cho sản phẩm có thể mở rộng xuất khẩu sang những thị trường có yêu cầu nghiêm ngặt hơn.

Nghiên cứu mở rộng ứng dụng của phương pháp trên nhiều đối tượng khác nhau.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. ADAPA, P. K.; SCHOENAU, G. J.; SOKHANSANJ, S., 2002, “Performance study of a heat pump dryersystem for specialty crops - part 1: development of a simulation model”, International Journal of Energy Research
2. Brewster, James L. (1994). *Onions and Other Vegetable Alliums* . Wallingford, UK, 15-16
3. Bui Tuan Son, Vo Nhu Quang, 2008, “EXPERIMENTAL STUDIES FOR DRYING OAGRICULTURAL FOOD PRODUCTS AT LOW TEMPERATURE”, Tuyển tập Báo cáo “Hội nghị Sinh viên Nghiên cứu Khoa học” lần thứ 6.
4. Cao Văn Hùng, Sấy Và Bảo Quản Thóc, Ngô Giống Trong Gia Đình (NXB Nông Nghiệp 2001)
5. Chen JH, Chen HI, Wang JS, Tsai SJ and Jen CJ: Effects of Welsh onion extracts on human platelet function in vitro. Life Sci 66: 1571-1579, 2000.
6. CHUA, K. J., CHOU, S. K., MUJUMDAR, A. S., Ho, J. C., and HAWLADER, M. N. A., 2002, “Heat pump drying: Recent developments and future trends”, Drying Technology,
7. Fritsch, R.M.; N. Friesen (2002). “Chapter 1: Evolution, Domestication, and Taxonomy”. Trong H.D. Rabinowitch and L. Currah. *Allium Crop Science: Recent Advances*. Wallingford, UK: CABI Publishing, 20-21
8. G.J.H Grubben, 2004, “Vegetables”, Plant Resources of Tropical Africa (Program)
9. Hà Duyên Tư, 2009, “Phân tích hóa học thực phẩm”. NXB Khoa Học Kỹ Thuật Hà Nội. tr323
10. Helen, A., Krishnakumar, K., Vijayammal, P.L. and Augusti, K.T. (2000) Antioxidant effect of onion oil (*Allium cepa*, Linn) on the damages induced by nicotine in rats as compared to alphanatocopherol. Toxicol. Letters, 116, 61-68
11. Kawamoto, E., Sakai, Y., Okamura, Y. and Yamamoto, Y. (2004). Effects of boiling on the antihypertensive and antioxidant activities of onion. J. Nutr. Sci. Vitaminol., 50, 171-176.
12. Lê Ngọc Thạch, Tinh dầu, NXB Đại học Quốc Gia TPHCM, 2003

13. Márcia Ramos Luiz, 2009 “experimental study for a heat pump used for the drying of fruit” International Congress of Mechanical Engineering
14. Martinazzo, Ana Paula; Correa Filho, Luiz Carlos; de Souza Teodoro, Carlos Eduardo; Amorim Berbert, Pedro, 2016, “Drying kinetics and microbiological quality of green onions”, Revista Ceres, vol. 63, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil, 769-774.
15. Nguyễn Bin, các quá trình và thiết bị công nghệ hóa chất và thực phẩm, NXB KH-KT, Hà Nội 2008.
16. Nguyễn Dáo, Lê Đức Trung, truyền nhiệt- cơ sở lý thuyết và thiết bị, NXB xây dựng Hà Nội, 2015.
17. Nguyễn Tấn Dũng, Quá trình và thiết bị công nghệ hóa học và thực phẩm. Tập 2: Các quá trình và thiết bị truyền nhiệt. Phần 2: Các quá trình và thiết bị truyền nhiệt, NXB ĐH quốc gia TP HCM, 90 2013.
18. Nguyễn Văn May, Giáo Trình Kỹ Thuật Sấy Nông Sản Thực Phẩm (NXB Khoa Học Kỹ Thuật 2004)
19. Pereira et al., 2004, “Experimental analysis of heat pump assisted recuperative air dehumidifier”. Engenharia Térmica (Thermal Engineering)
20. PGS.TS Phạm Văn Tuy, KS Phạm Văn Hậu (2004), “ Nghiên cứu thực nghiệm sấy lạnh dược liệu bằng bơm nhiệt nhiệt độ thấp”, Tạp chí KH & CN Nhiệt, (9/2004),
21. PGS.TS Phạm Văn Tuy, KS Vũ Huy Khuê, KS Nguyễn Khắc Tuyên (2003), “Nghiên cứu hút ẩm và sấy lạnh rau củ thực phẩm bằng bơm nhiệt máy nén”, Tạp chí KH & CN Nhiệt, (9/2003),
22. Sang S, Lao A, Wang Y, Chin CK, Rosen RT and Ho CT: Antifungal constituents from the seeds of *Allium fistulosum* L. J Agric Food Chem 50: 6318-6321, 2002.
23. Trần Đại Tiến (2007), Nghiên cứu phương pháp sấy và bảo quản mực ống lột da, Luận văn tiến sĩ kỹ thuật - 2007, Trường Đại học Nha Trang.
24. Trần Văn Phú, Tính toán và thiết kế hệ thống sấy, NXB Giáo Dục, 2002
25. USDA Nutrient Database for Standard Reference, Release 15 August 2002

