

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG LÂM TP. HỒ CHÍ MINH
Khoa Công Nghệ Thực Phẩm
Bộ Môn Công Nghệ Sau Thu Hoạch & Thiết Bị Thực Phẩm

Thực Hành:

CÁC QUÁ TRÌNH CƠ BẢN TRONG CÔNG NGHỆ THỰC PHẨM

Biên soạn:

Trương Vĩnh

Lương Hồng Quang

Phan Tại Huân

Hoàng Thị Thu Nga

Đỗ Việt Hà

Vũ Thùy Anh

TP. Hồ Chí Minh

Tháng 6 - 2005

MỞ ĐẦU

Kỹ thuật thực phẩm có liên quan đến các quá trình thủy lực, nhiệt, hoá, sinh... Việc tính toán các quá trình trên cần những số liệu thực nghiệm như ẩm độ, hệ số ma sát, trở lực, độ nhớt, nhiệt dung riêng, tốc độ sấy, v.v. Các số liệu thực nghiệm có thể đã được xuất bản và cũng có thể chưa được đo đạc. Vì vậy, hiểu được phương pháp đo đạc sẽ giúp cho kỹ sư thực phẩm nắm được bản chất của vấn đề cũng như có khả năng tự xác định các tính chất trên.

Tài liệu được chia làm hai phần. Phần 1 bao gồm các bài thực tập đo đạc ẩm độ, nhiệt dung riêng, độ nhớt, sấy khay và thủy lực. Phần 2 bao gồm các bài thực tập về truyền nhiệt, thanh trùng, nhiệt động học của quá trình đông lạnh thực phẩm, cân bằng khối và năng lượng và một số phần khác.

Ngoài ra, tài liệu còn có một phần về thí nghiệm các tính chất của vật liệu dùng trong thực phẩm.

Nhóm tác giả

NỘI DUNG

Bài 1	XÁC ĐỊNH ẨM ĐỘ VẬT LIỆU THỰC PHẨM	1
1.1	Mục đích & yêu cầu	1
1.2	Cơ sở lý thuyết.....	1
1.2.1	Ẩm độ toàn phần	1
1.2.2	Ẩm độ tuyệt đối	1
1.2.3	Mối quan hệ giữa các loại ẩm độ	1
1.3	Trang thiết bị phục vụ thí nghiệm.....	1
1.3.1	Tủ sấy.....	1
1.3.2	Cân xác định ẩm bằng hồng ngoại	2
1.3.3	Máy đo ẩm độ hạt.....	2
1.4	Phương pháp thí nghiệm	2
1.4.1	Phương pháp trực tiếp.....	2
1.4.2	Phương pháp gián tiếp.....	4
1.5	Hướng dẫn thí nghiệm	4
1.5.1	Vật liệu & chuẩn bị vật liệu.....	4
1.5.2	Phương pháp.....	4
1.6	Báo cáo kết quả & xử lý số liệu thí nghiệm	5
1.6.1	Mẫu hạt	5
1.6.2	Mẫu rau quả	6
1.7	Thảo luận	6
1.8	Yêu cầu viết bài báo cáo	7
Bài 2	ĐỘ NHỚT THỰC PHẨM.....	8
2.1	Mục đích thí nghiệm.....	8
2.2	Cơ sở lý thuyết.....	8

2.2.1	Khái niệm về độ nhớt.....	8
2.3	Các phương pháp đo độ nhớt.....	10
2.3.1	Đo độ nhớt bằng nhớt kế mao quản.....	10
2.3.2	Đo độ nhớt bằng máy đo độ nhớt trực quay	12
2.4	Phương pháp thí nghiệm	13
2.4.1	Đo độ nhớt chất lỏng Newton bằng nhớt kế mao quản	13
2.4.2	Đo độ nhớt bằng máy Brookfield.....	14
2.5	Kết quả & xử lý số liệu thí nghiệm	14
2.5.1	Đo độ nhớt bằng nhớt kế mao dẫn.....	14
2.5.2	Đo độ nhớt bằng máy Brookfield.....	15
2.6	Thảo luận	16
2.6.1	Đo độ nhớt bằng nhớt kế mao dẫn.....	16
2.6.2	Đo độ nhớt bằng máy Brookfield.....	16
2.7	Yêu cầu viết bài báo cáo	16
Bài 3	ĐO NHIỆT DUNG RIÊNG THỰC PHẨM	17
3.1	Mục đích thí nghiệm.....	17
3.2	Cơ sở lý thuyết.....	17
3.3	Phương pháp thí nghiệm.....	17
3.3.1	Phương pháp 1.....	18
3.3.2	Phương pháp 2.....	19
3.4	Kết quả thí nghiệm.....	20
3.4.1	Phương pháp 1.....	20

3.4.2 Phương pháp 2.....	20
3.5 Tính toán kết quả & thảo luận	20
Bài 4 SẤY KHAY	22
4.1 Mục đích thí nghiệm.....	22
4.2 Cơ sở lý thuyết.....	22
4.2.1 Khái niệm.....	22
4.2.2 Đường cong sấy và đường cong tốc độ sấy	22
4.2.3 Xác định thời gian sấy ở các giai đoạn và thời gian sấy đến độ ẩm cần thiết. 24	
4.3 Cấu tạo máy sấy	25
4.3.1 Cấu tạo	25
4.3.2 Nguyên tắc hoạt động	25
4.3.3 Thao tác sử dụng.....	25
4.4 Phương pháp thí nghiệm.....	26
4.4.1 Vật liệu sấy	26
4.4.2 Dụng cụ & hóa chất.....	26
4.4.3 Cách tiến hành thí nghiệm	26
4.5 Báo cáo kết quả và xử lý số liệu thí nghiệm	28
4.5.1 Xác định các thông số của môi trường	28
4.5.2 Tốc độ khí sấy.....	29
4.5.3 Bảng số liệu	31
4.5.4 Xử lý số liệu	32
4.5.5 Đồ thị.....	33

4.5.6	Đo màu	33
4.6	Thảo luận	34
4.7	Yêu cầu viết bài báo cáo	34
Bài 5	TÍNH CHẤT THỦY LỰC VÀ DÒNG CHẢY	35
5.1	Mục đích, yêu cầu	35
5.2	Cơ sở lý thuyết.....	35
5.2.1	Kiến thức chung	35
5.2.2	Đo lưu lượng dòng chảy bằng orifice.....	37
5.3	Thực hành.....	39
5.3.1	Các bài thực hành yêu cầu.....	39
5.3.2	Báo cáo và thảo luận.....	41
Bài 6	XÁC ĐỊNH CHỈ SỐ VẬT LÝ CƠ BẢN CỦA CÁC VẬT LIỆU DẠNG HẠT	
6.1	Mục đích.....	42
6.2	Phương pháp.....	42
6.2.1	Xác định thể tích bằng phương pháp dùng hạt thay thế.....	42
6.2.2	Xác định khối lượng riêng bằng bình đo khối lượng riêng	43
6.2.3	Xác định khối lượng khối nén & không nén _ chỉ số nén	43
6.2.4	Xác định diện tích bề mặt	44
6.2.5	Xác định góc nghỉ	45
6.2.6	Xác định đường cong phân bố của hạt.....	46
6.3	Báo cáo kết quả & xử lý số liệu thí nghiệm	46
6.4	Thảo luận	48
6.5	Yêu cầu viết báo cáo.....	48

Bài 7 THANH TRÙNG

7.1 Khái quát về xử lý nhiệt.....	49
7.1.1 Lịch sử.....	49
7.1.2 Khái niệm.....	49
7.1.3 Yêu cầu.....	49
7.2 Động học về tiêu diệt vi sinh vật.....	49
7.2.1 Ảnh hưởng của thời gian xử lý nhiệt ở nhiệt độ cố định.....	49
7.2.2 Tác động của nhiệt độ xử lý.....	50
7.2.3 Giá trị khử trùng.....	51
7.2.4 Xác định chế độ xử lý nhiệt.....	54
7.2.5 Hiệu quả tiết / thanh trùng thực tế.....	55
7.3 Xử lý nhiệt cho sản phẩm có độ acid cao.....	56
7.4 Mục đích của bài thực hành.....	56
7.5 Chuẩn bị nguyên liệu và thiết bị.....	57
7.5.1 Nguyên liệu và thiết bị cho một nhóm thí nghiệm.....	57
7.5.2 Quy trình chế biến.....	57
7.5.3 Thực hành.....	58
7.6 Báo cáo kết quả thí nghiệm.....	59
7.6.1 Đánh giá sản phẩm thanh trùng.....	59
7.6.2 Bảng ghi nhận nhiệt độ.....	60
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	61
PHỤ LỤC	

Bài 1 XÁC ĐỊNH ẨM ĐỘ VẬT LIỆU THỰC PHẨM

1.1 Mục đích & yêu cầu:

Giúp sinh viên làm quen với việc xác định ẩm độ của vật liệu dùng trong thực phẩm hoặc xác định ẩm độ đối với bất kì loại vật liệu nào.

1.2 Cơ sở lý thuyết:

1.2.1 Ẩm độ toàn phần (ẩm độ theo căn bản ướt):

Là tỉ số giữa khối lượng ẩm chứa trong vật liệu với khối lượng của vật liệu ẩm.

$$M = M_w = \frac{W_n}{W} \cdot 100 \quad (\%) \quad (1.1)$$

1.2.2 Ẩm độ tuyệt đối (ẩm độ theo căn bản khô):

Là tỉ lệ giữa khối lượng ẩm có trong vật liệu so với khối lượng vật chất khô của vật liệu.

$$X = M_d = \frac{W_n}{W_k} \cdot 100 = \frac{W_n}{W - W_n} \cdot 100 \quad (\%) \quad (1.2)$$

1.2.3 Mối quan hệ giữa các loại ẩm độ:

Ta có mối quan hệ giữa 2 loại ẩm độ trên theo công thức sau:

$$X = \frac{M\%}{100 - M\%} \cdot 100 \quad \text{hay} \quad M\% = \frac{X\%}{100 + X\%} \cdot 100 \quad (1.3)$$

1.3 Trang thiết bị phục vụ thí nghiệm:

1.3.1 Tủ sấy:

Có nhiều loại tủ sấy được phân loại dựa vào nguyên tắc hoạt động của không khí sấy hoặc dựa vào điều kiện của môi trường sấy:

- *Tủ sấy thường* hoạt động theo nguyên tắc đối lưu tự nhiên: tác nhân sấy (không khí nóng) tuần hoàn đối lưu tự nhiên trong tủ sấy.
- *Tủ sấy thường* hoạt động theo nguyên tắc đối lưu cưỡng bức: tác nhân sấy (không khí nóng) tuần hoàn đối lưu cưỡng bức trong tủ sấy.
- *Tủ sấy chân không*: sấy vật liệu ẩm trong môi trường chân không.

Các thông số cần quan tâm khi ủ sấy hoạt động là nhiệt độ sấy, thời gian sấy, lưu lượng khí vào/ra, áp suất chân không (đối với ủ sấy chân không),...

1.3.2 Cân ẩm hồng ngoại:

Có cấu tạo như một cái cân chịu nhiệt cân khối lượng vật liệu thay đổi theo thời gian trong khi vật liệu được sấy hay đun nóng bằng tia hồng ngoại.

Các thông số cần quan tâm khi sử dụng cân xác định ẩm bằng hồng ngoại: nhiệt độ sấy, thời gian sấy, khối lượng vật liệu trước & sau khi sấy, lượng ẩm bốc hơi, ẩm độ vật liệu sấy...

1.3.3 Máy đo ẩm độ hạt:

Là máy được chế tạo chuyên dùng để đo ẩm độ một số loại hạt xác định như lúa, gạo, bắp... dựa vào việc xác định điện trở hoặc điện dung của hạt, từ đó suy ra ẩm độ hạt.

Nguyên tắc hoạt động: dựa vào sự thay đổi điện trở hoặc điện dung của hạt khi ẩm độ hạt thay đổi.

1.4 **Phương pháp thí nghiệm:** người ta thường xác định ẩm độ vật liệu bằng các phương pháp sau:

1.4.1 Phương pháp trực tiếp: xác định lượng ẩm chứa trong vật liệu

Dùng tủ sấy hoặc cân xác định ẩm bằng hồng ngoại.

a. Dùng tủ sấy:

Dùng để xác định ẩm độ của hầu hết các loại vật liệu ở nhiệt độ thích hợp.

Tùy vào loại vật liệu mà ta chọn nhiệt độ sấy cho thích hợp. Có thể cùng một loại vật liệu ít biến tính ta có thể sấy ở nhiệt độ cao trong thời gian ngắn hoặc sấy ở nhiệt độ thấp hơn trong thời gian dài hơn. Đối với vật liệu dễ biến tính (tổn thất vitamin, chất hữu cơ dễ bay hơi,...) ở nhiệt độ cao thì ta nên sấy ở nhiệt độ mà vật liệu ít bị biến tính nhất nhưng nhiệt độ không nên thấp quá vì sẽ kéo dài thời gian sấy vật liệu cũng như tạo điều kiện cho vi sinh vật phát triển.

Bảng xác định ẩm độ của số loại vật liệu theo tiêu chuẩn:

Nhóm vật liệu	Tủ sấy thường	Tủ sấy chân không
Rau quả	T = 70 ⁰ C, 4 ngày	T = 70 ⁰ C, 1 ngày
Ngũ cốc	T = 105 ⁰ C, 10h	T = 105 ⁰ C, 4h

Nguyên tắc xác định ẩm độ bằng tủ sấy:

- + Cân một khối lượng xác định mẫu vật liệu cần xác định ẩm (W).
- + Xử lý vật liệu bằng các phương pháp cơ học để làm tăng bề mặt bốc hơi của vật liệu như cắt mỏng & cắt nhỏ, tán nhỏ (cỡ 2-3 mm)...
- + Sấy khô và cân hộp đựng mẫu sau khi sấy (W_h).
- + Cho vật liệu đã xử lý cơ học vào hộp đựng mẫu, dàn đều vật liệu và cho vào tủ sấy.
- + Cài đặt nhiệt độ sấy & thời gian sấy theo yêu cầu cho tủ sấy (T,t).
- + Vật liệu sau khi sấy được cho vào bình hút ẩm để làm nguội & đem đi cân xác định khối lượng cùng với hộp đựng mẫu (W_2)

Ẩm độ toàn phần của vật liệu:

$$M = \frac{W_1 - W_2}{W} \cdot 100 \quad (\%)$$

Với $W_1 = W + W_h$: khối lượng hộp & vật liệu trước khi sấy (g)

W_2 : khối lượng hộp & vật liệu sau khi sấy (g)

$W_1 - W_2$: khối lượng ẩm đã bốc hơi sau quá trình sấy (g)

W : khối lượng vật liệu ẩm cần xác định ẩm độ (g)

Ưu điểm của phương pháp: đơn giản, kết quả khá chính xác (sai số khoảng $\pm 0,2\%$) và là phương pháp chuẩn để so sánh với các phương pháp khác.

Nhược điểm: mất thời gian dài mới xác định được ẩm độ.

b. Dùng cân ẩm hồng ngoại:

Dùng để xác định ẩm độ của một số loại vật liệu ở nhiệt độ & thời gian thích hợp.

Hoạt động: Bật công tắc, cài đặt chế độ sấy thích hợp cho cân: cài đặt nhiệt độ & thời gian sấy hoặc sấy đến khối lượng không đổi, lắp đĩa cân khô sạch vào cân và trừ bì. Cho một lượng mẫu xác định lên đĩa cân, dàn mỏng và đều rồi đóng nắp máy lại để tiến hành cân. Sau khi sấy đến hết thời gian cài đặt (theo kinh nghiệm hoặc chế độ đã có sẵn) hoặc khối lượng vật liệu sấy không đổi (đối với vật liệu có ít chất dễ bay hơi như vitamin, axit hữu cơ,...) thì cân phát tín hiệu báo cho người sử dụng biết để ghi lại kết quả và kết thúc quá trình cân. Trước khi tiến hành sấy mẫu mới ta phải làm nguội cân rồi mới được sấy tiếp.

Ưu điểm: xác định ẩm độ trong thời gian ngắn (ít hơn 99 phút, thông thường 15 ÷ 30 phút tùy vật liệu & ẩm độ ban đầu), có chế độ xác định ẩm độ, nhiệt độ, thời gian, khối lượng tự động. Có thể sấy mẫu đến khối lượng không đổi.

Nhược điểm: chỉ sấy được khối lượng vật liệu nhỏ (vài gam) có bề mặt bốc hơi lớn (phải xử lý cơ học mẫu), chỉ xác định được ẩm tự do (không sấy kiệt được). Nếu sấy quá thời gian sấy tối đa là 99 phút (do máy mặc định) thì kết quả ẩm độ đo được không chính xác. Phải làm nguội cân trước khi sấy mẫu mới.

1.4.2 Phương pháp gián tiếp:

Dùng máy đo ẩm độ hạt: máy Kett (hoạt động theo nguyên tắc điện trở)

Hoạt động: bật công tắc máy, cài đặt chế độ thích hợp đối với từng loại hạt. Cho hạt vào ngăn đựng để xác định ẩm độ.

Ưu điểm: nhanh, đọc được ẩm độ chỉ sau vài giây.

Nhược điểm: độ chính xác không cao vì còn tùy thuộc vào kích thước, hình dạng hạt, độ ẩm... Ở khoảng ẩm độ thấp, sai số có thể chỉ $\pm 0,3\%$ nhưng ở ẩm độ cao (rất ướt), sai số có thể lên đến $\pm 3\%$.

1.5 Hướng dẫn thí nghiệm:

1.5.1 Vật liệu & chuẩn bị vật liệu:

Hạt: lúa, gạo, bắp

Rau quả: cà rốt, cà chua, hành lá

Đối với rau quả phải tiến hành xử lý cơ học: cà rốt, cà chua, hành lá được làm sạch, cắt nhỏ và mỏng.

1.5.2 Phương pháp:

Xác định ẩm độ hạt: bằng tủ sấy & máy Kett

Xác định ẩm độ rau quả: bằng tủ sấy & cân ẩm hồng ngoại.

Mỗi loại vật liệu được tiến hành sấy với 3 lần lặp lại: mỗi vật liệu cân làm 3 mẫu với khối lượng gần bằng nhau.

