การพัฒนากรรมวิธีการผลิตขนมเค้กจากเนื้อตาล

ลาวรรณ์ บัวสาย

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ Nakhon Sawan Rajabhat University

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

2551

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์)

การพัฒนากรรมวิธีการผลิตขนมเค้กจากเนื้อตาล

Development of Processing Palmyra Palm Cake

ลาวรรณ์ บัวสาย

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

2551

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์)

ชื่อเรื่อง การพัฒนากรรมวิธีการผลิตขนมเค้กจากเนื้อตาล

ชื่อผู้วิจัย นางสาวลาวรรณ์ บัวสาย

หน่วยงาน สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

สถาบัน มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

ปี พ.ศ. 2550

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนากรรมวิธีการผลิตขนมเค้กจากเนื้อตาลมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษากรรมวิธีการแปรรูปเนื้อตาลผง การผลิตขนมเค้กโดยใช้เนื้อตาลสดและเนื้อตาลผงเป็นส่วนประกอบ จากการทดลองพบว่า การใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสอบแห้งเนื้อตาลเพื่อทำเป็นเนื้อตาลผงเหมาะสมที่สุด เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมเค้กที่ใช้เนื้อตาลผงอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 และ 70 องศาเซลเซียส พบว่าสูตรที่ใช้เนื้อตาลผงอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ปริมาณร้อยละ 7.5 ได้รับคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในทุกด้านสูงที่สุด และเมื่อนำไปเก็บรักษาในภาชนะบรรจุ 2 ชนิด คือ ถุงไนลอนและถุงฟอล์ยเป็นเวลานาน 6 เดือน เนื้อตาลผงในถุงฟอล์ยแบบสุญญากาศมีการเปลี่ยนแปลงค่าสี ปริมาณความชื้น และปริมาณน้ำอิสระต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการบรรจุอื่นๆ มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณเชื้อราเพิ่มขึ้นในอัตราที่ต่ำ และเมื่อนำเนื้อตาลผงมาผลิตเป็นขนมเค้กในทุกเดือน พบว่าได้รับคะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบมากที่สุดในทุกเดือน ส่วนเนื้อตาลสดที่ใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตขนมเค้กพบว่าอัตราส่วนของเนื้อตาลสดร้อยละ 10 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมดได้รับการยอมรับในทุกคุณลักษณะสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) การเปรียบเทียบวิธีการเก็บรักษาขนมเค้กจากเนื้อตาลสดและเนื้อตาลผงใน 2 สภาวะ คือบรรยากาศปกติและการเติมก๊าซไนโตรเจน พบว่าสภาวะปกติมีอายุการเก็บ 3 วัน ส่วนขนมเค้กที่บรรจุโดยเติมก๊าซไนโตรเจนมีอายุการเก็บ 4 วันที่อุณหภูมิห้อง การเปรียบเทียบวิธีการบรรจุแบบแอคตีฟ คือ การใช้สารดูดความชื้นและสารดูดซับออกซิเจนใส่ลงในภาชนะบรรจุ พบว่า การบรรจุขนมเค้กจากเนื้อตาลสดในถุงไนลอนร่วมกับการใช้สารดูดซับออกซิเจนสามารถยืดอายุการเก็บรักษาขนมเค้กได้นานถึง 8 วัน ที่อุณหภูมิห้อง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนากรรมวิธีการผลิตขนมเค้กจากเนื้อตาล นี้สำเร็จลงได้ด้วยดีโดยความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์เบญจพร รอดอาวุธ อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย ซึ่งได้ให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการดำเนินงานวิจัย ขอขอบคุณนางสาวปิยนุช ภูกันแก้ว เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ที่ให้ความช่วยเหลือตลอดการทดลอง นักศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารชั้นปีที่ 4 ที่ให้ความช่วยเหลือในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์เครื่องมือในการวิจัยจนสำเร็จลุล่วง

ลาวรรณ์ บัวสาย

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ Nakhon Sawan Rajabhat University

สารบัญ

บทที่		หน้า
	สารบัญ	(1)
	สารบัญตาราง	(3)
	สารบัญภาพ	(6)
1	**บทนำ**	1
	ความสำคัญและที่มา	1
	วัตถุประสงค์	2
	ขอบเขตของการวิจัย	2
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
2	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	3
	ความเป็นมาของตาล	4
	การใช้ประโยชน์จากลูกตาล	5
	การทำแห้ง	8
	เค้ก	16
	วัตถุดิบที่ใช้ในการทำเค้ก	17
	ขั้นตอนการทำเค้ก	19
	การบรรจุแบบแอคตีฟ	25
3	**ระเบียบวิธีวิจัย**	28
	อุปกรณ์และเครื่องมือ	28
	สารเคมีและวัตถุดิบ	29
	วิธีการวิจัย	29
	การวิเคราะห์ข้อมูล	34
	สถิติที่ใช้ในการวิจัย	35

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต Rajabhat Suan Dusit University

บทที่		หน้า
4	**ผลการวิจัย**	36
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	36
5	**สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ**	56
	วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	56
	วิธีการวิจัย	56
	สรุปผลการวิจัย	57
	อภิปรายผลการวิจัย	58
	ข้อเสนอแนะ	60
	บรรณานุกรม	61
	ภาคผนวก	
	ภาคผนวก ก	64
	วิธีการวัดค่าสี	64
	วิธีการวัดความชื้น	65
	วิธีการวัดปริมาณน้ำอิสระ	66
	วิธีการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา	67
	ภาคผนวก ข	68
	แบบประเมินผลทางประสาทสัมผัส	68
	ภาคผนวก ค	70
	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ	70

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ส่วนประกอบของผลตาลสุกแยกตามขนาด 7

2.2 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของเนื้อตาลสุก 8

3.1 แสดงชนิดของวัตถุดิบและอัตราส่วนที่ใช้ในการผลิตขนมเค้ก 32

4.1 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของเนื้อตาลสด 36

4.2 แสดงผลการเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ของเนื้อตาลผง 38

4.3 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเค้กตาลผง 39

4.4 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเค้กตาลผงในภาชนะบรรจุ 41

4.5 การเปลี่ยนแปลงค่าสีของเนื้อตาลผงในภาชนะบรรจุ 43

4.6 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำอิสระของเนื้อตาลผงระยะเวลานาน 6 เดือน 44

4.7 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณความชื้นของเนื้อตาลผงระยะเวลานาน 6 เดือน 45

4.8 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของเนื้อตาลผงระยะเวลานาน 6 เดือน 46

4.9 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณเชื้อราของเนื้อตาลผงระยะเวลานาน 6 เดือน 47

4.10 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเค้กตาลสด 49

4.11 แสดงปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระของขนมเค้กจากเนื้อตาลสดและเนื้อตาลผง 50

4.12 แสดงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและเชื้อราของของขนมเค้กจากเนื้อตาลสดและเนื้อตาลผง 51
ในการบรรจุแบบปกติและแบบเติมก๊าซไนโตรเจน

4.13 แสดงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและเชื้อราของของขนมเค้กจากเนื้อตาลสดและเนื้อตาลผง 54
ในการบรรจุแบบแอคตีฟ

ตารางผนวกที่

ค.1 การวิเคราะห์ทางสถิติค่าปริมาณน้ำอิสระในขนมเค้กจากเนื้อตาลสดและเนื้อตาลผง 70
ในการบรรจุสภาวะปกติและการบรรจุแบบเติมก๊าซไนโตรเจน

ค.2 การวิเคราะห์ทางสถิติค่าปริมาณความชื้นในขนมเค้กจากเนื้อตาลสดและเนื้อตาลผง 71
ในการบรรจุสภาวะปกติและการบรรจุแบบเติมก๊าซไนโตรเจน

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางผนวกที่ **หน้า**

ค.3 การวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในขนมเค้กจากเนื้อตาลสด และเนื้อตาลผงในการบรรจุสภาวะปกติและการบรรจุแบบเติมก๊าซไนโตรเจน 72

ค.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณเชื้อราในขนมเค้กจากเนื้อตาลสดและเนื้อตาลผง ในการบรรจุสภาวะปกติและการบรรจุแบบเติมก๊าซไนโตรเจน 73

ค.5 การวิเคราะห์ทางสถิติค่าปริมาณน้ำอิสระของเนื้อตาลผงในภาชนะบรรจุ 2 ชนิด คือ ถุงฟอล์ยและถุงไนลอน ในสภาวะบรรยากาศแบบปกติและสุญญากาศ 74

ค.6 การวิเคราะห์ทางสถิติค่าปริมาณความชื้นของเนื้อตาลผงในภาชนะบรรจุ 2 ชนิด คือ ถุงฟอล์ยและถุงไนลอน ในสภาวะบรรยากาศแบบปกติและสุญญากาศ 75

ค.7 การวิเคราะห์ทางสถิติค่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของเนื้อตาลผงในภาชนะบรรจุ 2 ชนิด คือ ถุงฟอล์ยและถุงไนลอน ในสภาวะบรรยากาศแบบปกติและสุญญากาศ 76

ค.8 การวิเคราะห์ทางสถิติค่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของเนื้อตาลผงในภาชนะบรรจุ 2 ชนิด คือ ถุงฟอล์ยและถุงไนลอน ในสภาวะบรรยากาศแบบปกติและสุญญากาศ 77

ค.9 การวิเคราะห์ทางสถิติ การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสีของขนมเค้กจากเนื้อตาลสด 78

ค.10 การวิเคราะห์ทางสถิติ การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏของขนมเค้กจากเนื้อตาลสด 79

ค.11 การวิเคราะห์ทางสถิติ การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรสของขนมเค้กจากเนื้อตาลสด 80

ค.12 การวิเคราะห์ทางสถิติ การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของขนมเค้กจากเนื้อตาลสด 81

ค.13 การวิเคราะห์ทางสถิติ การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของขนมเค้กจากเนื้อตาลสด 82

ค.14 การวิเคราะห์ทางสถิติ การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมของขนมเค้กจากเนื้อตาลสด 83

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางผนวกที่ **หน้า**

ค.15 การวิเคราะห์ทางสถิติ การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านค่าสี ของขนมเค้กจากเนื้อตาลผง 84

ค.16 การวิเคราะห์ทางสถิติ การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้าน ลักษณะปรากฏของขนมเค้กจากเนื้อตาลผง 85

ค.17 การวิเคราะห์ทางสถิติ การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านกลิ่นรส ของขนมเค้กจากเนื้อตาลผง 86

ค.18 การวิเคราะห์ทางสถิติ การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านค่าเนื้อสัมผัสของขนมเค้กจากเนื้อตาลผง 87

ค.19 การวิเคราะห์ทางสถิติ การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านรสชาติของขนมเค้กจากเนื้อตาลผง 88

ค.20 การวิเคราะห์ทางสถิติ การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านความชอบรวมของขนมเค้กจากเนื้อตาลผง 89

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร Nakhon Sawan Rajabhat University

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 แสดงลักษณะของต้นตาลและทะลายตาล 4

2.2 แสดงลักษณะของลูกตาล 5

2.3 แสดงวิธีการสกัดเนื้อตาล 7

2.4 แสดงลักษณะของตู้อบลมร้อนแบบถาด 15

2.5 แสดงลักษณะของตู้อบแสงอาทิตย์ 16

2.6 แสดงวัตถุดูดซับออกซิเจน 26

2.7 แสดงวัตถุดูดความชื้น 27

3.1 แสดงเนื้อตาลที่นำมาใช้ในการวิจัย 30

3.2 แสดงการอบเนื้อตาลสุกในตู้อบลมร้อนแบบถาด 31

3.3 แสดงส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตขนมเค้ก 32

3.4 แสดงขั้นตอนการผลิตขนมเค้กจากเนื้อตาลสุก 33

4.1 แสดงอัตราการอบแห้งเนื้อตาลที่อุณหภูมิ 50 และ 70 องศาเซลเซียส 37

4.2 แสดงเนื้อตาลผงที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 และ 70 องศาเซลเซียส 38

4.3 แสดงลักษณะของเนื้อตาลผงในภาชนะบรรจุแบบสุญญากาศ 40

4.4 แสดงลักษณะของขนมเค้กจากเนื้อตาลผง 43

4.5 กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำอิสระของเนื้อตาลผงระยะเวลา 6 เดือน 45

4.6 กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณความชื้นของเนื้อตาลผงระยะเวลา 6 เดือน 46

4.7 กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของเนื้อตาลผงระยะเวลา 6 เดือน 47

4.8 กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณเชื้อราของเนื้อตาลผงระยะเวลา 6 เดือน 48

4.9 แสดงขนมเค้กโดยใช้เนื้อตาลสดร้อยละ 10 เป็นส่วนประกอบ 48

4.10 แสดงผลิตภัณฑ์ขนมเค้กจากเนื้อตาลสดและเนื้อตาลสดโดยการบรรจุแบบเติมก๊าซ 52

4.11 กราฟแสดงค่าปริมาณน้ำอิสระของขนมเค้กในการบรรจุแบบแอคตีฟ 52

4.12 กราฟแสดงปริมาณความชื้นของขนมเค้กในการบรรจุแบบแอคตีฟ 53

4.13 แสดงผลิตภัณฑ์ขนมเค้กจากเนื้อตาลในการบรรจุแบบแอคตีฟ 55

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่ **หน้า**

ก.1 สมุดเทียบสีอาหาร 64

ก.2 เครื่องวัดปริมาณความชื้นแบบอัตโนมัติ 65

ก.3 เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ 66

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ Nakhon Sawan Rajabhat University

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

ขนมเค้ก เป็นผลิตภัณฑ์อาหารประเภทเบเกอรี่ที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในปัจจุบัน จัดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความหลากหลายทั้งในด้านรูปแบบ รสชาดและกลิ่นรส นิยมรับประทานเป็นอาหารว่างในงานเลี้ยง ประชุม สัมมนา งานเลี้ยงสังสรรค์ในโอกาสต่างๆ โดยส่วนประกอบหลักของขนมเค้กคือ แป้งสาลี เนย ไข่ น้ำตาล นมผง เกลือ น้ำ สารทำให้ขึ้นฟูและสารปรุงแต่งกลิ่นรส เนื่องจากขนมเค้กเป็นที่นิยมมากในปัจจุบันจึงมีแนวความคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เค้กให้มีความหลากหลายและสร้างความแปลกใหม่ให้กับผลิตภัณฑ์ โดยน้ำเนื้อตาลสุกมาเป็นส่วนผสมในการผลิตเพื่อช่วยเสริมสร้างคุณลักษณะด้านสี และกลิ่นรส ให้แตกต่างจากขนมเค้กทั่วไป

ตาล เป็นผลิตผลทางการเกษตรที่มีการปลูกเป็นจำนวนมากในแถบจังหวัดนครสวรรค์และจังหวัดใกล้เคียง ผลิตผลที่ได้จากตาลมีหลายชนิด เช่น น้ำตาลสด ลอนตาล จาวตาลและเนื้อตาลสุก เป็นต้น ซึ่งผลิตผลเหล่านี้นำมาแปรรูปเป็นอาหารได้หลายชนิด ที่มีชื่อเสียงในจังหวัดนครสวรรค์ในอำเภอชุมแสง ได้แก่ น้ำตาลสด หรือนำมาแปรรูปเป็นวุ้นน้ำตาลสด น้ำตาลเมา ลอนตาลอบแห้ง ส่วนของเนื้อตาลนำมาทำเป็นขนมตาล เป็นขนมพื้นบ้านของไทยที่รู้จักกันมานานแต่ไม่เป็นที่รู้จักแพร่หลายในระดับทั่วไปเนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องของรสชาติ และอายุการเก็บรักษาที่สั้น งานวิจัยนี้จึงมีแนวความคิดที่จะนำเนื้อลูกตาลสุกมาใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตขนมเค้ก โดยในเนื้อตาลสุกมีคุณค่าทางโภชนาการหลายชนิด เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต แคลเซียม ฟอสฟอรัส และใยอาหาร (กรมอนามัย ,2530) นอกจากนี้สีของเนื้อลูกตาลมีสีเหลือง และมีกลิ่นรสเฉพาะของตาล จะช่วยสร้างคุณลักษณะเด่นเฉพาะตัวให้กับผลิตภัณฑ์ และเป็นการช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตผลทางการเกษตร นอกจากนี้ลูกตาลสุกจะมีเฉพาะช่วงฤดูกาลจึงเป็นข้อจำกัดในการนำผลิตผลมาใช้ประโยชน์ ในช่วงที่มีผลผลิตจำนวนมากจะล้นตลาดเกินความต้องการ แต่เมื่อหมดช่วงฤดูกาลก็ไม่สามารถจัดหาผลิตผลมาใช้ประโยชน์ได้ หากนำเนื้อลูกตาลสุกมาแปรรูปเป็นผง เพื่อลดปริมาณความชื้นจะทำให้สามารถเก็บรักษาไว้ได้นานและนำมาใช้ประโยชน์ได้ตามต้องการ งานวิจัยนี้จึงเป็นการนำเนื้อลูกตาลสุกและเนื้อตาลซึ่งแปรรูปเป็นผงมาใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตขนมเค้ก เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษากรรมวิธีการแปรรูปเนื้อตาลผง
2. เพื่อศึกษาวิธีการแปรรูปขนมเค้กโดยใช้เนื้อตาลสดและเนื้อตาลผงเป็นส่วนประกอบ
3. เพื่อศึกษาคุณภาพและการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์
4. เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมเค้ก

ขอบเขตของงานวิจัย

ศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมีของเนื้อลูกตาลสุกและนำมาแปรรูปเป็นเนื้อตาลผง โดยนำไปอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 2 ระดับ คือ 50 และ 70 องศาเซลเซียส จนความชื้นคงที่และศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เนื้อตาลผง จากนั้นศึกษาอัตราส่วนของเนื้อตาลสดและเนื้อตาลผงที่เหมาะสมในการผลิตขนมเค้กโดยแปรปริมาณเนื้อตาลเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 10 15 และ 20 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด จากนั้นศึกษาคุณภาพทางกายภาพและการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์โดยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ขนมเค้กจากเนื้อตาลสดและเนื้อตาลผงโดยเก็บรักษาในภาชนะบรรจุ 2 สภาวะคือ บรรจุขนมเค้กในถาดพลาสติกใส่ถุงพลาสติกเติมแก๊สไนโตรเจนและบรรจุในถาดพลาสติกภายใต้สภาวะบรรยากาศปกติ

ขอบเขตด้านตัวแปร

1. ตัวแปรอิสระ มี 2 ตัวแปร คือ ปริมาณเนื้อตาลที่ใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตขนมเค้ก ได้แก่ ปริมาณของเนื้อตาลสดและเนื้อตาลผง
2. ตัวแปรตาม ได้แก่ คุณภาพทางประสาทสัมผัส ปริมาณของจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ รา สี ความชื้น ปริมาณน้ำอิสระและ อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นแนวทางการผลิตขนมเค้กโดยใช้เนื้อตาลเป็นส่วนประกอบ
2. แนวทางการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมเค้ก
3. เป็นแนวทางการใช้ประโยชน์จากผลิตผลทางการเกษตร
4. สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตผลทางการเกษตร
5. เป็นแนวทางการผลิตในระดับอุตสาหกรรม

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนากรรมวิธีการผลิตขนมเค้กจากเนื้อตาล ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ความเป็นมาของตาล
    1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของตาล
    1.2 ประเภทของตาล
2. การใช้ประโยชน์จากลูกตาล
    2.1 ลูกตาลเฉาะ
    2.2 ลูกตาลยี
3. คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อตาล
4. การทำแห้ง
    4.1 หลักการทำแห้งโดยใช้อากาศร้อน
    4.2 การปฏิบัติหลังการทำแห้ง
    4.3 การเก็บรักษาอาหารแห้ง
    4.4 การทำแห้งด้วยความร้อน
5. เค้ก
    5.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำเค้ก
    5.2 ขั้นตอนการทำเค้ก
6. การบรรจุแบบแอคทีฟ
    6.1 วัตถุดูดออกซิเจน
    6.2 วัตถุดูดความชื้น

ความเป็นมาของตาล

ลูกตาลเป็นผลไม้ที่คนไทยคุ้นเคยมานาน พบเห็นได้ทั่วไปในทุกภาคของประเทศไทย ปลูกกันมากในจังหวัดเพชรบุรี สงขลา สุพรรณบุรีและอยุธยา ไม่มีใครทราบแน่ชัดว่ามีถิ่นกำเนิดอยู่ที่ใด แต่สันนิษฐานว่าน่าจะอยู่บริเวณตอนใต้ของทวีปเอเชียแถบตะวันออกของประเทศอินเดีย ต่อมาได้กระจายพันธุ์ออกไปพร้อมกับการเผยแพร่พุทธศาสนาไปยังประเทศต่างๆ เช่น ไทย พม่า กัมพูชา เป็นต้น มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Borassus flabellifer Linn*. ชื่ออังกฤษคือ *Plamyra Palm* ประเทศไทยเรียกชื่อต่างกันตามท้องถิ่น ทางภาคกลางเรียกว่าต้นตาล ทางภาคใต้เรียกว่าตาลโตนด ทางภาคเหนือ เรียกว่า ปลีตาล ปัจจุบันประเทศที่ปลูกตาลกันมากได้แก่ ประเทศไทย พม่า กัมพูชา อินเดีย นิวกินีและควีนแลนด์ เป็นต้น (บุญมาและพะยอม ,2547)