26. Weyer C, Funahashi T, Tanaka S, Hotta K, Matsuzawa Y, Pratley RE and Tataranni PA: Hypoadiponectinemia in obesity and type 2 diabetes: close association with insulin resistance and hyperinsulinemia. *J Clin Endocrinol Metab* 86: 1930-1935, 2001.
27. Yatagai T, Nagasaka S, Taniguchi A, Fukushima M, Nakamura T, Kuroe A, Nakai Y and Ishibashi S: Hypoadiponectinemia is associated with visceral fat accumulation and insulin resistance in Japanese men with type 2 diabetes mellitus. *Metabolism* 52: 1274-1278, 2003.
28. Yoon-Young Sung, Taesook Yoon, Seung Ju Kim, Won-Kyung Yang and Ho Kyoung Kim (2011). Anti-obesity activity of *Allium fistulosum* L. extract by down-regulation of the expression of lipogenic genes in high-fat diet-induced obese mice, *Molecular Medicine REPORTS* 4: 431-435.
29. Zhongli Pan, Michael Gabel, Sanath Amaratunga, James F. Thompson(2005), Onion Drying Using Catalytic Infrared Dryer, Report #2, Award No. MR-03-07.
30. Nguyễn Cảnh, Quy hoạch thực nghiệm, NXB ĐH quốc gia TP. Hồ Chí Minh, 2004.
31. Hary T.Lawless, hildegard Heymann (Nguyễn Hoàng Dũng biên dịch), Đánh giá cảm quan thực phẩm: nguyên tắc và thực hành, NXB Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh.2007

Lưu ý: uống nước thanh vị sau mỗi lần thử mẫu

Bạn hãy cho biết mức độ ưa thích đối với các mẫu:

	Màu sắc	Mùi vị	Trạng thái
Mẫu 1			
Mẫu 2			

PHỤ LỤC B: KẾT QUẢ XỬ LÝ THỐNG KÊ

B1: Phân tích cảm quan

SUMMARY

<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
sấy lạnh	3	12.96	4.32	0.0576
sấy đối lưu	3	9.78	3.26	0.1161

ANOVA

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between						
Groups	1.6854	1	1.6854	19.40587	0.011644	7.708647
Within Groups	0.3474	4	0.08685			
Total	2.0328	5				

P-value < α = 0.05 => bác bỏ Ho. Có sự khác biệt ý nghĩa thống kê giữa 2 loại sản phẩm hành khô

B2: kết quả xử lý số liệu độ ẩm ban đầu

<u>độ ẩm</u>	
Mean	92.1258
Standard Error	0.03744
Median	92.09739
Mode	#N/A
Standard Deviation	0.064848
Sample Variance	0.004205
Kurtosis	#DIV/0!
Skewness	1.593048
Range	0.12
Minimum	92.08
Maximum	92.2
Sum	276.3774
Count	3