Các chế độ sấy ứng với các thiết bị sấy:

Tên thiết bị	Nhiệt độ ($T, ^\circ\text{C}$)	Thời gian (t, h)	Ghi chú
Tủ sấy S1	105	10	Hạt
Tủ sấy Memmert	75 (cải biên)	24 (cải biên)	Hạt, rau quả
Tủ sấy chân không	70	24	Hạt, rau quả
Cân ẩm hồng ngoại	130	0,25	Rau quả

1.6 Báo cáo kết quả & xử lý số liệu thí nghiệm:

Xác định ẩm độ trung bình của từng loại vật liệu (theo căn bản khô & ướt)

1.6.1 Mẫu hạt:

Xác định ẩm độ bằng tủ sấy (T,t):

Mẫu	Ký hiệu	W (g)	W_h (g)	W_1 (g)	W_2 (g)	$W_1 - W_2$	M%	$\overline{M\%}$	\overline{X}
Lúa	L ₁								
	L ₂								
	L ₃								
Gạo	G ₁								
	G ₂								
	G ₃								
Bắp	B ₁								
	B ₂								
	B ₃								

Xác định ẩm độ bằng máy Kett:

Mẫu	Ký hiệu	M%	$\overline{M\%}$	\overline{X}
Lúa	L ₁			
	L ₂			
	L ₃			
Gạo	G ₁			
	G ₂			
	G ₃			
Bắp	B ₁			
	B ₂			
	B ₃			

1.6.2 Mẫu rau quả:

Xác định ẩm độ bằng tủ sấy (T,t):

Mẫu	Ký hiệu	W (g)	W _h (g)	W ₁ (g)	W ₂ (g)	W ₁ - W ₂	M%	$\overline{M\%}$	\overline{X}
Cà rốt	C ₁								
	C ₂								
	C ₃								
Cà chua	T ₁								
	T ₂								
	T ₃								
Hành lá	H ₁								
	H ₂								
	H ₃								

Xác định ẩm độ bằng cân hồng ngoại (T,t):

Mẫu	Ký hiệu	M%	$\overline{M\%}$	\overline{X}
Cà rốt	C ₁			
	C ₂			
	C ₃			
Cà chua	T ₁			
	T ₂			
	T ₃			
Hành lá	H ₁			
	H ₂			
	H ₃			

1.7 Thảo luận:

So sánh ẩm độ xác định bằng 2 phương pháp đối với mỗi loại vật liệu dùng so sánh 2 dân số. Nhận xét.

Bàn luận về độ chính xác & sai số của từng phương pháp.

1.8 Yêu cầu viết bài báo cáo:

Bài báo cáo viết hoặc đánh máy trên khổ giấy A4, có tờ bìa ghi tiêu đề bài thực hành và danh sách các thành viên trong nhóm thực hành, đóng lại thành cuốn.

Bài báo cáo trình bày theo các mục sau:

+ Tóm tắt lý thuyết: các loại ẩm độ, cách xác định ẩm độ...

+ Phương pháp tiến hành thí nghiệm: các cách xác định ẩm độ, trang thiết bị xác định ẩm độ & cách sử dụng, các thông số quá trình sấy ứng với mỗi loại vật liệu, công thức tính kết quả từ số liệu thu được từ thực nghiệm...

+ Báo cáo kết quả & xử lý số liệu thí nghiệm:

Bảng số liệu thô.

Bảng kết quả trung bình & phân tích thống kê.

+ Thảo luận: như trên đã gợi ý.

Bài 2 ĐỘ NHỚT THỰC PHẨM

2.1 Mục đích thí nghiệm

Tìm hiểu đặc tính nhớt của chất lỏng Newton và chất lỏng phi Newton.

Xác định độ nhớt của một số chất lỏng thực phẩm bằng nhớt kế mao quản và máy đo độ nhớt trục quay.

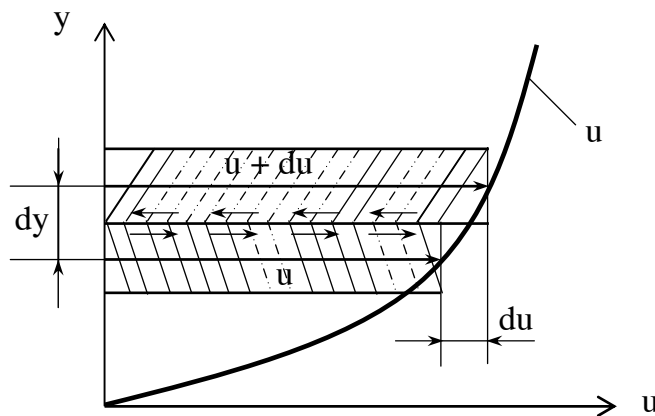
2.2 Cơ sở lý thuyết

2.2.1 Khái niệm về độ nhớt

Lưu chất không có khả năng chịu lực cắt, và một khi có lực này tác dụng, nó sẽ chảy và xuất hiện lực ma sát bên trong. Hình (2.1) mô tả một cách định tính biến thiên của một dòng chảy bên trên một thành rắn. Vận tốc của phần tử lưu chất tiếp xúc với thành rắn bằng 0. Càng ra xa thành rắn, vận tốc của các phần tử lưu chất càng tăng. Ta có thể chia lưu chất thành các lớp chuyển động song song nhau. Ứng suất ma sát (lực ma sát trên một đơn vị diện tích) giữa các lớp do sự chuyển động tương đối giữa chúng phụ thuộc vào gradient vận tốc (du/dy hay γ) giữa các lớp. Sự phụ thuộc này được mô tả bởi định luật Newton:

$$\tau = \mu \left| \frac{du}{dy} \right| \quad (2.1)$$

Trong đó μ là độ nhớt động lực học (độ nhớt), τ là ứng suất cắt



Hình 2.1: Mô tả sự biến thiên của dòng chảy

Chất lỏng được phân loại thành 2 nhóm:

- Chất lỏng Newton: là những chất lỏng mà đường biểu diễn mối quan hệ giữa ứng suất cắt τ và vận tốc cắt du/dy là một đường thẳng đi qua gốc tọa độ. Những chất lỏng này tuân theo định luật Newton về độ nhớt:

$$\tau = \mu \left| \frac{du}{dy} \right| \quad \text{với } \mu = \text{const} \quad (2.2)$$

Ví dụ: nước, dung dịch loãng, dung môi hữu cơ, sữa, nước trái cây, dầu thực phẩm...

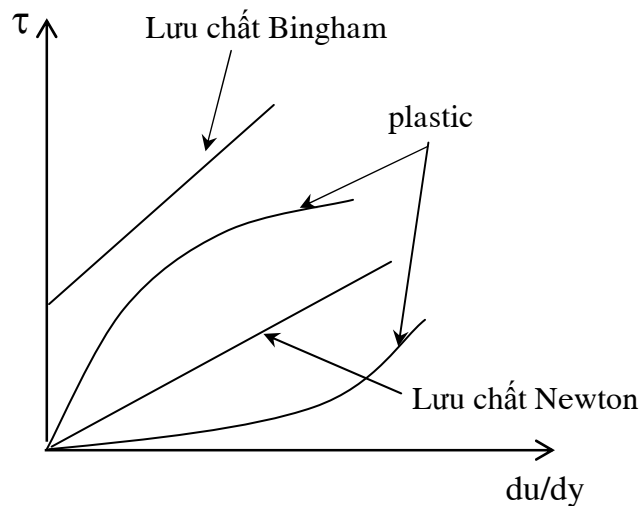
- Chất lỏng phi Newton: là những chất lỏng không tuân theo định luật Newton về độ nhớt. Mối quan hệ giữa ứng suất cắt và tốc độ cắt không phải là đường thẳng hoặc không đi qua gốc tọa độ. Để mô tả lưu chất phi Newton người ta dùng phương trình sau:

$$\tau = m \cdot \dot{\gamma}^n + \tau_y \quad (2.3)$$

Trong đó n: chỉ số đặc tính dòng chảy.

m: chỉ số độ đặc.

Sự phụ thuộc của ứng suất cắt và gradient vận tốc của một số lưu chất được mô tả như hình 2.2:



Hình 2.2: Sự phụ thuộc của ứng suất cắt và gradient vận tốc

Bên cạnh độ nhớt động lực học, người ta còn sử dụng khái niệm độ nhớt động học ν được định nghĩa:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}, \quad \text{với } \rho: \text{khối lượng riêng của lưu chất.} \quad (2.4)$$

Đơn vị đo lường của độ nhớt: $1 \text{ cP} = 10^{-3} \text{ Pa.s} = 10^{-3} \text{ kg/m.s.}$
 $1 \text{ stoke} = 1 \text{ cm}^2/\text{s}.$

2.3 Các phương pháp đo độ nhớt

2.3.1 Đo độ nhớt bằng nhớt kế mao quản

Nguyên lý: nếu cho chất lỏng chảy qua các mao quản, chất lỏng càng có độ nhớt cao thì chảy càng chậm. Vì vậy ta có thể dựa vào tính chất đó để xác định độ nhớt của chất lỏng.

Đối với dòng chảy tầng ổn định của chất lỏng Newton trong ống mao dẫn, phương trình cổ điển của Hagen Poiseuille đã đưa ra những nền tảng cho việc đo lường độ nhớt.

$$Q = \frac{\Delta P \cdot \pi \cdot R^4}{8 \cdot \mu \cdot L} \quad (2.5)$$

trong đó, Q : lưu lượng thể tích, $\text{m}^3/\text{s}.$

ΔP : tổn thất áp suất dọc theo ống mao dẫn, Pa.

R : đường kính ống mao dẫn, m.

L : chiều dài ống mao dẫn, m.

μ : độ nhớt chất lỏng, Pa.s

$$\text{Ngoài ra, tổn thất áp suất } \Delta P = \rho \cdot g \cdot h \quad (2.6)$$

Với ρ : khối lượng riêng chất lỏng, $\text{kg}/\text{m}^3.$

h : chiều cao cột thủy tĩnh, m.

$h = L \cdot \cos \alpha$, với α là góc tạo bởi ống mao dẫn với phương thẳng đứng

g : gia tốc trọng trường, $\text{m}/\text{s}^2.$

Thay phương trình (2.6) vào phương trình (2.5) ta được:

$$\frac{\mu}{\rho} = \nu = \frac{\pi \cdot R^4 \cdot g \cdot h}{8 \cdot L \cdot Q} \quad (2.7)$$

Trong đó ν : độ nhớt động học của chất lỏng, m^2/s

Gọi V là thể tích chất lỏng chảy trong ống mao dẫn trong thời gian t , ta có

$$Q = \frac{V}{t}$$

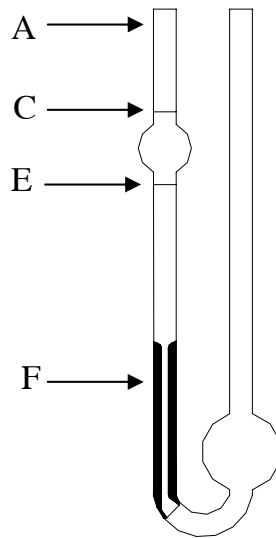
Phương trình (2.7) được viết lại như sau:

$$v = \left(\frac{\pi.R^4.g}{8.V} \cos \alpha \right) t = \left(\frac{\pi.R^4.g.h}{8.L.V} \right) t. \quad (2.8)$$

Khi cho chất lỏng chảy từ điểm C đến E, thể tích V và chiều cao cột áp thủy tĩnh h là cố định, do đó biểu thức trong dấu ngoặc trở thành hằng số. Phương trình (2.8) được viết đơn giản như sau:

$$v = b.t \quad (2.9)$$

Trong đó $b = \left[\frac{\pi.R^4.g}{8.V} \cos \alpha \right] = \left[\frac{\pi.R^4.g.h}{8.L.V} \right]$ là hằng số của nhớt kế.



Hình 2.3: Cấu tạo nhớt kế mao quản Ostwald.

Hằng số nhớt kế có thể xác định bằng cách thay các giá trị của thông số nhớt kế hoặc bằng cách đo thời gian chảy của một chất lỏng đã biết độ nhớt, khi đó:

$$b = v_{known} / t_{known}$$

Khi đã biết được hằng số nhớt kế, ta có thể xác định được độ nhớt động học v của chất lỏng cần kiểm tra bằng cách đo thời gian t và sử dụng phương trình (2.9). Từ đó xác định được độ nhớt động lực học μ .

Có nhiều loại nhớt kế mao quản với hình dạng khác nhau. Trong bài thí nghiệm này chúng ta sử dụng nhớt kế Ostwald có cấu tạo như hình 2.3.

2.3.2 Đo độ nhớt bằng máy đo độ nhớt trục quay:

Nguyên lý: độ nhớt chất lỏng được đo bằng cách cho trục xylanh quay ở một tốc độ chọn trước và ở một moment quay cần thiết để thắng lực cản độ nhớt của chất lỏng cần đo. Phương pháp này cho phép ta xác định liên tục mối quan hệ giữa ứng suất cắt và tốc độ cắt.

Với chất lỏng Newton (μ ít thay đổi theo số vòng quay), độ nhớt được tính như

sau:
$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n \mu_i}{n}, \quad n: \text{số lần đo} \quad (2.10)$$

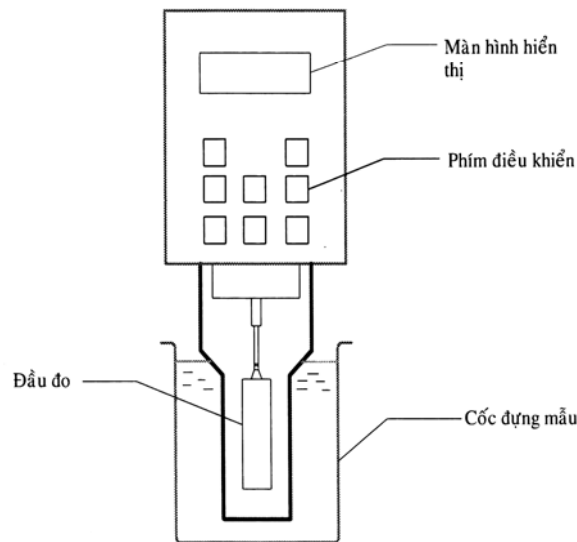
Với chất lỏng phi Newton, ta tìm 2 chỉ số m, n ở phương trình sau:

$$\log(\mu) = n \log(1/n) + \log(m) + (n-1) \log(4\pi N) \quad (2.11)$$

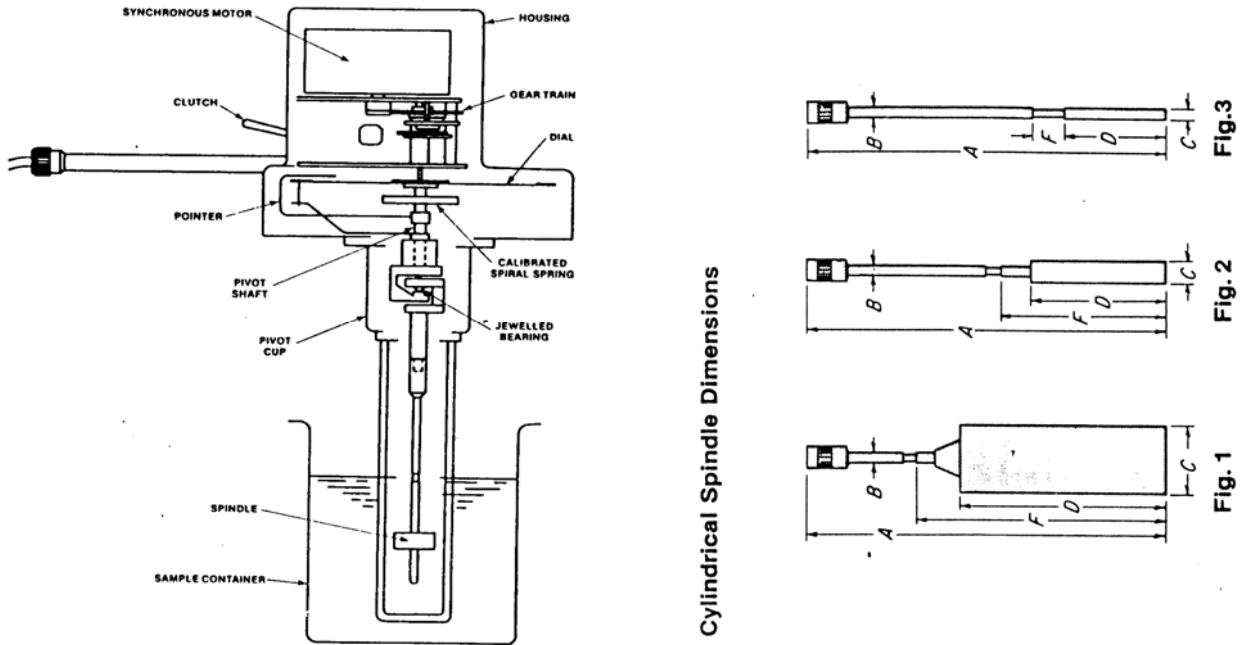
với: N: tốc độ quay của xylanh (vòng/s)

μ : độ nhớt của chất lỏng tương ứng với tốc độ quay N (Pa.s)

Khi thay đổi μ ta tìm hồi quy tuyến tính giữa $\log(\mu)$ và $\log(4\pi N)$ để xác định m và n.



Hình 2.4: Cấu tạo máy đo độ nhớt trục quay.



Hình 2.5: Cấu tạo bên trong máy & các loại Spindle.

2.4 Phương pháp thí nghiệm

2.4.1 Đo độ nhớt chất lỏng Newton bằng nhớt kế mao quản:

Dung dịch mẫu: nước đường ở các nồng độ 0, 10, 20, 30, 40, 50% và nước cam ép.

Cách tiến hành:

1. Tráng nhớt kế bằng chính dung dịch cần đo ít nhất 2 lần.
2. Cho 20ml dung dịch mẫu vào nhớt kế.
3. Dùng quả bóp cao su hút ở nhánh A hoặc đẩy vào ống mao dẫn F cho mặt chất lỏng dâng cao khỏi vạch C (khi hút hoặc đẩy phải làm từ từ và tránh có bọt khí lẫn trong chất lỏng).
4. Bỏ quả bóp ra để chất lỏng chảy tự do xuống. Dùng đồng hồ bấm giây đo thời gian chất lỏng chảy từ vạch C đến vạch E.
5. Lặp lại phép đo bằng cách thực hiện lại từ bước 2 đến bước 4. Đo thời gian ít nhất 3 lần để lấy giá trị trung bình.

Lưu ý: sau mỗi lần đo phải rửa sạch nhớt kế bằng nước cất, sau đó tráng lại bằng acetone và làm khô hoàn toàn nhớt kế.

2.4.2 Đo độ nhớt bằng máy Brookfield

Dung dịch mẫu:

- đường sucrose nồng độ 40%
- puree cà chua nguyên chất
- puree cà chua nguyên chất + 10ml nước cất
- puree cà chua nguyên chất + 20ml nước cất
- nước cam ép

Cách tiến hành:

1. Cho khoảng 400ml mẫu chất lỏng vào cốc thủy tinh 500ml và đặt cốc vào bình điều nhiệt (30°C) trong 10 phút. Đo nhiệt độ mẫu.
2. Chọn spindle phù hợp với mẫu cần đo (đường kính spindle càng lớn khi độ nhớt càng nhỏ).
3. Chọn tốc độ quay sao cho %moment quay trong khoảng 30 - 70%.
4. Ghi nhận độ nhớt ứng với từng tốc độ quay đã chọn (ít nhất là 5 số vòng quay khác nhau).
5. Tiến hành đo theo một trong hai trình tự: số vòng quay tăng dần hoặc số vòng quay giảm dần.

Lưu ý: đối với mẫu puree cà chua và nước cam ép cần xác định ẩm độ mẫu trước khi đo độ nhớt.