1. **ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของตาล**

ตาลเป็นพืชในตระกูล Plamaceae พวกเดียวกับมะพร้าว ชิด สละ สาคู ระกำ และอินทผาลัม ตาลที่พบทั่วไปในประเทศไทยมี 2 พันธุ์ คือ ตาลไข่และตาลหม้อ (นิดดา ,2541) ตาลไข่จะมีลูกยาวรี เปลือกหนา เนื้อน้อย สีเหลืองอ่อน มีกลิ่นน้อยและมีรสไม่หวานมากนัก ส่วนตาลหม้อมีลูกกลมป้อม เนื้อตาลมาก เปลือกบาง สีเหลืองจัด กลิ่นหอม และรสหวานเข้มเป็นคุณสมบัติที่เด่นกว่าตาลไข่ ตาลทั้ง 2 พันธุ์มีลักษณะทั่วไปเหมือนกัน ลำต้นจะสูงคล้ายต้นมะพร้าว เปลือกลำต้นขรุขระเป็นวงซ้อนกัน มีรอยก้านเป็นวงติดลำต้น ใบมีลักษณะคล้ายพัดสีเขียวเข้ม เพศผู้และเพศเมียแยกกันอยู่คนละต้นจึงเรียกว่าตาลต้นผู้และตาลต้นเมียตามชนิดของดอก ช่อดอกจะแทงออกมาจากลำต้นระหว่างกาบใบ ตาลผู้มีดอกเล็กและยาวเรียวคล้ายงวงช้าง ส่วนตาลต้นเมียจะมีก้านดอกใหญ่และมีลูกติดรอบด้านซึ่งจะกลายเป็นผลต่อไป ก้านดอกที่มีผลติดอยู่จะเรียกว่า ทะลายผล ตาลแต่ละต้นจะมี 4 – 5 ทะลายผล แต่ละทะลายจะมี 15-30 ผล (บุญมาและพะยอม , 2547)

ภาพที่ 2.1 แสดงลักษณะของต้นตาลและทะลายตาล

ที่มา : www. phetchaburi.doae.go.th

2. ประเภทของตาล

ที่พบทั่วไปในประเทศไทยมี 2 พันธุ์ คือ ตาลหม้อและตาลไข่

1. ตาลหม้อ

ตาลหม้อมีลูกกลมป้อม เนื้อตาลมาก เปลือกบางสีเหลืองจัด กลิ่นหอม และรสหวานเข้ม เป็นคุณสมบัติที่เด่นกว่าตาลไข่ ผลอ่อนมีเปลือกสีเขียว เมื่อสุกตาลหม้อจะมีเปลือกด้านข้างผลจนถึงขั้วเป็นสีดำ บริเวณก้นมีสีเหลืองภายในมี 3-4 เมล็ด เมล็ดเหล่านั้นจะฝังตัวอยู่ในเนื้อเยื่อชั้น mesocarp เมื่อผลสุกเนื้อเยื่อชนิดนี้จะอ่อนนุ่มมีกลิ่นหอม สีสดใส มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของผลเฉลี่ยประมาณ 10 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร

2. ตาลไข่

ตาลไข่มีลูกยาวรี เปลือกหนาเนื้อน้อย สีเหลืองอ่อน มีกลิ่นน้อย และมีรสหวานไม่มากนัก มีขนาดเล็กกว่าตาลหม้อเล็กน้อย ผลอ่อนมีเปลือกสีเขียว เมื่อสุกจะมีสีเหลือง ภายในมี 3-4 เมล็ด เมล็ดเหล่านั้นจะฝังตัวอยู่ในเนื้อเยื่อชั้น mesocarp เมื่อผลสุกเนื้อเยื่อชนิดนี้จะอ่อนนุ่มมีกลิ่นหอม สีสดใส ขนาดของผลจะเล็กกว่าตาลหม้อ

ภาพที่ 2.2 แสดงลักษณะของลูกตาล

ที่มา : www. phetchaburi.doae.go.th

3. การใช้ประโยชน์จากลูกตาล

ถึงแม้คนไทยจะรู้จักการใช้ประโยชน์จากลูกตาลมานานแล้ว แต่การนำไปใช้ประโยชน์ค่อนข้างน้อยโดยเฉพาะในปัจจุบัน ซึ่งลูกตาลเป็นผลไม้ที่คนไทยรู้จักนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางทั้งลูกตาลอ่อน ลูกตาลเฉาะ ลูกตาลยี และจาวตาล แต่ค่านิยมเหล่านี้ได้ค่อยๆเลือนหายไป สิ่งที่หลงเหลืออยู่ในปัจจุบันจึงมีแต่ขนมตาล และจาวตาลเท่านั้น

1. ลูกตาลเฉาะ

เมื่อลูกตาลมีอายุมากขึ้นจะมีเปลือกสีเขียวมากขึ้น เป็นระยะที่เนื้อลูกตาลอ่อนจะมีความแก่มากขึ้น เนื้อจะเหนียวนุ่ม เหมาะสมที่จะนำมาทำไส้พายหรือลูกตาลลอยแก้ว ชาวสวนจะตัดลูกตาลจากต้นไปขายหรือทำขนม วิธีการตัดตาลจากต้นจะต้องทำอย่างระมัดระวัง ต้องใช้เชือกผูกทะลายตาลไว้ แล้วหย่อนลงดินการปล่อยให้ลูกตาลตกจากต้นจะต้องทำให้เต้าตาลออก การเฉาะเอาเต้าตาลออกให้เริ่มด้วยการปาดหัวตาลด้วยมีดคมๆสังเกตุดูร่องพูตาล แล้วใช้มีดเฉาะบริเวณก้นพูที่มีเต้าตาลอยู่ ตามด้วยเฉาะอีก 2 ข้างของพู ใช้มีดแงะเปลือกตาลให้หมด แคะเอาเต้าตาลออก วิธีนี้ทำได้สะดวกและรวดเร็ว แต่ผู้ปฏิบัติต้องมีความชำนาญในการใช้มีดมาก ก่อนนำเต้าตาลไปใช้ต้องปอกเปลือกที่หุ้มเต้าตาลออกไป

ภาพที่ 2.3 แสดงลักษณะของลูกตาลเฉาะ
ที่มา : www.oknation.net

2. ลูกตาลยี

ลูกตาลเมื่อโตเต็มที่แล้วจะมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 10-20 เซนติเมตร ผิวเหลืองจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลจนถึงดำ ขั้วยังมีสีเขียวเข้มจนถึงสีน้ำตาล บริเวณก้นเป็นปุ่มเล็กน้อย มีสีเหลืองจนถึงสีส้ม เรียกว่า ลูกตาลสุก คนโบราณมีวิธีตรวจสอบความสุกของผลตาลได้ง่ายเพียงแต่เอานิ้วมือกดลงบนผลตาล ถ้าผลตาลสุกจะยุบตัวลงตามแรงที่กด แสดงว่าผลตาลสุกได้ที่แล้วแกะเอาเปลือกสีดำออกจะพบเส้นในและเนื้อสีเหลืองจนถึงสีส้มห่อหุ้มเมล็ดไว้ 3-4 เมล็ด ตรงกลางระหว่างเมล็ดจะมีแกนกลาง เป็นเส้นใยรวมกันเป็นกลุ่มชาวบ้านเรียกว่า ดีตาล เป็นส่วนที่เชื่อมระหว่างขั้วกับผล ดีตาลมีรสขมมากจะต้องกำจัดออกก่อนใช้ ผลตาลมีขนาดแตกต่างระหว่าง 600-2000 กรัม ผลการวิเคราะห์พบว่าประกอบด้วยขั้วร้อยละ 3.2-7.5 เปลือกร้อยละ 4.7-6.7 เมล็ดร้อยละ 39.8-40.8 และกากใยรวมกับเนื้อร้อยละ 45.0-51.5 (ดังแสดงในตารางที่ 2.1)

ตารางที่ 2.1 ส่วนประกอบของผลตาลสุกแยกตามขนาด

เนื้อตาลทั้งผล	ส่วนประกอบ(ร้อยละ)				
(กรัม)	ขั้วผล	เปลือก	เมล็ด	กากใย	เนื้อ
ต่ำกว่า 1000	7.5	6.7	40.8	13.4	31.6
1000-1500	6.1	5.4	39.8	14.6	34.1
มากกว่า 5000	3.2	4.7	40.6	17.2	34.3

ที่มา : บุญมา และ พะยอม (2547)

4. การสกัดเนื้อตาลสุก

การสกัดเนื้อตาลสุกทำได้ 2 วิธี คือ

1. วิธีแรกโดยนำเอาตาลที่ปอกเปลือกแล้วมาขยำกับน้ำโดยตรง วิธีนี้ใช้น้ำประมาณ 3 เท่าของน้ำหนักลูกตาล เนื้อลูกตาลสุกจะถูกสกัดออกจนหมด ให้เนื้อตาลร้อยละ 33-40 ของน้ำหนักผล การใช้น้ำมากกว่านี้จะไม่เกิดประโยชน์แต่อย่างใด

2. วิธีที่สองจะต้องเฉือนเอากากใยและเนื้อออกมาก่อนแล้วนำมาขยำกับน้ำประมาณ 5 เท่าของน้ำหนักลูกตาล ให้เนื้อตาลร้อยละ 38-43 ของน้ำหนักผล วิธีนี้สกัดออกได้ง่ายกว่า ปริมาณเนื้อจึงมากกว่า

เนื้อตาลที่สกัดออกมาได้จะต้องผ่านตะแกรงเพื่อแยกกากใยและเศษผงออกให้หมด ส่วนน้ำสีเหลืองที่ได้เทลงบนผ้าขาวบางหรือใส่ถุงผ้าแขวนไว้จนกว่าจะสะเด็ดน้ำเป็นการแยกเนื้อตาลออกจากน้ำเพื่อกำจัดความขมแล้วยังเป็นการหมัก *Candida krusei , Saccharomyces spp. Kloeckera apiculate* ผลการวิเคราะห์พบว่าเนื้อตาลที่สะเด็ดน้ำแล้วมีค่า pH ระหว่าง 5.0-6.0 และน้ำตาลซูโครส 3.5 บริกซ์ นอกจากนี้ยังพบว่ามีน้ำมัน และกรดด้วย (บุญมาและพะยอม ,2547)

ภาพที่ 2.3 แสดงวิธีการสกัดเนื้อตาล

ที่มา : www. annefriday.com

5. คุณค่าทางโภชนาการ

เนื้อผลตาลสุกประกอบด้วยโปรตีนร้อยละ 0.7 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 8.9 ไขมันร้อยละ 0.6 เยื่อใยร้อยละ 0.5 แคลเซียมร้อยละ 7 ฟอสฟอรัสร้อยละ 22 เหล็กร้อยละ 0.9 และมีความชื้นร้อยละ 89.4 ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของเนื้อตาลสุก

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณ (ร้อยละ)
โปรตีน	0.7
คาร์โบไฮเดรต	8.9
ไขมัน	0.6
เยื่อใย	0.5
แคลเซียม	7
ฟอสฟอรัส	22
เหล็ก	0.9
ความชื้น	89.4

ที่มา: (กรมอนามัย ,2530)

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ Nakhon Sawan Rajabhat University

การทำแห้ง

การทำแห้งหรือการกำจัดน้ำ (drying) หมายถึง การใช้ความร้อนภายใต้สภาวะควบคุมเพื่อกำจัดน้ำส่วนใหญ่ที่อยู่ในอาหาร โดยการระเหยน้ำหรือการระเหิดของแข็ง ในการอบแห้งแบบแช่แข็ง (freeze drying) คำจำกัดความนี้จะไม่รวมถึงการกำจัดน้ำออกจากอาหารด้วยวิธีอื่นๆ เช่น การแยกโดยทางกล การทำให้ข้นโดยใช้เมมเบรน การระเหย การอบ เนื่องจากในกระบวนการเหล่านี้จะมีการกำจัดน้ำน้อยกว่าการทำแห้ง วัตถุประสงค์ของการทำแห้ง ยืดอายุการเก็บรักษาอาหารโดยการลดค่าวอเทอร์แอคทิวิตีซึ่งมีผลยับยั้งการเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์และการทำงานของเอนไซม์ โดยทั่วไปอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ในกระบวนการมักจะไม่สูงพอที่จะยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ นอกจากนั้นการลดน้ำหนักและปริมาณของอาหารยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาและขนส่ง อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มความหลากหลายและความสะดวกให้แก่ผู้บริโภค อย่างไรก็ตามการทำแห้งเป็นวิธีที่ทำให้เสีย

1. หลักการทำแห้งโดยการใช้อากาศร้อน

การทำแห้งโดยใช้อากาศร้อนมีกลไกการทำแห้งและปัจจัยต่างๆ คือ

1. กลไกการทำแห้ง

เมื่ออากาศหรือลมร้อนพัดผ่านผิวหน้าอาหารที่เปียก ความร้อนจะถูกถ่ายเทไปยังผิวของอาหารและน้ำในอาหารจะระเหยออกมาด้วยความร้อนแฝงของการเกิดไอไอน้ำจะแพร่ผ่านแผ่นฟิล์มอากาศและถูกพัดพาไปโดยความร้อนที่เคลื่อนที่ สภาวะดังกล่าวจะทำให้ความดันที่ผิวหน้าของอาหารต่ำกว่าความดันไอในด้านของอาหาร เป็นผลให้เกิดความแตกต่างของความดันไอขึ้น อาหารชั้นด้านในจะมีความดันไอสูงและค่อยๆลดต่ำลงเมื่อชั้นอาหารเข้าใกล้อากาศแห้ง ความแตกต่างนี้ทำให้เกิดแรงดันเพื่อไล่น้ำออกจากอาหาร น้ำจะเคลื่อนที่ไปยังผิวหน้าด้วยกลไกดังต่อไปนี้

1.1 การเคลื่อนที่ของของเหลวด้วยแรงคาปิลารี่

1.2 การแพร่ของของเหลวซึ่งเกิดจากความแตกต่างของความเข้มข้นของตัวละลายในอาหารส่วนต่างๆ

1.3 การแพร่ของของเหลวซึ่งถูกดูดซับโดยผิวหน้าของของแข็งในอาหาร

1.4 การแพร่ของไอน้ำในช่องอากาศของอาหารซึ่งเกิดจากความแตกต่างของความดันไอ

2. ปัจจัยที่มีผลต่อการทำแห้ง

การทำแห้งคือ การเคลื่อนย้ายน้ำออกจากอาหาร ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่ออัตราการทำแห้งอาหารจะกล่าวได้ดังนี้

1. สภาพธรรมชาติของอาหารหรือคุณลักษณะของอาหาร ซึ่งสภาพธรรมชาติของอาหารนั้นจะเป็นอย่างไรขึ้นอยู่กับโครงสร้าง สภาพของน้ำในอาหาร และองค์ประกอบทางเคมีในอาหารดังกล่าว ถ้าสภาพธรรมชาติของอาหารเอื้ออำนวยหรือสะดวกต่อการส่งผ่านความร้อนมายังโมเลกุล

2. ขนาด รูปร่าง การเตรียมและการจัดเรียงอาหาร อาหารที่จะนำมาทำแห้งมีขนาดและรูปร่างต่างกันจะมีผลต่ออัตราการทำแห้งของอาหารโดยอาหารที่มีขนาดและรูปร่างที่ทำให้อัตราส่วนของพื้นที่ผิวต่อปริมาตรอาหารมากจะช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพในการส่งผ่านความร้อนไปทั่วชิ้นอาหารเพื่อระเหยน้ำออกจากอาหารได้ดีขึ้น ทำให้อัตราการแห้งเร็วขึ้น

3. สภาวะในขณะทำแห้ง ถ้าสภาวะการทำแห้งเอื้ออำนวยให้ประสิทธิภาพการส่งผ่านความร้อนเข้าไปทำให้น้ำในอาหารเป็นไปได้ดี และในขณะเดียวกันทำให้น้ำหรือไอน้ำเคลื่อนที่ออกจากอาหารได้เร็วขึ้นจะเป็นผลทำให้อัตราการทำแห้งเร็วขึ้น ปัจจัยต่างๆที่สำคัญเกี่ยวกับสภาวะขณะทำแห้งอาหารนั้นจะเกิดได้ดังนี้

3.1 อุณหภูมิ กล่าวคือถ้าตัวกลางที่ให้ความร้อนแก่น้ำในอาหาร เช่น อากาศร้อนในเครื่องทำแห้งแบบตู้มีอุณหภูมิสูง จะมีผลทำให้อุณหภูมิในอากาศร้อนกับอุณหภูมิของน้ำในอาหารนั้นมีความแตกต่างกันมาก ทำให้ความร้อนส่งผ่านให้กับน้ำในอาหารได้ดี ซึ่งจะทำให้น้ำในอาหารเคลื่อนที่และระเหยออกจากอาหารได้ง่ายและทำให้อัตราการทำแห้งสูงขึ้น แต่ขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆด้วย

3.2 ความชื้นสัมพัทธ์ ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศขณะทำแห้งมีค่าสูง จะมีผลทำให้การเคลื่อนที่ของน้ำและการระเหยของไอน้ำออกจากชิ้นอาหารมาสู่อากาศโดยรอบนั้นเป็นไปได้ยากขึ้น เนื่องจากอากาศภายนอกนั้นมีปริมาณน้ำสูงอยู่แล้ว จึงเป็นผลให้อัตราการทำแห้งช้าลง

3.3 ความดันของบรรยากาศ โดยทั่วไปไม่ว่าจะเป็นการตากแดดหรือการทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้ง เช่น เครื่องทำแห้งแบบตู้จะทำแห้งที่ความดัน 1 บรรยากาศ หรือ 760 มิลลิเมตรปรอท ซึ่งเป็นสภาพบรรยากาศปกติ ถ้าลดความดันของบรรยากาศขณะทำแห้งจะทำให้จุดเดือดของน้ำในอาหารลดลง ทำให้การเคลื่อนตัวและการระเหยของน้ำออกจากอาหารง่ายขึ้น โดยน้ำสามารถระเหยได้ดีที่อุณหภูมิต่ำลง

3.4 ความเร็วลม ในขณะทำแห้งอาหาร ถ้าบรรยากาศโดยรอบมีลมพัดผ่านจะช่วยให้น้ำและไอน้ำเคลื่อนที่มาที่ผิวหน้าอาหารและระเหยออกจากผิวอาหารได้เร็ว ทำให้อัตราการทำแห้งเร็วขึ้น

3. การเปลี่ยนแปลงของอาหารเนื่องจากการอบแห้ง

การอบแห้งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอาหารมากหรือน้อยขึ้นกับธรรมชาติของอาหารและสภาวะที่ใช้ในการอบแห้ง ดังนี้คือ

1. การหดตัว การเสียน้ำทำให้เซลล์อาหารหดตัวจากผิวนอก ส่วนที่แข็งจะคงสภาพได้ ส่วนที่อ่อนกว่าจะเว้าลงไป อาหารที่น้ำมากจะบิดเบี้ยวมาก การทำแห้งอย่างรวดเร็วจะหดตัวน้อยกว่าการทำแห้งแบบช้า

2. การเปลี่ยนสี อาหารที่ผ่านการทำแห้งมักมีสีเข้มเนื่องจากความร้อนหรือปฏิกิริยาเคมี การเกิดสีน้ำตาล อุณหภูมิที่อาหารมีความชื้น 10-20% มีผลต่อความเข้มข้นของสี จึงควรหลีกเลี่ยงอุณหภูมิสูงในช่วงความชื้นนี้

3. การเกิดเปลือกแข็ง เป็นลักษณะที่ผิวอาหารแข็งหุ้มเปลือกส่วนในที่ยังไม่แห้ง เกิดจากในช่วงแรกให้น้ำระเหยเร็วเกินไป น้ำจากด้านในเคลื่อนที่มาที่ผิวไม่ทัน หรือมีสารละลายของน้ำตาลโปรตีนเคลื่อนที่มาแข็งตัวที่ผิวสามารถหลีกเลี่ยงโดยไม่ใช้อุณหภูมิสูงและใช้อากาศที่มีความชื้นสูง

4. การเสียความสามารถในการคืนสภาพ อาหารแห้งบางชนิดต้องนำมาคืนสภาพ แต่การคืนสภาพโดยการเติมน้ำจะไม่ได้เหมือนเดิมเพราะเซลล์อาหารเสียความยืดหยุ่นของผนังเซลล์ สตาร์ชและโปรตีนเสียความสามารถในการดูดน้ำ อาหารที่ทำแห้งด้วยการเยือกแข็งจะมีความความสามารถในการคืนสภาพดีที่สุด เพราะไม่ได้ใช้ความร้อนที่จะทำลายผนังเซลล์หรือเปลี่ยนโครงสร้างของสตาร์และโปรตีน

5. การเสียคุณค่าอาหารและสารระเหย เกิดการเสื่อมสลายของวิตามินซีและแคโรทีนจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน ไรโบฟลาวินจากแสง ไทอะมีนจากความร้อน ยิ่งใช้เวลาทำแห้งนานการสูญเสียก็ยิ่งมาก โปรตีนมีการสูญเสียก็ยิ่งมาก โปรตีนมีการสูญเสียบางส่วนด้วยความร้อนเช่นเดียวกัน การสูญเสียสารระเหยเนื่องจากความร้อนทำให้กลิ่นของอาหารแห้งลดน้อยลงหรือแตกต่างไปจากเดิม (สุคนธ์ชื่น ,2543)

2. การปฏิบัติหลังการทำแห้ง

หลังจากอาหารผ่านการทำแห้งด้วยวิธีการและเครื่องมือแบบต่างๆ แล้ว จำเป็นต้องมีการปฏิบัติหลังการทำแห้งเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์อาหารแห้งที่มีคุณภาพดี สม่ำเสมอ และมีคุณสมบัติตามต้องการ ปฏิบัติการหลังการทำแห้งอาหารอาจแตกต่างไปขึ้นกับหลายปัจจัย เช่น ชนิดและคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารแห้ง ลักษณะการนำไปบริโภคหรือการนำไปใช้ประโยชน์ โดยทั่วไปปฏิบัติการที่ใช้หลังการทำแห้ง ได้แก่

1. การปรับความชื้น

โดยทั่วไปผลิตภัณฑ์อาหารแห้งแต่ละชิ้นที่ได้จากการทำแห้งมักมีความชื้นไม่สม่ำเสมอกัน การปรับความชื้นนี้สามารถปฏิบัติได้หลายวิธี เช่น การทำอาหารแห้งเป็นชิ้นมาทำแห้งอีกครั้ง โดยการใช้เครื่องทำแห้งที่อุณหภูมิต่ำ และให้มีการไหลของอากาศที่ดี

2. การตรวจสอบและคัดแยก

ผลิตภัณฑ์อาหารที่ผ่านกระบวนการทำแห้งมาแล้วควรจะมีการตรวจสอบ เพื่อแยกสิ่งปนเปื้อนและผลิตภัณฑ์ที่มีความผิดปกติไม่ได้มาตรฐานการส่งออก ซึ่งปฏิบัติการตรวจสอบนี้อาจใช้คนหรือเครื่องมือก็ได้ เช่น การใช้แม่เหล็กไฟฟ้าในการแยกเศษโลหะที่อาจปนเปื้อนมาเป็นต้น