B2: kết quả xử lý số liệu độ ẩm

	TN1	TN2	TN3	TN4	TN5	TN6	TN7	TN8	TN9
Mean	4	4.866667	4.7	3.06	3.42	3.78	4.59	4.7	3.3
Standard Error	0.034641	0.029059	0.011547	0.017321	0.011547	0	0.057735	0.011547	0.028868
Median	4	4.86	4.7	3.06	3.42	3.78	4.59	4.7	3.3
Mode	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	3.78	#N/A	#N/A	#N/A
Standard Deviation	0.62	0.563225	0.02982	1.036	0.12	1.22555	0.13556	0.42	1.05
Sample Variance	0.0036	0.002533	0.0004	0.0009	0.0004	0	0.01	0.0004	0.0025
Kurtosis	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Skewness	-3.35E-14	0.585583	2E-13	-6.6E-14	0	#DIV/0!	4E-14	2E-13	-4E-14
Range	0.12	0.1	0.04	0.06	0.04	0	0.2	0.04	0.1
Minimum	3.94	4.82	4.68	3.03	3.4	3.78	4.49	4.68	3.25
Maximum	4.06	4.92	4.72	3.09	3.44	3.78	4.69	4.72	3.35
Sum	12	14.6	14.1	9.18	10.26	11.34	13.77	14.1	9.9

Count	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Confidence Level(95.0%)	0.1490483	0.125032	0.049683	0.074524	0.049683	0	0.248414	0.049683	0.124207
	TN10	TN11	TN12	TN13	TN14	TN15	TN16	TN17	TN18
Mean	3.78	3.776667	4.81	4.13	3.79	3.333333	3.54	3.536667	3.65
Standard Error	0.023094	0.037565	0.005774	0.011547	0.017321	0.033333	0.023094	0.049103	0.023094
Median	3.78	3.78	4.81	4.13	3.79	3.3	3.54	3.54	3.65
Mode	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	3.3	#N/A	#N/A	#N/A
Standard Deviation	0.68	0.65064	0.38	0.232	0.87	1.257735	0.752451	0.96859	0.45
Sample Variance	0.0016	0.004233	0.0001	0.0004	0.0009	0.003333	0.0016	0.007233	0.0016
Kurtosis	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Skewness	4.996E-14	-0.229937	4E-13	2E-13	6.64E-14	1.732051	-1E-13	-0.1761	0
Range	0.08	0.13	0.02	0.04	0.06	0.1	0.08	0.17	0.08
Minimum	3.74	3.71	4.8	4.11	3.76	3.3	3.5	3.45	3.61
Maximum	3.82	3.84	4.82	4.15	3.82	3.4	3.58	3.62	3.69
Sum	11.34	11.33	14.43	12.39	11.37	10	10.62	10.61	10.95
Count	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Confidence Level(95.0%)	0.0993655	0.161628	0.024841	0.049683	0.074524	0.143422	0.099366	0.211273	0.099366

C2: kết quả xử lý số liệu tinh dầu

	TN1	TN2	TN3	TN4	TN5	TN6	TN7	TN8	TN9
Mean	0.532	0.488333	0.495667	0.545333	0.530667	0.505667	0.411667	0.601333	0.545333
Standard Error	0.002309	0.004055	0.002028	0.005783	0.000333	0.00318	0.005487	0.003756	0.002333
Median	0.532	0.489	0.496	0.546	0.531	0.506	0.412	0.601	0.546
Mode	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	0.531	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Standard Deviation	0.004	0.00702	0.00351	0.01001	0.00057	0.00550	0.00950	0.00650	0.00404