2.5 Kết quả & xử lý số liệu thí nghiệm

2.5.1 Đo độ nhớt bằng nhớt kế mao dẫn

Ký hiệu nhớt kế: ...?... (A hoặc B)

Bảng số liệu (nhóm A):

C%	T (°C)	V (ml)	m (g)	ρ (kg/m ³)	t ₁ (s)	t ₂ (s)	t ₃ (s)	t (s)
0		20						
10		20						
20		20						
30		20						

Nước cam ép: đo độ Brix của nước cam

$^{\circ}\text{Bx}$	T ($^{\circ}\text{C}$)	V (ml)	m (g)	ρ (kg/m^3)	t_1 (s)	t_2 (s)	t_3 (s)	t (s)
		20						

Hằng số nhớt kế: $b = ?$

Bảng số liệu (nhóm B):

C%	T ($^{\circ}\text{C}$)	V (ml)	m (g)	ρ (kg/m^3)	t_1 (s)	t_2 (s)	t_3 (s)	t (s)
0		20						
40		20						
50		20						

Hằng số nhớt kế: $b = ?$

Bảng kết quả:

C%	t (s)	v (m^2/s)	μ (Pa.s)	μ (cP)
0				
10				
20				
30				
40				
50				
Nước cam				

Vẽ đồ thị mối liên hệ giữa nồng độ dung dịch đường & độ nhớt động lực học (C, μ) dựa theo bảng kết quả trên.

2.5.2 Đo độ nhớt bằng máy Brookfield

Mẫu: _____

Ấm độ: _____ (đo bằng cân ẩm hồng ngoại)

Bảng số liệu:

N (rpm hay vòng/phút)	μ (cP)

- Đối với mẫu là dung dịch đường: lấy giá trị trung bình của độ nhớt ở các vòng quay.
- Đối với mẫu là puree cà chua, nước cam ép:
Vẽ giản đồ ($\log(4\pi N)$, $\log \mu$).

Xác định phương trình hồi quy tuyến tính của đồ thị, từ đó xác định 2 hệ số **m,n** ứng với mỗi dung dịch mẫu.

2.6 Thảo luận

2.6.1 Đo độ nhớt bằng nhớt kế mao dẫn

Nhận xét đồ thị trong 2 khoảng: dung dịch loãng và dung dịch đặc.

So sánh kết quả đo độ nhớt dung dịch đường 40% và nước cam ép bằng 2 phương pháp. Giải thích.

Nêu ưu, nhược điểm của nhớt kế mao quản.

2.6.2 Đo độ nhớt bằng máy Brookfield

So sánh kết quả đo độ nhớt puree cà chua ở các ẩm độ khác nhau. Giải thích.

Nêu ưu, nhược điểm của máy đo độ nhớt trục quay.

2.7 Yêu cầu viết bài báo cáo:

Bài báo cáo trình bày theo các mục sau:

- + Tóm tắt lý thuyết
- + Phương pháp tiến hành thí nghiệm
- + Báo cáo kết quả & xử lý số liệu thí nghiệm
- + Thảo luận

Chú ý: Độ nhớt & khối lượng riêng của nước theo nhiệt độ cho ở phụ lục 2.1 & 2.2 trang 64 - 65.

Bài 3 ĐO NHIỆT DUNG RIÊNG THỰC PHẨM

3.1 Mục đích thí nghiệm

Xác định nhiệt dung riêng của mẫu thực phẩm bằng cách sử dụng nhiệt lượng kế có và không có hộp đựng mẫu.

3.2 Cơ sở lý thuyết

Định nghĩa nhiệt dung riêng: nhiệt dung riêng của một loại vật liệu là nhiệt lượng cần thiết để nâng nhiệt độ của một đơn vị khối lượng vật liệu đó lên 1°C hoặc $^{\circ}\text{F}$, hoặc K.

Nhiệt dung riêng cũng như các tính chất nhiệt khác của vật liệu thực phẩm như enthalpi, hệ số trao đổi nhiệt và hệ số khuếch tán nhiệt giữ vai trò rất quan trọng trong việc thiết kế những quy trình có liên quan đến sự trao đổi nhiệt như thanh trùng, tiệt trùng, bốc hơi, ngưng tụ, sấy, đông lạnh,... Giá trị nhiệt dung riêng của từng chất rất khác nhau phụ thuộc vào thành phần, độ ẩm, nhiệt độ của chất đó (sự phụ thuộc của nhiệt dung riêng vào áp suất không đáng kể).

Nhiệt dung riêng của một chất có thể được xác định bằng cách sử dụng nhiệt lượng kế đoạn nhiệt. Trong đó, sự thay đổi nhiệt độ của một lượng xác định vật liệu chưa biết nhiệt dung riêng được so sánh với sự thay đổi nhiệt độ của một lượng xác định vật liệu đã biết nhiệt dung riêng sau khi hai vật liệu đó được trộn lẫn và để đạt đến trạng thái cân bằng. Giả sử rằng nhiệt lượng kế cách nhiệt tuyệt đối và bỏ qua sự thất thoát nhiệt ra môi trường. Ta xác định nhiệt dung riêng của mẫu thực phẩm bằng phương trình cân bằng nhiệt lượng:

$$W_c \cdot C_c \cdot T_i + W_v \cdot C_v \cdot T_i + W_s \cdot C_s \cdot T_s = (W_c \cdot C_c + W_v \cdot C_v + W_s \cdot C_s) \cdot T_m \quad (3.1)$$

Trong đó: T là nhiệt độ, W là khối lượng, C là nhiệt dung riêng, i: lúc đầu, s: vật mẫu, m: hỗn hợp, c: nước, v: vách bình

Sắp xếp lại biểu thức trên ta tính được nhiệt dung riêng của vật mẫu C_s :

$$C_s = (C_v \cdot W_v + C_c \cdot W_c) (T_m - T_i) / (W_s \cdot (T_s - T_m)) \quad (3.2)$$

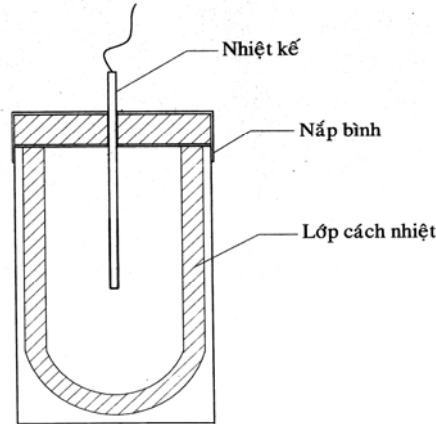
3.3 Phương pháp thí nghiệm

Mẫu thực phẩm cần xác định nhiệt dung riêng: bắp hạt có ẩm độ 10%.

Chất đã biết trước nhiệt dung riêng: nước.

3.3.1 Phương pháp 1

Dùng dụng cụ không có hộp đựng mẫu (hình 3.1).



Hình 3.1: Dụng cụ đo nhiệt dung riêng không có hộp đựng mẫu.

Cách tiến hành:

Cân nước lạnh có khối lượng W_{nl} và nhiệt độ T_{li} vào bình 1, lắc cho đều. Sau đó đổ nước nóng có khối lượng W_{nn} và nhiệt độ T_{ni} , chờ cho hệ cân bằng.

Ta có phương trình cân bằng năng lượng:

$$C_{pl} W_{nl} (T_{e1} - T_{li}) + C_{pv} W_v (T_{e1} - T_{li}) = C_{pn} W_{nn} (T_{ni} - T_{e1}) \quad (3.3)$$

- Với: + C_{pn} , C_{pl} , C_{pv} : nhiệt dung riêng của nước nóng, nước lạnh và vách bình.
 + W_{nn} , W_{nl} , W_v : khối lượng của nước nóng, nước lạnh và vách bình.
 + T_{e1} : nhiệt độ khi hệ đạt trạng thái cân bằng.
 + Giả thiết: nhiệt độ ban đầu của vách = nhiệt độ ban đầu của nước lạnh = T_{li}

Để cho bình đạt nhiệt độ ban đầu T_{li} . Tiếp tục cân mẫu hạt bắp có khối lượng W_m , có nhiệt độ giả thiết bằng nhiệt độ của nước lạnh T_{li} vào bình 2. Sau đó cho nước nóng có khối lượng W_{nn} và nhiệt độ ban đầu T_{ni} vào bình 2. Để cho hệ đạt cân bằng.

Phương trình cân bằng năng lượng:

$$C_{pm} W_m (T_{e2} - T_{li}) + C_{pv} W_v (T_{e2} - T_{li}) = C_{pn} W_{nn} (T_{ni} - T_{e2}). \quad (3.4)$$

- Với: + C_{pm} : nhiệt dung riêng của hạt bắp mẫu.
 + T_{e2} : nhiệt độ của hệ khi đạt trạng thái cân bằng.

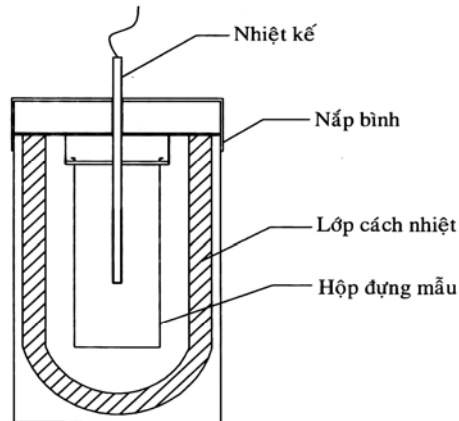
Từ (3.3) và (3.4) ta tính được nhiệt dung riêng của mẫu hạt bắp:

$$C_{pm} = \frac{1}{W_m (T_{e2} - T_{li})} \left\{ C_{pn} W_{nn} (T_{ni} - T_{e2}) - \frac{T_{e2} - T_{li}}{T_{e1} - T_{li}} [C_{pn} W_{nn} (T_{ni} - T_{e1}) + C_{pl} W_{nl} (T_{e1} - T_{li})] \right\} \quad (3.5)$$

3.3.2 Phương pháp 2

Dùng dụng cụ đo nhiệt lượng có hộp đựng mẫu đã biết nhiệt dung riêng (Xác định từ phương pháp 1).

Nhiệt dung riêng C_{pc} của hộp đựng mẫu đã biết ở nhiệt độ môi trường T_m .



Hình 3.2: Cấu tạo nhiệt lượng kế có hộp đựng mẫu

Cách tiến hành:

- Đầu tiên ta đun nóng hoặc làm lạnh hạt cùng hộp đựng mẫu đến nhiệt độ T_i .
- Đổ nước nóng có nhiệt độ T_n vào hộp có chứa hạt và đậy kín. Chờ cho hệ đạt trạng thái cân bằng.

Phương trình cân bằng năng lượng của hệ:

$$C_{ph} W_h (T_e - T_i) + C_{pm} W_m (T_e - T_i) = C_{pn} W_n (T_n - T_e).$$

$$\Rightarrow C_{pm} = \frac{C_{pn} W_n (T_n - T_e) - C_{pc} W_c (T_e - T_i)}{W_m (T_e - T_i)} \quad (3.6)$$

Trong đó:

W_n, W_h, W_m : khối lượng nước nóng, hộp đựng mẫu và mẫu.

T_n : nhiệt độ ban đầu của nước nóng (70 – 80°C).

T_i : nhiệt độ ban đầu của hạt và hộp.

T_e : nhiệt độ của hệ ở trạng thái cân bằng.

Mỗi thí nghiệm thực hiện ít nhất ba lần để lấy kết quả trung bình

3.4 Kết quả thí nghiệm

3.4.1 Phương pháp 1

Bảng 3.1: Kết quả thí nghiệm 1

	Nước lạnh	Nước nóng	Hỗn hợp
1. Khối lượng (W)			
2. Nhiệt độ (T)			
3. Nhiệt dung riêng (C)			

Bảng 3.2: Kết quả thí nghiệm 2

	Mẫu thực phẩm	Nước	Hỗn hợp
1. Khối lượng (W)			
2. Nhiệt độ (T)			
3. Nhiệt dung riêng (C)			

3.4.2 Phương pháp 2

Bảng 3.3: Kết quả thí nghiệm 3

	Vật liệu hộp đựng mẫu	Nước	Hỗn hợp
1. Khối lượng (W)			
2. Nhiệt độ (T)			
3. Nhiệt dung riêng (C)			

Bảng 3.4: Kết quả thí nghiệm 4

	Mẫu bắp	Nước	Hỗn hợp
1. Khối lượng (W)			
2. Nhiệt độ (T)			
3. Nhiệt dung riêng (C)			

3.5 Tính toán kết quả và thảo luận

- Xác định nhiệt dung riêng của mẫu thực phẩm bằng 2 phương pháp.
- Xác định nhiệt dung riêng của vách bình nhiệt lượng kế.
- So sánh kết quả đo bằng 2 phương pháp, giải thích sự khác biệt.
- Nhận xét về độ tin cậy của các kết quả và các yếu tố ảnh hưởng đến kết quả thí nghiệm.

Bài 4 SẤY KHAY

4.1 Mục đích thí nghiệm

Nghiên cứu quá trình sấy rau quả, từ đó xác định đường cong sấy, tốc độ sấy cũng như mối quan hệ giữa các thông số trong quá trình sấy. Ngoài ra còn khảo sát ảnh hưởng của các quá trình xử lý rau quả đến quá trình sấy và cảm quan của sản phẩm sấy.

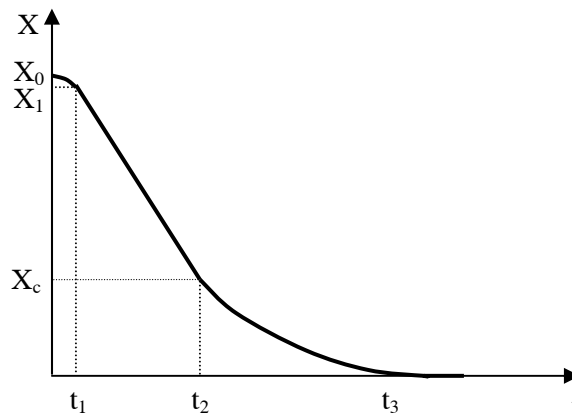
4.2 Cơ sở lý thuyết

4.2.1 Khái niệm

Sấy là quá trình làm bốc hơi nước từ vật liệu vào môi trường (thường là không khí) bằng cách cấp nhiệt cho nước trong vật liệu ẩm bay hơi.

4.2.2 Đường cong sấy và đường cong tốc độ sấy

Đường cong sấy: là đường biểu diễn sự giảm ẩm của vật liệu sấy theo thời gian. Đường cong sấy là đường biểu diễn mối quan hệ giữa ẩm độ (căn bản khô - ký hiệu là X) theo thời gian t .



Hình 4.1: Đường cong sấy

Trong đó: $X = X_t - X_c$ là ẩm độ tự do

X_t là ẩm độ vật liệu tại thời điểm t

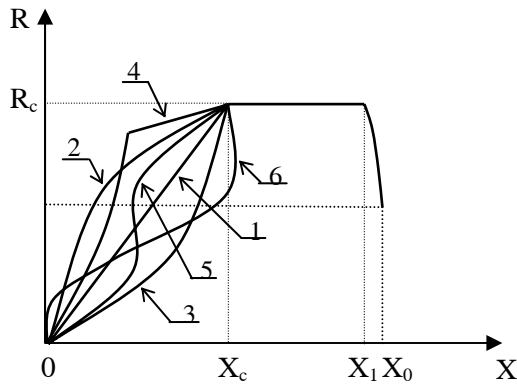
X_c là ẩm độ cân bằng của vật liệu ứng với chế độ sấy

X_0 là ẩm độ ban đầu của vật liệu

X_1 là ẩm độ vật liệu ứng với bắt đầu quá trình sấy đẳng tốc

X_c là ẩm độ vật liệu ứng với cuối quá trình sấy đẳng tốc

Đường cong tốc độ sấy: là đường biểu diễn tốc độ sấy hay là lượng hơi nước thoát ra khỏi vật liệu ứng với một đơn vị diện tích bề mặt vật liệu sấy trong một đơn vị thời gian. Ký hiệu là R.



Hình 4.2: Đường cong tốc độ sấy

Ghi chú: 1 & 2: vật liệu xốp mao dẫn có bề mặt bốc hơi lớn (giấy, da,...)

3: vật liệu xốp - mao dẫn có bề mặt bốc hơi nhỏ (gốm,...)

4, 5 & 6: vật liệu xốp - mao dẫn - thể keo (bắp, bánh mì,...)

Đường cong tốc độ sấy có thể vẽ bằng hai phương pháp:

- Phương pháp 1: Xem gần đúng độ dốc bằng $\frac{\Delta X}{\Delta t}$ (hình 4.3)

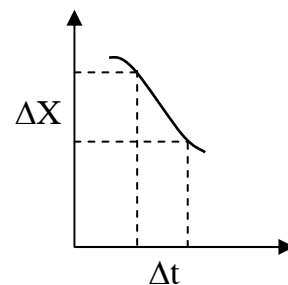
Xác định độ giảm ẩm ΔX theo thời gian Δt . Từ đó tính tốc độ sấy và vẽ tốc độ sấy R theo ẩm độ X.

$$\text{Tốc độ sấy } R = -\frac{L_s}{A} \frac{\Delta X}{\Delta t} \quad (4.1)$$

Với R: tốc độ sấy (kg H₂O/m²h)

L_s: khối lượng vật liệu khô (kg)

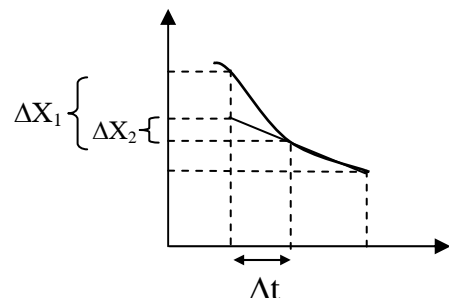
A: diện tích bề mặt vật liệu tiếp xúc khí sấy (m²)



Hình 4.3

- Phương pháp 2: (hình 4.4)

$$\text{Bình quân độ dốc } \frac{\Delta X}{\Delta t} = \frac{\Delta X_1 + \Delta X_2}{2}$$



Hình 4.4

4.2.3 Xác định thời gian sấy ở các giai đoạn và thời gian sấy đến độ ẩm cần thiết

Quá trình sấy đến độ ẩm không đổi thường trải qua lần lượt 3 giai đoạn sau:

Giai đoạn hâm nóng: trong giai đoạn này, ẩm bay hơi không nhiều do đó hàm ẩm của vật liệu thay đổi rất chậm và chỉ xảy ra trong thời gian ngắn.

Giai đoạn sấy đẳng tốc: trong giai đoạn này ẩm trong vật liệu còn nhiều nên có thể xem ẩm bốc hơi từ mặt thoáng và hàm ẩm của vật liệu thay đổi tuyến tính theo thời gian hay tốc độ sấy không đổi nên được gọi là giai đoạn sấy đẳng tốc. Xác định thời gian sấy đẳng tốc:

- Bằng thực nghiệm: xác định trên đồ thị đường cong tốc độ sấy theo thời gian.