3. การลดขนาด

ผลิตภัณฑ์อาหารแห้งบางชนิดอาจมีการลดขนาดของผลิตภัณฑ์ที่ได้หลังจากการทำแห้งเพื่อให้อยู่ในสภาพตรงตามความต้องการของผู้บริโภค เช่น ผลิตภัณฑ์อาหารแห้งที่ได้จากเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง มีลักษณะของผลิตภัณฑ์เป็นแผ่นบางๆ ดังนั้นจึงมีการลดขนาดของผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในลักษณะเป็นผง เพื่อความสะดวกและเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการนำไปใช้คืนสภาพในการบริโภค

4. การปรับปรุงความสามารถในการคืนสภาพ

ความสามารถในการคืนสภาพจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆเช่น องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร โครงสร้างของอาหาร พื้นที่ผิวของอาหาร ส่วนผลิตภัณฑ์อาหารแห้งที่อยู่ในลักษณะผงนั้น ความสามารถในการคืนสภาพจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ขนาด และคุณสมบัติของอาหารผง องค์ประกอบทางเคมี เป็นต้น ซึ่งโดยทั่วไปอาหารผงที่มีความสามารถในการคืนสภาพดีนั้น จะต้องมีคุณสมบัติในการเปียก จม กระจายตัว และละลายในน้ำได้ดี

5. การบีบอัด

นิยมใช้ปฏิบัติกับอาหารแห้งบางชนิด เช่น ผลไม้แห้งที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบแช่แข็ง ทั้งนี้เป็นการลดปริมาตร และสะดวกในการบรรจุ ซึ่งเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการบรรจุ การขนส่ง และการเก็บรักษา

6. การบรรจุ

เป็นปฏิบัติการที่มีความสำคัญมากสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารแห้ง ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์อาหารที่ผ่านกระบวนการทำแห้งมาแล้ว จะมีความชื้นต่ำกว่าบรรยากาศทั่วไป จึงจำเป็นที่จะต้องบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม เพื่อรักษาคุณภาพและคุณสมบัติที่ดีของผลิตภัณฑ์อาหารแห้งไว้ ซึ่งโดยทั่วไปบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการบรรจุอาหารแห้ง จะต้องมีคุณสมบัติในการป้องกันความชื้น แสง อากาศ ฝุ่นละออง จุลินทรีย์ แมลง และสิ่งปนเปื้อนอื่นๆได้ และมีความคงทน ขนาดและรูปร่างที่เหมาะสม อีกทั้งปลอดภัยต่อสุขภาพ บรรจุภัณฑ์สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารแห้งนั้นมีหลายประเภท เช่น ถุงพลาสติก กระเบื้อง ขวดแก้ว กล่องกระดาษ เป็นต้น

3. การเก็บรักษาอาหารแห้ง

อาหารที่ผ่านกระบวนการแปรรูปด้วยการทำแห้งมาแล้ว จำเป็นต้องมีการเก็บรักษาไว้ก่อนที่จะนำมาบริโภค ซึ่งในระหว่างการเก็บนั้นสามารถเกิดการเสื่อมเสียได้ เช่น การเสื่อมเสียคุณภาพด้านสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัสและคุณค่าทางอาหาร รวมทั้งการเน่าเสีย ซึ่งการเสื่อมเสียเหล่านี้เป็นผลมาจากปฏิกิริยาเคมีและการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ต่างๆ ที่สามารถเกิดขึ้นได้ในระหว่างการเก็บ

1. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออายุการเก็บรักษาอาหารแห้ง

อาหารแห้งจะอยู่ในสภาพดีปลอดภัยและเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคได้เป็นระยะเวลานานเท่าไหร่นั้นจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆดังต่อไปนี้

1.1 ชนิดและคุณสมบัติของอาหารแห้ง อาหารแต่ละชนิดมีโครงสร้างองค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติที่แตกต่างกัน จึงทำให้มีอายุการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน เช่น อาหารแห้งประเภทที่มีไขมันสูง โดยเฉพาะไขมันไม่อิ่มตัวจะมีโอกาสเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันได้ง่าย โดยเฉพาะเมื่อเก็บไว้ในสภาวะแวดล้อมที่มีออกซิเจน แสง และความร้อน เป็นต้น ซึ่งผลการเกิดออกซิเดชันของไขมันในอาหารแห้งนั้นทำให้เกิดกลิ่นหืน นอกจากนี้สารประกอบพวกเพอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาออกซิเดชันยังสามารถทำให้เกิดผลเสียต่ออาหารแห้งในแง่อื่นๆได้ เช่น ทำให้สีซีดจาง ทำลายวิตามินต่างๆ และยังสามารถก่อให้เกิดอนุมูลอิสระซึ่งมีผลต่อเนื่องที่สามารถก่อให้เกิดโรคมะเร็งได้ นอกจากนี้อาหารแห้งประเภทที่ประกอบด้วยน้ำตาล และกรดอมิโนหรือโปรตีนอยู่สูง จะทำให้อาหารแห้งดังกล่าวมีโอกาสเสื่อมเสียได้มากเนื่องจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดสีน้ำตาลและมีการสูญเสียคุณค่าทางอาหารด้วย

คุณสมบัติในการดูดน้ำ (hygroscopic property) ของอาหารแต่ละชนิดอาจแตกต่างกันไป ขึ้นกับปัจจัยต่างๆ เช่น ความชื้นของอาหารแห้ง องค์ประกอบทางเคมี และโครงสร้างของอาหาร เป็นต้น อาหารแห้งทั้งที่ลักษณะเป็นชิ้นและเป็นผงเมื่อเก็บไว้ในสภาวะแวดล้อมปกติที่มีความชื้นสูงกว่าในอาหาร จะทำให้น้ำจากภายนอกซึมเข้าไปได้

1.2 สภาวะแวดล้อมในการเก็บรักษาอาหารที่ผ่านการแปรรูปด้วยการทำแห้ง เป็นปัจจัยหลักที่สำคัญประการหนึ่งที่มีอิทธิพลต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ความชื้นสัมพัทธ์ ออกซิเจน อุณหภูมิ แสง จุลินทรีย์ สัตว์ แมลง และสิ่งปนเปื้อนต่างๆ

2. การยืดอายุการเก็บรักษาอาหารแห้ง

จำเป็นต้องควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อการเสื่อมเสียในระหว่างการเก็บรักษา ได้แก่ ชนิดและคุณสมบัติของอาหารแห้ง สภาวะแวดล้อมในขณะเก็บรักษา ซึ่งการควบคุมปัจจัยดังกล่าวสามารถทำได้ดังนี้

2.1 การใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม

บรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการบรรจุอาหารแห้งนั้นมีความสำคัญต่ออายุการเก็บรักษามาก เนื่องจากทำหน้าที่ในการป้องกันสภาวะแวดล้อมต่างๆ ที่มีผลต่อการเสื่อมเสียและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษา บรรจุภัณฑ์ที่ใช้ควรมีคุณลักษณะในการป้องกันความชื้น บรรจุป้องกันไอน้ำจากสภาวะอากาศรอบๆ ไม่ให้ผ่านเข้าไปในบรรจุภัณฑ์ เพราะจะทำให้อาหารชื้น เกาะกันเป็นก้อน และอาจเกิดเชื้อราได้ นอกจากนั้นยังทำให้ปฏิกิริยาเคมีภายในอาหารเกิดขึ้นเร็วขึ้น เช่น การเหม็นหืน การเกิดสีน้ำตาล เป็นต้น ความสามารถในการป้องกันอากาศ บรรจุภัณฑ์ที่ดีจะต้องสามารถป้องกันการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนได้ดี ถ้าในบรรจุภัณฑ์มีออกซิเจนอยู่ ปฏิกิริยาในอาหารแห้งจะเกิดได้เร็วขึ้นและอายุการเก็บรักษาอาหารนั้นจะสั้นลง นอกจากนั้นอาหารบางชนิดมีส่วนประกอบของไขมันอยู่ จึงสามารถทำปฏิกิริยากับออกซิเจนเกิดการเหม็นหืนได้

2.2 การใช้ก๊าซในการบรรจุ

ก๊าซบางชนิดนิยมใช้ร่วมในการบรรจุอาหารแห้งที่ค่อนข้างไวต่อการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากผลของออกซิเจน เช่น อาหารแห้งที่มีไขมันไม่อิ่มตัวอยู่สูง มักมีการเติมก๊าซไนโตรเจนลงในบรรจุภัณฑ์เพื่อทำให้สภาพแวดล้อมในบรรจุภัณฑ์นั้น เป็นสภาพแวดล้อมที่มีออกซิเจนต่ำไม่เอื้ออำนวยต่อการเสื่อมเสีย จึงเป็นการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ดังกล่าว

2.3 การใช้ระบบสุญญากาศในบรรจุภัณฑ์

เป็นการบรรจุโดยใช้วิธีการดูดอากาศออกด้วยเครื่องบรรจุระบบสูญญากาศ ซึ่งบรรจุที่ใช้ต้องทนต่อความดันที่แตกต่างกันระหว่างสภาวะภายนอกและภายในบรรจุภัณฑ์

2.4 การใช้สารกำจัดออกซิเจน

อาหารแห้งบางประเภทอาจใช้สารกำจัดออกซิเจนซึ่งบรรจุอยู่ในบรรจุภัณฑ์ที่อากาศสามารถผ่านเข้าออกได้ ใส่ลงในบรรจุภัณฑ์ที่ปิดสนิท ก๊าซไม่สามารถผ่านได้ สารดังกล่าวจะทำหน้าที่ดึงออกซิเจน ตัวอย่างของสารดูดซับออกซิเจนที่ใช้ เช่น เบสท์เคพท์ สามารถลดปริมาณออกซิเจนภายในบรรจุภัณฑ์อาหารให้อยู่ในระดับต่ำกว่า 0.01% ตลอดเวลาตั้งแต่ออกจากโรงงานผลิตจนถึงมือผู้บริโภค เพื่อถนอมความสดใหม่ และคุณภาพให้คงอยู่นานอย่างน้อย 3 เท่าของอายุอาหารเดิม ที่ระดับออกซิเจนต่ำกว่า 0.01% นี้นอกจากอาหารจะไม่เสื่อมเสียจากเชื้อรา การเปลี่ยนสี การเกิดกลิ่นหืนของอาหาร

2.5 การใช้สารดูดความชื้น

สารดูดความชื้น เช่น แคลเซียมออกไซด์ (ซิลิกาเจล) ใส่ลงในบรรจุภัณฑ์เล็กๆ ที่ทำด้วยวัสดุที่ความชื้นสามารถผ่านเข้าออกได้ แล้วจึงใส่สารดูดความชื้นดังกล่าวลงในบรรจุภัณฑ์อาหารอีกทีหนึ่ง สารพวกซิลิกาเจลนี้จะช่วยในการดูดความชื้นในระหว่างการเก็บรักษาอาหารแห้ง

4. การทำแห้งด้วยความร้อน

การทำแห้งด้วยลมร้อนเป็นการทำแห้งอาหารโดยอาศัยลมร้อน ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการอบอาหารจำนวนมากในคราวเดียวกันให้แห้งนั้นมีหลายแบบ และแต่ละแบบก็มีหลายขนาด ดังนั้นต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสภาพของอาหารที่จะทำการอบและคุณสมบัติที่ต้องการของผลิตภัณฑ์อาหารแห้งซึ่งเครื่องมือที่มีการใช้กันมีหลายชนิด เช่น ตู้อบแสงอาทิตย์ เครื่องอบแห้งด้วยลมร้อนแบบตู้หรือถาด เครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ เครื่องอบแห้งแบบสายพาน เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย เครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์ เครื่องอบแห้งแบบเตาเผา เครื่องอบแห้งแบบนิวเมทริก และเครื่องอบแห้งแบบโรตารี่ (เบญจพร ,2548) เครื่องอบแห้งที่มีราคาต่ำและนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายคือตู้อบแห้งแสงอาทิตย์และ เครื่องอบแห้งด้วยลมร้อนแบบตู้หรือแบบถาด

1. เครื่องอบแห้งด้วยลมร้อนแบบตู้หรือแบบถาด (tray dryer)

เป็นการทำแห้งโดยอาศัยหลักการถ่ายเทความร้อนประเภทการพาความร้อนเป็นหลัก โดยส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องทำแห้งแบบตู้นี้ ได้แก่ ตู้หรือห้องอบ (drying chamber) แหล่งพลังงานความร้อน (heater) พัดลม (fan) ตัวกรองอากาศ (screen หรือ filter) และช่องระบายอากาศ (damper) โดยชิ้นอาหารที่ต้องการทำแห้งที่ผ่านการเตรียมมาเรียบร้อยจะถูกจัดเรียงไว้ในถาดวางเรียงเป็นชั้นในตู้ ขณะเครื่องอบแห้งทำงาน พัดลมจะดูดอากาศจากภายนอกเข้าไปในเครื่องผ่านแผ่นกรองอากาศที่จะกรองพวกฝุ่นละอองและสิ่งปนเปื้อนต่างๆ ที่ปนเปื้อนมากับอากาศ อากาศที่กรองแล้วจะผ่านขดลวดให้ความร้อนทำให้เกิดกระแสลมร้อนซึ่งพัดผ่านอาหาร ลมร้อนที่มีไอน้ำอยู่จะถูกปล่อยออกทางช่องระบายอากาศ ในขณะเดียวกันจะปล่อยให้ลมร้อนบางส่วนหมุนเวียนอยู่ในตู้เพื่อช่วยในการถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำที่ยังอยู่ในอาหาร ร่วมกับความร้อนที่เข้ามาใหม่

ภาพที่ 2.4 แสดงลักษณะของตู้อบลมร้อนแบบถาด

2. **ตู้อบแสงอาทิตย์** (sun dryer)

ประกอบด้วยแผงรับแสงอาทิตย์ ซึ่งทำด้วยวัสดุใส เมื่อแสงอาทิตย์ซึ่งส่วนใหญ่เป็นรังสีคลื่นสั้นตกลงบนแผงรับแสงนี้ แล้วจะทะลุผ่านไปยังวัสดุสีดำภายในตู้และเปลี่ยนเป็นรังสีความร้อน ความร้อนนี้จะไปกระทบกับอาหาร ทำให้น้ำในอาหารระเหยออกมาและผ่านออกไปทางช่องระบายอากาศของตู้อบมีผลทำให้อาหารแห้ง ในระหว่างการอบควรกลับผลิตภัณฑ์เพื่อให้ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ทุกส่วนได้สัมผัสกับความร้อน ส่วนมากตู้อบแสงอาทิตย์นี้นิยมใช้กับพวกผัก ผลไม้และธัญพืช

ภาพที่ 2.5 แสดงลักษณะของตู้อบแสงอาทิตย์

ที่มา : http://www.geocities.com/elec_itpd/box/02-table.html

เค้ก (cakes)

เค้ก เป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ทำจากแป้งสาลี น้ำตาล เกลือ ผงฟู ไขมัน นม ไข่ และกลิ่นรส ส่วนผสมเหล่านี้เมื่อรวมกันจะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อละเอียดและเบา ความสัมพันธ์โดยทั่วไปของส่วนผสมเหล่านี้จะต้องนำมาทำให้มีความสมดุลต่างกันไปตามชนิดของเค้กที่จะทำ คุณภาพของเค้กขึ้นอยู่กับการใช้ส่วนผสมหรือวัตถุดิบที่มีคุณภาพดี มีวิธีการผสมที่ถูกต้อง มีอุณหภูมิของแป้ง ระยะเวลาที่อบและอุณหภูมิที่ใช้อบถูกต้อง สำหรับส่วนผสมที่ใช้ในการทำเค้กนั้นแบ่งเป็น 2 พวก ด้วยกัน คือ พวกที่ทำให้เกิดโครงสร้างของเค้กได้แก่ แป้ง ไข่ และนม ส่วนพวกที่ทำให้เค้กมีความนุ่ม ได้แก่ น้ำตาล ไขมันและผงฟู

เค้กแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ เค้กเนย เค้กไข่และชีฟฟอนเค้ก เค้กแต่ละชนิดจะมีลักษณะที่แตกต่างกันดังนี้

1. เค้กเนย (Batter-type cakes) เป็นเค้กที่มีเปอร์เซนต์ของไขมันสูง การขึ้นฟูของเค้กประเภทนี้เกิดจากอากาศที่ได้จากการตีเนย โดยเม็ดไขมันจะเก็บอากาศเข้าไว้ ซึ่งจะขยายตัวในระหว่างการอบ เค้กประเภทนี้ได้แก่ เยลโลเค้ก ไวต์เค้ก ช็อคโกแล็ตเค้ก หรือเดวิลฟูดเค้ก และฟรุตเค้กหรือเค้กผลไม้

2. เค้กไข่ (Foam-type cakes) เป็นเค้กที่ไม่มีไขมันในส่วนผสม เนื้อเค้กและปริมาตรของเค้กขึ้นอยู่กับการขยายตัวของไข่ขาวที่นำมาตีจนเป็นฟองซึ่งจะเก็บอากาศเข้าไว้ในระหว่างการตีไข่และทำให้เค้กขยายตัวหรือขึ้นฟูในระหว่างการอบ การทำเค้กประเภทนี้ควรทำด้วยความระมัดระวังเพราะฟองที่เกิดจากตีไข่ขาวนั้นอ่อนตัว ไม่เหมือนกับเค้กประเภทแรก เค้กประเภทนี้ได้แก่ แองเจิลฟูดเค้ก สปันจ์เค้ก แยมโรลล์ เป็นต้น

3. ชิฟฟอนเค้ก (Chiffon-type cakes) เป็นเค้กที่มีลักษณะของเค้กเนยและเค้กไข่ คือมีโครงสร้างที่ละเอียดของเค้กไข่ และมีเนื้อเค้กที่มันเงาของเค้กเนย ต่างจากเค้กเนยตรงชิฟฟอนเค้กใช้น้ำมันพืชผสมแทนเนยหรือมาการีนในเค้กเนยและวิธีการผสม

1. วัตถุดิบที่ใช้ในการทำเค้ก

1.1 แป้งสาลี เป็นโครงสร้างของเค้ก และเป็นตัวช่วยรวมส่วนผสมอื่นๆ ให้เข้ากัน แป้งสาลีที่ใช้ในการทำเค้กส่วนใหญ่โม่จากข้าวสาลีชนิดอ่อนและมีปริมาตรโปรตีนต่ำประมาณ7-9% ผงแป้งละเอียดและได้ผ่านการฟอกสีอย่างดี เหมาะที่จะใช้สำหรับเป็นแป้งเค้ก แป้งที่ได้รับการฟอกแล้วจะสามารถดูดน้ำตาล น้ำและไขมันได้มากกว่าแป้งที่ไม่ได้รับการฟอก ความเป็นกรดของแป้งเค้กควรมี pH 5.2

1.2 น้ำตาล เป็นตัวช่วยให้เค้กมีความนุ่มและหวาน เพราะน้ำตาลมีผลทำให้โปรตีนในแป้งอ่อนตัว ช่วยให้เกิดสีที่เปลือกนอกของเค้ก และช่วยให้เค้กมีคุณภาพในการเก็บดีขึ้น เนื่องจากน้ำตาลมีคุณสมบัติในการเก็บความชื้นได้ดี ในการทำเค้กควรใช้น้ำตาลชนิดละเอียด เพื่อที่จะได้ละลายได้อย่างสมบูรณ์ในการผสม ปัจจัยที่ทำให้น้ำตาลละลายมีอยู่ 4 ประการ คือ (1) เวลาที่ใช้ผสม (2) อุณหภูมิในการผสม (3) ขนาดของเมล็ดน้ำตาล และ (4) ปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในส่วนผสม

1.3 ไซรัป นิยมใช้ในเค้กบางชนิด เช่น แยมโรลล์ เพื่อช่วยให้มีความยืดหยุ่นดีขึ้น และช่วยให้ผลิตภัณฑ์ที่อบแล้วมีคุณภาพในการอบดีขึ้น อาจใช้ไซรัปแทนส่วนหนึ่งของน้ำตาลที่ใช้ปกติในส่วนผสมได้ และเมื่อใช้ไซรัปแล้ว ปริมาณของเหลวในส่วนผสมส่วนผสมจะต้องลดลงเพื่อให้พอดีกับปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในไซรัป การใช้ไซรัปนั้นไม่สามารถที่จะแทนน้ำตาลได้ทั้งหมด ในการคิด

1.4 เกลือ นอกจากจะช่วยเน้นรสชาติของส่วนผสมอื่นๆ ให้เด่นชัดขึ้นแล้ว เกลือยังช่วยให้เค้กมีความแข็งขึ้น เพราะเกลือมีผลต่อกลูเตนของแป้ง จึงอาจกล่าวได้ว่า เกลือเป็นตัวช่วยให้โครงสร้างของเค้กดีขึ้นอีกด้วย

1.5 ไขมัน เป็นตัวช่วยเก็บอากาศในส่วนผสม เค้กที่ผสมแล้วอากาศที่ไขมันผสมไว้ในระหว่างการตีครีมนั้นมีหน้าที่เป็นตัวทำให้เค้กอ่อนนุ่ม ไขมันที่เป็นอิมัลซิไฟชอร์เทนนิ่งจะสามารถเติมน้ำในส่วนผสมได้มากกว่าปกติ ซึ่งจะช่วยให้เค้กมีความชุ่มชื้นมากขึ้น มีกลิ่นธรรมชาติ ไม่มีกลิ่นรุนแรง และถ้าเป็นเนยขาวก็ควรมีสีขาวบริสุทธิ์ เนยสดเป็นไขมันที่มีกลิ่นรสดีที่สุดในจำพวกไขมันทุกชนิดที่ใช้ทำเบเกอรี่ แต่มีคุณสมบัติเป็นครีมค่อนข้างต่ำ เค้กที่ทำด้วยเนยสดล้วนๆ จึงมักจะมีปริมาตรไม่ดีและมีเนื้อหยาบกว่าเค้กที่ทำด้วยเนยขาวที่มีคุณภาพสูง ซึ่งมีคุณลักษณะในการตีครีมที่ดี แต่จะไม่มีกลิ่นรสที่ดีเหมือนเนยสด ด้วยเหตุนี้จึงมักนิยมใช้เนยสดส่วนหนึ่งเพื่อช่วยในด้านกลิ่นรส และเนยขาวส่วนหนึ่ง ผสมเข้าไปเพื่อช่วยในด้านกลิ่นรส และเนยขาวส่วนหนึ่งผสมเข้าไปเพื่อช่วยในด้านเนื้อสัมผัสและปริมาณของเค้ก