		4	2	7	7	8	4	6	1
Sample Variance	0.000016	4.93E-05	1.23E-05	0.0001	3.33E-07	3.03E-05	9.03E-05	4.23E-05	1.63E-05
Kurtosis	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Skewness	0	-0.42327	-0.42327	-0.29817	-1.73205	-0.27135	-0.15763	0.229937	-0.72211
Range	0.008	0.014	0.007	0.02	0.001	0.011	0.019	0.013	0.008
Minimum	0.528	0.481	0.492	0.535	0.53	0.5	0.402	0.595	0.541
Maximum	0.536	0.495	0.499	0.555	0.531	0.511	0.421	0.608	0.549
Sum	1.596	1.465	1.487	1.636	1.592	1.517	1.235	1.804	1.636
Count	3	3	3	3	3	3	3	3	3
ConfidenceLevel(95.0%)	0.009937	0.017448	0.008724	0.024883	0.001434	0.013682	0.023613	0.016163	0.01004
	TN10	TN11	TN12	TN13	TN14	TN15	TN16	TN17	TN18
Mean	0.618	0.514333	2.25	0.522667	0.458	0.549	0.511667	0.523	0.544667
Standard Error	0.003464	0.002028	1.669501	0.001453	0.004041	0.003464	0.000882	0.002309	0.002028
Median	0.618	0.514	0.583	0.523	0.458	0.549	0.512	0.523	0.545
Mode	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Standard Deviation	0.06	0.03512	0.089166	0.0251	0.07	0.096	0.071528	0.084	0.053512
Sample Variance	3.6E-05	1.23E-05	8.361697	6.33E-06	4.9E-05	3.6E-05	2.33E-06	0.000016	1.23E-05
Kurtosis	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Skewness	0	0.423273	1.732045	-0.58558	0	0	-0.93522	0	0.42327
Range	0.012	0.007	5.011	0.005	0.014	0.012	0.003	0.008	0.007
Minimum	0.612	0.511	0.578	0.52	0.451	0.543	0.51	0.519	0.541
Maximum	0.624	0.518	5.589	0.525	0.465	0.555	0.513	0.527	0.548
Sum	1.854	1.543	6.75	1.568	1.374	1.647	1.535	1.569	1.634
Count	3	3	3	3	3	3	3	3	3
ConfidenceLevel(95.0%)	0.014905	0.008724	7.183281	0.006252	0.017389	0.014905	0.003795	0.009937	0.008724

C3: Kết quả xử lý số liệu tỷ lệ hút nước phục hồi

	TN1	TN2	TN3	TN4	TN5	TN6	TN7	TN8	TN9
Mean	80.88333	79.76	79.64	77.84	79.17	76.17	77.18	77.13	78.99
Standard Error	0.072188	0.11547	0.18475 2	0.41569 2	0.09237 6	0.03464 1	0.11547	0.06928 2	0.17320 5
Median	80.88	79.76	79.64	77.84	79.17	76.17	77.18	77.13	78.99
Mode	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Standard Deviation	0.125033	0.2	0.32	0.72	0.16	0.06	0.2	0.12	0.3
Sample Variance	0.015633	0.04	0.1024	0.5184	0.0256	0.0036	0.04	0.0144	0.09
Kurtosis	#DIV/0!	#DIV/0 !	#DIV/0 !	#DIV/0 !	#DIV/0 !	#DIV/0 !	#DIV/0 !	#DIV/0 !	#DIV/0 !
Skewness	0.119883	3.19E- 13	2E-13	0	0	0	-3.2E- 13	5.33E- 13	-2.1E- 13
Range	0.25	0.4	0.64	1.44	0.32	0.12	0.4	0.24	0.6
Minimum	80.76	79.56	79.32	77.12	79.01	76.11	76.98	77.01	78.69
Maximum	81.01	79.96	79.96	78.56	79.33	76.23	77.38	77.25	79.29
Sum	242.65	239.28	238.92	233.52	237.51	228.51	231.54	231.39	236.97
Count	3	3	3	3	3	3	3	3	3
ConfidenceLevel(95.0 %)	0.3106	0.49682 8	0.79492 4	1.78857 9	0.39746 2	0.14904 8	0.49682 8	0.29809 7	0.74524 1
	TN10	TN11	TN12	TN13	TN14	TN15	TN16	TN17	TN18
Mean	77.65	77.89	67.35	80.06	69.23	75.12	76.56	75.95	77.12
Standard Error	0.080829	0.39259 8	0.13279 1	0.01154 7	0.08082 9	0.15588 5	0.08660 3	0.28867 5	0.05196 2
Median	77.65	77.89	67.35	80.06	69.23	75.12	76.56	75.95	77.12
Mode	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Standard Deviation	0.14	0.68	0.23	0.02	0.14	0.27	0.15	0.5	0.09
Sample Variance	0.0196	0.4624	0.0529	0.0004	0.0196	0.0729	0.0225	0.25	0.0081
Kurtosis	#DIV/0!	#DIV/0 !	#DIV/0 !	#DIV/0 !	#DIV/0 !	#DIV/0 !	#DIV/0 !	#DIV/0 !	#DIV/0 !
Skewness	-9.1E-13	-9.4E- 14	-2.8E- 13	0	0	-2.4E- 13	-4.3E- 13	0	-7.1E- 13
Range	0.28	1.36	0.46	0.04	0.28	0.54	0.3	1	0.18
Minimum	77.51	77.21	67.12	80.04	69.09	74.85	76.41	75.45	77.03
Maximum	77.79	78.57	67.58	80.08	69.37	75.39	76.71	76.45	77.21
Sum	232.95	233.67	202.05	240.18	207.69	225.36	229.68	227.85	231.36
Count	3	3	3	3	3	3	3	3	3