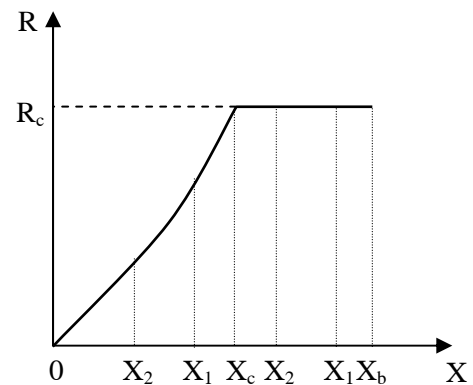
- Dùng công thức tính:

$$t_c = \int_{t_1}^{t_2} dt = \frac{L_s}{A} \int_{X_2}^{X_1} \frac{dX}{R} \quad (4.2)$$

Vì tốc độ sấy không đổi nên thời gian sấy để giảm ẩm từ X_1 đến X_2 bất kì là (hình 4.5):

$$R = R_c = const \Rightarrow t_1 = \frac{L_s}{AR_c} (X_1 - X_2)$$

Khi $X_1 = X_b$ và $X_2 = X_c$ ta có tổng thời gian sấy đẳng tốc là t_c .



Hình 4.5

Giai đoạn sấy giảm tốc: trong giai đoạn này tốc độ sấy ngày càng giảm đến khi vật liệu đạt đến độ ẩm cân bằng thì tốc độ sấy bằng 0, quá trình sấy kết thúc. Tốc độ sấy trong giai đoạn này thay đổi theo các qui luật khác nhau tùy thuộc tính chất và cấu trúc vật liệu sấy.

Xác định thời gian sấy trong giai đoạn sấy giảm tốc:

$$t_e = \int_{t_1}^{t_2} dt = \frac{L_s}{A} \int_{X_2}^{X_1} \frac{dX}{R} \quad (4.3)$$

Khi $X_1 = X_c$ ta có tổng thời gian sấy giảm tốc là t_e (hình 4.5).

Vẽ $\frac{1}{R}$ theo X , từ đó tính diện tích S_e bên dưới đường cong

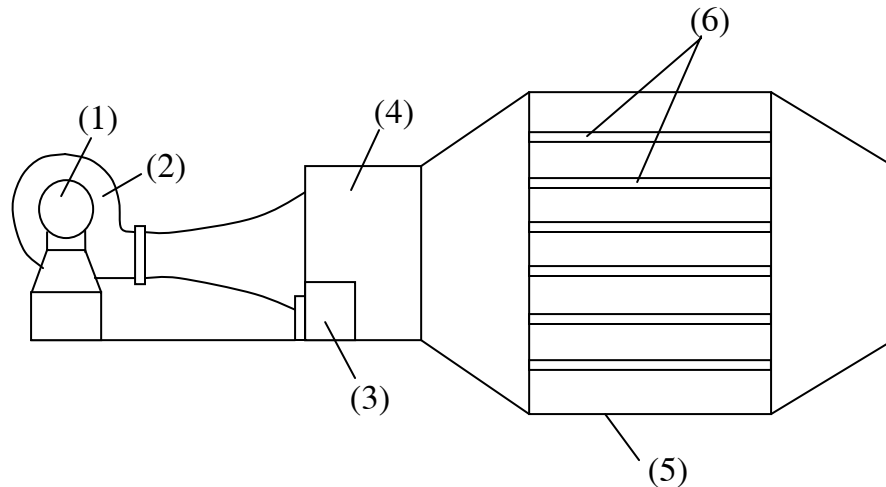
X	R (kg/m ² h)	1/R	S _e (m ²)

$\Rightarrow t_e = \frac{L_s}{A} S_e$. So sánh với thời gian sấy giảm tốc xác định trên đường cong tốc độ sấy.

4.3 Cấu tạo máy sấy

4.3.1 Cấu tạo

Xem hình 4.6



Hình 4.6: Máy sấy khay: Động cơ (1); Quạt gió (2); Bộ điều khiển nhiệt độ (3); Caloriphe (4); Buồng sấy (5); Khay sấy (6)

4.3.2 Nguyên tắc hoạt động

Cấp điện cho động cơ hoạt động làm quay quạt gió hút không khí từ môi trường ngoài vào caloriphe để cấp nhiệt cho không khí. Không khí đi qua các bề mặt truyền nhiệt của caloriphe thì nóng lên đạt nhiệt độ cài đặt cho máy sấy và không khí sấy được ổn định ở nhiệt độ cài đặt nhờ bộ ổn nhiệt. Dòng không khí nóng sau đó đi vào buồng sấy có chứa vật liệu ẩm trên nhiều khay sấy sắp thành chồng cách nhau khoảng cách không đổi. Khi dòng không khí nóng tiếp xúc với bề mặt vật liệu sấy thì hơi ẩm lập tức bốc lên đi vào trong dòng khí và được dòng khí vận chuyển ra ngoài máy sấy đi vào môi trường. Quạt gió lại hút dòng khí mới từ môi trường vào máy sấy và quá trình cứ thế tiếp diễn theo chu trình trên.

4.3.3 Thao tác sử dụng

Bật công tắc điện của máy sấy cho động cơ hoạt động làm quay quạt gió và làm nóng caloriphe. Thiết lập nhiệt độ cho quá trình sấy. Cho máy sấy hoạt động một thời gian cho ổn định nhiệt độ sấy mới cho vật liệu sấy vào. Khi quá trình sấy kết thúc thì ngắt điện cho máy ngừng hoạt động, mở cửa buồng sấy để làm nguội khay sấy.

4.4 Phương pháp thí nghiệm

4.4.1 Vật liệu sấy

Cà rốt tươi cắt lát.

4.4.2 Dụng cụ & hóa chất

Nhiệt kế (bầu khô, bầu ướt)	Rổ đựng vật liệu
Nhiệt kế rượu	Rổ làm ráo
Cân 2 số lẻ	Chậu ngâm
Bình hút ẩm	Cây nhúng (chần)
Đồng hồ đo vận tốc gió	Lưới đựng vật liệu sấy
Máy đo màu	Natri metabisunfit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$)
Dao, thớt, thước đo	Axit ascorbic (vitamin C)

4.4.3 Cách tiến hành thí nghiệm

Mỗi nhóm tiến hành sấy cà rốt đã cắt lát mỏng khoảng 2mm trong máy sấy khay. Sấy cà rốt trong trường hợp không xử lý và đã qua xử lý (nhiệt, hóa chất...). Nhiệt độ tác nhân sấy (không khí nóng) là 60°C.

Cà rốt không qua xử lý là cà rốt rửa sạch, làm ráo, gọt vỏ rồi cắt theo chiều ngang thành lát mỏng hình tròn dày 2mm. Sấy cà rốt cắt lát đến độ ẩm không đổi và xác định biến thiên độ ẩm của lát cắt theo thời gian. Từ đó suy ra tốc độ sấy của cà rốt cắt lát và thời gian sấy đến độ ẩm cần thiết.

Cà rốt có qua xử lý nhiệt hay hóa chất cũng trải qua các giai đoạn chuẩn bị như cà rốt không qua xử lý nhưng cuối giai đoạn chuẩn bị có tiến hành xử lý nhiệt (như chần) hay xử lý hóa chất như ngâm trong dung dịch natri metabisunfit hay trong dung dịch axit ascorbic.

Sau đây là hướng dẫn những cách xử lý cà rốt cắt lát:

- 1) Chần: là nhúng ngập cà rốt cắt lát vào trong nước nóng ở 90°C trong khoảng thời gian 30 giây. Xong vớt ra rổ để ráo 5-10 phút.
- 2) Ngâm trong dung dịch natri metabisunfit: ngâm cà rốt cắt lát vào dung dịch $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 0,5% trong 3 phút rồi vớt ra rổ để ráo 5-10 phút.
- 3) Ngâm trong dung dịch axit ascorbic: ngâm cà rốt cắt lát vào dung dịch vitamin C 1% trong 15 phút rồi vớt ra rổ để ráo 5-10 phút.

Cà rốt sau khi để ráo được xếp lên lưới đưa vào khay sấy để xác định độ ẩm của lát cắt và tốc độ sấy theo thời gian.

➤ Các bước chuẩn bị sấy:

- Lấy mẫu xác định ẩm độ ban đầu bằng tủ sấy ($75^{\circ}\text{C} / 24\text{h}$)
- Cân mẫu trước khi cho vào tủ sấy.
- Đo đường kính các lát cắt của mẫu cho vào máy sấy để xác định bề mặt bốc hơi.
- Lập bảng theo dõi sự giảm khối lượng mẫu trong máy sấy theo thời gian.

➤ Giai đoạn sấy:

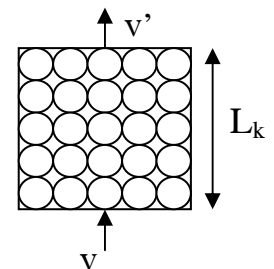
- Bật công tắc cho máy sấy hoạt động một thời gian cho nhiệt độ khí sấy đạt ổn định 60°C .
- Đo nhiệt độ bầu khô và bầu ướt của không khí môi trường.
- Đo nhiệt độ khí sấy vừa ra khỏi máy sấy.
- Cho mẫu vào và theo dõi sự giảm khối lượng mẫu trong máy sấy theo thời gian ($\Delta t = 10$ phút) cho đến khi khối lượng mẫu thay đổi không đáng kể ($\Delta m < 0.01\text{g}$).

Ta gọi mẫu không xử lý là mẫu đối chứng. Đối với mẫu đối chứng hay mẫu có xử lý nhớ sau khi làm ráo hay trước khi đưa vào máy sấy phải lấy 1 phần mẫu để sấy đến khối lượng không đổi để xác định độ ẩm ban đầu trước khi tiến hành quá trình sấy, phần còn lại dùng làm thí nghiệm sấy.

Tiến hành làm thí nghiệm với hai nghiệm thức: A (không xử lý) và B (có xử lý) với độ lặp lại 2 lần (A_1, A_2 và B_1, B_2).

➤ Cách sắp xếp mẫu trong máy sấy:

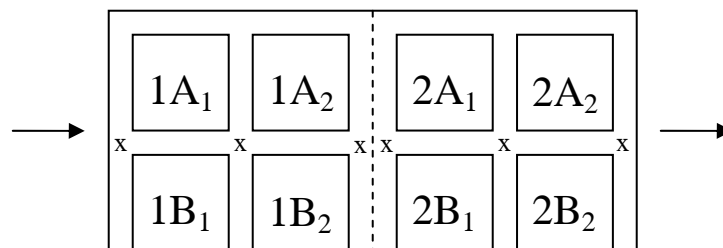
- Chọn những lát cà rốt có đường kính gần bằng nhau và xếp trên lưới thành hàng, thành dãy như hình vẽ (hình vẽ 4.7).
- Mỗi nhóm đo vận tốc khí sấy tại các vị trí có dấu chéo trong khu vực sấy của mình như hình vẽ 4.8. Đó cũng chính là vận tốc vào (v) và ra (v') khỏi lưới sấy như hình vẽ 4.7.



Hình 4.7

- Xếp lưới chứa mẫu của mỗi nhóm vào khay sấy theo thứ tự như hình vẽ:

Khay 1:



Khay 3:

Hình 4.8: Vị trí lưới sấy trên các khay

* **Ghi chú:** Để so sánh màu sắc sản phẩm ta tiến hành đo màu bằng máy đo màu Minolta của Nhật.



Sản phẩm sau khi sấy được cho vào bao nylon chống hút ẩm và dán lại. Khi tiến hành đo màu sản phẩm ta dàn đều sản phẩm ra hết các góc cạnh của bao nylon và lấy mẫu ở vị trí 4 góc và tâm bao đem đi đo màu. Ta đo các giá trị L, a, b của viên mẫu (không đo ở tâm) và đo ở 2 vị trí đối diện của viên. Sau đó lấy giá trị trung bình của L, a, b của sản phẩm ở từng lưới và so sánh mẫu đối chứng với mẫu có xử lý (có cùng màu sắc cơ bản không, về độ sáng...).

4.5 Báo cáo kết quả và xử lý số liệu thí nghiệm:

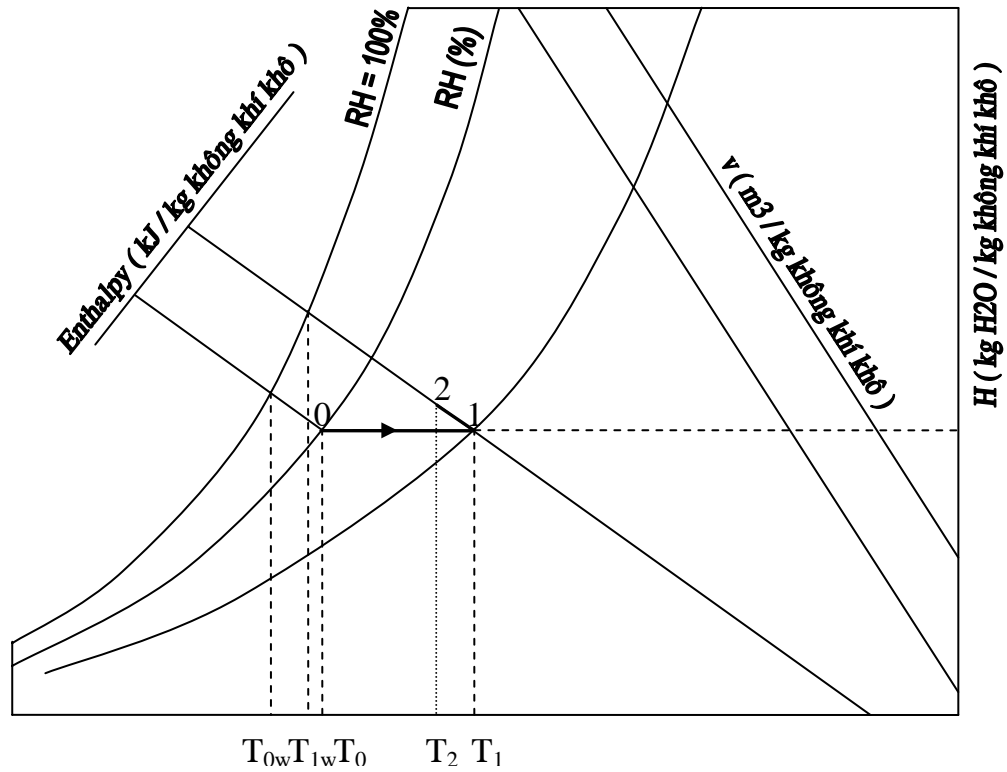
4.5.1 Xác định các thông số của môi trường

Nhiệt độ môi trường: $T_0, T_{0w} \Rightarrow H_0, RH_0, E_0$

Nhiệt độ khí sấy vào khay sấy: $T_1 \Rightarrow T_{1w}, H_1, RH_1, E_1$

Nhiệt độ khí sấy ra khỏi máy sấy: $T_2 \Rightarrow H_2, RH_2, E_2$

Vẽ chu kỳ sấy trên giản đồ trắc ẩm:



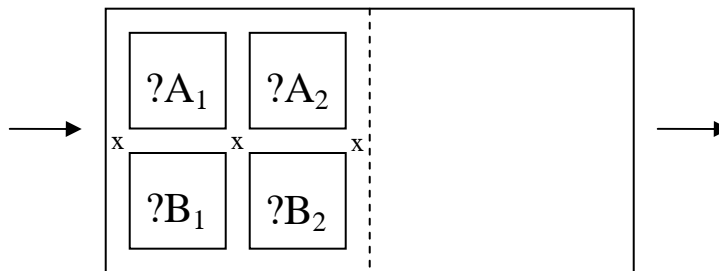
Hình 4.9 : Chu kì sấy trên giản đồ trắc ẩm

- 0: trạng thái khí môi trường
- 1: trạng thái khí sấy
- 2: trạng thái khí ra khỏi máy sấy

4.5.2 Tốc độ khí sấy

Vẽ vị trí lưới, khay và vị trí đo vận tốc.

Khay số: ? , bên trái hay bên phải khay ? (vị trí lưới sấy trên khay)



Các giá trị vận tốc vào & ra khỏi lưới sấy tại 3 vị trí đánh dấu trên khay theo thứ tự từ trái qua phải: v, v', v'' ?

Tính tốc độ sấy giai đoạn đẳng tốc R_c bằng 2 phương pháp:

➤ Bằng thực nghiệm:

$$R_c = \frac{L_s}{A} \frac{|\Delta X|}{\Delta t} = -\frac{L_s}{A} \frac{dX}{dt} = \text{const}$$

➤ Tính theo hệ số truyền nhiệt đối lưu:

$$R_c = \frac{h(T - T_w)}{\lambda_w} \quad (4.4)$$

Với R_c : tốc độ sấy ($\text{kgH}_2\text{O}/\text{m}^2\text{s}$)

h : hệ số truyền nhiệt đối lưu ($\text{W}/\text{m}^2\text{ }^\circ\text{C}$)

T : nhiệt độ không khí sấy ($^\circ\text{C}$) ($=T_1$)

T_w : nhiệt độ bầu ướt của không khí sấy ($^\circ\text{C}$)

λ_w : ẩn nhiệt hóa hơi của nước ở nhiệt độ bình quân của không khí sấy $T_b = (T+T_w)/2$ (J/kg) (tra bảng các thông số vật lý của nước và hơi nước)

Hệ số truyền nhiệt đối lưu tính theo 2 cách:

* **Tính theo chuẩn số Nusselt như sau:** $h = \frac{k.Nu}{S}$

Với k : hệ số dẫn nhiệt của không khí tại nhiệt độ bình quân của không khí sấy T_b ($\text{W}/\text{m}^\circ\text{C}$) (tra bảng **phụ lục 3.5**, tài liệu [1]).

S : đặc tính hình học của vật (m)

$S = D$ cho vật hình cầu đường kính D hoặc xylanh đường kính D .

$S = L$ cho vật dạng tấm dài L .

Chuẩn số Nusselt phụ thuộc hình dạng vật và phương thổi của dòng khí sấy:

$$Nu = f(\text{Re}, \text{Pr}) \quad (4.5)$$

Đối với vật dạng tấm dài L , khí sấy thổi song song bề mặt vật liệu ẩm thì:

$$Nu = 0,664 \text{Re}^{0,5} \text{Pr}^{1/3} \quad \text{khi } \text{Re} < 3.10^5 \text{ và } \text{Pr} > 0,7 \quad (4.6)$$

$$Nu = 0,0366 \text{Re}^{0,8} \text{Pr}^{1/3} \quad \text{khi } \text{Re} > 3.10^5 \text{ và } \text{Pr} > 0,7 \quad (4.7)$$

Trong đó $\text{Re} = \frac{\rho L \bar{v}}{\mu}$

ρ : khối lượng riêng khí sấy ở nhiệt độ T_b (kg/m^3) (phụ lục 3.5, tài liệu [1])

μ : độ nhớt khí sấy tại nhiệt độ T_b (Pa.s hay N.s/m²) (phụ lục 3.5, tài liệu [1])

\bar{v} : vận tốc trung bình của khí sấy (m/s)

$Pr = \nu / a$: chuẩn số Prandtl tra ở phụ lục 3.5 ở nhiệt độ T_b

Ghi chú:

Tính R_c theo đặc tính hình học của vật $S = \bar{D}$ (bình quân đường kính lát) và so sánh với thực nghiệm. Tính Re theo \bar{v} (trung bình vận tốc vào và ra khỏi lưới).

$$\text{Tóm lại: } T_b, \rho, \mu, \bar{v} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} Re \\ Pr \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} Nu \\ k \\ \bar{D} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} h \\ \lambda_w \end{array} \right\} \Rightarrow R_c$$

\bar{D} (m)	\bar{v} (m/s)	Re	Nu	h (W/m ² °C)	R_c (kg/m ² h)

(Chú ý đơn vị của R_c)

với $\bar{D} = \Sigma(D_i \cdot n_i) / \Sigma n_i$

* Tính theo công thức thực nghiệm:

Trong thực tế, vật liệu sấy thường không có hình dạng nhất định nên người ta thường dùng các công thức thực nghiệm để tính hệ số truyền nhiệt đối lưu khi nhiệt độ sấy trong khoảng 45 ÷ 150°C.