1.6 ไข่ ช่วยให้เกิดโครงสร้าง ความชื้น กลิ่นรส สี และคุณค่าทางด้านอาหารของเค้ก โครงสร้างที่เกิดขึ้นนั้นเกิดจากการรวมตัวของโปรตีนในไข่ระหว่างการอบ นอกจากนั้นอากาศที่ไข่เก็บไว้ในระหว่างการตีก็ช่วยให้เกิดการขึ้นฟูอีกด้วย ในเค้กประเภทไข่ ไข่จะทำให้ขึ้นฟูนั่นเอง

1.7 นมผง ช่วยให้เกิดโครงสร้างและความมันแก่เค้ก ทำให้เค้กแข็งและแห้งในขณะเดียวกัน เนื่องจากนมผงมีการเชื่อมกับโปรตีนในแป้ง จึงทำให้เกิดการแข็งตัวขึ้น นอกจากนั้นนมผงยังมีน้ำตาลแล็กโทสซึ่งช่วยให้เปลือกนอกของเค้กมีสีเกิดขึ้น นมผงช่วยให้มีกลิ่นรสดีขึ้น และเป็นตัวเก็บความชื้นที่ดีอีกด้วย

1.8 สิ่งที่ทำให้ขึ้นฟู จะช่วยสร้างความนุ่มให้แก่เค้ก ชนิดของสิ่งที่ทำให้ขึ้นฟูในสูตรของเค้กขึ้นอยู่กับประเภทของเค้กที่ต้องการทำ ความเข้มข้นของสูตร ความหนืดของแป้งผสมและอุณหภูมิในการอบ การขึ้นฟูทั่วไปเกิดจากสาเหตุ 3 ประการคือ (1) การขึ้นฟูโดยอากาศ (2) โดยใช้สารเคมีเช่น ผงฟู หรือผงโซดา (3) โดยความดันไอน้ำที่เกิดขึ้นเมื่อเค้กอยู่ในตู้อบ

1.9 ของเหลว ที่ใช้สูตรเค้ก อาจอยู่ในรูปของน้ำนม หรือไข่ก็ได้ นอกจากนั้นก็มีอยู่ในรูปของส่วนผสมอื่นๆ ที่มีความชื้นอยู่ ความชื้นมีหน้าที่หลายอย่างในการทำเค้ก เช่น ละลายน้ำตาลทำให้กลูเตนเกิดขึ้น ทำให้ผงฟูเกิดปฏิกิริยาที่ควรเป็น และช่วยควบคุมความหนืด และอุณหภูมิของส่วนผสม นอกจากนั้นยังช่วยโครงสร้างและความอ่อนนุ่มให้แก่เค้กอีกด้วย ส่วนของน้ำในสูตรควรจะต้องปรับให้พอดีกับความชื้นที่มีอยู่ในส่วนผสมอื่นๆด้วย

1.10 กลิ่นรสและเครื่องเทศ สิ่งเหล่านี้เติมลงไปในเค้กเพื่อให้เกิดกลิ่นรสเฉพาะอย่าง การเลือกใช้กลิ่นรสควรต้องเลือกให้เหมาะสมที่สุดกับชนิดของเค้กที่จะทำ ปริมาณของกลิ่นรสที่ใช้จะมีผลต่อกลิ่นรสของเค้กที่อบเสร็จแล้ว จึงควรชั่งตวงด้วยความระมัดระวัง

2. ขั้นตอนการทำเค้ก

2.1 วิธีผสม

สูตรเค้กส่วนมากจะบอกวิธีผสมเค้กที่เหมาะสมสำหรับชนิดของเค้กที่ต้องการโดยเฉพาะ ซึ่งวิธีการผสมเค้กนั้นมีหลายวิธีด้วยกันตามประเภทของเค้ก การชั่งตวงส่วนผสมก็เป็นเรื่องที่ต้องกระทำด้วยความระมัดระวังก่อนจะนำไปผสมด้วย เค้กแต่ละประเภทจะมีวิธีการผสมหลายวิธีด้วยกัน ดังนี้

1. เค้กเนย มีวิธีผสมหลายวิธี ซึ่งวิธีที่ใช้จะมุ่งถึงหลักการเกิดเซลล์อากาศและเก็บไว้ในแป้งผสมให้มากที่สุดและนานที่สุดก่อนจะนำไปอบ เนยหรือไขมันเป็นส่วนผสมที่จะเก็บเซลล์อากาศไว้ได้มากที่สุด จึงต้องตีให้ถึงขั้นที่ไขมันกระจายทั่วแป้งผสม ซึ่งจะต้องกระทำอย่างรวดเร็วและมิให้มีการสูญเสียเซลล์อากาศได้ เพราะถ้ามีมีการสูญเสียเซลล์อากาศแล้วจะทำให้ปริมาตรของเค้กสูญเสียไป ทำให้เนื้อเค้กแข็งและแฉะตรงกลาง วิธีผสมเค้กเนยโดยทั่วไปมี 4 วิธี ดังนี้

1.1 วิธีครีมเนย (Creaming method) เป็นวิธีที่ผสมไขมันกับน้ำตาลโดยตีให้ส่วนผสมอยู่ในสภาพอ่อนตัวปานกลางและเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน มีลักษณะเป็นครีมโดยใช้ความเร็วของเครื่องผสมปานกลาง เซลล์อากาศที่เกิดขึ้นจะถูกดูดซึมเข้าไว้ในส่วนผสมทำให้ส่วนผสมเบาและพูขึ้น ค่อยๆเติมไข่ลงไปทีละฟอง ตีต่อไปจนส่วนผสมเข้ากันอย่างทั่วถึง เมื่อเติมไข่ลงไปหมดแล้วส่วนผสมจะเบาและอ่อนตัวขึ้น ช่วงสุดท้ายเป็นช่วงของการเติมของเหลวและแป้งทั้งหมดที่ใช้ในสูตร โดยของเหลวที่ใช้ได้แก่ น้ำหรือนม จะเติมสลับกับแป้งลงในส่วนผสม โดยเริ่มด้วยแป้งและสิ้นสุดด้วยแป้งสลับกันไป การเติมแป้งสลับกับนมเช่นนี้ก็เพื่อที่จะให้แป้งค่อยๆดูดซึมน้ำบางส่วนและป้องกันการจับตัวกันเป็นก้อน ผสมต่อไปจนส่วนผสมเนียนเรียบ ถ้าใช้แป้งขนมปังแทนแป้งเค้ก เช่น การทำฟรุตเค้ก การผสมแป้งที่ขั้นตอนสุดท้ายควรทำอย่างระมัดระวัง ถ้าใช้เครื่องผสมควรใช้อัตราเร็วของเครื่องต่ำสุด เพื่อป้องกันการเกิดกลูเตนในแป้ง ถ้าผสมนานเกินไปจะทำให้ส่วนผสมเหนียวและเค้กที่อบออกมาจะแข็งได้

1.2 วิธีคนผสม (Blending method) ใช้สำหรับเค้กที่มีส่วนผสมของน้ำตาลและน้ำในเปอร์เซ็นต์สูงกว่าแป้ง ซึ่งเรียกว่า ไฮ - เรโชเค้ก (High – ratio cake) เค้กที่ทำด้วยวิธีนี้จะมีปริมาณต่ำแต่จะมีความชุ่ม นุ่ม มีเนื้อเค้กที่ละเอียด มีคุณภาพในการเก็บดี ขั้นแรกของการผสมวิธีนี้ก็คือผสมแป้งกับไขมันให้เข้ากันก่อน จนเม็ดแป้งถูกหุ้มด้วยไขมันอย่างทั่วถึง แล้วจึงเติมส่วนผสม

1.3 วิธีชูการ์ – วอเตอร์ (Sugar – water method) ขั้นแรกของการผสม คือ ผสมน้ำตาลที่ใช้ทั้งหมดลงไปในชามผสม ใส่น้ำลงไปในน้ำตาลซึ่งมีน้ำหนักประมาณครึ่งหนึ่งของน้ำหนักน้ำตาลแล้วคนจนน้ำตาลเป็นสารละลาย เติมส่วนผสมแห้งอื่นๆ เช่น แป้ง ผงฟู นมผงและเกลือ ลงไปผสมด้วยอัตราเร็วปานกลางจนกระทั่งขึ้นฟูแล้วจึงเติมไข่ลงไปจนเนียนเรียบ

1.4 วิธีผสมครั้งเดียว (Single – stage method) เป็นการผสมส่วนผสมทั้งหมดที่ใช้ในสูตรเข้าด้วยกัน ยกเว้นไข่ แล้วตีด้วยซี่ลวดสำหรับตีไข่ ด้วยอัตราเร็วของเครื่องสูงประมาณ 1 นาที แล้วจึงเติมไข่ลงไป ตีต่อไปอีกประมาณ 30 วินาที โดยใช้ความเร็วของเครื่องต่ำ วิธีนี้โดยมากใช้สำหรับเค้กสำเร็จรูป

วิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 เป็นวิธีที่ใช้กันมากในการทำเค้กเนย คือถ้าต้องการให้เค้กมีปริมาตรดีก็ควรใช้วิธีที่ 1 และถ้าต้องการให้เค้กมีเนื้อนุ่มก็ควรใช้วิธีที่ 2 จะได้ผลดีกว่า

2. **เค้กไข่** เป็นเค้กที่ขึ้นฟูได้โดยการขยายตัวและการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนในไข่เพื่อทำให้เกิดโครงสร้างของเค้ก เค้กประเภทนี้ไม่มีไขมันผสมอยู่ ส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับไข่ที่ใช้ในสูตร การขยายตัวของอากาศที่ได้จากการตีไข่ เมื่อได้รับความร้อนจากการอบจะเกิดแรงดันขึ้น ทำให้เค้กขึ้นฟูในเตาอบ

2.1 แองเจิลฟูดเค้ก เป็นเค้กที่ใช้โปรตีนจากไข่ขาว โดยการนำไข่ขาวมาตีให้ขึ้นเป็นฟองมีน้ำตาลเป็นส่วนผสม ตีจนไข่ขาวมีลักษณะแข็งตัวเป็นมันเงา ในการตีไข่ขาวนอกจากน้ำตาลที่ใส่ลงไปด้วยแล้ว ยังต้องใส่ครีมออฟทาร์ทาร์ลงไปด้วยเพื่อช่วยให้ฟองนั้นอยู่ตัว ไม่เหลวเป็นน้ำ และทำให้เค้กที่อบได้มีเนื้อขาวละเอียดอีกด้วย น้ำตาลส่วนผสมที่เหลือนำมาผสมกับส่วนผสมแห้งอื่นๆ ได้แก่ แป้ง เกลือ ฯลฯ แล้วจึงผสมลงไปในส่วนของฟองไข่ขาวที่ตีขึ้นแล้ว

2.2 สปันจ์เค้ก เป็นเค้กที่ใช้ไข่ทั้งฟองหรือใช้เฉพาะไข่แดงในการผสมเค้กชนิดนี้ ปริมาตรของเค้กจะเพิ่มขึ้น ถ้าไข่และน้ำตาลเป็นส่วนผสมที่ถูกนำไปทำให้ร้อนที่อุณหภูมิ380 - 400 ^{o}F พร้อมกับการคนอย่างสม่ำเสมอเพื่อป้องกันการสุกของไข่บางส่วนที่ทำให้เกิดการแข็งตัวของไข่ขาว การอุ่นไข่ขาวก่อนนำไปใช้จะมีผลทำให้ไขมันที่มีอยู่ในไข่แดงอ่อนตัว และทำให้การดูดซึมเป็นไปได้เร็วขึ้นเมื่อตีด้วยเครื่องผสมก็จะได้ปริมาตรเพิ่มขึ้น วิธีผสมคือ นำไข่และน้ำตาลที่อุ่นแล้วมาตีจนขึ้นฟองหนา โดยขึ้นตีด้วยความเร็วสูงก่อนในเตาแรกแล้วลดความเร็วลงปานกลางหลังจากที่ไข่และน้ำตาลเริ่มเป็นฟองหนา หรืออาจใช้น้ำร้อนเติมลงไปในส่วนผสมแทนการอุ่นไข่และน้ำตาลก็ได้ โดยที่เติมน้ำร้อนช้าๆ ขณะตีไข่แล้วจึงเติมแป้งลงไป ถ้าต้องการใช้เนยละลายจะต้องผสมหลังจากเติมแป้งลงไปแล้วจะต้องคนเร็วๆและเบาเพื่อป้องกันการยุบตัวของเครื่องผสม

3. ชิฟฟอนเค้ก เป็นเค้กที่มีลักษณะเบาและนุ่มมากเหมือนสปันจ์เค้ก เตรียมได้โดยแบ่งขั้นตอนเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกผสมไข่แดงที่แยกออกจากไข่ขาวแล้วกับส่วนผสมอื่นๆ ซึ่งได้แก่ แป้ง น้ำตาล ผงฟู เกลือ น้ำมันพืช น้ำ และน้ำผลไม้ ผสมให้เข้ากันจนเนียนเรียบ ซึ่งควรกรองผ่านตะแกรงเพื่อไม่ให้ส่วนผสมอื่นเป็นก้อน ขั้นที่ 2 ตีไข่ขาวที่แยกออกมากับน้ำตาลอีกส่วนหนึ่งจนมีน้ำตาลแข็งตัวไม่แห้ง แล้วค่อยตีส่วนผสมอันแรกลงบนไข่ขาวที่ตีได้คนตะล่อมเบาๆ ด้วยมือ หรือถ้าจะใช้เครื่องผสมก็ต้องใช้อัตราเร็วต่ำสุด เค้กประเภทนี้มีผงฟูและไข่ขาวช่วยในการขึ้นฟู ไขมันที่ใช้กับเค้กชนิดนี้ได้แก่น้ำมันพืช ซึ่งแตกต่างจากเค้กเนย

เนื่องจากชิพฟอนเค้กเป็นเค้กที่ขึ้นฟูด้วยการตีไข่ให้เกิดเป็นฟองเพื่อเก็บอากาศ ดังนั้นจึงควรที่จะเข้าใจถึงขั้นตอนการเกิดฟองของไข่และปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง เพราะเป็นขั้นตอนที่สำคัญยิ่งสำหรับการทำเค้กชนิดนี้

คำว่า “ ฟอง ” นั้นหมายถึง ฟองก๊าซที่อยู่ในของเหลว โดยมีชั้นบางๆของของเหลวหุ้มอยู่โดยรอบเมื่อได้รับการตีแรงๆและเร็ว ของเหลวที่ทำให้เกิดฟองทั่วๆไป ได้แก่ นม ครีม และเจลาติน ฟองที่เกิดจากการตีของเหลวชนิดใด ก็จัดเป็นฟองของของเหลวชนิดนั้น เช่น ฟองที่เกิดจากการตีไข่ขาว ก็เป็นฟองของไข่ขาว เป็นต้น

การที่มีฟองก๊าซเกิดขึ้นมาได้นั้น ก็เนื่องจากของเหลวนั้นถูกนำมาตีแรงๆและเร็ว แรงดึงผิวและความดันไอของของเหลวที่ถูกนำมาตีนั้นมีอยู่ต่ำ เมื่อถูกตีแรงๆและเร็ว แรงดึงผิวที่ต่ำจะทำให้ของเหลวนั้นมีพื้นที่ผิวล้อมรอบฟองก๊าซที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีการสุญเสียก๊าซได้น้อย ส่วนความดันไอที่ต่ำของของเหลวจะทำให้มีการระเหยเกิดขึ้นได้เพียงเล็กน้อย ซึ่งถ้าของเหลวมีความดันไอสูง การระเหยจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว ทำให้ก๊าซที่อยู่ภายในของเหลวสุญเสียออกไปได้มาก ฟองที่เกิดขึ้นจากการตีของเหลวนั้นก็จะเกิดได้ไม่ดี

เมื่อเกิดเป็นฟองขึ้นแล้ว ฟองจะเริ่มมีความคงตัว เมื่อได้รับการตีต่อไปนานๆ ความคงตัวของฟองนั้นไม่เพียงแต่จะขึ้นอยู่กับความดันไอและแรงดึงผิวของของเหลวเท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับสารบางอย่างที่มีอยู่ในของเหลวนั้นอีกด้วย เพราะสารบางอย่างจะช่วยทำให้แรงดึงผิวระหว่างก๊าซและของเหลวมีมากขึ้น เช่น ไข่ขาวซึ่งเป็นของเหลวที่มีโปรตีนอยู่ เมื่อนำมาตีแรงๆด้วยเครื่องหรือด้วยมือก็ตาม จะทำให้อากาศเข้าไปผสมกับของเหลวทำให้โปรตีนในไข่ขาวเกิดการเปลี่ยนแปลง มีการตกตะกอนขึ้น การตกตะกอนนี้จะช่วยทำให้เซลล์ของฟองไข่ขาวนั้นแข็ง เป็นผลให้ฟองไข่ที่ตีได้มีความคงตัวดียิ่งขึ้น

ความคงตัวของฟองไข่นั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการด้วยกัน ที่สำคัญคือ คุณภาพของไข่ ความเข้มข้นของโปรตีน ความเป็นกรด อุณหภูมิ ปริมาณน้ำตาลที่มีอยู่ในไข่ ระยะเวลาที่ใช้ในการตีไข่นั้น

1. คุณภาพของไข่ ไข่ที่มีคุณภาพสูงโดยทั่วไปจะมีปริมาณของไข่ขาวที่เข้มข้นสูง ไข่ขาวชนิดนี้ เมื่อนำมาตีจะทำให้เกิดฟองที่มีความคงตัวกว่าไข่ขาวที่มีลักษณะเหลว แม้ว่าชนิดหลังจะตีให้ฟองที่มีปริมาตรดีกว่าชนิดแรก แต่ความคงตัวของฟองจะมีน้อยกว่า

2. ความเข้มข้นของโปรตีน โปรตีนที่มีความเข้มข้นสูงก็เป็นปัจจัยที่สำคัญเกี่ยวกับความคงตัวของฟองไข่เช่นกัน ไข่แดงหรือไข่ขาวที่เติมน้ำลงไปให้เจือจางลงจะมีความคงตัวของฟองน้อยกว่าไข่ที่ไม่ได้เติมน้ำ การเติมของเหลวจะทำให้ปริมาตรของฟองเพิ่มขึ้น แต่จะทำให้ความคงตัวของฟองลดลง

3. ความเป็นกรด-เบส โดยธรรมชาติแล้วไข่ขาวจะมีความเป็นเบสสูง เมื่อเติมกรดบางชนิดลงไป เช่น ครีมออฟทาร์ทาร์ หรือน้ำมะนาว จะทำให้ไข่ขาวนั้นมีความเป็นกรดใกล้เคียงกับจุดไอโซอิเล็กทริก ซึ่งเป็นจุดที่ไข่ขาวรวมตัวกันเป็นก้อน หรือตกตะกอนของโปรตีนในไข่ขาวนั้นๆ เมื่อความเป็นกรดใกล้เคียงกันแล้ว ฟองที่เกิดขึ้นจะมีความคงตัวสูงที่สุด อย่างไรก็ดีถ้าเติมกรดมากเกินจุดนี้ก็จะทำให้โปรตีนเกิดการแตกตัว เป็นผลให้การเกิดฟองของไข่นั้นช้าลง และความคงตัวของฟองก็จะลดลงด้วย

4. อุณหภูมิของไข่ การตีไข่ขาวที่มีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้องจะตีขึ้นฟองได้เร็วกว่าและมีปริมาตรสูงกว่าไข่ขาวที่แช่เย็นไว้ ความคงตัวของฟองจะเป็นปกติ นอกจากไข่ขาวนั้นจะมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิปกติ ความคงตัวของฟองจะลดลง

5. ระยะเวลาในการตีไข่ ถ้าตีไข่ระยะเวลาสั้น ฟองไข่ที่เกิดขึ้นจะไม่มีความคงตัวแต่ถ้าเพิ่มเวลาในการตีไข่ให้ถึงจุดพอดีแล้ว ความคงตัวก็จะเพิ่มขึ้น แต่ถ้าตีเกินจุดพอดีก็จะทำให้ความคงตัวของฟองลดลงได้

ขั้นตอนต่างๆในการเกิดฟองมีหลายขั้นตอนด้วยกัน เริ่มจากการตีไข่ขาวในขั้นแรกจะเห็นเป็นฟองเกิดขึ้นที่ผิวของไข่ที่อยู่ส่วนบนของภาชนะ แต่ส่วนที่อยู่ตอนล่างของภาชนะยังคงเป็นของเหลวอยู่ และฟองที่เกิดขึ้นในระยะแรกนี้จะมีลักษณะหยาบ เป็นฟองใหญ่ๆและมีสีขุ่นไม่ขาว ฟองยังกระจัดกระจายและยังไม่มีความคงตัว เมื่อเติมกรดอ่อน เช่น ครีมออฟทาร์ทาร์และน้ำตาลส่วนหนึ่งลงไปในขั้นตอนนี้แล้วตีต่อไป ฟองก็จะเริ่มเกิดมากขึ้น มีลักษณะละเอียดและมีความคงตัวมากขึ้น ในช่วงนี้ควรค่อยๆเติมน้ำตาลที่เหลือลงไป ถ้าเติมลงไปหมดในช่วงแรกก่อนที่จะเกิดฟองจะทำให้การเกิดฟองช้าลง และถ้าเติมลงไปหลังขั้นตอนนี้ น้ำตาลที่เติมลงไปจะละลายไม่หมด ทำให้ความคงตัวของฟองลดลงและฟองที่เกิดขึ้นจะมีเนื้อสัมผัสหยาบ ชิมดูจะรู้สึกสากลิ้น เนื่องจากเม็ดน้ำตาลยังไม่ละลาย เมื่อตีไข่ต่อไปจนเลยขั้นของการเกิดฟองแล้วอากาศจะเข้าไปในฟองไข่ขาวมากขึ้น ทำให้ฟองหนาขึ้น และมีสีขาวสะอาดขนาดเล็ก ละเอียดเป็นมันเงา เมื่อดึงเครื่องตีไข่ออกหรือเมื่อใช้พายยางตักขึ้นมาปลายของฟองไข่ขาวจะโน้มเอียงลงเหนือผิวฟองนั้น ลักษณะของฟองไข่