ConfidenceLevel(95.0 %)	0.347779	1.68921 4	0.57135 2	0.04968 3	0.34777 9	0.67071 7	0.37262 1	1.24206 9	0.22357 2
----------------------------	----------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

C4: Kết quả xử lý số liệu chi phí năng lượng

	TN1	TN2	TN3	TN4	TN5	TN6	TN7	TN8	TN9
Mean	1.556667	1.836667	1.456667	1.97	1.413333	1.353333	1.786667	1.263333	1.753333
Standard Error	0.07796	0.112596	0.020276	0.127017	0.054874	0.07796	0.069362	0.060645	0.037565
Median	1.56	1.84	1.46	1.97	1.41	1.35	1.78	1.26	1.75
Mode	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Standard Deviation	0.135031	0.195021	0.035119	0.22	0.095044	0.135031	0.120139	0.10504	0.065064
Sample Variance	0.018233	0.038033	0.001233	0.0484	0.009033	0.018233	0.014433	0.011033	0.004233
Kurtosis	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Skewness	-0.11102	-0.07689	-0.42327	0	0.157628	0.111018	0.248942	0.142659	0.229937
Range	0.27	0.39	0.07	0.44	0.19	0.27	0.24	0.21	0.13
Minimum	1.42	1.64	1.42	1.75	1.32	1.22	1.67	1.16	1.69
Maximum	1.69	2.03	1.49	2.19	1.51	1.49	1.91	1.37	1.82
Sum	4.67	5.51	4.37	5.91	4.24	4.06	5.36	3.79	5.26
Count	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Confidence Level(95.0%)	0.335435	0.48446	0.08724	0.54651	0.236102	0.335435	0.298441	0.260933	0.161628
	TN10	TN11	TN12	TN13	TN14	TN15	TN16	TN17	TN18
Mean	1.283333	2.033333	1.466667	1.513333	1.346667	1.413333	1.433333	1.323333	1.466667
Standard Error	0.054874	0.060645	0.026034	0.031798	0.049103	0.037565	0.106823	0.020276	0.052068
Median	1.28	2.03	1.47	1.51	1.35	1.41	1.43	1.32	1.46
Mode	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Standard Deviation	0.095044	0.10504	0.045092	0.055076	0.085049	0.065064	0.185023	0.035119	0.090185
Sample Variance	0.009033	0.011033	0.002033	0.003033	0.007233	0.004233	0.034233	0.001233	0.008133
Kurtosis	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Skewness	0.157628	0.142659	-0.33083	0.271355	-0.1761	0.229937	0.081045	0.423273	0.330832
Range	0.19	0.21	0.09	0.11	0.17	0.13	0.37	0.07	0.18
Minimum	1.19	1.93	1.42	1.46	1.26	1.35	1.25	1.29	1.38