Đối với dòng khí vận tốc $v = 0,61 \div 7,6$ m/s thổi song song với bề mặt vật liệu thì $h = 0,0204 \cdot G^{0,8}$, trong đó $G = 3600\rho v$ (kg không khí/m²h).

Tóm lại: $T_b, \rho, \bar{v} \Rightarrow G \Rightarrow h, R_c$

ρ (kg/m ³)	\bar{v} (m/s)	G (kg /m ² h)	h (W/m ² °C)	R_c (kg/m ² h)

(Chú ý đơn vị của R_c)

4.5.3 Bảng số liệu

Bảng số liệu thu được từ thí nghiệm:

* Cà rốt không xử lý:

➤ Nghiệm thức A1:

Ký hiệu khối lượng:

Lưới lớn (Lu), lưới nhỏ (Ln), mẫu trước khi sấy (L'_0), mẫu sau khi sấy (L'_1)

Lu(?) (kg)	Ln(?) (kg)	Ln + L' ₀ (kg)	Ln + L' ₁ (kg)

Dấu (?): ghi số thứ tự của lưới (lưới số mấy)

t (min)	t (h)	Lu+L (kg)	D (m)	S (m ²)	n (lát)	A (m ²)
0						
10						
20						
...			...			

Với L: khối lượng vật liệu (ướt), D: đường kính lát cắt, S: diện tích một bề mặt lát cắt, A: diện tích bề mặt bốc hơi của tất cả lát cắt có cùng đường kính, M: độ ẩm căn bản ướt, X: độ ẩm căn bản khô.

➤ **Nghiệm thức A2:** trình bày giống nghiệm thức trên

* Cà rốt có xử lý (xử lý bằng gì ?)

➤ **Nghiệm thức B1:** trình bày giống các nghiệm thức trên

➤ **Nghiệm thức B2:** trình bày giống các nghiệm thức trên

4.5.4 Xử lý số liệu

Đối với mỗi nghiệm thức:

t (h)	L (kg)	ΔL (kg)	M (%)	X = X _t - X _e	ΔX	R	ΔX ₁	ΔX ₂	ΔX _{tb}	R _{tb}
0	L ₀		M ₀	X ₀ - X _e						

Tính X₀: ẩm độ ban đầu của vật liệu

$$M_0 = \frac{(Ln + L'_0) - (Ln + L'_1)}{(Ln + L'_0) - Ln} \Rightarrow X_0 = \frac{M_0}{1 - M_0}$$

Tính L_s: khối lượng chất khô của vật liệu

$$L_s = L_0(1 - M_0)$$

Tính X_e : ẩm độ liên kết của vật liệu (tại thời điểm cân bằng của quá trình sấy trong máy sấy) (tính theo phương trình hút ẩm đẳng nhiệt hay xác định tại thời điểm khối lượng không đổi)

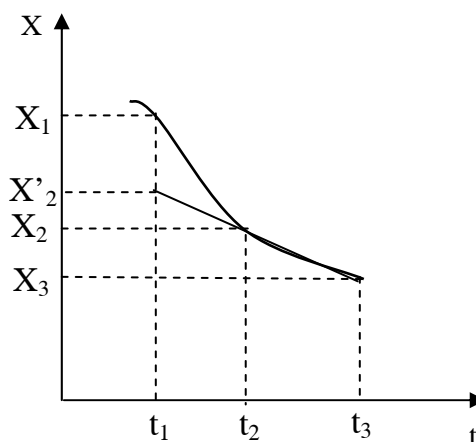
$$M_e = \frac{L_e - L_s}{L_e} \Rightarrow X_e = \frac{M_e}{1 - M_e}$$

$$\Delta X_1 = X_1 - X_2$$

$$\Delta X_2 = X_2' - X_2 = \frac{X_2 - X_3}{t_3 - t_2} (t_2 - t_1)$$

$$\Delta X_{tb} = \frac{\Delta X_1 + \Delta X_2}{2}$$

$$R = \frac{L_s}{A} \cdot \frac{\Delta X}{\Delta t}$$



4.5.5 Đồ thị

- Xác định đường đặc tính sấy (đường cong sấy) và đường cong tốc độ sấy.
- Tính thời gian để giảm độ ẩm vật liệu sấy từ X_1 xuống X_2 trong các giai đoạn sấy đẳng tốc và giảm tốc: dựa vào đồ thị và tính toán
 - Tính thời gian để sấy vật liệu từ độ ẩm 85% xuống 80% (căn bản ướt).
 - Tính thời gian để sấy vật liệu từ độ ẩm 45% xuống 40% (căn bản ướt).
 - Tính thời gian để sấy vật liệu từ độ ẩm 5,5 xuống 5 (căn bản khô).
 - Tính thời gian để sấy vật liệu từ độ ẩm 1,5 xuống 1 (căn bản khô).

* Cách xác định thời gian sấy giai đoạn giảm tốc:

Vẽ R_i theo $\bar{X} = \frac{X_i + X_{i+1}}{2}$, sau đó vẽ đồ thị $\frac{1}{R}$ theo \bar{X} .

4.5.6 Đo màu

Mẫu không xử lý:

Thông số đo						Giá trị trung bình
L						
a						
b						

Mẫu có xử lý:

Thông số đo						Giá trị trung bình
L						
a						
b						

4.6 Thảo luận:

Nhận xét đồ thị.

Bàn luận kết quả thí nghiệm (phân tích, so sánh với lý thuyết, giải thích nguyên nhân gây sự khác biệt so với lý thuyết, rút ra nhận xét, quy luật...).

So sánh R_c giữa lý thuyết và thực nghiệm, giữa các phương pháp xử lý.

Từ màu sắc và kết quả độ ẩm, tốc độ sấy thu được ta tiến hành so sánh cà rốt cắt lát không qua xử lý với cà rốt cắt lát có qua xử lý và cho biết quá trình xử lý nhiệt hay hóa chất có ảnh hưởng đến chất lượng của sản phẩm sấy (cảm quan, độ ẩm...) không?

- Cảm quan màu sắc, hình dạng (độ co, giảm đường kính), mùi sản phẩm sấy.
- So sánh ẩm độ tại cùng thời điểm.

4.7 Yêu cầu viết bài báo cáo:

Bài báo cáo trình bày theo các mục sau:

- + Tóm tắt lý thuyết
- + Phương pháp tiến hành thí nghiệm
- + Báo cáo kết quả & xử lý số liệu thí nghiệm
- + Thảo luận

Bài 5 TÍNH CHẤT THỦY LỰC VÀ DÒNG CHẢY

5.1 Mục đích, yêu cầu

- 📖 Mục đích: Tạo điều kiện cho sinh viên tiếp cận mô hình, thiết bị liên quan đến dòng chảy của thực phẩm chế biến. Vận dụng những kiến thức để tính toán các thông số trong quá trình thực hành.
- 📖 Yêu cầu: Nắm vững lý thuyết, tuân thủ những qui định trong phòng thí nghiệm, đảm bảo an toàn về con người và thiết bị trong quá trình thực hành.

5.2 Cơ sở lý thuyết

5.2.1 Kiến thức chung

- Số Reynolds (R_e)

$$R_e = \frac{\rho D V_{tb}}{\mu} \quad (5.1)$$

Trong đó: D : Đường kính ống, đo bằng m

V_{tb} : Vận tốc trung bình của dòng chảy, đo bằng m/s

ρ : Khối lượng riêng, đo bằng kg/m^3

μ : Độ nhớt của chất lỏng, đo bằng Pa.s

$$V_{tb} = \frac{Q}{S} = \frac{4Q}{\pi D^2} \quad (5.2)$$

- Dòng chảy tầng và dòng chảy rối

$R_e < 2100$: Chảy tầng

$R_e > 4000$: Chảy rối

$2100 < R_e < 4000$: Quá độ, chuyển tiếp giữa 2 loại

Tổn thất áp suất (ΔP) và hệ số ma sát

$$\Delta P = \Delta P_m + \Delta P_c \quad (5.3)$$

Trong đó: ΔP_m : Tổn thất ma sát, ΔP_c : Tổn thất cục bộ

$$\Delta P_m = \frac{2f\rho V^2 L}{D} \quad (5.4)$$

Trong đó: f : Hệ số ma sát

L : Chiều dài đường ống

$$\Delta P_c = \frac{2f\rho V^2 L_e}{D} \quad (5.5)$$

L_e : Chiều dài tương đương (tra Bảng 2.2, trang 13-Giáo trình cơ sở kỹ thuật thực phẩm 1)

- Hệ số ma sát (f) với dòng chảy tầng

$$f = \frac{16}{Re} \quad (5.6)$$

- Hệ số ma sát với dòng chảy rối

$$f = 0,0014 + \frac{0,125}{Re^{0,23}} \quad (5.7)$$

- Lưu lượng dòng chảy (Q) qua ống

$$Q = \frac{\pi R^4 \Delta P}{8\mu L} \quad (5.8)$$

- Công suất bơm (N)

$$N = \frac{Q\Delta P}{\eta} \quad (5.9)$$

Trong đó: η : Hiệu suất bơm

- Phương trình Bernoulli tổng quát

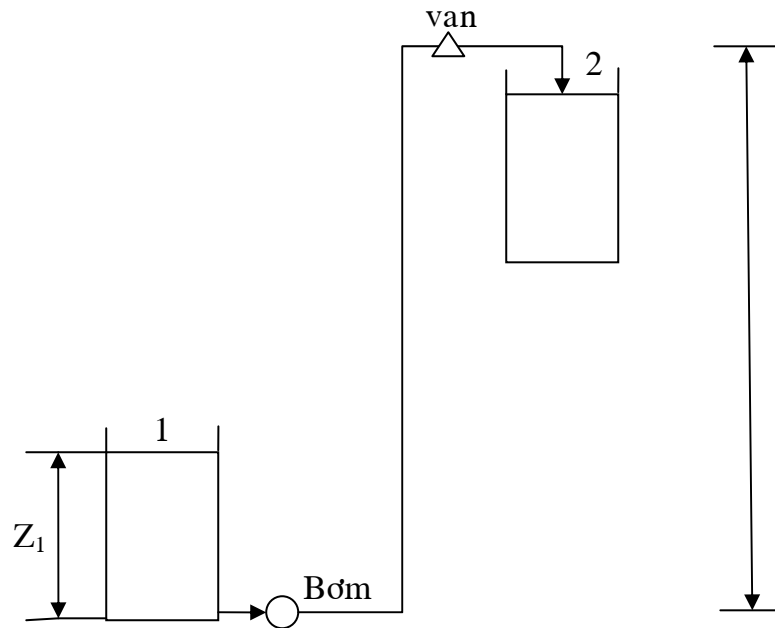
Trong trường hợp tổng quát, trong hệ thống đường ống có gắn bơm như Hình 1. Chất lỏng được bơm từ vị trí 1 lên vị trí 2. Gọi W_b là cột áp bơm tính bằng độ cao cột chất lỏng (mét), ta có phương trình Bernoulli:

$$W_b + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + h_f + h_c \quad (5.10)$$

Trong đó:

- P_1, P_2 là tĩnh áp của lưu chất tại các mặt cắt 1 và 2, đo bằng Pa.
- V_1, V_2 là vận tốc dòng chảy tại các mặt cắt 1 và 2, đo bằng m/s.

- Z_1, Z_2 là các khoảng cách từ các điểm 1 và 2 đến tâm bơm, đo bằng m.
- h_f, h_c là tổng tổn thất ma sát và cục bộ trên đoạn ống từ 1 đến 2, đo bằng m.
- ρ là khối lượng riêng chất lỏng, kg/m^3 ; và $g = 9.81 \text{ m/s}^2$.



Hình 5.1: Sơ đồ mô tả đường ống bơm thực phẩm lỏng

5.2.2 Đo lưu lượng dòng chảy bằng orifice

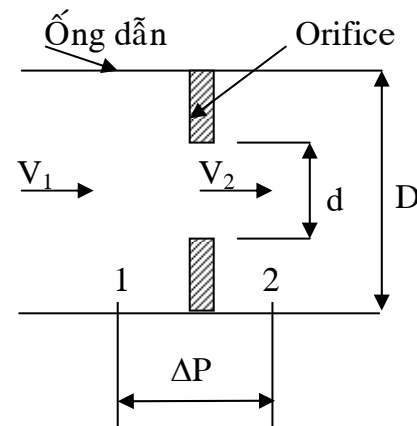
Orifice (Hình 5.2) là tấm chắn có khoét lỗ cho dòng chảy đi qua dùng để đo lưu lượng dòng chảy. Bằng cách đo độ chênh lệch áp suất (ΔP) giữa hai điểm 1 và 2 trước và sau orifice, ta có thể xác định được lưu lượng của dòng chảy trên cơ sở lý thuyết sau:

Viết phương trình cân bằng Bernoulli giữa hai điểm 1 và 2 khi ống nằm ngang, ta có:

$$\frac{P_1}{\rho_1} + \frac{V_1^2}{2} = \frac{P_2}{\rho_2} + \frac{V_2^2}{2}$$

Với chất lỏng không nén, $\rho_1 = \rho_2 = \rho$ nên:

$$V_1 = mV_2 \quad \text{với } m = (d/D)^2$$



Hình 5.2

Từ đó ta suy ra:

$$V_2 = \sqrt{\frac{1}{1-m^2}} \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho}} \quad (5.11)$$

Phương trình này đã bỏ qua ma sát và sự tăng tĩnh áp trước tấm chắn. Nếu chiều dài ống trước và sau orifice khá lớn, sự hiệu chỉnh cho các yếu tố trên là hàm số của tỉ số giữa lực quán tính và lực nhớt và hệ số m (Lydersen, 1979). Vì vậy ta có phương trình hiệu chỉnh như sau:

$$q_m = \alpha S \sqrt{2\rho(P_1 - P_2)} = \alpha S \sqrt{2\rho\Delta P} \quad (5.12)$$

Trong đó, $S = \pi d^2/4$ là tiết diện của orifice [m^2], ρ là khối lượng riêng của lưu chất [kg/m^3] và α là hệ số hiệu chỉnh xác định bằng thực nghiệm. Đơn vị của ΔP là Pa và của q_m là kg/s. Theo tiêu chuẩn DIN 1952 của Đức, hệ số α có thể xác định bằng giao điểm của hai đường cong sau:

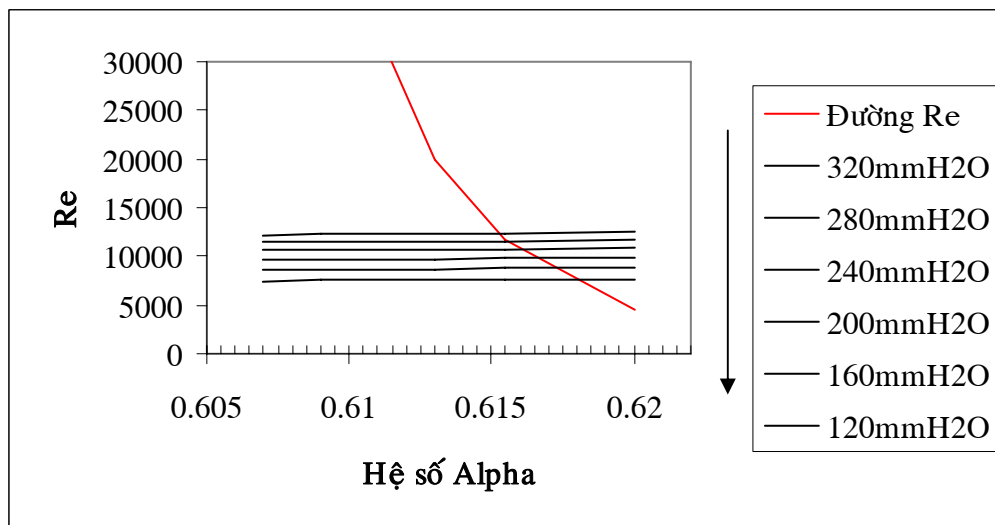
$$Re = ke^{-n\alpha}$$

$$Re = u\alpha$$

Trong đó k và n là các hằng số phụ thuộc m, còn u được tính theo công thức sau:

$$u = \frac{4S\sqrt{2\Delta P\rho}}{\pi\mu D} \quad (5.13)$$

Với $d = 21$ mm và $D = 54,8$ mm như của bài thực hành, ta có $\ln(k) = 139,19$ và $n = 210,91$. Hoặc có thể dùng đồ thị như Hình 5.3 để tìm α theo ΔP (mmH₂O).



Hình 5.3: Tìm α theo ΔP (mmH₂O) khi $d = 21$ mm và $D = 54,8$ mm.

5.3 Thực hành

5.3.1 Các bài thực hành yêu cầu

Phần thực hành gồm các bài sau đây:

Bài 1: Đo hệ số ma sát và độ nhám ống.

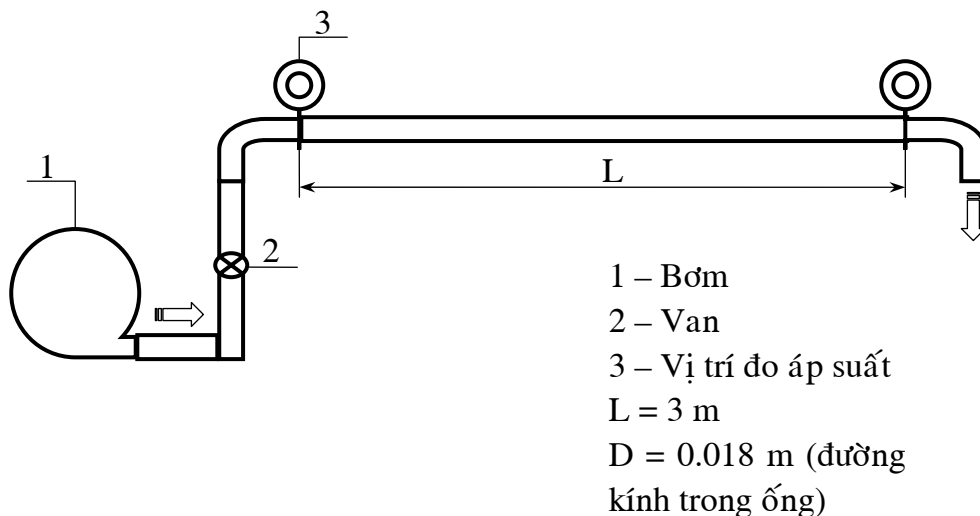
Sơ đồ lắp đặt như Hình 5.4. Hệ số f được tính từ phương trình trở lực đường ống:

$$\Delta P = 2\rho f L/D V^2$$

Trong đó:

- ΔP đo bằng áp kế chữ U hoặc đồng hồ áp kế.
- V tính từ lưu lượng dòng chảy đo bằng phương pháp bấm giây

Từ số Re và f , dùng giản đồ Moody ta biết được hệ số nhám tương đối k và suy ra hệ số nhám tuyệt đối của ống: $\varepsilon = kD$ (mm).