เช่นนี้เป็นลักษณะของฟองไข่ที่เหมาะสำหรับนำไปใช้ผสมกับแป้งผสมของเค้กได้ดี ในกรณีที่มีการแยกส่วนผสมของไข่แดงกับไข่ขาวที่ตีขึ้นฟองขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญในการตีไข่ขาวสำหรับการทำชิฟฟอนเค้ก

เมื่อถึงจุดที่ปลายฟองโน้มเอียงซึ่งเป็นจุดพอดีแล้ว ถ้ายังตีต่อไปนานๆปลายฟองไข่จะตั้งยอดตรงเมื่อดึงเครื่องตีไข่ออก แสดงว่าความคงตัวจะสูงสุดที่จุดนี้ ถ้าจะนำไปผสมกับส่วนผสมของแป้งจะต้องใช้เวลาในการผสมมากขึ้น ส่วนผสมที่ได้จะไม่เนียนและมีก้อนของไข่ขาวเป็นจุดๆ และถ้ายังตีไข่ขาวต่อไปจากจุดนี้อีก ฟองไข่ขาวที่ได้จะมีลักษณะแห้ง ด้าน ไม่เป็นเงา ผสมกับส่วนผสมของแป้งยาก เพราะฟองจะแตกเป็นก้อน ความคงตัวลดลง

2.2 การอบเค้ก

วิธีการอบเค้กแต่ละชนิดจะแตกต่างกันดังนี้

1. เค้กเนย นำเค้กที่ผสมแล้วเทใส่พิมพ์ที่ทาด้วยไขมันเฉพาะที่ก้นพิมพ์ไม่ต้องทาที่ด้านข้างหรือจะใช้กระดาษลองที่ก้นพิมพ์ก็ได้ ถ้าใช้กระดาษลองก็ไม่ต้องทาไขมัน ควรใส่ลงไปประมาณ 1/2 หรือ 2/3 ส่วนของพิมพ์ เสร็จแล้วควรเข้าอบให้เร็วที่สุดเท่าที่จะได้เพราะถ้าทิ้งไว้นานจะเกิดปฏิกิริยากับผงฟูและของเหลวในส่วนผสมจะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นก๊าซที่ทำให้ขนมขึ้นฟูและจะสูญเสียออกไปมากในระหว่างรอเข้าเตาอบทำให้เซลล์อากาศภายในส่วนผสมหยาบขึ้นอุณหภูมิของเตาอบต่างกันไปตามความเข้มข้นของสูตรที่ใช้ขนาดของพิมพ์ ความชื้นของส่วนผสม ส่วนผสมที่มีปริมาณน้ำตาลสูงจะต้องใช้อุณหภูมิต่ำประมาณ 325-350 °F โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับอบเค้กเนยชนิดต่างๆ มีดังนี้

เยลโลเค้ก (ใช้เฉพาะไข่แดง)	350-360°F
ไวต์เค้ก (ใช้เฉพาะไข่ขาว)	350-360°F
เค้กปอนด์	300-350°F
เค้กผลไม้	300-350°F
เค้กถ้วย	375-380°F
เค้กแผ่น	370-380°F

ปกติแล้วเวลาที่ใช้อบเค้กชั้นจะใช้เวลาประมาณ 15-20 นาที สำหรับเค้กปอนด์ 50-65 นาที และสำหรับเค้กถ้วย 10-15 นาที

การตรวจสอบว่าเค้กเนยสุกดีแล้วสามารถตรวจได้โดยใช้วัสดุแหลมบางจิ้มลงไปในเนื้อเค้กและเมื่อดึงออกมาจะไม่มีเนื้อเค้กติดออกมาแสดงว่าเค้กสุกดีแล้ว นำออกมาจากเตาตั้งทิ้งไว้ประมาณ 15 นาที แล้วนำออกจากพิมพ์แล้วตั้งทิ้งไว้ให้เย็นก่อนที่จะแต่งหน้า

2. สปันจ์เค้ก ส่วนผสมของเค้กที่ผสมเสร็จเรียบร้อยแล้วควรเทใส่พิมพ์แล้นำเข้าอบทันทีถ้าทิ้งไว้นานฟองอากาศที่เกิดขึ้นจาการผสมจะสูญเสียไปในระหว่างการรอคอยยิ่งถ้าทิ้งไว้นอกเตาอบนานเท่าใดเซลล์อากาศจะล้มลงได้ เป็นผลให้ปริมาตรของเค้กสูญเสียไปและมีเนื้อเค้กที่ไม่ดี พิมพ์ที่ใช้สำหรับสปันจ์เค้กโดยปกติจะทาไขมันและปูด้วยกระดาษไขให้ได้ขนาดและรูปร่างตามพิมพ์ ถ้าไม่ใช้กระดาษก็ควรโรยด้วยขนมปังแล้วเคาะแป้งที่โรยออกให้เหลือติดพิมพ์บางๆ ก่อนที่จะส่วนผสมเค้กลงไปควรเทส่วนผสมประมาณครึ่งพิมพ์หรือกว่าครึ่งของพิมพ์ เพราะสปันจ์เค้กจะฟูขึ้นอีกเท่าตัวเมื่ออบสุก อุณหภูมิที่ใช้อบจะอยู่ในช่วง 340-380°F ขึ้นอยู่กับขนาดและความเข้มข้นและการเปลี่ยนแปลงของสูตร

3. แองเจิลฟูดเค้ก พิมพ์ที่ใช้ใส่แองเจิลฟูดเค้กส่วนมากใช้พิมพ์ที่มีรูตรงกลางไม่ต้องทาพิมพ์เพียงใช้ผ้าเปียกหมาดๆ ก็พอแล้ว การอบเค้กชนิดนี้ต้องอบที่อุณหภูมิต่ำกว่าสปันจ์เค้กเนื่องจากแองเจิลฟูดเค้กมีปริมาณน้ำตาลอยู่สูงอุณหภูมิที่ใช้อบประมาณ 325-355 °F ขึ้นอยู่กับขนาดของเค้ก วิธีการตรวจสอบความสุกของเค้กชนิดนี้ใช้วิธีเดียวกับสปันจ์เค้กหลังจากนำออกจากเตาอบแล้วจะต้องคว่ำพิมพ์ทันทีแล้วทิ้งไว้ให้เย็นจึงนำออกจากพิมพ์

4. ชิฟฟอนเค้ก แป้งผสมสำหรับชิฟฟอนเค้กสามารถนำไปใช้ทำเค้กได้หลายชนิด เช่น ทำเค้กม้วนหรือเยลลี่โรลล์ เค้กแท่ง และเค้กชนิดต่างๆขึ้นกับขนาดและความหนาของเค้กจะเป็นสัดส่วนกับอุณหภูมิที่ใช้อบ เค้กชิฟฟอนม้วนหรือชนิดที่เป็นแผ่นจะอบที่อุณหภูมิจะอบที่ 375 °F เค้กที่ใส่พิมพ์ใหญ่และเค้กที่เป็นชั้นจะอบที่อุณหภูมิ 350-360 °F สำหรับชิฟฟอนเค้กที่อบในพิมพ์ลึกและขนาดใหญ่จะอบที่อุณหภูมิ 340-350 °F ชิฟฟอนเค้กจะขึ้นฟูอย่างรวดเร็วและมีปริมาตรสูงเนื่องจากการขยายตัวของอากาศที่เกิดขึ้นจากการตีไข่ขาวจากการขยายตัวตามธรรมชาติของไข่แดงที่มีอยู่ในส่วนผสมเมื่อได้รับความร้อนจากเตาอบและปฏิกิริยาจากผงฟูที่ใส่ลงไปในส่วนผสม จะต้องอบเค้กให้สุกอย่างทั่วถึงเพื่อให้แน่ใจว่าโปรตีนในไข่และกลูเตนที่มีอยู่ในแป้งแข็งตัวจนกลายเป็นโครงร่างของเค้กต่อไป ชิฟฟอนเค้กจะมีลักษณะแน่นตัวเมื่ออบสุกดีแล้วถ้าสัมผัสดูเค้กยังนุ่มอยู่และดันรอยนิ้วกลับเบาๆเมื่อสัมผัส แสดงว่ายังอบไม่สุกพอเมื่อนำมาคว่ำเค้กจะหดตัวและหลุดออกจากพิมพ์ได้ (จิตธนาและอรอนงค์ ,2549)

การบรรจุแบบแอคตีฟ (Active Packaging)

การบรรจุแบบแอคตีฟ หมายถึง วิธีการบรรจุที่ภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์และสภาวะแวดล้อมมีปฏิสัมพัทธ์กัน เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา เพิ่มความปลอดภัยหรือปรับปรุงคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์พร้อมกับการถนอมรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้วย การบรรจุแบบแอคตีฟที่นิยมใช้กันในอุตสาหกรรมอาหาร ได้แก่ การใช้วัตถุดูดกลืนหรือดูดซับ การใช้วัตถุปล่อยสาร รวมถึงการบรรจุภายใต้บรรยากาศของก๊าซด้วย (งามทิพย์ ,2550)

1. **วัตถุดูดออกซิเจน** (Oxygen Absorber)

วัตถุดูดออกซิเจน คือ วัตถุที่ใช้ลดปริมาณก๊าซออกซิเจนในภาชนะบรรจุ นิยมใช้ในอาหารที่ไวต่อออกซิเจน คือ อาหารที่เสื่อมเสียได้ง่ายเมื่อเก็บรักษาในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจน ลักษณะการเสื่อมเสียของอาหาร ได้แก่ กลิ่นเหม็นหืนเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในอาหาร สีอาหารซีดจางและคุณภาพทางโภชนาการลดลงเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารสีหรือวิตามิน อาหารเน่าเสียเนื่องจากการเจริญเติบโตของราหรือแบคทีเรียที่ต้องการอากาศ อาหารเป็นพิษเนื่องจากสารพิษที่จุลินทรีย์สร้างขึ้นมา

วัตถุดูดออกซิเจนที่ใช้ในการบรรจุอาหารมีทั้งประเภทซองเล็กๆที่ใส่เข้าไปในภาชนะบรรจุอาหารหรือประเภทฟิล์มโดยการผสมสารเคมีเข้าไปในฟิล์มพลาสติก การเลือกสารเคมีที่ใช้ดูดออกซิเจนหรือทำปฏิกิริยากับออกซิเจน ควรพิจารณาปัจจัยสำคัญดังต่อไปนี้

1. ต้องไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค เนื่องจากการบรรจุรวมอยู่กับอาหารอาจมีโอกาสที่ผู้บริโภครับประทานเข้าไปโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์ได้

2. อัตราการดูดออกซิเจนต้องเหมาะสม ถ้าอัตราการดูดสูงเกินไป อาจทำให้สารเคมีเสื่อมประสิทธิภาพก่อนหมดอายุการเก็บของอาหาร แต่ถ้าอัตราการดูดต่ำเกินไปอาจไม่สามารถชะลอการเสื่อมเสียของอาหารได้

3. ต้องไม่ให้กลิ่นใดๆที่จะไปทำให้อาหารเสื่อมเสีย

4. มีขนาดบรรจุกะทัดรัด เหมาะสมกับการใช้งาน ราคาเหมาะสม

5. ความสามารถดูดออกซิเจนสูง เมื่อเทียบกับน้ำหนักของสารเคมีที่ใช้

วัสดุบรรจุและภาชนะบรรจุที่ใช้บรรจุอาหารที่มีการใช้วัตถุดูดออกซิเจน ต้องป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้ดี ปิดผนึกได้สนิทและรวดเร็ว

1.1 วัตถุดูดออกซิเจนประเภทซอง

สารเคมีที่ใช้ดูดออกซิเจน ได้แก่ ผงเหล็ก กรดแอสคอร์บิก แคทีคอล เอนไซม์และสีย้อมไวแสง

ผงเหล็กที่ใช้เป็นวัตถุดูดออกซิเจนมีหลักการคือ ผงเหล็กผสมตัวเร่งปฏิกริยาบรรจุในซองที่ยอมให้ไอน้ำและก๊าซออกซิเจนซึมผ่านได้ดี เมื่อผงเหล็กได้รับความชื้นจากอาหารจะเกิดปฏิกริยาออกซิเดชันกับก๊าซออกซิเจนเป็นสนิมเหล็ก โดยทั่วไปผงเหล็ก 1 กรัม จะดูดก๊าซออกซิเจนได้ 300 มิลลิลิตร วัตถุดูดออกซิเจนที่ใช้ผงเหล็กมีทั้งประเภทที่ทำปฏิกิริยาได้ทันทีที่สัมผัสออกซิเจนเพราะมีความชื้นในซองอยู่แล้ว และประเภทขึ้นกับความชื้นคือ ต้องมีความชื้นจากอาหารซึมผ่านเข้าซองมาก่อนจึงจะเกิดปฏิกิริยา วัตถุดูดซับออกซิเจนที่ใช้ผงเหล็กไม่เหมาะกับการบรรจุผลิตภัณฑ์ที่ต้องผ่านเครื่องตรวจโลหะ เนื่องจากเครื่องตรวจจับวัตถุดูดออกซิเจนเป็นโลหะปนเปื้อนในอาหาร

แคททีคอลเป็นวัตถุดูดออกซิเจนที่สามารถทำปฏิกิริยาได้ทันทีที่สัมผัสกับก๊าซออกซิเจน ไม่ต้องการความชื้น ไม่มีปัญหากับเครื่องตรวจจับโลหะแต่อัตราการทำปฏิกิริยากับออกซิเจนต่ำ

เอนไซม์ที่นิยมใช้คือ กลูโคสออกซิเดส (Glucose Oxidase) การใช้เอนไซม์เป็นวัตถุดูดออกซิเจนมีข้อดีคือ สามารถใช้ทั้งประเภทซองและประเภทฟิล์มที่ผสมเอนไซม์ ที่ใช้มากคือ ฟิล์ม PP และ PE และใช้ได้ดีกับอาหารแช่แข็งแต่ไม่เหมาะกับการบรรจุอาหารแห้งหรืออาหารที่มี a_w ต่ำ เนื่องจากเอนไซม์ต้องการน้ำในการเกิดปฏิกิริยาและไม่เหมาะในการใช้งานที่อุณหภูมิสูงกว่า 60 องศาเซลเซียสเนื่องจากเอนไซม์เสื่อมสลายได้ง่ายเมื่อได้รับความร้อน

1.2 วัตถุดูดออกซิเจนประเภทฟิล์ม

การใช้วัตถุดูดออกซิเจนผสมในวัสดุบรรจุโดยตรงหรือใช้ฟิล์มพลาสติกที่ถูกออกซิ-ไดส์ได้ง่ายเป็นส่วนประกอบของวัสดุบรรจุหลายชั้น คุณสมบัติที่สำคัญของวัตถุดูดออกซิเจนประเภทฟิล์ม คือจะต้องไม่ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนก่อนการใช้งาน จะต้องถูกกระตุ้นด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาหรือแสงก่อนจึงจะเกิดปฏิกิริยาได้ เพื่อลดการเสื่อมคุณภาพระหว่างรอการใช้งาน

ภาพที่ 2.6 แสดงวัตถุดูดออกซิเจน

ที่มา : http://www.thaialpinefood.com

2. วัตถุดูดความชื้น (Moisture Absorber)

วัตถุดูดความชื้นใช้สำหรับบรรจุอาหารแห้ง มีทั้งประเภทซองและฟิล์ม สารประกอบที่ใช้เป็นสารดูดความชื้นได้แก่ แร่ดินหรือเคลย์ (Clay) เกลือแร่ (Minerals) และสารสกัดจากพืช

2.1 ซิลิกาเจล

สามารถดูดความชื้นได้ดีโดยเฉพาะที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงๆ สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้โดยนำไปอบไล่ความชื้นที่อุณหภูมิประมาณ 150 องศาเซลเซียส ประมาณ 3 ชั่วโมง โดยทั่วไปจะบรรจุเป็นซองเล็กๆ นอกจากนี้ยังใช้ซิลิกาเจลผสมในเม็ดพลาสติกที่จะนำไปขึ้นรูปภาชนะบรรจุเป็นฟิล์มด้วย

2.2 แร่ดินหรือเคลย์

แร่ดินที่นิยมใช้เป็นวัตถุดูดความชื้น ได้แก่ เบนโทไนต์ (Bentonite) สามารถดูดความชื้นประมาณร้อยละ 25-30 ที่อุณหภูมิห้องหรือต่ำกว่าแต่เมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส ความชื้นจะถูกปล่อยออกมา นิยมใช้บรรจุขนาดใหญ่ประมาณ 1 กิโลกรัมหรือมากกว่าในถุงกระดาษคราฟท์หรือถุงผ้า และใช้กับการบรรจุสินค้าขนาดใหญ่ๆ

2.3 โลหะออกไซด์

โลหะออกไซด์ที่นิยมใช้ ได้แก่ แคลเซียมออกไซด์ แมกนีเซียมออกไซด์ และแบเรียมออกไซด์ สามารถดูดความชื้นได้ดีแม้ในที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำมาก ประสิทธิภาพในการดูดความชื้นประมาณร้อยละ 28

ภาพที่ 2.7 แสดงวัตถุดูดความชื้น

ที่มา : http://www.dud-d.com

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนากรรมวิธีการผลิตขนมเค้กจากเนื้อตาล ครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลองซึ่งมีรายละเอียดของวิธีดำเนินการวิจัยที่จะนำเสนอดังนี้

1. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
2. วิธีการวิจัย
3. การวิเคราะห์ข้อมูล
4. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. อุปกรณ์
    1. ชุดเครื่องแก้วสำหรับการตรวจสอบจุลินทรีย์
2. เครื่องมือ
    1. เครื่องชั่งทศนิยม 3 ตำแหน่ง
    2. ตู้อบลมร้อน
    3. ตู้บ่มเพาะเชื้อ
    4. หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ
    5. เครื่องวัดความชื้นแบบอัตโนมัติ
    6. เครื่องวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ
    7. สมุดเทียบสีอาหาร
    8. เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส
    9. เครื่องวัดปริมาณของแข็ง
    10. เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง
    12. ตู้อบขนม
    13. เครื่องตีไข่
    14. เครื่องบดผสมอาหาร
    15. เครื่องบรรจุแบบสุญญากาศและเติมแก๊สไนโตรเจน

3. สารเคมี

1. แผ่นตรวจสอบจุลินทรีย์สำเร็จรูปสำหรับตรวจสอบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

2. แผ่นตรวจสอบจุลินทรีย์สำเร็จรูปสำหรับตรวจสอบจำนวนยีสต์และรา

3. สารดูดความชื้นบรรจุซอง

4. สารดูดซับออกซิเจนบรรจุซอง

5. Peptone Water

6. Ethanol 95 %

4. วัตถุดิบ

1. เนื้อตาลสุก

2. ส่วนประกอบในการทำขนมเค้ก ได้แก่ แป้งสาลี ผงฟู น้ำตาลทราย เกลือ น้ำมันพืช ไข่ไก่ ครีมออฟทาร์ทาร์

วิธีการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีวิธีการดำเนินการดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของเนื้อลูกตาลสุก

2. ศึกษากรรมวิธีการแปรรูปเนื้อตาลผง การผลิตขนมเค้กโดยใช้เนื้อตาลผงเป็นส่วนประกอบและอายุการเก็บรักษาในภาชนะบรรจุ 2 ชนิด คือถุงฟอล์ยและถุงพลาสติกไนลอน สภาวะการบรรจุ 2 แบบ คือ สภาวะปกติและสภาวะสุญญากาศ

3. ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเนื้อตาลสดที่เหมาะสมในการผลิตขนมเค้ก

4. ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ขนมเค้ก

4.1 การเก็บรักษาขนมเค้กในสภาวะการบรรจุ 2 สภาวะคือ สภาวะบรรยากาศปกติและสภาวะการเติมก๊าซไนโตรเจน

4.2 การเก็บรักษาขนมเค้กในภาชนะบรรจุแบบแอคตีฟ คือ การใช้สารดูดความชื้นและสารดูดซับออกซิเจนใส่ลงในภาชนะบรรจุ

1. ศึกษาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของเนื้อลูกตาลสุก

วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของเนื้อลูกตาลสุกดังนี้ วัดค่าสีโดยใช้สมุดเทียบสี กลิ่นรส ความชื้นโดยใช้เครื่องวัดความชื้นแบบอัตโนมัติ ค่าความเป็นกรด- ด่างโดยใช้ pH meter และปริมาณของแข็ง (ความหวาน) โดยใช้ Hand Refractometer

ภาพที่ 3.1 แสดงเนื้อตาลสดที่นำมาใช้ในการวิจัย

2. ศึกษากรรมวิธีการแปรรูปเนื้อตาลผง

2.1 นำเนื้อตาลสุกมาอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 2 ระดับ คือ 50 และ 70 องศาเซลเซียส จนความชื้นคงที่ นำเนื้อตาลมาบดละเอียดจนเป็นผง

2.2 นำเนื้อตาลผงที่ได้ไปใช้แทนอัตราส่วนของแป้งสาลีในการผลิตขนมเค้ก โดยนำเนื้อตาลผงทดแทนอัตราส่วนของแป้งสาลีในปริมาณ 3 ระดับ คือ ร้อยละ 10 15 และ 20 เพื่อคัดเลือกอัตราส่วนของเนื้อตาลผงและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งเนื้อตาลโดยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9 – point hedonic scale ดังแสดงในตารางที่ 3.1

2.3 เก็บรักษาเนื้อตาลผงในภาชนะบรรจุ 2 ชนิด คือ ถุงพลาสติกชนิดไนลอน และ ฟอล์ย ในสภาวะการบรรจุ 2 แบบ คือ การบรรจุภายใต้สภาวะบรรยากาศปกติและการบรรจุแบบสุญญากาศ นำตาลผงในภาชนะบรรจุมาตรวจวัดค่าสี ความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์รา และนำตาลผงมาใช้เป็นส่วนผสมในการทำขนมเค้กเพื่อประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ทุก 1 เดือนตลอดอายุการเก็บรักษา ดังนี้