Maximum	1.38	2.14	1.51	1.57	1.43	1.48	1.62	1.36	1.56
Sum	3.85	6.1	4.4	4.54	4.04	4.24	4.3	3.97	4.4
Count	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Confidence Level(95.0%)	0.236102	0.260933	0.112016	0.136816	0.211273	0.161628	0.459621	0.08724	0.224032



KT3-02486AVS7/A

PHIẾU KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM
TEST REPORT

04/07/2017
Trang 01/03

1. Tên mẫu : HÀNH LÁ SÁY
2. Mô tả mẫu : Mẫu đựng trong bao ni lông.
Mẫu thử nghiệm do khách hàng lấy mẫu, tên mẫu và thông tin về mẫu do khách hàng cung cấp.
3. Số lượng mẫu : 01 (30 g x 03 gói)
4. Ngày nhận mẫu : 28/06/2017
5. Thời gian thử nghiệm : 29/06/2017 – 04/07/2017
6. Nơi gửi mẫu : NGUYỄN THỊ QUỲNH TRÂM
Số 1, Võ Văn Ngân, Thủ Đức, Thành phố Hồ Chí Minh
7. Kết quả thử nghiệm :

Tên chỉ tiêu	Phương pháp thử	Kết quả thử nghiệm
7.1. Tổng số vi sinh vật hiếu khí, CFU/g	ISO 4833 - 1 : 2013	$7,0 \times 10^2$

PHỤ TRÁCH PTN VI SINH - GMO

Trần Thị Ánh Nguyệt



1. Các kết quả thử nghiệm ghi trong phiếu này chỉ có giá trị đối với mẫu do khách hàng gửi đến. / Test results are valid for the namely submitted sample(s) only.
2. Không được trích sao một phần phiếu kết quả thử nghiệm này nếu không có sự đồng ý bằng văn bản của Trung tâm Kỹ thuật 3.
This Test Report shall not be reproduced, except in full, without the written approval of Quatest 3.
3. Tên mẫu, tên khách hàng được ghi theo yêu cầu của nơi gửi mẫu. / Name of sample and customer are written as customer's request.
4. Độ không đảm bảo do mở rộng ước lượng được tính với $k = 2$, mức tin cậy 95%. Khách hàng có thể liên hệ theo địa chỉ dưới để biết thêm thông tin.
Estimated expanded uncertainty of measurement with $k = 2$, at 95% confidence level. Please contact Quatest 3 at the below address for further information.
5. Phòng Thử nghiệm đã được Văn phòng Công nhận Chất lượng (Bộ A) - Việt Nam công nhận phù hợp theo ISO/IEC 17025:2005 (VILAS 004). Các chỉ tiêu có dấu (*) là chưa được công nhận.
The Testing Lab is accredited as conforming to ISO/IEC 17025:2005 by Bureau of Accreditation - Viet Nam (VILAS 004). The characteristics marked with (*) are not accredited yet.

N/A: không áp dụng.
Not applicable

Head Office: 49 Pasteur, Q1, Hồ Chí Minh City, VIỆT NAM Tel: (84-8) 3829 4274 Fax: (84-8) 3829 3012 Website: www.quatest3.com.vn
Testing: 7 Road 1, Biên Hòa 1 Industrial Zone, Đồng Nai Tel: (84-61) 383 6212 Fax: (84-61) 383 6298 E-mail: qt-dichvutn@quatest3.com.vn

Lần sửa đổi: 4

0819 (09/2012)

M03VL/1 - TTTN09



KT3-02486AVS7/C

PHIẾU KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM
TEST REPORT

04/07/2017
 Trang 03/03

1. Tên mẫu : HÀNH LÁ SÁY
2. Mô tả mẫu : Mẫu đựng trong bao ni lông.
 Mẫu thử nghiệm do khách hàng lấy mẫu, tên mẫu và thông tin về mẫu do khách hàng cung cấp.
3. Số lượng mẫu : 01
4. Ngày nhận mẫu : 28/06/2017
5. Thời gian thử nghiệm : 29/06/2017 – 04/07/2017
6. Nơi gửi mẫu : **NGUYỄN THỊ QUỲNH TRÂM**
Số 1, Võ Văn Ngân, Thủ Đức, Thành phố Hồ Chí Minh
7. Kết quả thử nghiệm :