Hình 5.4: Sơ đồ thí nghiệm xác định hệ số ma sát và độ nhám ống.

Bài 2: Đo trở lực cục bộ.

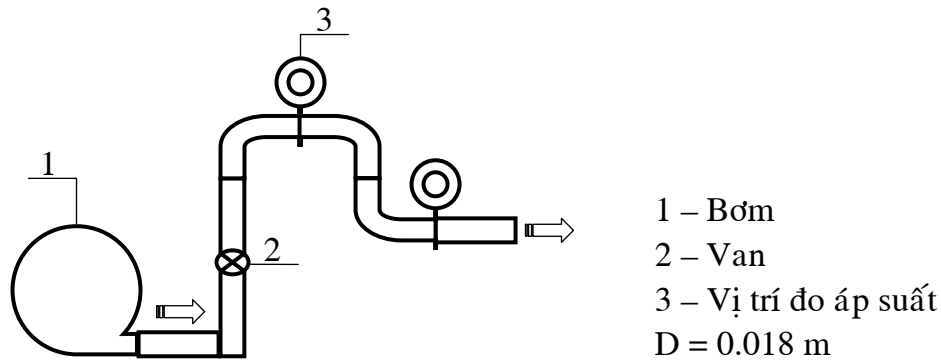
Sơ đồ lắp đặt như Hình 5.5. Vì các co nối có cùng vật liệu với ống ở hình 5.4 nên hệ số ma sát f là không đổi. Gọi ΔP là độ giảm áp giữa hai bên co nối. Độ dài tương đương L_e của co nối (đại diện cho trở lực cục bộ) được tính từ công thức trở lực:

$$L_e/D = \Delta P / (2\rho f V^2)$$

Trong đó:

- ΔP đo bằng áp kế chữ U hoặc đồng hồ áp kế.

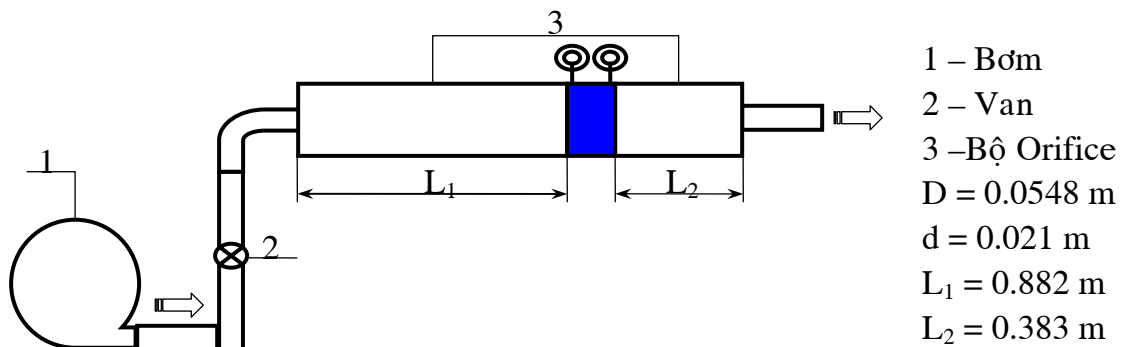
- V tính từ lưu lượng dòng chảy đo bằng phương pháp bấm giây



Hình 5.5 : Sơ đồ thí nghiệm xác định L_e/D của co 90°

Bài 3: Xác định lưu lượng bằng orifice

Sơ đồ thí nghiệm như Hình 5.6.



Hình 5.6: Sơ đồ thí nghiệm đo lưu lượng bằng Orifice

Qui trình:

- Để cho bơm hoạt động ổn định, nước chảy đều và giá trị ΔP ổn định.
- Bấm giây để xác định lưu lượng dòng chảy.
- Dùng giản đồ Hình 5.3 để tìm hệ số α .
- Tính q_m và so sánh với phương pháp bấm giây. Lấy khối lượng riêng của nước ở 25°C .

5.3.2 Báo cáo và thảo luận

Mỗi bài thực hành tiến hành với 3-4 mức lưu lượng.

Tính toán và so sánh Le/D với lý thuyết. So sánh lưu lượng giữa hai phương pháp bấm giây và orifice. Thảo luận.

Bài 6 XÁC ĐỊNH CHỈ SỐ VẬT LÝ CƠ BẢN CỦA CÁC VẬT LIỆU DẠNG HẠT

6.1 Mục đích:

- Cung cấp những kiến thức chung về phương pháp xác định các đặc tính cơ bản của vật liệu thực phẩm dạng hạt.
- Hiểu biết được vai trò của các đặc tính đó trong quá trình chế biến & phát triển sản phẩm.

6.2 Phương pháp:

6.2.1 Xác định thể tích mẫu bằng phương pháp dùng hạt thay thế:

Mẫu:

- Trái cây (quýt đường), gừng

Vật liệu & dụng cụ:

- Đậu xanh hạt, hạt é
- Hộp nhựa
- Ống đong 500ml

Cách thức tiến hành:

- Đong đầy đậu xanh (hoặc hạt é) vào hộp nhựa. Xác định thể tích lượng đậu xanh (hoặc hạt é) (V_1) bằng ống đong.
- Đong đậu xanh (hoặc hạt é) vào khoảng 1/3 hộp nhựa, cho mẫu vào rồi tiếp tục cho đậu xanh (hoặc hạt é) vào cho đến khi đầy hộp.
- Đo thể tích đậu xanh (hoặc hạt é) (V_2) đã dùng.
- Ước lượng thể tích của mẫu (V) bằng sự khác biệt thể tích ban đầu (V_1) và sau cùng (V_2) của đậu xanh (hoặc hạt é).
- Lập lại thí nghiệm 3 lần. Kết quả sau cùng là trung bình cộng của 3 lần thí nghiệm cộng hoặc trừ độ lệch chuẩn: $\mu = \bar{X} \pm t.SE \approx \bar{X} + SD$
- Xác định đường kính tương đương của mẫu: $\bar{d} = \sqrt[3]{\frac{6.V}{\pi}}$ (6.1)
- Tính độ biến động: $CV = \frac{SD}{\bar{X}}.100\%$

6.2.2 Xác định khối lượng riêng bằng bình đo khối lượng riêng:

Mẫu:

- Đường, lúa, gạo

Dụng cụ & hóa chất:

- Cân 2 số lẻ
- Bình đo khối lượng riêng (hay bình đo tỷ trọng Pycnometer) 50ml
- Becher 100ml
- Toluen

Cách thức tiến hành:

- Cân khối lượng Pycnometer và trừ bì, sau đó cho toluen vào đầy bình ($50\text{ml}=V_1$) rồi cân khối lượng toluen trong bình (m_1), từ đó xác định được khối lượng riêng của toluen ρ_1 .
- Cân một lượng mẫu có khối lượng xác định (m).
- Cho mẫu vào bình đo khối lượng riêng, đổ toluen vào đầy bình, đậy nắp bình lại. Điều chỉnh lượng toluen trong bình sao cho mực chất lỏng đầy tràn ống mao dẫn.
- Cân khối lượng bình có chứa mẫu & toluen sau khi đã trừ bì: m_Σ
- Ta suy ra được khối lượng toluen có trong bình ($m_2 = m_\Sigma - m$) và thể tích mà toluen chiếm chỗ $V_2 = \frac{m_2}{\rho_1}$.
- Ta suy ra được thể tích mẫu trong bình $V = V_1 - V_2$ và khối lượng riêng mẫu $\rho = \frac{m}{V}$.
- Lập lại thí nghiệm 3 lần. Kết quả sau cùng là trung bình cộng của 3 lần thí nghiệm cộng hoặc trừ độ lệch chuẩn (SD).
- Tính độ biến động CV (%)

6.2.3 Xác định khối lượng khối (nén & không nén) (Bulk density) – Chỉ số nén:

Mẫu:

- Gạo, muối, bột (bột bắp, bột gạo, bột mì, bột năng)

Dụng cụ:

- Cân 2 số lẻ
- Ống đong 100ml

Cách thức tiến hành:

Xác định khối lượng khối không nén:

- Cân khoảng 50g mẫu và đổ nhẹ nhàng, từ từ vào ống đong.
- Không vỗ ống đong. Đo thể tích mẫu chiếm chỗ.
- Tính khối lượng riêng mẫu từ khối lượng & thể tích mẫu.
- Lập lại thí nghiệm 3 lần. Kết quả sau cùng là trung bình cộng của 3 lần thí nghiệm cộng hoặc trừ độ lệch chuẩn (SD).
- Tính độ biến động CV (%)

Xác định khối lượng khối nén:

- Cũng theo như quy trình trên nhưng lần này thì vỗ ống đong 20 lần (dùng ngón tay vỗ ngang ống) trước khi đo thể tích.
- Lập lại thí nghiệm 3 lần. Kết quả sau cùng là trung bình cộng của 3 lần thí nghiệm cộng hoặc trừ độ lệch chuẩn (SD).
- Tính độ biến động CV (%)

Chỉ số nén (compressibility index):

$$I_C (\%) = \frac{\rho_{nen} - \rho_{khong\ nen}}{\rho_{nen}} \times 100 \quad (6.2)$$

6.2.4 Xác định diện tích bề mặt:

Mẫu:

- Trái cây (quýt đường), gừng

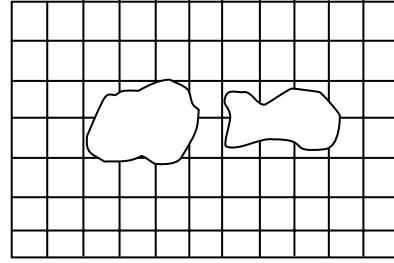
Dụng cụ:

- Dao gọt
- Giấy kẻ ô

Cách thức tiến hành:

- Gọt vỏ trái cây hay củ rồi trải vỏ lên giấy kẻ ô để xác định diện tích.

- Đo 3 lần. Kết quả sau cùng là trung bình cộng của 3 lần cộng hoặc trừ độ lệch chuẩn (SD).
- Tính độ biến động CV (%)



6.2.5 Xác định góc nghỉ:

Mẫu:

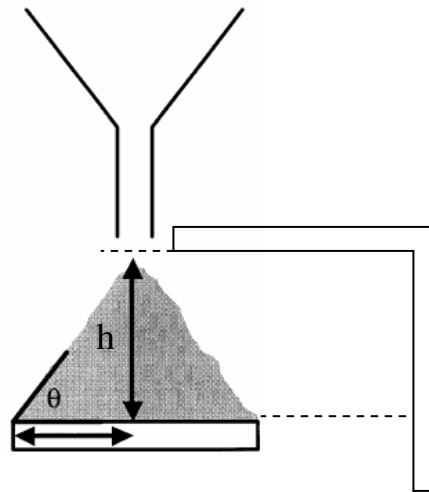
- Gạo, muối, bột (bột bắp, bột gạo, bột mì, bột năng)

Dụng cụ:

- Đĩa petri
- Thước đo kỹ thuật (góc vuông)
- Phễu

Cách thức tiến hành:

- Đặt phễu sao cho đáy phễu cách tâm của mặt trên đĩa petri khoảng 5-15cm. Mẫu được đổ qua phễu cho từ từ vào đĩa petri cho đến khi mẫu bắt đầu tràn ra khỏi cạnh đĩa.
- Đo chiều cao (h) của khối mẫu và bán kính (r) của đĩa petri, từ đó tính ra được góc nghỉ $\theta = \arctg\left(\frac{h}{r}\right) \approx \frac{h}{r}$ (6.3)



- Lập lại thí nghiệm 3 lần. Kết quả sau cùng là trung bình cộng của 3 lần thí nghiệm cộng hoặc trừ độ lệch chuẩn (SD).
- Tính độ biến động CV (%)

6.2.6 Xác định đường cong phân bố của hạt:

Mẫu:

- Gạo

Dụng cụ:

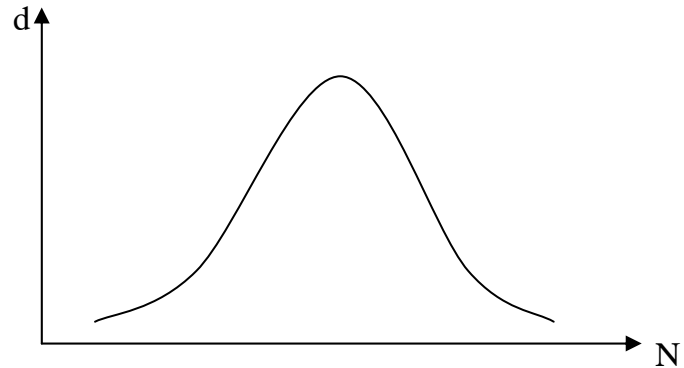
- Thước kẹp kỹ thuật

Cách thức tiến hành:

- Dùng thước kẹp kỹ thuật

xác định đường kính của khoảng 100 hạt gạo.

- Vẽ đường cong phân bố tỉ lệ hạt (N: số hạt gạo có cùng đường kính) theo kích thước hạt (đường kính d).



6.3 Báo cáo kết quả & xử lý số liệu thí nghiệm:

a) Xác định thể tích:

Mẫu	Lần đo	Thể tích đậu xanh ban đầu V_1 (ml)	Thể tích đậu xanh sau cùng V_2 (ml)	Thể tích mẫu ΔV (ml)	\bar{V} (ml)	CV (%)
	1					
	2					
	3					

Mẫu	Lần đo	Thể tích hạt é ban đầu V_1 (ml)	Thể tích hạt é sau cùng V_2 (ml)	Thể tích mẫu ΔV (ml)	\bar{V} (ml)	CV (%)
	1					
	2					
	3					

Nhận xét, so sánh kết quả & độ biến động khi dùng 2 loại vật liệu khác nhau để thay thế.

b) Xác định khối lượng riêng bằng bình đo khối lượng riêng:

Mẫu	Lần đo	Khối lượng mẫu m (g)	Thể tích nước V_1 (ml)	Thể tích nước V_2 (ml)	Thể tích mẫu ΔV (ml)	Khối lượng riêng mẫu ρ (kg/m^3)	$\bar{\rho}$ (kg/m^3)	CV (%)
	1							
	2							
	3							

c) Xác định khối lượng khối nén & không nén – Chỉ số nén:

Mẫu	Lần đo	Khối lượng mẫu m (g)	Thể tích mẫu không nén V_{kn} (ml)	Thể tích mẫu nén V_n (ml)	Khối lượng riêng mẫu không nén ρ_{kn} (kg/m^3)	Khối lượng riêng mẫu nén ρ_n (kg/m^3)	Chỉ số nén I_C
	1						
	2						
	3						
	Trung bình						
	CV (%)						

d) Xác định diện tích bề mặt:

Mẫu	Diện tích bề mặt (mm^2)				CV (%)
	Lần đo 1	Lần đo 2	Lần đo 3	\bar{S}	

e) Xác định góc nghiêng:

Mẫu	Lần đo	Bán kính đĩa petri r (mm)	Chiều cao khối mẫu h (mm)	Góc nghiêng θ (ml)	Góc nghiêng trung bình	CV (%)
	1					
	2					
	3					

f) Vẽ đường cong phân bố của hạt gạo:

- Vẽ đường cong phân bố như đã hướng dẫn.
- Xác định kích thước hạt mà tỉ lệ hạt chiếm trên 50%.
- Xác định kích thước hạt mà tỉ lệ hạt chiếm dưới 30%.
- Xác định kích thước hạt mà tỉ lệ hạt chiếm khoảng 90%.

6.4 Thảo luận:

- Nêu vai trò của các chỉ số vật lý cơ bản đã xác định ở trên trong bảo quản & chế biến nông sản thực phẩm.
- Nêu sai số gặp phải trong quá trình đo & ý nghĩa của các sai số này.

6.5 Yêu cầu viết báo cáo:

Bài báo cáo trình bày theo các mục sau:

- + Mục đích & yêu cầu bài thí nghiệm
- + Phương pháp tiến hành thí nghiệm
- + Báo cáo kết quả & xử lý số liệu thí nghiệm
- + Bàn luận

Bài 7: THANH TRÙNG

7.1. Khái quát về xử lý nhiệt

7.1.1 Lịch sử:

Vào những năm 1800 Louis Pasteur đã tiến hành phương pháp thanh trùng lần đầu tiên nhằm tiêu diệt các vi khuẩn hiện diện trong rượu. Ngày nay, phương pháp thanh trùng được sử dụng cho nhiều loại sản phẩm khác nhau như: bia, dấm, nước trái cây, sữa và sản phẩm sữa, rượu, trứng...

7.1.2 Khái niệm:

Thanh trùng là quá trình xử lý nhiệt vừa đủ cho phép tiêu diệt các vi sinh vật gây bệnh và vi sinh vật gây hư hỏng thực phẩm, ngoài ra thanh trùng còn có tác dụng nấu chín sản phẩm. Nhiệt độ xử lý thường $< 100^{\circ}\text{C}$ trong vài giây đến vài phút. Sau đó thực phẩm thường được bảo quản lạnh ($+ 4^{\circ}\text{C}$) nhằm làm chậm sự phát triển của mầm vi sinh vật còn hiện diện, vì vậy mà thời gian bảo quản sản phẩm thanh trùng thường ngắn.

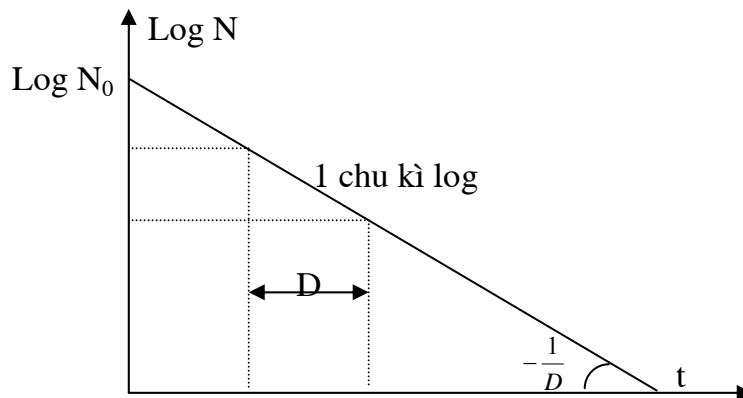
Thanh trùng được sử dụng để cải thiện mùi vị và an toàn thực phẩm, kéo dài thời gian sử dụng sản phẩm và giữ chất lượng sản phẩm.