1. วัดค่าสีของผลิตภัณฑ์โดยใช้สมุดเทียบสีอาหารของมันเซลล์ (Munsell books)

2. วัดปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์โดยใช้เครื่องวัดความชื้นแบบอัตโนมัติ (IR-Moisture Sartorius MA 45)

3. วัดปริมาณน้ำอิสระในผลิตภัณฑ์ (a_w) โดยใช้เครื่องวัดค่า a_w (Aqua Lab)

4. ตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ รา โดยใช้แผ่น 3 M Petrifilm

5. ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตขนมเค้กด้วยวิธี 9 hedonic scale ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาด และการยอมรับรวม

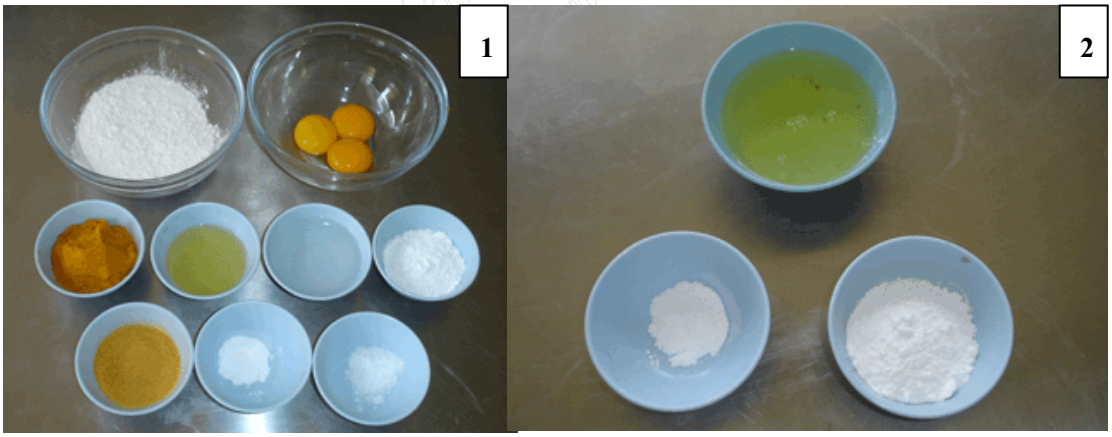
ภาพที่ 3.2 แสดงการอบเนื้อตาลสุกในตู้อบลมร้อนแบบถาด

3. ศึกษากรรมวิธีการผลิตขนมเค้กโดยใช้เนื้อตาลสดเป็นส่วนประกอบ

ศึกษาอัตราส่วนของเนื้อตาลสดที่เหมาะสมในการผลิตขนมเค้ก โดยแปรปริมาณเนื้อตาลสดเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 10 15 และ 20 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด จากนั้นศึกษาคุณภาพและการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์โดยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส อัตราส่วนของเนื้อตาลที่ใช้ในการผลิตขนมเค้กดังแสดงในตารางที่ 3.1 ส่วนผสมที่ใช้ในการทำขนมเค้กแสดงดังภาพที่ 3.3 และขั้นตอนการผลิตขนมเค้กดังแสดงในภาพที่ 3.4

ตารางที่ 3.1 แสดงชนิดของวัตถุดิบ (เนื้อตาล) และอัตราส่วนที่ใช้ในการผลิตขนมเค้ก

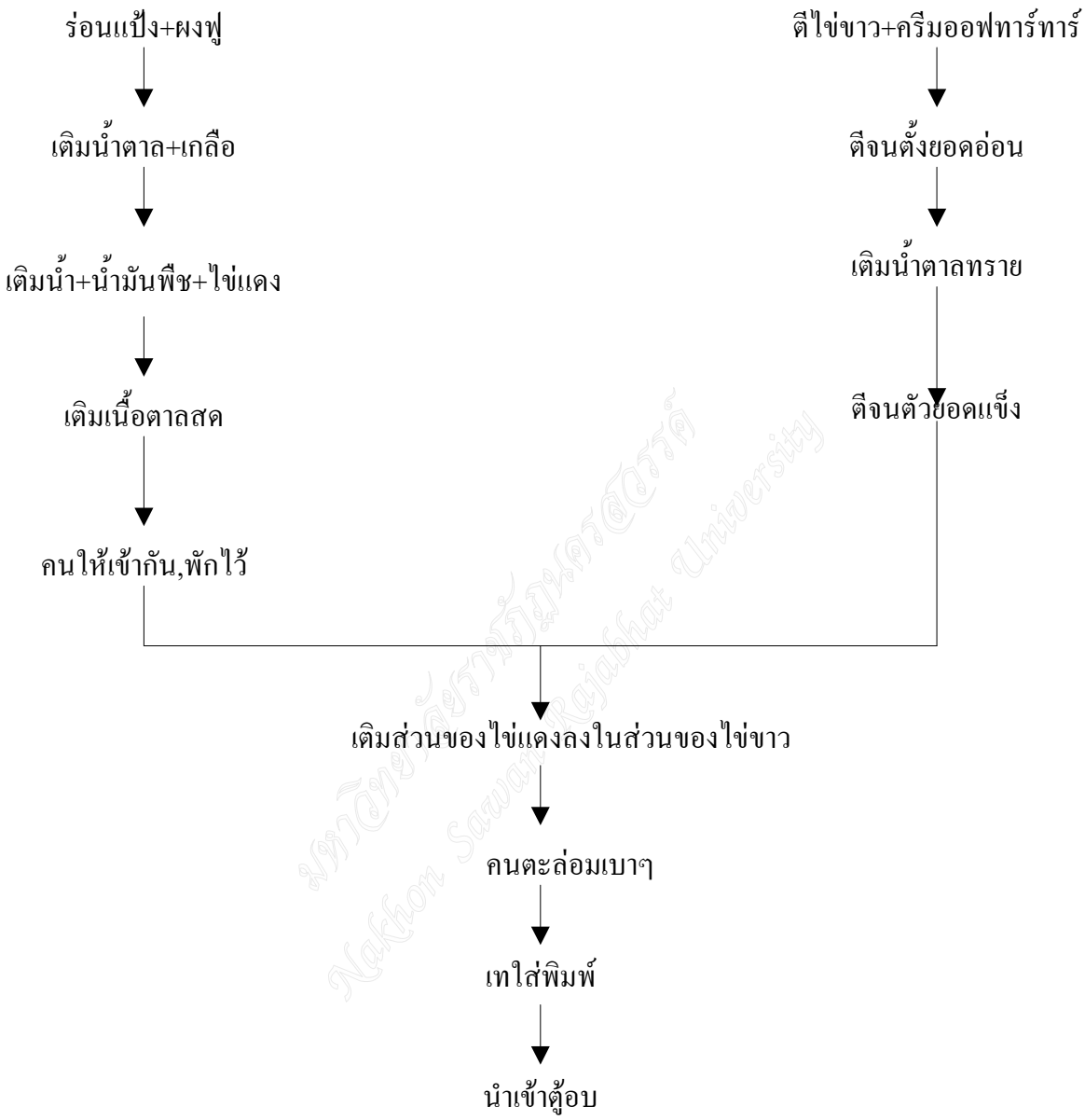
ชนิดของวัตถุดิบ	อุณหภูมิการอบแห้ง	อัตราส่วน (ร้อยละ)
เนื้อตาลสด	-	10 15 20
เนื้อตาลผง	50	10 15 20
	70	10 15 20



ภาพที่ 3.3 แสดงส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตขนมเค้ก

1. ประกอบด้วย แป้งสาลี ไข่แดง เนื้อตาลสด น้ำมันพืช น้ำเปล่า น้ำตาลทราย ผงฟู เกลือป่น

2. ประกอบด้วย ไข่ขาว น้ำตาลทราย ครีมออฟทาร์ทาร์



ภาพที่ 3.4 แสดงขั้นตอนการผลิตขนมเค้กจากเนื้อตาลสด

4. ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ขนมเค้กจากเนื้อตาลสดและเนื้อตาลผงในภาชนะบรรจุ

4.1 นำขนมเค้กจากเนื้อตาลสดและเนื้อตาลผงที่ได้รับการยอมรับจากกลุ่มที่ทดสอบ โดยเก็บรักษาในภาชนะบรรจุ 2 สภาวะคือ บรรจุขนมเค้กในถาดพลาสติกใส่ถุงไนลอน (Nylon) เติมแก๊สไนโตรเจนแล้วปิดผนึก และบรรจุในถาดพลาสติกภายใต้สภาวะบรรยากาศปกติ นำผลิตภัณฑ์มาตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ทุก 2 วันตลอดอายุการเก็บรักษา

4.1 นำขนมเค้กจากเนื้อตาลสดที่ได้รับการยอมรับจากกลุ่มที่ทดสอบ ศึกษาอายุการเก็บในการบรรจุแบบแอคตีฟ (Active Packaging) คือ การใส่สารดูดความชื้นหรือสารดูดซับออกซิเจนลงในภาชนะบรรจุอาหาร 2 ชนิด คือ ถาดพลาสติกและถุงพลาสติก (Nylon)นำผลิตภัณฑ์มาตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ทุก 2 วันตลอดอายุการเก็บรักษา

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนากรรมวิธีการผลิตขนมเค้กจากเนื้อตาลครั้งนี้ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. ศึกษาเปรียบเทียบกรรมวิธีการแปรรูปเนื้อตาลผงที่เหมาะสมในการผลิตขนมเค้ก โดยการใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 2 ระดับ คือ 50 และ 70 องศาเซลเซียส ดังนี้

1.1 นำเนื้อตาลผงที่ได้มาใช้ทดแทนแป้งสาลีในการผลิตขนมเค้ก โดยแปรปริมาณเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 10 15 และ 20 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมดเพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อปริมาณเนื้อตาลผง

2. ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของเนื้อตาลผงที่เก็บรักษาในภาชนะบรรจุ 2 ชนิด คือ ถุงพลาสติกชนิดไนลอน และ ฟอล์ย และสภาวะการบรรจุเนื้อตาลผงบรรจุ 2 แบบ คือ การบรรจุภายใต้สภาวะบรรยากาศปกติและการบรรจุแบบสุญญากาศ

2.1 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ สี ของเนื้อตาลผงในภาชนะบรรจุทั้ง 4 แบบ

2.2 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ปริมาณน้ำอิสระ ความชื้นของเนื้อตาลผงในภาชนะบรรจุทั้ง 4 แบบ

2.3 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส ได้แก่ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และ การยอมรับรวมของเนื้อตาลผงในภาชนะบรรจุทั้ง 4 แบบ เมื่อนำมาผลิตเป็นขนมเค้ก

2.4 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ของเนื้อตาลผงในภาชนะบรรจุทั้ง 4 แบบ

3. ศึกษาเปรียบเทียบอัตราส่วนของเนื้อตาลสดที่เหมาะสมในการผลิตขนมเค้ก โดยแปรปริมาณเนื้อตาลสดเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 10 15 และ 20 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อปริมาณเนื้อตาลสด

4. ศึกษาเปรียบเทียบอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ขนมเค้กจากเนื้อตาลสดและเนื้อตาลผงในภาชนะบรรจุ 2 สภาวะคือ บรรจุขนมเค้กในถาดพลาสติกใส่ถุงไนลอน (Nylon) เติมแก๊สไนโตรเจนแล้วปิดผนึก และบรรจุในถาดพลาสติกภายใต้สภาวะบรรยากาศ

5. ศึกษาเปรียบเทียบอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ขนมเค้กจากเนื้อตาลสดในการบรรจุแบบแอคตีฟ (Active Packaging) 2 แบบ คือ การใส่สารดูดความชื้นหรือสารดูดซับออกซิเจนลงในภาชนะบรรจุอาหาร 2 ชนิด คือ ถาดพลาสติกและถุงพลาสติก (Nylon)

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Factorial experiment in Randomized Complete Block Deesign (Factorial in RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of varience) และความแตกต่างระหว่างสิ่งทดลองด้วยวิธี Duncan' s New Multiple Range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % สำหรับการเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ขนมเค้กตาล เนื้อตาลผงในภาชนะบรรจุ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Randomized Completed Block Design (RCBD) สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนากรรมวิธีการผลิตขนมเค้กจากเนื้อตาล มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษากรรมวิธีการแปรรูปเนื้อตาลผง อัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตขนมเค้กโดยใช้เนื้อตาลสดและเนื้อตาลผงเป็นส่วนประกอบ ศึกษาคุณภาพการยอมรับของผู้บริโภคและอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ จึงนำเสนอผลการวิจัยออกเป็น 5 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี ของเนื้อตาลสด

ตอนที่ 2 ผลการศึกษากรรมวิธีการแปรรูปเนื้อตาลผงโดยใช้ตู้อบลมร้อนและอัตราส่วนที่เหมาะสมของเนื้อตาลผงในการผลิตขนมเค้ก

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาอายุการเก็บของเนื้อตาลผงในภาชนะบรรจุ

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเนื้อตาลสดในการผลิตขนมเค้ก

ตอนที่ 5 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ขนมเค้กจากเนื้อตาลสดและเนื้อตาลผงในภาชนะบรรจุ

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของเนื้อตาลสด ดังแสดงในตารางที่ 4.1

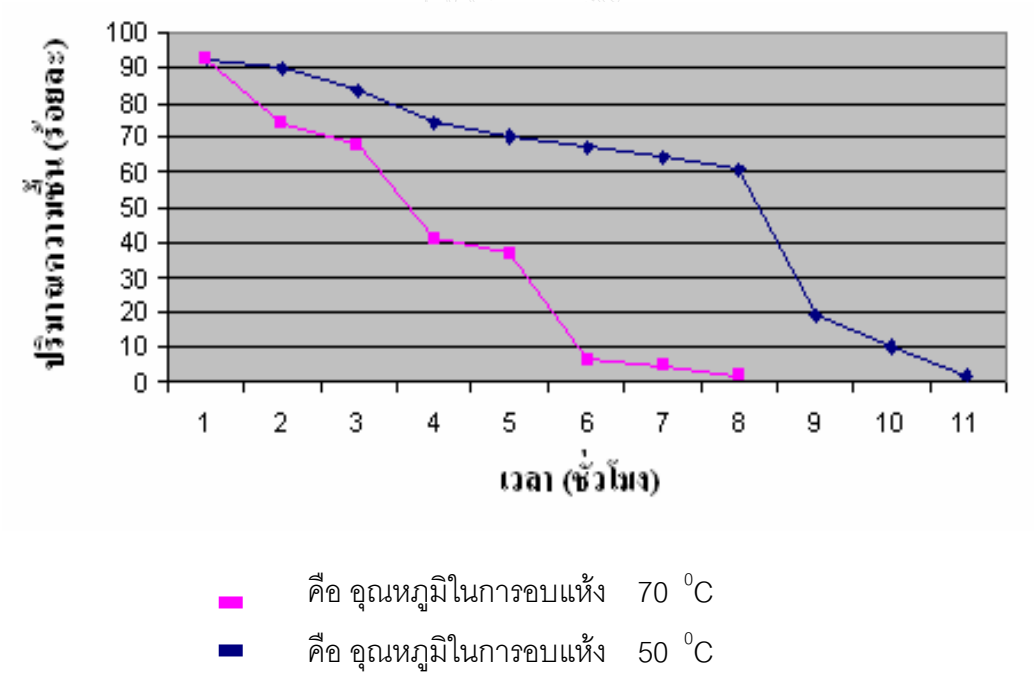
ตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของเนื้อตาลสด

ค่าคุณภาพ	ค่าที่วัดได้
ความชื้น (ร้อยละ)	92.15
ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.988
สี (Munsell books)	7.5 YR 7/14
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS)	5
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	3.4

จากตารางที่ 4.1 พบว่า เนื้อตาลสดที่นำมาใช้ในการวิจัยมีปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระอยู่สูงมาก ดังนั้นจึงมีโอกาสที่จะเกิดการเสื่อมเสียได้ง่ายจากจุลินทรีย์เมื่อเก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลานาน แต่ค่าความเป็นกรด-ด่างค่อนข้างต่ำ คือ 3.4 ดังนั้นจึงเป็นข้อจำกัดชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญเติบโตได้ โดยเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติในลูกตาลสุกคือ เชื้อยีสต์ ซึ่งมีคุณสมบัติที่สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาวะที่มีค่า pH ต่ำ จึงนิยมนำเนื้อตาลสุกมาทำเป็นขนมตาลโดยไม่ต้องใส่ผงฟูเพราะมีเชื้อยีสต์เป็นตัวทำให้ขนมขึ้นฟูได้ดีอยู่แล้ว สีของเนื้อตาลสุกเป็นสีเหลืองอมส้ม ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำเท่ากับ 5

ตอนที่ 2 ผลการศึกษากรรมวิธีการแปรรูปเนื้อตาลผงโดยใช้ตู้อบลมร้อนและอัตราส่วนที่เหมาะสมของเนื้อตาลผงในการผลิตขนมเค้ก

1. ผลการศึกษากรรมวิธีการแปรรูปเนื้อตาลผงโดยใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 2 ระดับ คือ 50 และ 70 องศาเซลเซียส จนความชื้นคงที่ ผลการทดลองดังแสดงในภาพที่ 4.1 และ 4.2



ภาพที่ 4.1 แสดงอัตราการอบแห้งเนื้อตาลที่อุณหภูมิ 50 และ 70 องศาเซลเซียส

จากภาพที่ 4.1 พบว่า อัตราการอบแห้งของเนื้อตาลที่อุณหภูมิ 50 และ 70 องศาเซลเซียส แตกต่างกัน โดยเนื้อตาลที่อบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 8 ชั่วโมงจนมีความชื้นคงที่เท่ากับร้อยละ 1.82 ซึ่งเนื้อตาลที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งนาน 11 ชั่วโมงจึงมีความชื้นคงที่เท่ากับร้อยละ 1.80 นั่นคือการใช้อุณหภูมิที่สูงจะช่วยลดระยะเวลาการทำแห้งให้ลดน้อยลงแต่ทำให้สีของเนื้อตาลผงที่ได้แตกต่างกันโดยเนื้อตาลผงที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสมีสีเข้มกว่าเนื้อตาลผงที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ส่วนคุณสมบัติอื่นๆไม่แตกต่างกัน ผลแสดงดังตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ของเนื้อตาลผง

ค่าคุณภาพ	**อุณหภูมิอบแห้ง** (^{0}C)	
	50	70
ความชื้น (ร้อยละ)	1.80	1.82
ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.405	0.408
สี	10 YR 8/14	10 YR 7/12
จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	2x10	2x10
ยีสต์และรา	ไม่พบ	ไม่พบ

ภาพที่ 4.2 แสดงเนื้อตาลผงที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 และ 70 องศาเซลเซียส

2. ผลการศึกษาอัตราส่วนของเนื้อตาลผงที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีในการผลิตขนมเค้ก ร้อยละ 10 15 และ 20 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด เพื่อคัดเลือกอัตราส่วนของเนื้อตาลผงและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งเนื้อตาลโดยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส แสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเค้กตาลผง

ปริมาณเนื้อตาล		คุณลักษณะ				
(ร้อยละ)	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาด	ความชอบรวม
5	7.2 ^{bc}	7.5 ^{ac}	7.8 ^{a}	7.8 ^{a}	7.9 ^{a}	7.8 ^{a}
A 7.5	8.0 ^{a}	7.8 ^{a}	8.0 ^{a}	7.7 ^{a}	8.0 ^{a}	8.1 ^{a}
10	6.7 ^{c}	7.0 ^{b}	6.0 ^{c}	6.5 ^{b}	7.0 ^{b}	6.8 ^{b}
5	7.5 ^{ab}	7.1 ^{b}	7.1 ^{b}	6.7 ^{b}	7.2 ^{b}	6.7 ^{b}
B 7.5	7.5 ^{ab}	7.4 ^{ab}	7.1 ^{b}	6.5 ^{b}	7.9 ^{a}	7.8 ^{a}
10	7.5 ^{ab}	7.3 ^{ab}	6.0 ^{c}	6.6 ^{b}	7.3 ^{b}	6.7 ^{b}

หมายเหตุ : $^{a-g}$ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

A คือ เนื้อตาลผงอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

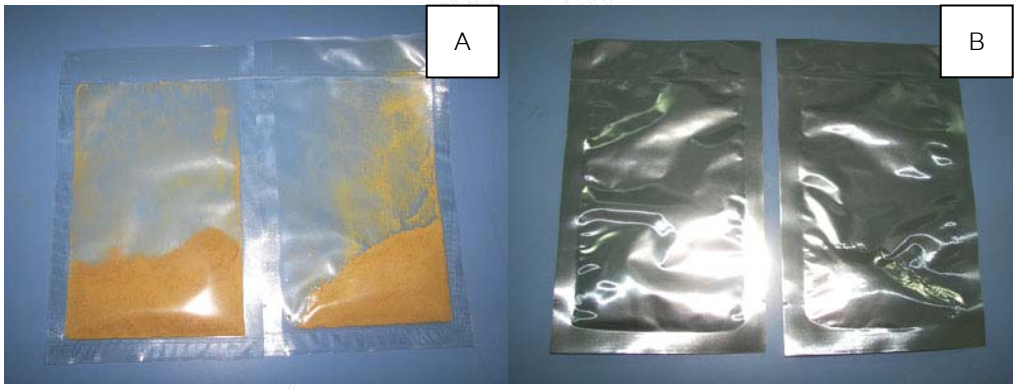
B คือ เนื้อตาลผงอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

จากตารางที่ 4.3 พบว่า อัตราส่วนของเนื้อตาลผงที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีในการผลิตขนมเค้กเป็นร้อยละ 5 7.5 และ 10 เนื่องจากการใช้อัตราส่วนร้อยละ 10 15 และ 20 ขนมเค้กที่ได้มีสีน้ำตาลเข้ม มีรสขมมาก ผู้บริโภคไม่ยอมรับจึงปรับเปลี่ยนอัตราส่วนของเนื้อตาลผงให้น้อยลง เป็นร้อยละ 5 7.5 และ 10 พบว่าขนมเค้กสูตรที่ใช้เนื้อตาลผงอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ในปริมาณร้อยละ 7.5 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ได้รับคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในทุกคุณลักษณะสูงที่สุดโดยมีคะแนนการยอมรับอยู่ในช่วง 7-8 คือ ชอบปานกลาง-ชอบมาก ขนมเค้กที่ได้มีกลิ่นหอมของเนื้อตาล สีเหลืองเข้มออกไปทางน้ำตาล ขนมเค้กที่ใช้เนื้อตาลผงที่อัตราส่วนร้อยละ 5 มีไม่มีกลิ่นหอม