Tên chỉ tiêu	Phương pháp thử	Kết quả thử nghiệm
7.1. <i>Bacillus cereus</i> giả định, CFU/g	ISO 7932 : 2004	9,0 x 10 ⁶

PHỤ TRÁCH PTN VI SINH - GMO

Trần Thị Ánh Nguyệt



1. Các kết quả thử nghiệm ghi trong phiếu này chỉ có giá trị đối với mẫu do khách hàng gửi đến. / Test results are valid for the sample(s) submitted only.
 2. Không được trích sao một phần phiếu kết quả thử nghiệm này nếu không có sự đồng ý bằng văn bản của Trung tâm Kỹ thuật 3.
 This Test Report shall not be reproduced, except in full, without the written approval of Quatest 3.
 3. Tên mẫu, tên khách hàng được ghi theo yêu cầu của nội gửi mẫu. / Name of sample and customer are written as customer's request.
 4. Độ không đảm bảo do mở rộng ước lượng được tính với k = 2, mức tin cậy 95 %. Khách hàng có thể liên hệ theo địa chỉ dưới để biết thêm thông tin.
 Estimated expanded uncertainty of measurement with k = 2, at 95 % confidence level. Please contact Quatest 3 at the below address for further information.
 5. Phòng Thử nghiệm đã được Văn phòng Công nhận Chất lượng (HoA) - Việt Nam công nhận phù hợp theo ISO/IEC 17025:2005 (VILAS 004). Các chỉ tiêu có dấu (*) là chưa được công nhận.
 The Testing Lab is accredited as conforming to ISO/IEC 17025:2005 by Bureau of Accreditation - Viet Nam (VILAS 004). The characteristics marked with (*) are not accredited yet.



KT3-02191AVS7

PHIẾU KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM
TEST REPORT

19/06/2017
Trang 01/01

1. Tên mẫu : HÀNH LÁ SÁY
2. Mô tả mẫu : Mẫu đựng trong bao zipper
Mẫu thử nghiệm do khách hàng lấy mẫu, tên mẫu và thông tin về mẫu do khách hàng cung cấp.
- 3 Số lượng mẫu : 01 (100 g x 03 gói)
- 4 Ngày nhận mẫu : 09/06/2017
- 5 Thời gian thử nghiệm : 09/06/2017 – 19/06/2017
- 6 Nơi gửi mẫu : NGUYỄN THỊ QUỲNH TRÂM
1 Võ Văn Ngân, Thủ Đức, Thành phố Hồ Chí Minh

7 Kết quả thử nghiệm :

Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Phương pháp thử	Kết quả thử nghiệm
7.1. Tổng số vi sinh vật hiếu khí,	CFU/g	ISO 4833 - 1 : 2013	$4,2 \times 10^6$
7.2. Tổng số nấm men, nấm mốc,	CFU/g	ISO 21527 - 2 : 2008	$< 10^{(*)}$
7.3. Coliforms,	CFU/g	ISO 4832 : 2006	$2,8 \times 10^5$
7.4. <i>Escherichia coli</i> ,	CFU/g	ISO 16649 - 2 : 2001	$< 10^{(*)}$
7.5. <i>Clostridium perfringens</i> ,	CFU/g	ISO 7937 : 2004	$< 10^{(*)}$
7.6. <i>Bacillus cereus</i> giả định,	CFU/g	ISO 7932 : 2004	$4,0 \times 10^2$

Ghi chú: (*) Theo phương pháp thử, kết quả được biểu thị nhỏ hơn 10 CFU/g khi không có khuẩn lạc mọc trên đĩa.