7.1.3 Yêu cầu

Thanh trùng vừa phải đảm bảo tiêu diệt vi sinh vật có hại sao cho lượng còn lại ít đến mức độ không thể phát triển để làm hỏng sản phẩm và làm hại sức khỏe người tiêu dùng đồng thời vừa đảm bảo cho sản phẩm có chất lượng tốt nhất về mặt cảm quan và dinh dưỡng.

7.2. Động học về tiêu diệt vi sinh vật.

7.2.1 Ảnh hưởng của thời gian xử lý nhiệt ở nhiệt độ cố định.



Hình 1: Ảnh hưởng của thời gian xử lý nhiệt lên số tế bào vi sinh vật còn sống sót

Hình 1 ta có phương trình: $\log N = at + b$ (7.1)

trong đó N là số vi sinh vật còn sống sót

N_0 là số lượng vi sinh vật ban đầu

Phương trình (7.1) có thể được viết: $\log N = at + \log N_0$ (7.2)

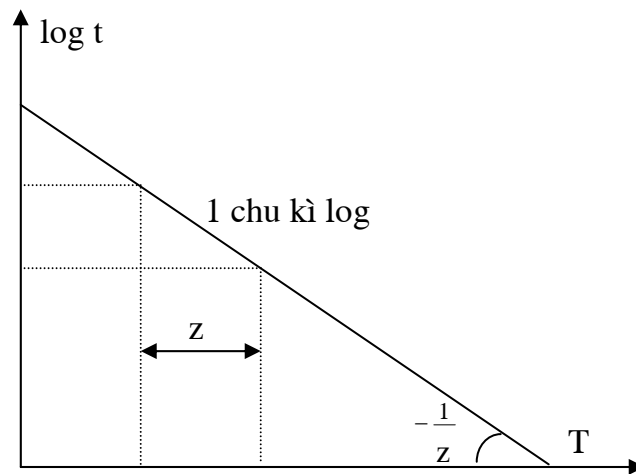
Từ phương trình (7.2) ta dễ dàng tính được thời gian xử lý nhiệt D (thời gian cần thiết để làm giảm 10 lần số lượng vi sinh vật).

Ta đặt $a = -\frac{1}{D}$. Và phương trình (7.2) được viết thành: $\log N = -\frac{t}{D} + \log N_0$ (7.3)

Ta chuyển phương trình sang dạng mũ: $N = N_0 10^{-\frac{t}{D}}$ (7.4)

D : thời gian giảm thập phân đặc trưng cho sức kháng nhiệt của một loài vi sinh vật ở nhiệt độ nào đó. Giá trị D thay đổi theo tính chất lí hóa của môi trường vi sinh vật sống.

7.2.2 Tác động của nhiệt độ xử lý



Hình 2: Ảnh hưởng của nhiệt độ lên thời gian xử lý cần thiết

Ta có phương trình: $\log t = aT + b$ (7.5)

Trong điều kiện chuẩn (T_c, t_c) ta có: $\log t_c = aT_c + b$ (7.6)

Kết hợp phương trình (7.5) và (7.6) ta có: $\log \frac{t}{t_c} = a(T - T_c)$ (7.7)

mà $a = -\frac{1}{z}$ với z là khoảng nhiệt độ cho phép để tăng hay giảm 10 lần thời gian xử lý nhiệt mà có cùng hiệu quả xử lý.

Vì vậy phương trình (7.7) trở thành:
$$\log t = \frac{-(T - T_c)}{z} + \log t_c \quad (7.8)$$

Biểu diễn dưới dạng mũ:
$$t = t_c \cdot 10^{\frac{T-T_c}{z}} \quad (7.9)$$

mà D cũng là đại lượng về thời gian vì thế phương trình cũng được áp dụng cho D.

Phương trình (7.9) viết thành:
$$D = D_c \cdot 10^{\frac{T-T_c}{z}} \quad (7.10)$$

z là thông số đại diện cho tính kháng nhiệt đặc trưng cho mỗi loài vi sinh vật.

D_c là thời gian giảm thập phân ở nhiệt độ T_c

7.2.3 Giá trị khử trùng:

7.2.3.1 Ở nhiệt độ cố định

Ta có cặp đơn vị chuẩn (T_c, t_c) cho quá trình khử trùng và $t_c = 1$ phút

Số đơn vị tích lũy trong quá trình tiệt trùng gọi là giá trị tiệt trùng kí hiệu là F. Quá trình tiệt trùng thực hiện ở khoảng nhiệt độ $115^{\circ}\text{C} - 130^{\circ}\text{C}$ ($240 - 270^{\circ}\text{F}$). Quá trình thanh trùng thực hiện ở nhiệt độ $70 - 100^{\circ}\text{C}$ ($160 - 212^{\circ}\text{F}$), giá trị thanh trùng kí hiệu là P. Vì vậy giá trị thanh trùng của 1 quá trình xử lý nhiệt ở nhiệt độ T_c trong t phút là: $P_{T_c} = t$.

Nếu mong muốn 1 quá trình xử lý nhiệt tương ứng với $P_{T_c} = 1$ ở nhiệt độ T thay vì ở nhiệt độ T_c thì thời gian cần thiết là:
$$t = 1 \cdot 10^{\frac{T-T_c}{z}}$$

Và ở nhiệt độ T này trong 1 phút giá trị tiệt / thanh trùng đạt được sẽ là:

$$P_T^z = \frac{1}{t} = 10^{\frac{T-T_c}{z}} = L_T^z \quad (7.11)$$

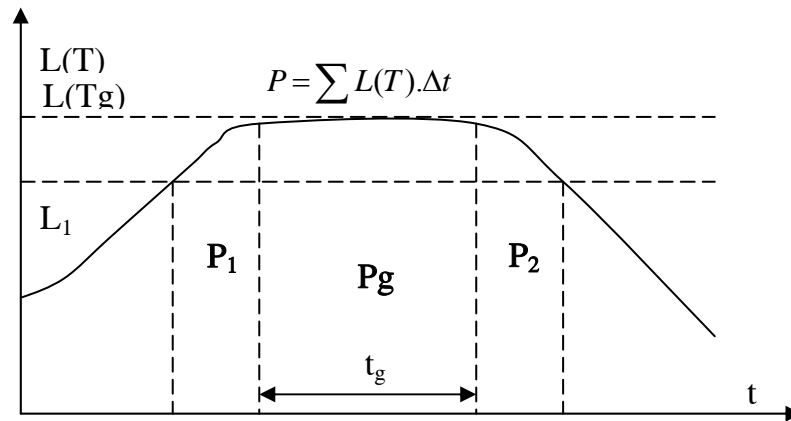
L_T^z là giá trị diệt khuẩn sinh học cũng chính là giá trị tiệt/ thanh trùng có được ở nhiệt độ T trong thời gian 1 phút. Như vậy theo định nghĩa ta có được giá trị tiệt/ thanh trùng cho 1 quá trình xử lý nhiệt ở nhiệt độ T trong thời gian t phút là $P_T^z = L_T^z * t$ (7.12)

7.2.3.2 Ở nhiệt độ biến động

Phương pháp Bigelow dựa trên cơ sở: ở nhiệt độ biến động, giá trị tiệt / thanh trùng của quá trình xử lý nhiệt được tính bằng công thức sau:

$$P = \int_0^t L(T) dt = \int_0^t 10^{\frac{T-T_c}{z}} dt = \sum 10^{\frac{T-T_c}{z}} \cdot \Delta t \quad (7.13)$$

Có thể chia quá trình xử lý nhiệt thành 3 giai đoạn: tăng nhiệt, giữ nhiệt và giảm nhiệt.



Như vậy giá trị tiết / thanh trùng toàn phần cho quá trình xử lý nhiệt sẽ là:

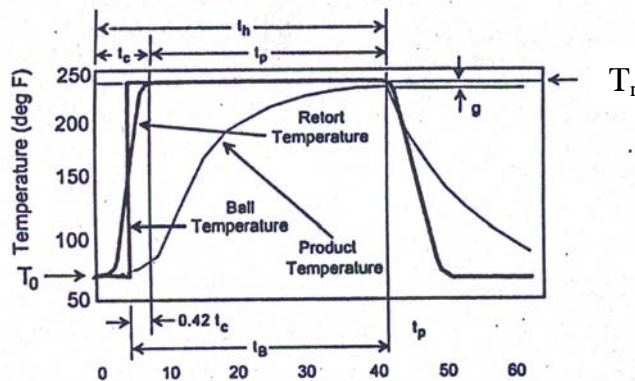
$$P = P_1 + P_g + P_2 \quad (7.14)$$

Với P_1 giá trị tiết/thanh trùng của vùng đun nóng

P_g giá trị tiết/thanh trùng của vùng duy trì

P_2 giá trị tiết/thanh trùng của vùng làm nguội

7.2.3.3 Phương pháp Ball



Hình 3: Đường biểu diễn tính toán theo phương pháp

Trong đó t_c = come-up-time = thời gian cần thiết để nhiệt độ nồi nâng lên đến nhiệt độ xử lý.

T_r : Nhiệt độ xử lý của nồi

$g = T_r - T_b$: khác biệt giữa nhiệt độ đun nấu của nồi và nhiệt độ tối đa của thực phẩm ở cuối quá trình xử lý nhiệt.

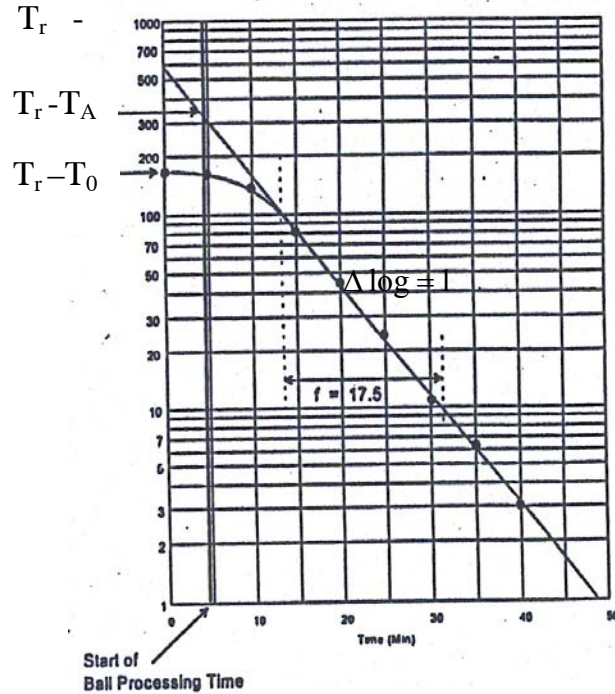
T_b : nhiệt độ tối đa của sản phẩm ở cuối quá trình xử lý nhiệt.

t_p : thời gian duy trì nhiệt độ nồi trong quá trình xử lý.

t_h : tổng thời gian xử lý = $t_c + t_p$

t_B : thời gian xử lý Ball = $0.42 * t_c + t_p$

Trong phương pháp Ball, thời điểm bắt đầu quá trình xử lý là tại $t=0.42 t_c$ và sự khác biệt giữa nhiệt độ nổi và nhiệt độ tâm thể hiện qua đồ thị sau



Dựa vào đồ thị ta có phương trình: $\log(T_r - T_b) = \log[j_h(T_r - T_0)] - \frac{t_B}{f_h}$ (7.15)

trong đó T_0 là nhiệt độ ban đầu của sản phẩm

j_h, j_c là yếu tố trễ trong giai đoạn đun nấu và làm nguội $j_h = \frac{T_r - T_A}{T_r - T_0}$ (7.16)

T_A là nhiệt độ tại điểm giao nhau giữa trục thẳng đứng ở thời gian xử lý Ball và đoạn kéo dài của đường biểu diễn trên đồ thị bán logarith. Nếu không có yếu tố trễ nhiệt thì $T_A = T_0$.

Mà $g = T_r - T_b$ nên phương trình trở thành: $\log(g) = \log[j_h(T_r - T_0)] - \frac{t_B}{f_h}$ (7.17)

suy ra thời gian xử lý Ball $t_B = f_h \log \left[\frac{j_h(T_r - T_0)}{g} \right]$ (7.18)

f_h, f_c là thời gian giảm thập phân chênh lệch nhiệt độ nổi và nhiệt độ tâm sản phẩm trong giai đoạn đun nấu và làm nguội.

Trong công thức của phương pháp Ball thì $f_h = f_c$, và $j_c = 1.41$.

Để tính giá trị tiệt/thanh trùng theo công thức Ball, cần tính:

- Giá trị j_h và f_h bằng cách vẽ trên đồ thị bán logarith để xác định T_A và tính j_h theo công thức (7.16). Và $f_h = \frac{t_2 - t_1}{\log(T_r - T_1) - \log(T_r - T_2)}$ (7.19)
- Tính giá trị $\log(g)$ theo công thức (7.17).
- Dựa vào bảng f_h/U theo g của Stumbo ta suy ra giá trị f_h/U từ g (phụ lục 3).
- Suy ra giá trị U
- Tính $L = 10^{\frac{T_r - T_c}{z}}$ (7.20)
- Tính giá trị thanh trùng hay tiệt trùng theo công thức: $F_0 = \frac{f_h * L}{f_h / U}$ (7.21)

7.2.4 Xác định chế độ xử lý nhiệt

Theo Phạm Công Thành (1990) chỉ số cơ bản để xác định chế độ xử lý nhiệt là độ acid của thực phẩm. Theo chỉ số này đồ hộp được chia thành 2 nhóm:

- Nhóm có độ acid thấp $pH > 4,4$ gồm các loại đồ hộp thịt, cá..
- Nhóm có độ acid cao $pH < 4,4$ gồm các loại đồ hộp quả nước đường, rau quả dầm dấm, nước quả...

Bảng 7.1 Quan hệ giữa pH và giá trị tiệt trùng tối thiểu F (phút)

pH	7.0	6.0	5.7	5.5	5.2	5.0	4.6
F_{min}	3.0	3.0	2.6	2.3	1.9	1.6	1.2

Bảng 7.2 Điều kiện xử lý nhiệt cho vài loại thực phẩm

Sản phẩm	T_c ($^{\circ}C$)	z ($^{\circ}C$)	D_c (10^{-3}) s	Tác động
Quả (pH =3.4-6.2)	75	10	0.21	Bất hoạt enzyme o-diphenyl oxidase
Cà chua (pH =7)	99	21.6	1.0	Mất protein
Sữa	121.1	25.3	209	Mất protein (methionine)
Nước ổi (pH=4)	96	16.5	$3.5 \cdot 10^{-2}$	Bất hoạt enzyme pectinesterase
Nước đu đủ	80	7.8	16.7	Bất hoạt enzyme pectinesterase
Nước cà chua	140	31.0	115	Mất vitamine

Sữa	120	28.8	7.56	Mất vitamine B ₁
Trích ly nước đậu nành	77	3.4	0.72	Bất hoạt enzyme lipoxygenase

Bảng 7.3 Giá trị D_c và z cho từng loại vi khuẩn

Vi sinh vật	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	<i>Salmonella Spp</i>	<i>Lactobacillus spp</i>	Nấm men & mốc	<i>C.botulinum type E</i>
T ⁰ C	82.2	82.2	82.2	82.2	82.2
D (phút)	0.0003	0.0032	0.0095	0.0095	2.5
z (°C)	6	7	7	7	9

Đối với thanh trùng, trong thương mại, ta dùng số chung là F₀= 6D tức bất hoạt hay tiêu diệt 99.9999 % enzyme hay vi sinh vật.

Theo Townsend et al (1954) đề nghị giá trị thanh trùng $P_{93.3}^{8.3} = 10$ cho sản phẩm pH 4.3-4.5 và $P_{93.3}^{8.3} = 5$ cho sản phẩm có pH 4.0 - 4.3.

Xác định chế độ xử lý nhiệt bằng cách so sánh hiệu quả tiệt/thanh trùng cần thiết (lý thuyết) P_{tt} với hiệu quả tiệt/thanh trùng thực tế P_{tt}. Chế độ tiệt/thanh trùng được xác định phải đảm bảo điều kiện P_{tt} > P_{tt}

Hiệu quả tiệt/thanh trùng cần thiết P_{tt} là thời gian cần thiết (tính bằng phút) mà đồ hộp chịu tác dụng nhiệt ở nhiệt độ chuẩn để làm giảm số lượng nha bào hoặc hình thái sinh trưởng của mỗi loại vi sinh vật đến mức thấp nhất, không gây nguy hiểm cho người tiêu dùng.

7.2.5 Hiệu quả tiệt /thanh trùng thực tế

P_T^Z (P_{tt}) là tổng các hiệu quả tiệt/thanh trùng ở những nhiệt độ khác nhau trong thời gian tiệt trùng. Hiệu quả tiệt/thanh trùng ở những nhiệt độ khác nhau được xác định dựa trên nhiệt độ được ghi ở điểm chậm được đun nóng nhất trong thời gian tiệt /thanh trùng.

Vì vậy, từ ghi nhận nhiệt độ tại điểm chậm được đun nóng nhất của sản phẩm trong khoảng thời gian tiệt/thanh trùng ta có thể tính được hiệu quả tiệt/thanh trùng thực tế P_T^Z theo công thức: $P_T^Z = \sum P^Z = \sum L_T^Z \cdot \Delta t$ (14) (?)

Trong đó : P_T^Z hiệu quả tiệt /thanh trùng thực tế

P^Z hiệu quả tiệt/thanh trùng riêng phần

L_T^Z giá trị diệt khuẩn sinh học

7.3 Xử lý nhiệt cho sản phẩm có độ acid cao

Trong sản phẩm có độ acid cao $\text{pH} < 4,8$ bào tử của *C.Botulinum* không thể phát triển vì thế mà quá trình xử lý nhiệt không cần tiêu diệt bào tử của vi khuẩn này. Xử lý nhiệt cho sản phẩm có $\text{pH} < 4$ nhằm ức chế nấm mốc nấm men vi khuẩn sinh acid lactic gây hư hỏng thực phẩm, $D_{150}^0\text{F}$ của vi sinh vật là 1 phút.

Đối với sản phẩm sữa, $\text{pH} > 4,5$ vi sinh vật gây bệnh quan trọng cần chú ý là *Mycobacterium tuberculosis* và cặp nhiệt độ và thời gian xử lý cho vi khuẩn này là $62,8^0\text{C}$ trong vòng 30 phút, 15 giây ở nhiệt độ $71,7^0\text{C}$ hay $126,7^0\text{C}$ trong 4 giây. Enzyme *phosphatase* hiện diện trong sữa cũng bị tiêu diệt ở điều kiện xử lý *M.tuberculosis*.

Đối với nước trái cây, thanh trùng đòi hỏi phải ức chế enzyme pectinesterase (PE) phòng chống việc đục nước trái cây hay sự tạo đông khi cô đặc. Eagerman và Rouse đề nghị cặp nhiệt độ /thời gian tiêu diệt PE là 90^0C trong vòng 1 phút. Giá trị pH của nước cam ép trong khoảng 2,6 – 4,4, vì vậy nó thuộc sản phẩm có độ acid cao. Vi sinh vật có khả năng phát triển trong nước cam là vi khuẩn sinh acid lactic, nấm mốc, nấm men. Các vi sinh vật này có thể gây hư hỏng và làm mất mùi vị. Vi khuẩn gây hư hỏng phần lớn là *Leuconostoc* và loài *Lactobacillus*. Giống *Saccharomyces* và *Candida* là những loại nấm lên men gây hư hỏng sản phẩm họ citrus. Khả năng chịu nhiệt của vi khuẩn sinh acid lactic và nấm thì thấp hơn so với enzyme PE. Vì vậy mà chế độ xử lý nhiệt thiết lập để ức chế enzyme cũng đủ để bất hoạt vi sinh vật.