PHỤ TRÁCH PTN VI SINH - GMO

Trần Thị Ánh Nguyệt



1. Các kết quả thử nghiệm ghi trong phiếu này chỉ có giá trị đối với mẫu do khách hàng gửi đến. / Test results are valid for the samples submitted (samples) only.
2. Không được trích sao một phần phiếu kết quả thử nghiệm này nếu không có sự đồng ý bằng văn bản của Trung tâm Kỹ thuật 3.
This Test Report shall not be reproduced, except in full, without the written approval of Qatest 3.
3. Tên mẫu, tên khách hàng được ghi theo yêu cầu của nơi gửi mẫu. / Name of sample and customer are written as customer's request.
4. Độ không đảm bảo do mở rộng ước lượng được tính với $k = 2$, mức tin cậy 95%. Khách hàng có thể liên hệ theo địa chỉ dưới để biết thêm thông tin.
Estimated expanded uncertainty of measurement with $k = 2$, at 95% confidence level. Please contact Qatest 3 at the below address for further information.
5. Phòng Thử nghiệm đã được Văn phòng Công nhận Chất lượng (BoA) - Việt Nam công nhận phù hợp theo ISO/IEC 17025:2005 (VILAS 004). Các chỉ tiêu có dấu (*) là chưa được công nhận.
The testing Lab is accredited as conforming to ISO/IEC 17025:2005 by Bureau of Accreditation - Viet Nam (VILAS 004). The characteristics marked with (*) are not accredited yet.



KT3-02486AVS7/B

PHIẾU KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM
TEST REPORT

04/07/2017
Trang 02/03

1. Tên mẫu : HÃNH LÁ SẢY
2. Mô tả mẫu : Mẫu đựng trong bao ni lông.
Mẫu thử nghiệm do khách hàng lấy mẫu, tên mẫu và thông tin về mẫu do khách hàng cung cấp.
3. Số lượng mẫu : 01
4. Ngày nhận mẫu : 28/06/2017
5. Thời gian thử nghiệm : 29/06/2017 – 04/07/2017
6. Nơi gửi mẫu : NGUYỄN THỊ QUỲNH TRÂM
Số 1, Võ Văn Ngân, Thủ Đức, Thành phố Hồ Chí Minh
7. Kết quả thử nghiệm :

Tên chỉ tiêu	Phương pháp thử	Kết quả thử nghiệm
7.1. Coliforms, CFU/g	ISO 4832 : 2006	< 10 ^(*)

Ghi chú (*): Theo phương pháp thử, kết quả được biểu thị nhỏ hơn 10 CFU/g khi không có khuẩn lạc mọc trên đĩa.

PHỤ TRÁCH PTN VI SINH - GMO

Trần Thị Ánh Nguyệt



1. Các kết quả thử nghiệm ghi trong phiếu này chỉ có giá trị đối với mẫu do khách hàng gửi đến. / Test results are valid for the namely submitted sample(s) only.
2. Không được trích sao một phần phiếu kết quả thử nghiệm này trừ khi không có sự đồng ý bằng văn bản của Trung tâm Kỹ thuật 3. / This Test Report shall not be reproduced, except in full, without the written approval of Quatest 3.
3. Tên mẫu, tên khách hàng được ghi theo yêu cầu của nơi gửi mẫu. / Name of sample and customer are written as customer's request.
4. Độ không đảm bảo đo mở rộng ước lượng được tính với k = 2, mức tin cậy 95%. Khách hàng có thể liên hệ theo địa chỉ dưới để biết thêm thông tin. / Estimated expanded uncertainty of measurement with k = 2, at 95% confidence level. Please contact Quatest 3 at the below address for further information.
5. Phòng Thử nghiệm đã được Văn phòng Công nhận Chất lượng (BoA) - Việt Nam công nhận phù hợp theo ISO/IEC 17025:2005 (VILAS 004). Các chỉ tiêu có dấu (*) là chưa được công nhận. / The Testing Lab is accredited as conforming to ISO/IEC 17025:2005 by Bureau of Accreditation - Viet Nam (VILAS 004). The characteristics marked with (*) are not accredited yet.

Head Office: 49 Pasteur, Q1, Hồ Chí Minh City, VIETNAM Tel: (84-8) 3829 4274 Fax: (84-8) 3829 3012 Website: www.quatest3.com.vn
Testing: 7 Road 1, Bền Hòa 1 Industrial Zone, Đồng Nai Tel: (84-61) 383 6212 Fax: (84-61) 383 6298 E-mail: qt-dichvutn@quatest3.com.vn