7.4. Mục đích của bài thực hành

Thí nghiệm này cung cấp những kiến thức cơ bản và ứng dụng vào tính toán hiệu quả của quá trình xử lý nhiệt sản phẩm đóng gói trong bao bì. Sinh viên sẽ ghi nhận các dữ liệu về thời gian và nhiệt độ của sản phẩm ở điểm chậm được đun nóng nhất, tính hiệu quả quá trình xử lý và đánh giá chất lượng cảm quan sản phẩm.

7.5. Chuẩn bị nguyên liệu và thiết bị

7.5.1 Nguyên liệu và thiết bị cho 1 nhóm thí nghiệm (20 sinh viên)

- Nguyên liệu: Cam tươi hay dứa 8 kg, đường saccharose 2 kg
- Mẫu: Dịch nước ép có bổ sung đường đạt 14^0 Brix.
- Thiết bị: Chai thủy tinh 200 ml và nắp 15-20 chai
Cân 5kg và 1 kg
Khúc xạ kế, nhớt kế, pH kế

Máy ép nước trái cây (hay đồ ép cam), bộ lọc hay vải lọc, máy ghép nắp

1 nồi thanh trùng, bếp đun, 2 bộ ghi nhiệt độ (hay nhiệt kế)

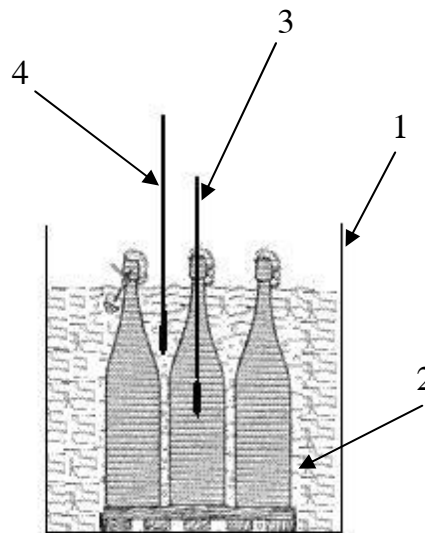
1 giỏ bằng kim loại chứa chai sản phẩm cần thanh trùng

7.5.2 Quy trình chế biến

Hình 5: Quy trình chế biến nước trái cây



Hình 6: Sơ đồ thí nghiệm thanh trùng



1. Bể thanh trùng
2. Chai đựng dịch thành phẩm
3. Nhiệt kế đo nhiệt độ tâm sản phẩm
4. Nhiệt kế đo nhiệt độ bể thanh trùng

7.5.3 Thực hành

Cam tươi sau khi được ép đem lọc rồi rót nước ép vào gần đầy chai, ghép nắp, cho vào giỏ chuẩn bị đem thanh trùng (trong đó 1 chai sẽ có gắn đầu dò đo nhiệt độ để ghi nhận diễn tiến nhiệt độ bên trong và sinh viên sẽ ghi nhận diễn biến nhiệt độ trong mỗi phút, còn 1 đầu dò nhiệt độ sẽ đặt ở trong nồi thanh trùng để ghi nhận diễn tiến nhiệt độ trong nồi).

Xử lý nhiệt

Đối với nước cam ép, quá trình xử lý nhằm tiêu diệt enzyme *pectinesterase* có $D_{90}=30$ giây, $z=6.8$ và nếu mong muốn đạt 6D thì $F_0=3$ phút.

Đối với nước dứa ép, quá trình xử lý nhằm tiêu diệt *Clostridium pasteurianum* có $D_{90}=2.78$ phút, $z=16$ trong môi trường đệm pH=5 (Spiegelberg). *C.pasteurianum* phát triển tốt ở pH > 4.5 và không phát triển ở môi trường pH < 4.2 vì vậy mà các nhà máy thường áp dụng khoảng pH 3.2-4.0 cho sản phẩm đồ hộp dứa. Đối với nấm mốc và nấm men, khả năng chịu nhiệt của *Talaromyces flavus* trong nước dứa cô đặc và nước giải khát làm từ nước dứa cô đặc là $D_{90}^0C = 2 - 8$ phút tùy thuộc vào từng giống và giá trị $z=10.3^0C$ (theo King và Halbrook (1987)).

Bài thực hành 1

Đặt tấm cách nhiệt vào đáy nồi rồi cho nước vào khoảng 2/3 nồi, bắt đầu gia nhiệt nồi thanh trùng để nhiệt độ nước đạt khoảng 88^0C sau đó đặt khoảng 4 chai nước ép vào nồi. Ghi nhận và duy trì nhiệt độ này trong suốt quá trình thanh trùng, đồng thời đo và ghi nhận nhiệt độ tâm sản phẩm sau mỗi **1 phút**. Đến khi nhiệt độ tâm sản phẩm đạt 88^0C thì duy trì ở nhiệt độ này trong **vài phút** sau đó lấy sản phẩm ra và tiến hành **làm lạnh nhanh** sản phẩm vào trong thùng nước lạnh. Kết thúc quá trình thanh trùng và báo cáo kết quả.

Bài thực hành 2

Cách tiến hành cũng giống như bài thực hành 1 nhưng khi nhiệt độ tâm sản phẩm đạt 88^0C thì cho **làm nguội từ từ** cho đến khi sản phẩm đạt 60^0C thì lấy sản phẩm ra làm nguội trong nước lạnh. Kết thúc quá trình thanh trùng và báo cáo kết quả.

7.6. Báo cáo kết quả thí nghiệm

Bảng ghi nhận kết quả

Tên sinh viên.....

NhómLớp.....

7.6.1 Đánh giá sản phẩm thanh trùng

Tình trạng bao bì (trước và sau xử lý nhiệt):

Trọng lượng sản phẩm.....

$$\text{Hiệu suất ép (\%)} = \frac{W_2}{W_1} \cdot 100 \%$$

W_2 (g) trọng lượng dung dịch nước ép

W_1 (g) trọng lượng nguyên liệu ban đầu

Bảng ghi nhận kết quả đánh giá sản phẩm

Mẫu	Lặp lại	Trước thanh trùng			Sau thanh trùng		
		Mùi vị	Trạng thái	Màu sắc	Mùi vị	Trạng thái	Màu sắc
	1						
	2						
	3						

Mẫu	Lặp lại	Trước thanh trùng			Sau thanh trùng		
		Độ nhớt	Độ pH	Độ Brix	Độ nhớt	Độ pH	Độ Brix
	1						
	2						
	3						

7.6.2 Bảng ghi nhận nhiệt độ

Thời gian (phút)	T ⁰ tâm sản phẩm	T ⁰ nồi thanh trùng	L _T ^z	$\Sigma L_T^z * \Delta t$
0				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
...				

7.6.2.1 Vẽ đồ thị diễn tiến nhiệt độ7.6.2.2 Tính P theo công thức Bigelow

với $L_T^z = 10^{\frac{T-T_c}{z}}$

$$P_T^z = \sum L_T^z \cdot \Delta t$$

7.6.2.3 Tính P theo công thức Ball nêu trên và nhận xét (công thức 7.21).7.6.2.4 Tính % tiêu diệt enzymes ở nhiệt độ T trong thời điểm t

Từ giá trị D_{90} suy ra D_T theo công thức (7.10)

Tính lượng enzymes còn sống sót theo công thức

$$\frac{N}{N_0} = 10^{-\frac{t}{D_T}} \quad (7.4)$$

trong đó N là lượng enzymes còn lại sau khi xử lý nhiệt

N_0 là lượng enzymes ban đầu

t là thời gian xử lý nhiệt ở $T^{\circ}\text{C}$

D_T là thời gian giảm thập phân ở nhiệt độ T

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

1. Trương Vĩnh và Phạm Tuấn Anh (2002). Cơ sở kỹ thuật thực phẩm 1. Giáo trình khoa Công Nghệ Thực Phẩm – Đại Học Nông Lâm TPHCM.

Tiếng nước ngoài

1. Lydersen and al (1977). Fluid flow – Heat transfer. John Wiley & Sons, Inc.
2. S.D. Holdsworth (1997). Thermal Processing of Packaged Foods. Chapman & Hall
3. Shri K.Sharma, Steven J.Mulvaney, Syed S.H.Rizvi (2000). Food Process Engineering, Theory and Laboratory Experiments. John Wiley & Sons, Inc.
4. S.S.H.Rizvi, G.G.Mittal (1992). Experimental methods in Food Engineering. Chapman and Hall.
5. Steven Nancy, Chin Shu Chen (1993). Fruit Juice Processing Technology. Agscience, Inc.
6. Pierre Mafart (1991). Génie Industriel Alimentaire, Tome 1, Les procédés physiques de conservation. Technique et documentation- Lavoisier.
7. J.Larousse (1991). La conserve appertisée. Technique et documentation- Lavoisier.

PHỤ LỤC

Phụ lục 2.1: Độ nhớt của nước phụ thuộc vào nhiệt độ

Nhiệt độ °C	Độ nhớt $\mu.10^3$, N.s/m ²	Nhiệt độ °C	Độ nhớt $\mu.10^3$, N.s/m ²	Nhiệt độ °C	Độ nhớt $\mu.10^3$, N.s/m ²
0	1.7920	35	0.7225	70	0.4061
1	1.7310	36	0.7085	71	0.4006
2	1.6730	37	0.6947	72	0.3952
3	1.6190	38	0.6814	73	0.3900
4	1.5670	39	0.6685	74	0.3849
5	1.5190	40	0.6560	75	0.3799
6	1.4730	41	0.6439	76	0.3750
7	1.4280	42	0.6321	77	0.3702
8	1.3860	43	0.6207	78	0.3655
9	1.3460	44	0.6097	79	0.3610
10	1.3080	45	0.5988	80	0.3565
11	1.2710	46	0.5883	81	0.3521
12	1.2360	47	0.5782	82	0.3478
13	1.2030	48	0.5683	83	0.3436
14	1.1710	49	0.5588	84	0.3395
15	1.1400	50	0.5494	85	0.3355
16	1.1110	51	0.5404	86	0.3315
17	1.0830	52	0.5315	87	0.3276
18	1.0650	53	0.5229	88	0.3239
19	1.0300	54	0.5146	89	0.3202
20	1.0050	55	0.5064	90	0.3165
21	1.0000	56	0.4985	91	0.3130
22	0.9579	57	0.4907	92	0.3095
23	0.9385	58	0.4832	93	0.3060
24	0.9142	59	0.4759	94	0.3027
25	0.8937	60	0.4688	95	0.2994
26	0.8739	61	0.4618	96	0.2962
27	0.8545	62	0.4550	97	0.2930
28	0.8260	63	0.4483	98	0.2899
29	0.8180	64	0.4418	99	0.2868
30	0.8007	65	0.4355	100	0.2838
31	0.7840	66	0.4293		
32	0.7679	67	0.4233		
33	0.7523	68	0.4174		
34	0.7371	69	0.4117		

Phụ lục 2.2: Khối lượng riêng của nước phụ thuộc vào nhiệt độ

Nhiệt độ °C	Khối lượng riêng ρ , kg/m ³	Nhiệt độ °C	Khối lượng riêng ρ , kg/m ³	Nhiệt độ °C	Khối lượng riêng ρ , kg/m ³
0	999.87	22	997.80	44	990.66
1	999.93	23	997.57	45	990.25
2	999.97	24	997.33	46	989.82
3	999.99	25	997.08	47	989.40
4	1000.00	26	996.82	48	988.96
5	999.99	27	996.55	49	988.52
6	999.97	28	996.27	50	988.07
7	999.93	29	995.98	51	987.62
8	999.88	30	995.68	52	987.15
9	999.81	31	995.37	53	986.69
10	999.73	32	995.06	54	986.21
11	999.63	33	994.73	55	985.73
12	999.52	34	994.40	60	983.24
13	999.40	35	994.06	65	980.59
14	999.27	36	993.71	70	977.81
15	999.13	37	993.36	75	974.89
16	998.97	38	993.00	80	971.83
17	998.80	39	992.63	85	968.65
18	998.62	40	992.25	90	965.34
19	998.43	41	991.87	95	961.92
20	998.23	42	991.47	100	958.38
21	998.02	43	991.07		

Phụ lục 7.1: Bảng quan hệ giữa f_h/U và g khi $z=8$

Giá trị g khi j_c là:									
f_h/U	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
0.20	$2.22 \cdot 10^{-5}$	$2.31 \cdot 10^{-5}$	$2.40 \cdot 10^{-5}$	$2.49 \cdot 10^{-5}$	$2.59 \cdot 10^{-5}$	$2.68 \cdot 10^{-5}$	$2.77 \cdot 10^{-5}$	$2.86 \cdot 10^{-5}$	$2.95 \cdot 10^{-5}$
0.30	$7.34 \cdot 10^{-4}$	$7.77 \cdot 10^{-4}$	$8.21 \cdot 10^{-4}$	$8.65 \cdot 10^{-4}$	$9.09 \cdot 10^{-4}$	$9.53 \cdot 10^{-4}$	$9.97 \cdot 10^{-4}$	$1.04 \cdot 10^{-3}$	$1.08 \cdot 10^{-3}$
0.40	$4.92 \cdot 10^{-3}$	$5.27 \cdot 10^{-3}$	$5.61 \cdot 10^{-3}$	$5.96 \cdot 10^{-3}$	$6.31 \cdot 10^{-3}$	$6.66 \cdot 10^{-3}$	$7.01 \cdot 10^{-3}$	$7.35 \cdot 10^{-3}$	$7.70 \cdot 10^{-3}$
0.50	$1.62 \cdot 10^{-2}$	$1.74 \cdot 10^{-2}$	$1.87 \cdot 10^{-2}$	$2.00 \cdot 10^{-2}$	$2.12 \cdot 10^{-2}$	$2.25 \cdot 10^{-2}$	$2.38 \cdot 10^{-2}$	$2.5 \cdot 10^{-2}$	$2.63 \cdot 10^{-2}$
0.60	$3.63 \cdot 10^{-2}$	$3.95 \cdot 10^{-2}$	$4.27 \cdot 10^{-2}$	$4.58 \cdot 10^{-2}$	$4.90 \cdot 10^{-2}$	$5.22 \cdot 10^{-2}$	$5.54 \cdot 10^{-2}$	$5.86 \cdot 10^{-2}$	$6.18 \cdot 10^{-2}$
0.70	$6.47 \cdot 10^{-2}$	$7.13 \cdot 10^{-2}$	$7.78 \cdot 10^{-2}$	$8.43 \cdot 10^{-2}$	$9.09 \cdot 10^{-2}$	$9.74 \cdot 10^{-2}$	$1.04 \cdot 10^{-1}$	$1.10 \cdot 10^{-1}$	$1.17 \cdot 10^{-1}$
0.80	$9.98 \cdot 10^{-2}$	$1.11 \cdot 10^{-1}$	$1.23 \cdot 10^{-1}$	$1.35 \cdot 10^{-1}$	$1.46 \cdot 10^{-1}$	$1.58 \cdot 10^{-1}$	$1.69 \cdot 10^{-1}$	$1.81 \cdot 10^{-1}$	$1.93 \cdot 10^{-1}$
0.90	0.140	0.158	0.177	0.195	0.214	0.232	0.251	0.269	0.288
1.00	0.183	0.210	0.237	0.264	0.219	0.318	0.345	0.372	0.399
2.00	0.733	0.841	0.949	1.058	1.166	1.274	1.382	1.490	1.599
3.00	1.38	1.48	1.59	1.70	1.80	1.91	2.01	2.12	2.22
4.00	1.93	2.01	2.09	2.17	2.25	2.33	2.42	2.50	2.58
5.00	2.35	2.41	2.48	2.55	2.61	2.68	2.74	2.81	2.87
6.00	2.68	2.74	2.79	2.85	2.91	2.97	3.03	3.09	3.15
7.00	2.94	3.00	3.06	3.12	3.18	3.23	3.29	3.35	3.41
8.00	3.16	3.32	3.29	3.35	3.41	3.47	3.54	3.60	3.66
9.00	3.35	3.42	3.49	3.56	3.62	3.70	3.77	3.84	3.91
10.00	3.51	3.59	3.67	3.75	3.82	3.90	3.98	4.06	4.14
15.00	4.11	4.25	4.38	4.52	4.66	4.79	4.93	5.07	5.21
20.00	4.54	4.74	4.94	5.13	5.33	5.53	5.72	5.92	6.12
25.00	4.89	5.15	5.40	5.65	5.91	6.16	6.42	6.67	6.93
30.00	5.19	5.50	5.80	6.11	6.42	6.73	7.04	7.35	7.66
35.00	5.44	5.80	6.16	6.52	6.80	7.25	7.61	7.97	8.33
40.00	5.66	6.08	6.49	6.90	7.31	7.73	8.14	8.55	8.96
45.00	5.86	6.32	6.78	7.25	7.71	8.17	8.63	9.10	9.56
50.00	6.02	6.54	7.05	7.56	8.08	8.59	9.10	9.61	10.12
60.00	6.32	6.92	7.52	8.14	8.74	9.35	9.96	10.57	11.17
70.00	6.55	7.24	7.94	8.64	9.34	10.03	10.73	11.43	12.13
80.00	6.74	7.52	8.30	9.08	9.86	10.64	11.43	12.21	12.99
90.00	6.90	7.76	8.62	9.48	10.33	11.19	12.05	12.91	13.77
100.00	7.05	7.98	8.90	9.82	10.78	11.68	12.60	13.52	14.46
150.00	7.82	8.94	10.06	11.18	12.30	13.42	14.54	15.66	16.78

200.00	8.72	9.86	10.99	12.13	13.26	14.40	15.53	16.67	17.80
250.00	9.66	10.72	11.79	12.86	13.92	14.99	16.06	17.12	18.19
300.00	10.5	11.5	12.5	13.4	14.4	15.4	16.4	17.3	18.3
350.00	11.2	12.2	13.0	13.9	14.8	15.7	16.6	17.5	18.4
400.00	11.9	12.7	13.5	14.3	15.2	16.0	16.8	17.6	18.4
450.00	12.5	13.2	14.0	14.7	15.4	16.2	16.9	17.7	18.4
500.00	12.9	13.6	14.3	15.0	15.7	16.4	17.1	17.8	18.5
600.00	13.7	14.3	15.0	15.6	16.2	16.6	17.4	18.0	18.6
700.00	14.4	14.9	15.5	16.0	16.6	17.2	17.7	18.3	18.8
800.00	14.9	15.4	15.9	16.4	17.0	17.5	18.0	18.5	19.1
900.00	15.3	15.8	16.3	16.8	17.3	17.8	18.3	18.8	19.3
999.99	15.7	16.1	16.6	17.1	17.6	18.1	18.6	19.1	19.6