ของเนื้อตาลและที่อัตราส่วนร้อยละ 10 นั้นมีรสขมผู้บริโภคจึงไม่ยอมรับ ขนมเค้กสูตรที่ใช้เนื้อตาลผงอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสจะมีสีเข้มมากกว่าขนมเค้กที่ใช้เนื้อตาลผงอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ไม่มีกลิ่นหอมของตาล ดังนั้นจึงเลือกวิธีการอบแห้งเนื้อตาลที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเพื่อนำไปทำเป็นตาลผงและศึกษาอายุการเก็บต่อไป

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาอายุการเก็บของเนื้อตาลผงในภาชนะบรรจุ

ผลการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของเนื้อตาลผงที่เก็บรักษาในภาชนะบรรจุ 2 ชนิด คือ ถุงพลาสติกชนิดไนลอน และฟอล์ย สภาวะการบรรจุเนื้อตาลผงบรรจุ 2 แบบ คือ การบรรจุภายใต้สภาวะบรรยากาศปกติและการบรรจุแบบสุญญากาศ(ภาพที่ 4.3)นำตาลผงในภาชนะบรรจุมาตรวจวัดคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์และนำตาลผงมาใช้เป็นส่วนผสมในการทำขนมเค้กเพื่อประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ทุก 1 เดือนตลอดอายุการเก็บรักษา



ภาพที่ 4.3 แสดงลักษณะของเนื้อตาลผงในภาชนะบรรจุ

A คือ บรรจุในถุงไนลอนในสภาวะบรรยากาศปกติและสภาวะสุญญากาศ

B คือ บรรจุในถุงฟอล์ยในสภาวะบรรยากาศปกติและสภาวะสุญญากาศ

1. ผลการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของเนื้อตาลผงที่เก็บรักษาในภาชนะบรรจุโดยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของตาลผงในภาชนะบรรจุ

เดือนที่	การบรรจุ	คุณลักษณะ					
		ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาด	ความชอบรวม
	ก	7.0	6.7	6.3	5.9	6.5	7.0
1	ข	7.1	7.3	6.4	5.8	6.0	6.6
	ค	6.4	6.8	6.5	6.0	6.8	7.3
	ง	6.6	6.5	5.9	6.4	6.9	6.8
	ก	6.0^{ab}	6.1^{b}	5.5^{ab}	5.4^{b}	5.8	6.6^{ab}
2	ข	7.0^{a}	7.3^{a}	6.5^{a}	7.0^{a}	6.5	7.3^{a}
	ค	5.7^{b}	6.3^{ab}	5.3^{b}	5.3^{b}	5.5	5.5^{b}
	ง	5.3^{b}	5.3^{b}	5.7^{ab}	5.9^{ab}	5.7	6.1^{b}
	ก	7.3^{a}	7.9^{a}	7.4^{a}	7.7^{a}	7.5^{a}	7.8^{a}
3	ข	5.2^{b}	8.0^{c}	6.8^{ab}	6.4^{b}	7.0^{ab}	6.6^{b}
	ค	6.8^{a}	7.1^{b}	6.8^{ab}	6.7^{b}	6.9^{ab}	7.0^{b}
	ง	6.9^{a}	7.2^{b}	6.6^{b}	5.9^{b}	6.7^{b}	6.3^{b}
	ก	6.0	6.00	5.7^{b}	6.2^{ab}	5.8	6.4
4	ข	6.5	6.5	6.7^{a}	7.0^{a}	6.6	7.1
	ค	6.6	6.7	6.7^{a}	5.3^{b}	5.8	7.1
	ง	6.5	6.7	5.6^{b}	6.6^{a}	5.8	6.9
	ก	6.4	6.0	5.8^{c}	6.5^{bc}	5.8^{b}	6.8^{b}
5	ข	6.8	6.9	8.0^{a}	7.3^{a}	7.7^{a}	7.4^{a}
	ค	5.8	6.6	6.6^{b}	5.8^{c}	5.8^{b}	6.8^{b}
	ง	6.6	6.4	5.6^{c}	6.8^{ab}	6.8^{a}	6.7^{b}
	ก	6.6^{a}	5.9^{b}	5.7^{c}	6.3^{bc}	6.8^{b}	7.6^{a}
6	ข	7.0^{a}	7.3^{a}	7.7^{a}	7.4^{a}	7.7^{a}	7.3^{a}
	ค	5.6^{b}	5.8^{b}	6.4^{b}	5.9^{c}	5.4^{c}	6.5^{b}
	ง	6.4^{a}	6.3^{b}	5.7^{c}	6.8^{b}	6.6^{b}	6.7^{b}

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ Nakhon Sawan Rajabhat University

หมายเหตุ: $^{a-c}$ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ก คือ การบรรจุถุงฟอล์ยในสภาวะบรรยากาศปกติ

ข คือ การบรรจุถุงฟอล์ยในสภาวะสุญญากาศ

ค คือ การบรรจุถุงไนล่อนในสภาวะบรรยากาศปกติ

ง คือ การบรรจุถุงไนล่อนในสภาวะสุญญากาศ

จากตารางที่ 4.4 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมเค้กจากเนื้อตาลผงเป็นดังนี้

ขนมเค้กในเดือนที่ 1 ได้รับคะแนนการยอมรับในทุกคุณลักษณะไม่แตกต่างกัน

ขนมเค้กในเดือนที่ 2 คุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัสและความชอบรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยขนมเค้กที่ทำจากเนื้อตาลผงบรรจุในถุงฟอล์ยแบบสุญญากาศได้รับคะแนนสูงสุด ส่วนรสชาดไม่มีความแตกต่างกันในทุกสภาวะการบรรจุ

ขนมเค้กในเดือนที่ 3 การยอมรับในทุกคุณลักษณะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในทุกสภาวะการบรรจุโดยขนมเค้กจากเนื้อตาลผงบรรจุในถุงฟอล์ยได้รับคะแนนสูงสุด

ขนมเค้กในเดือนที่ 4 คุณลักษณะกลิ่นและเนื้อสัมผัสมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยโดยขนมเค้กที่ทำจากเนื้อตาลผงบรรจุในถุงฟอล์ยแบบสุญญากาศได้รับคะแนนสูงสุด ส่วนคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาดและความชอบรวมไม่มีความแตกต่างกัน

ขนมเค้กในเดือนที่ 5 คุณลักษณะด้าน กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาดและความชอบรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยโดยขนมเค้กที่ทำจากเนื้อตาลผงบรรจุในถุงฟอล์ยแบบสุญญากาศได้รับคะแนนสูงสุด ส่วนคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏและสี ไม่มีความแตกต่างกัน

ขนมเค้กในเดือนที่ 6 การยอมรับในทุกคุณลักษณะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในทุกสภาวะการบรรจุโดยขนมเค้กจากเนื้อตาลผงบรรจุในถุงฟอล์ยแบบสุญญากาศได้รับคะแนนสูงสุด

จากผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเป็นระยะเวลา 6 เดือน พบว่าขนมเค้กจากเนื้อตาลผงบรรจุในถุงฟอล์ยแบบสุญญากาศได้รับคะแนนสูงสุดยกเว้นเดือนที่ 3 เพียง 1 เดือนที่ได้รับคะแนนเป็นอันดับรองจากการบรรจุในถุงฟอล์ยในสภาวะบรรยากาศปกติ

ภาพที่ 4.4 แสดงลักษณะขนมเค้กจากเนื้อตาลผง

2. ผลการเปรียบคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี ของเนื้อตาลผงในภาชนะบรรจุตลอดอายุการเก็บรักษา ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงค่าสีของเนื้อตาลผงในภาชนะบรรจุ 2 ชนิดและสภาวะการบรรจุ 2 แบบ

ระยะเวลา	**สภาวะการบรรจุ**			
(เดือน)	ถุงฟอล์ย	ถุงฟอล์ย+สุญญากาศ	ถุงไนลอน	ถุงไนลอน+สุญญากาศ
1	10 YR 6/12	10 YR 7/12	10 YR 6/12	10 YR 7/12
2	10 YR 6/12	10 YR 7/12	10 YR 6/10	10 YR 6/12
3	10 YR 6/10	10 YR 6/12	10 YR 6/10	10 YR 6/12
4	10 YR 6/8	10 YR 6/10	10 YR 6/8	10 YR 6/10
5	10 YR 6/8	10 YR 6/10	10 YR 6/8	10 YR 6/8
6	10 YR 6/8	10 YR 6/10	10 YR 6/8	10 YR 6/8

หมายเหตุ :

10 YR 6/8 10 YR 6/10 10 YR 6/12 10 YR7/8 10Y 7/10 10YR 7/12

จากตารางที่ 4.5 พบว่า เมื่อเก็บรักษาเนื้อตาลผงในภาชนะบรรจุทั้ง 2 ชนิดและสภาวะการเก็บทั้ง 2 แบบมีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงสีในแนวทางเดียวกันคือ เมื่อเก็บเป็นระยะเวลานานจะทำให้มีสีเข้มมาก โดยเนื้อตาลผงที่เก็บรักษาในถุงฟอล์ยในสภาวะสุญญากาศมีผลทำให้เนื้อตาลเกิดการเปลี่ยนแปลงสีค่อนข้างช้าเมื่อเปรียบเทียบกับสภาวะการบรรจุอื่น ทั้งนี้เนื่องจากคุณสมบัติของฟอล์ยสามารถป้องกันความชื้นและแสงได้ดี ประกอบกับการบรรจุโดยดึงอากาศออกจากภาชนะบรรจุจึงเกิดการออกซิเดชั่นได้ช้าที่สุด

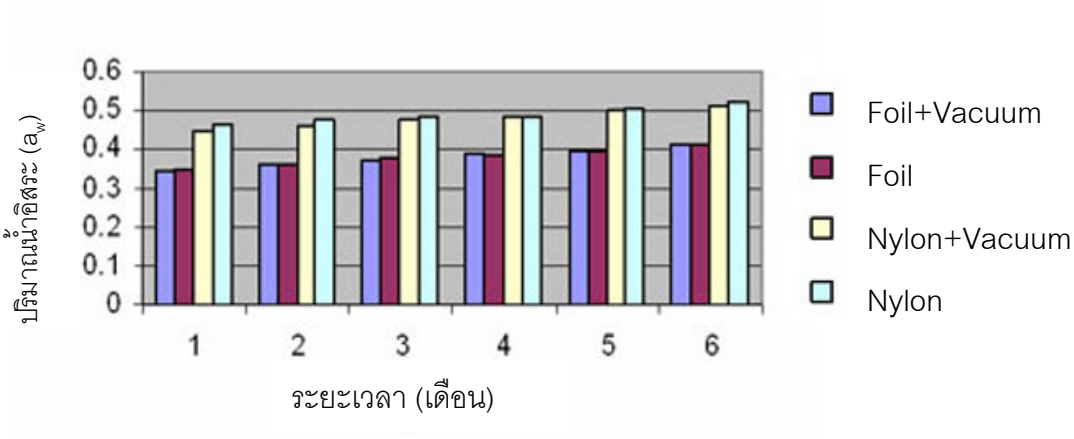
3. ผลการเปรียบเทียบปริมาณความชื้นของเนื้อตาลผงในภาชนะบรรจุตลอดอายุการเก็บรักษาดังแสดงในตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.5 ผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำอิสระดังแสดงในตารางที่ 4.7 และภาพที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของเนื้อตาลผงระยะเวลา 6 เดือน

ระยะเวลา (เดือน)	Foil *		nylon *	
	สุญญากาศ ns	ปกติ ns	สุญญากาศ ns	ปกติ ns
1	0.342	0.345	0.445	0.465
2	0.355	0.365	0.455	0.475
3	0.375	0.375	0.475	0.480
4	0.385	0.385	0.480	0.485
5	0.395	0.395	0.515	0.505
6	0.415	0.415	0.515	0.526

หมายเหตุ : * มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



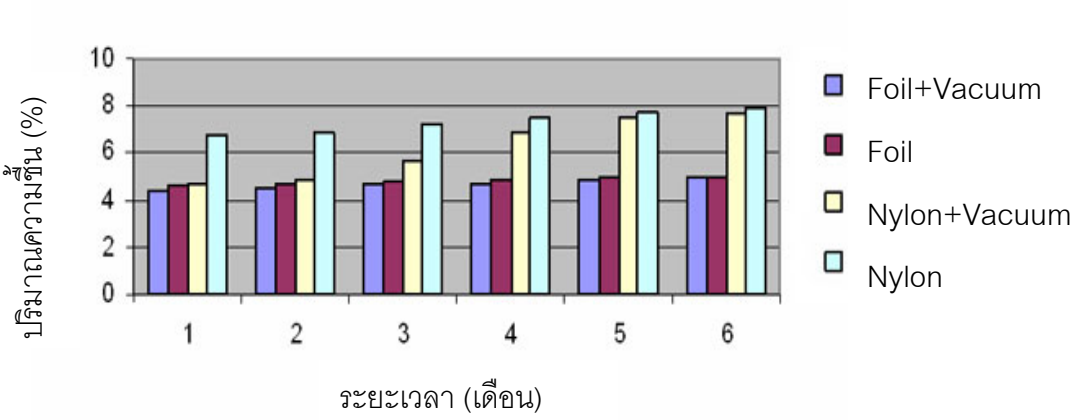
ภาพที่ 4.5 กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำอิสระของเนื้อตาลผงระยะเวลานาน 6 เดือน

จากตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.5 พบว่าปริมาณน้ำอิสระ(a_w)ของการบรรจุเนื้อตาลผงในถุงฟอล์ยในสภาวะบรรยากาศแบบปกติและสุญญากาศไม่มีความแตกต่างกัน เช่นเดียวกับการบรรจุเนื้อตาลผงในถุงไนลอนในสภาวะบรรยากาศปกติและสุญญากาศก็ไม่แตกต่างกันเช่นกัน แต่เมื่อเปรียบเทียบการบรรจุในถุงฟอล์ยและในถุงไนลอนพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยการบรรจุในถุงไนลอนมีค่า a_w สูงกว่าการบรรจุในถุงฟอล์ย และการเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานมากขึ้นมีผลทำให้ค่า a_w ของเนื้อตาลสูงมากขึ้นด้วย

ตารางที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณความชื้น (ร้อยละ) ของเนื้อตาลผงระยะเวลา 6 เดือน

ระยะเวลา (เดือน) *	Foil*		nylon*	
	สุญญากาศ*	ปกติ*	สุญญากาศ*	ปกติ*
1	4.44	4.58	4.69	6.74
2	4.54	4.68	4.87	6.89
3	4.66	4.76	5.65	7.23
4	4.71	4.88	6.82	7.45
5	4.82	4.92	7.45	7.79
6	4.95	4.98	7.65	7.94

หมายเหตุ : * มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



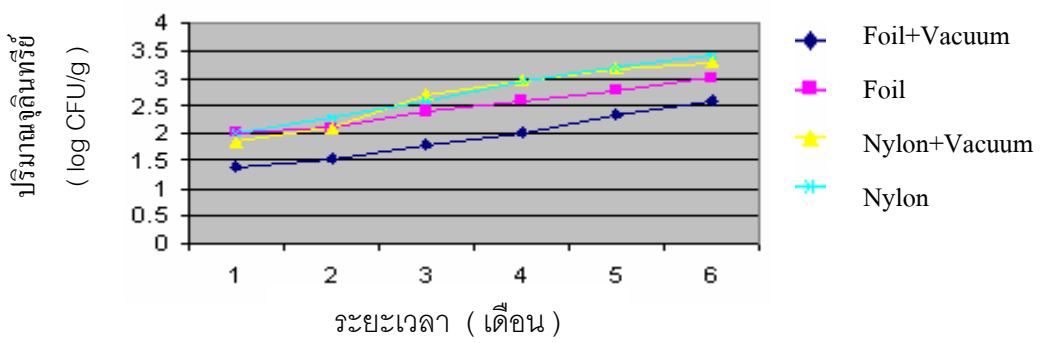
ภาพที่ 4.6 กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณความชื้นของเนื้อตาลผงระยะเวลานาน 6 เดือน

จากตารางที่ 4.7 และภาพที่ 4.6 พบว่าการบรรจุเนื้อตาลผงในภาชนะบรรจุ (ฟอล์ยและไนลอน) สภาวะการบรรจุ (แบบบรรยากาศปกติและสุญญากาศ) ระยะเวลาการเก็บรักษา (1-6 เดือน) มีผลต่อปริมาณความชื้นในเนื้อตาลผงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยเนื้อตาลผงที่เก็บรักษาในถุงฟอล์ยในสภาวะบรรยากาศปกติและสุญญากาศไม่มีความแตกต่างกัน แต่เนื้อตาลผงในถุงไนลอนที่สภาวะบรรยากาศปกติแตกต่างกับสภาวะสุญญากาศ โดยการเก็บในถุงไนลอนบรรยากาศปกติมีความชื้นสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกันในทุกสภาวะการบรรจุและทุกเดือนของการเก็บรักษา

4. ผลการเปรียบเทียบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของเนื้อตาลผงในภาชนะบรรจุตลอดอายุการเก็บรักษา ดังแสดงในตารางที่ 4.8 และภาพที่ 4.7 ปริมาณเชื้อราดังแสดงในตารางที่ 4.9 และภาพที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของเนื้อตาลผงระยะเวลา 6 เดือน

ระยะเวลา (เดือน) *	Foil*		nylon*	
	สุญญากาศ*	ปกติ*	สุญญากาศ*	ปกติ*
1	5.0×10^2	1.0×10^3	8.5×10^2	8.8×10^3
2	6.0×10^2	1.1×10^3	1.15×10^3	1.4×10^3
3	8.0×10^2	1.6×10^3	2.3×10^3	2.0×10^3
4	1.0×10^3	2.0×10^3	3.0×10^3	3.0×10^3
5	1.5×10^3	2.4×10^3	3.8×10^3	4.0×10^3
6	2.0×10^3	3.2×10^3	4.4×10^3	5.2×10^3

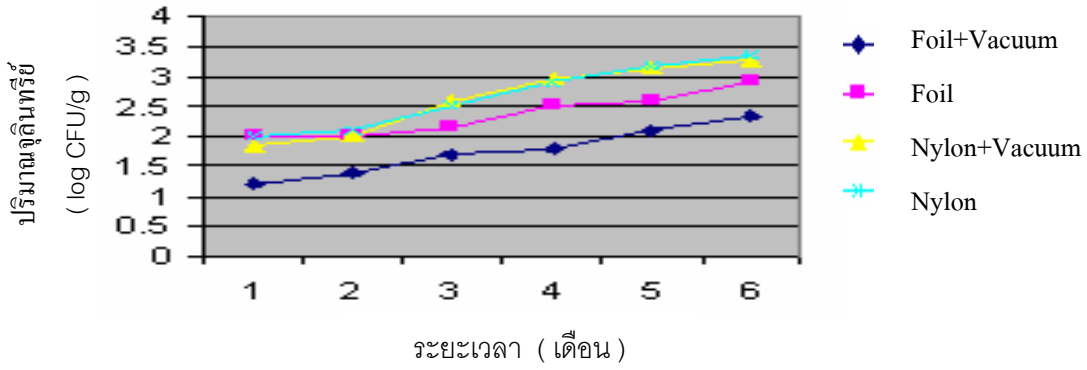


ภาพที่ 4.7 กราฟแสดงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของเนื้อตาลผงระยะเวลานาน 6 เดือน

จากตารางที่ 4.8 และภาพที่ 4.7 พบว่าการบรรจุเนื้อตาลผงในภาชนะบรรจุ (ฟอล์ยและไนลอน) สภาวะการบรรจุ (แบบบรรยากาศปกติและสุญญากาศ) ระยะเวลาการเก็บรักษา (1-6 เดือน) มีผลต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในเนื้อตาลผงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยเนื้อตาลผงที่บรรจุในถุงไนลอนในสภาวะบรรยากาศปกติและสุญญากาศไม่แตกต่างกันแต่มีความแตกต่างจากการบรรจุในถุงฟอล์ยในสภาวะสุญญากาศซึ่งมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์น้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบในทุกสภาวะการบรรจุและเปรียบเทียบในทุกเดือนตลอดอายุการเก็บรวม 6 เดือน ทั้งนี้อาจเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อตาลผงส่วนมากต้องการความชื้นและออกซิเจนในการเจริญเติบโต แต่ถุงฟล์อยมีคุณสมบัติในการป้องกันความชื้นและออกซิเจนได้ดี

ตารางที่ 4.9 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณเชื้อราของเนื้อตาลผงระยะเวลา 6 เดือน

ระยะเวลา (เดือน)	Foil*		nylon*	
	สุญญากาศ	ปกติ	สุญญากาศ	ปกติ
1	$4.0x10^2$	$1.0x10^3$	$8.5x10^2$	$1.0x10^3$
2	$5.0x10^2$	$1.0x10^3$	$1.0x10^3$	$1.1x10^3$
3	$7.0x10^2$	$1.2x10^3$	$2.0x10^3$	$1.8x10^3$
4	$8.0x10^2$	$1.8x10^3$	$3.0x10^3$	$2.8x10^3$
5	$1.1x10^2$	$2.0x10^3$	$3.7x10^3$	$3.9x10^3$
6	$1.5x10^2$	$2.9x10^3$	$4.35x10^3$	$4.85x10^3$



ภาพที่ 4.8 กราฟแสดงปริมาณเชื้อราของเนื้อตาลผงระยะเวลานาน 6 เดือน

จากตารางที่ 4.9 พบว่าการบรรจุเนื้อตาลผงในถุงฟอล์ยและถุงไนลอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยเนื้อตาลผงที่บรรจุในถุงฟอล์ยในสภาวะสุญญากาศมีปริมาณเชื้อราน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบในทุกสภาวะการบรรจุและเปรียบเทียบในทุกเดือนตลอดอายุการเก็บรวม 6 เดือน เช่นเดียวกับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด

ตอนที่ 4 ผลการศึกษากรรมวิธีการผลิตขนมเค้กโดยใช้เนื้อตาลสดเป็นส่วนประกอบ

ผลการศึกษาอัตราส่วนของเนื้อตาลสดที่เหมาะสมในการผลิตขนมเค้ก โดยแปรปริมาณเนื้อตาลสดเป็น 6 ระดับ คือ ร้อยละ 10 15 20 25 30 และ 35 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 4.10 ภาพเค้กตาลสดที่อัตราส่วนร้อยละ 10 ดังแสดงในภาพที่ 4.9

ภาพที่ 4.9 แสดงขนมเค้กโดยใช้เนื้อตาลสดร้อยละ 10 เป็นส่วนประกอบ

ตารางที่ 4.10 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมเค้กตาลสด

ปริมาณเนื้อตาล	คุณลักษณะ					
(ร้อยละ)	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาด	ความชอบรวม
10	7.2[a]	6.7[a]	7.2[a]	7.1[a]	7.5[a]	7.6[a]
15	6.1[b]	6.4[a]	5.4[b]	6.0[b]	6.0[b]	5.7[b]
20	5.3[c]	5.7[b]	4.9[b]	4.8[c]	4.9[c]	5.0[c]
25	5.3[c]	5.8[b]	5.5[b]	5.0[c]	5.2[bc]	5.2[c]
30	1.8[d]	2.4[c]	3.8[c]	2.7[d]	4.7[c]	3.1[d]
35	1.6[d]	2.7[c]	1.7[d]	1.5[e]	3.2[d]	2.4[e]

หมายเหตุ: [a-e] ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 10 พบว่า ขนมเค้กจากเนื้อตาลสดที่ใช้เนื้อตาลสดในอัตราส่วนร้อยละ 10 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมดได้รับการยอมรับในทุกคุณลักษณะสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อใช้อัตราส่วนของเนื้อตาลมากขึ้นจะทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมเค้กมีความแน่นมากขึ้น ไม่ขึ้นฟูและเมื่อใช้อัตราส่วนตั้งแต่ร้อยละ 20 เป็นต้นไปเนื้อสัมผัสจะแน่นคล้ายกับขนมตาลจึงเลือกใช้อัตราส่วนร้อยละ 10 เป็นสูตรที่ใช้เพื่อทดสอบอายุการเก็บรักษาในภาชนะบรรจุต่อไป

ตอนที่ 5 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ขนมเค้กจากเนื้อตาลสดและเนื้อตาลผงในภาชนะบรรจุ

1. ผลการเก็บรักษาขนมเค้กจากเนื้อตาลสด (ร้อยละ 10) และเนื้อตาลผง (ร้อยละ 7.5) ที่ได้รับการยอมรับ โดยเก็บรักษาในภาชนะบรรจุ 2 สภาวะคือ บรรจุขนมเค้กในถาดพลาสติกใส่ถุงไนลอน (Nylon) เติมแก๊สไนโตรเจนแล้วปิดผนึก และบรรจุในถาดพลาสติกภายใต้สภาวะบรรยากาศดังแสดงในตารางที่ 4.11 4.12 และ ภาพที่ 4.10

ตารางที่ 4.11 แสดงปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระของขนมเค้กจากเนื้อตาลสดและเนื้อตาลผง

ระยะเวลา (วัน) *		เนื้อตาลสด *		เนื้อตาลผง *	
		ปกติ	เติมไนโตรเจน	ปกติ	เติมไนโตรเจน
%mc.	0	26.985^{e}	26.985^{e}	22.425^{j}	22.435^{j}
	2	27.085^{d}	27.315^{c}	23.645^{i}	24.015^{g}
	4	28.065^{a}	27.965^{b}	23.695^{h}	24.215^{f}
a_w	0	0.865^{a}	0.865^{a}	0.815^{c}	0.825^{b}
	2	0.885^{a}	0.885^{a}	0.825^{c}	0.855^{b}
	4	0.905^{a}	0.907^{a}	0.835^{c}	0.865^{b}

หมายเหตุ: $^{a-g}$ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ **($P \leq 0.05$)**

* มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.11 พบว่าปริมาณความชื้นของขนมเค้กจากเนื้อตาลสดและเนื้อตาลผง สภาวะการบรรจุ (บรรยากาศปกติและเติมไนโตรเจน) และระยะเวลาในการเก็บรักษา มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยขนมเค้กจากเนื้อตาลสดมีปริมาณความชื้นสูงกว่าขนมเค้กจากเนื้อตาลผง เนื่องจากในเนื้อตาลสดนั้นมีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่สูงมากดังนั้นเมื่อนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ขนมเค้กจึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นสูงด้วย และเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานมากขึ้นปริมาณความชื้นก็จะเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาทั้งขนมเค้กจากเนื้อตาลสดและเนื้อตาลผง

ปริมาณน้ำอิสระของขนมเค้กจากเนื้อตาลสดในสภาวะการบรรจุแบบปกติและเติมไนโตรเจนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติแต่ขนมเค้กจากเนื้อตาลผงที่บรรจุทั้ง 2 สภาวะมีความแตกต่างกัน โดยการบรรจุแบบเติมไนโตรเจนจะมีปริมาณน้ำอิสระสูงกว่า และเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาเช่นเดียวกับความชื้น

ตารางที่ 4.12 แสดงจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count) และจำนวนเชื้อราของขนมเค้กจากเนื้อตาลสดและเนื้อตาลผง

ระยะเวลา (วัน)		เนื้อตาลสด *		เนื้อตาลผง *	
		ปกติ *	เติมไนโตรเจน *	ปกติ *	เติมไนโตรเจน *
Tpc	0	8.0x10h	8.0x10h	4.0x10i	4.0x10i
	2	$4.0x10^{3}$e	$3.0x10^{3}$f	$4.0x10^{3}$e	$2.8x10^{3}$g
	4	$3.0x10^{5}$a	$1.8x10^{4}$c	$2.0x10^{5}$b	$1.4x10^{4}$d
mold	0	2.0x10e	2.0x10e	<10g	<10 g
	2	$1.0x10^{2}$d	$1.0x10^{2}$d	1.2x10f	1.1x10f
	4	$8.8x10^{4}$a	$8.0x10^{3}$b	$8.0x10^{4}$a	$6.7x10^{3}$c

หมายเหตุ: $^{a-g}$ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

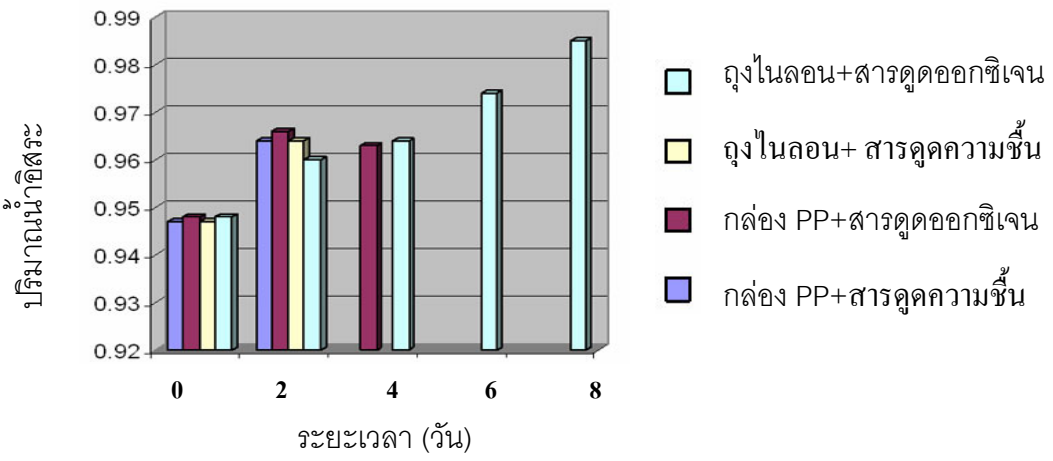
* มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.12 พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณเชื้อราในขนมเค้กจากเนื้อตาลสดและเนื้อตาลผงในการบรรจุแบบสภาวะบรรยากาศปกติและเติมแก๊สไนโตรเจน มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยขนมเค้กจากเนื้อตาลสดและเนื้อตาลผงในการบรรจุสภาวะปกติมีอายุการเก็บเพียง 3 วัน เนื่องจากในวันที่ 4 มีเชื้อราปรากฏขึ้นให้เห็นชัดเจน ส่วนขนมเค้กที่บรรจุโดยเติมแก๊สไนโตรเจนมีอายุการเก็บ 4 วันที่อุณหภูมิห้องทั้งนี้เนื่องจากแก๊สไนโตรเจนเป็นแก๊สเฉื่อยจึงช่วยยืดอายุของขนมเค้กได้อีก 1 วัน แต่เนื่องจากปริมาณแก๊สที่เติมค่อนข้างน้อยประสิทธิภาพจึงไม่ดีเท่าที่ควรเนื่องจากขีดความสามารถอันจำกัดของเครื่องมือ

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมเค้กจากเนื้อตาลสดและเนื้อตาลผงโดยใช้แบบทดสอบแบบสามเหลี่ยมพบว่า คุณลักษณะของขนมเค้กในการบรรจุแบบปกติและเติมแก๊สไนโตรเจนไม่มีความแตกต่างกันตลอดอายุการเก็บรักษาดังกล่าว

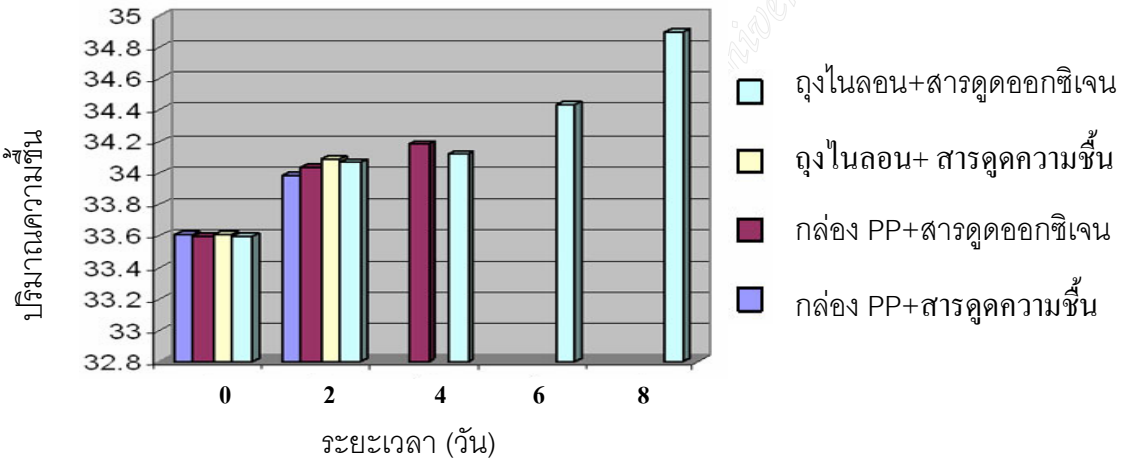
ภาพที่ 4.10 แสดงผลิตภัณฑ์ขนมเค้กเนื้อตาลสดและเนื้อตาลผงในการบรรจุแบบเติมแก๊สไนโตรเจน

2. ผลการเก็บรักษาขนมเค้กจากเนื้อตาลสด (ร้อยละ 10) และเนื้อตาลผง (ร้อยละ 7.5) ที่ได้รับการยอมรับ โดยการบรรจุแบบแอคตีฟ (Active Packaging) คือ การใส่สารดูดความชื้นหรือสารดูดซับออกซิเจนลงในภาชนะบรรจุอาหาร 2 ชนิด คือ กล่องพลาสติก(polypropylene : PP)และถุงพลาสติก (Nylon)นำผลิตภัณฑ์มาตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ทุก 2 วันตลอดอายุการเก็บรักษา ดังแสดงในภาพที่ 4.11 4.12 4.13 และตารางที่ 4.13



ภาพที่ 4.11 กราฟแสดงปริมาณน้ำอิสระของขนมเค้กในการบรรจุแบบแอคตีฟ

จากภาพที่ 4.11 พบว่า ปริมาณน้ำอิสระของขนมเค้กในการบรรจุแบบแอคตีฟ (การบรรจุร่วมกับสารดูดความชื้นหรือสารดูดซับออกซิเจน) มีปริมาณน้ำอิสระแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยในการเก็บรักษาเป็นเวลา 2 วัน เนื่องจากปริมาณน้ำอิสระเริ่มต้นแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเช่นกันและเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 4 วันจะแสดงค่าปริมาณน้ำอิสระของขนมเค้กในภาชนะบรรจุกล่องพลาสติกร่วมกับการใช้สารดูดซับออกซิเจนและการใช้ถุงไนลอนร่วมกับการใช้สารดูดซับออกซิเจนเท่านั้น เนื่องจากขนมเค้กในการบรรจุร่วมกับสารดูดความชื้นเกิดการเสื่อมเสียเนื่องจากเชื้อรา และในวันที่ 6 และ 8 แสดงผลเพียงการใช้ถุงไนลอนร่วมกับการใช้สารดูดซับออกซิเจนเพียงชนิดเดียวที่มีอายุการเก็บรักษาถึง 8 วันในขณะที่การใช้การบรรจุอื่นๆผลิตภัณฑ์ขนมเค้กเสียเนื่องจากเชื้อรา



ภาพที่ 4.12 กราฟแสดงปริมาณความชื้นของขนมเค้กในการบรรจุแบบแอคตีฟ

จากภาพที่ 4.12 พบว่า ปริมาณความชื้นของขนมเค้กในการบรรจุแบบแอคตีฟ (การบรรจุร่วมกับสารดูดความชื้นหรือสารดูดซับออกซิเจน) มีปริมาณความชื้นแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยในการเก็บรักษาเป็นเวลา 2 และ 4 วัน เช่นเดียวกับปริมาณน้ำอิสระ และแสดงค่าปริมาณความชื้นของขนมเค้กในวันที่ 4 6 และ 8 บางค่าเช่นเดียวกันเนื่องจากขนมเค้กในการบรรจุอื่นเกิดการเสื่อมเสียไปก่อนจึงไม่ได้นำมาตรวจวิเคราะห์

ตารางที่ 4.13 แสดงจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count) และจำนวนเชื้อราของขนมเค้กจากเนื้อตาลสดและเนื้อตาลผง

ระยะเวลา (วัน)		สารดูดความชื้น		สารดูดซับออกซิเจน	
		กล่อง PP	ถุงไนลอน	กล่อง PP	ถุงไนลอน
Tpc	0	8.0x10	8.0x10	8.0x10	8.0x10
	2	$3.2x10^3$	$3.0x10^3$	$3.0x10^3$	$2.4x10^2$
	4	-	$8.2x10^3$	-	$3.0x10^2$
	6	-	-	-	$3.7x10^2$
	8	-	-	-	$4.4x10^3$
mold	0	2.0x10	2.0x10	2.0x10	2.0x10
	2	$1.8x10^3$	$2.2x10^3$	$2.6x10^3$	8.0x10
	4	-	$4.6x10^3$	-	$2.2x10^2$
	6	-	-	-	$2.8x10^2$
	8	-	-	-	$2.4x10^3$

จากตารางที่ 4.13 พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและเชื้อราในผลิตภัณฑ์ขนมเค้กจากเนื้อตาลสดที่บรรจุในภาชนะบรรจุ 2 ชนิดคือ กล่อง PP และถุงไนลอน ร่วมกับการใช้สารดูดความชื้นหรือสารดูดซับออกซิเจนมีความแตกต่างกัน โดยการบรรจุในกล่อง PP ร่วมกับการใช้สารดูดความชื้นผลิตภัณฑ์ขนมเค้กจะมีอายุการเก็บรักษาเพียง 3 วันก็เกิดการเสื่อมเสียเช่นเดียวกับการบรรจุร่วมกับการใช้สารดูดซับออกซิเจนทั้งนี้เนื่องจากคุณสมบัติของกล่องพลาสติก PP นั้นยอมให้ก๊าซและความชื้นผ่านเข้า-ออกได้ง่ายกว่าพลาสติกประเภทไนลอน ส่วนการบรรจุในถุงไนลอนร่วมกับการใช้สารดูดความชื้นนั้นมีอายุการเก็บรักษา 4 วันจึงเกิดการเสื่อมเสีย และการบรรจุร่วมกับการใช้สารดูดซับออกซิเจนมีอายุการเก็บรักษาได้นานถึง 8 วันจึงเกิดการเสื่อมเสียเนื่องจากเชื้อรา เนื่องจากคุณสมบัติของถุงพลาสติกไนลอนที่สามารถป้องกันการผ่านของความชื้นและก๊าซได้ดีจึงทำให้เชื้อราเจริญเติบโตได้ช้าลงเนื่องจากมีปริมาณความชื้นและออกซิเจนที่จำกัด

ภาพที่ 4.13 แสดงผลิตภัณฑ์ขนมเค้กเนื้อตาลสดในภาชนะบรรจุ

1 คือ การบรรจุในกล่อง PP ร่วมกับการใช้สารดูดความชื้น

2 คือ การบรรจุในกล่อง PP ร่วมกับการใช้สารดูดซับออกซิเจน

3 คือ การบรรจุในถุงไนลอนร่วมกับการใช้สารดูดความชื้น

4 คือ การบรรจุในถุงไนลอนร่วมกับการใช้สารดูดซับออกซิเจน

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนากรรมวิธีการผลิตขนมเค้กจากเนื้อตาล ในครั้งนี้ ผู้วิจัยจะนำเสนอวัตถุประสงค์ของการวิจัย ระเบียบวิธีวิจัย สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ ดังต่อไปนี้

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษากรรมวิธีการแปรรูปเนื้อตาลผง
2. เพื่อศึกษาวิธีการแปรรูปขนมเค้กโดยใช้เนื้อตาลสดและเนื้อตาลผงเป็นส่วนประกอบ
3. เพื่อศึกษาคุณภาพและการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์
4. เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมเค้ก

วิธีการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีวิธีการดำเนินการดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของเนื้อลูกตาลสุก

2. ศึกษากรรมวิธีการแปรรูปเนื้อตาลผง การผลิตขนมเค้กโดยใช้เนื้อตาลผงเป็นส่วนประกอบและอายุการเก็บรักษาในภาชนะบรรจุ 2 ชนิด คือถุงฟอล์ยและถุงพลาสติกไนลอน สภาวะการบรรจุ 2 แบบ คือ สภาวะปกติและสภาวะสุญญากาศ

3. ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเนื้อตาลสดในการผลิตขนมเค้ก

4. ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ขนมเค้ก

4.1 การเก็บรักษาขนมเค้กในสภาวะการบรรจุ 2 สภาวะคือ สภาวะบรรยากาศปกติและสภาวะการเติมก๊าซไนโตรเจน

4.2 การเก็บรักษาขนมเค้กในภาชนะบรรจุแบบแอคตีฟ คือ การใช้สารดูดความชื้นและสารดูดซับออกซิเจนใส่ลงในภาชนะบรรจุ

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของเนื้อลูกตาลสุกพบว่า เนื้อลูกตาลสุกมีปริมาณความชื้นร้อยละ 92.15 ปริมาณน้ำอิสระเท่ากับ 0.988 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากับ 5 ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 3.4 ค่าสี (Munsell books) เท่ากับ 7.5 YR 7/14

2. การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งเนื้อตาลโดยใช้ตู้อบลมร้อนเพื่อทำเป็นเนื้อตาลผงพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งคือ อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส โดยใช้ระยะเวลาในการอบแห้งนาน 11 ชั่วโมง ปริมาณความชื้นของเนื้อตาลผงที่ได้เท่ากับร้อยละ 1.80

3. อัตราส่วนของเนื้อตาลผงที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีในการผลิตขนมเค้กในปริมาณร้อยละ 7.5 ได้รับคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสี เนื้อสัมผัส รสชาด กลิ่นรส และการยอมรับรวมสูงที่สุด โดยมีคะแนนการยอมรับอยู่ในช่วง 7-8 คือ ชอบปานกลาง -ชอบมาก

4. การเก็บรักษาเนื้อตาลผงในถุงฟอล์ยแบบสุญญากาศมีการเปลี่ยนแปลงค่าสี ปริมาณความชื้น และปริมาณน้ำอิสระต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการบรรจุอื่นๆ มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดปริมาณเชื้อราเพิ่มขึ้นในอัตราที่ต่ำ และเมื่อนำเนื้อตาลผงมาผลิตเป็นขนมเค้กในทุกเดือนเป็นระยะเวลารวม 6 เดือน เมื่อนำมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่าได้รับคะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบมากที่สุดในทุกเดือน

5. อัตราส่วนของเนื้อตาลสดที่ใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตขนมเค้กร้อยละ 10 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมดได้รับการยอมรับในทุกคุณลักษณะสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราส่วนอื่นๆ

6. การเปรียบเทียบวิธีการเก็บรักษาขนมเค้กจากเนื้อตาลสดและเนื้อตาลผงใน 2 สภาวะ คือ บรรยากาศปกติและการเติมก๊าซไนโตรเจน พบว่าสภาวะปกติมีอายุการเก็บเพียง 3 วัน ส่วนขนมเค้กที่บรรจุโดยเติมก๊าซไนโตรเจนมีอายุการเก็บ 4 วันที่อุณหภูมิห้อง

7. การเก็บรักษาขนมเค้กในภาชนะบรรจุแบบแอคตีฟ คือ การใช้สารดูดความชื้นและสารดูดซับออกซิเจนใส่ลงในภาชนะบรรจุ พบว่าการบรรจุขนมเค้กในกล่อง PP ร่วมกับการใช้สารดูดความชื้นหรือสารดูดซับออกซิเจนผลิตภัณฑ์ขนมเค้กมีอายุการเก็บรักษา 3 วัน การบรรจุในถุงไนลอนร่วมกับการใช้สารดูดความชื้นมีอายุการเก็บรักษา 4 วัน และ การบรรจุในถุงไนลอนร่วมกับการใช้สารดูดซับออกซิเจนมีอายุการเก็บรักษาได้นาน 8 วัน

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนากรรมวิธีการผลิตขนมเค้กจากเนื้อตาล สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของเนื้อลูกตาลสุกพบว่า เนื้อลูกตาลสดที่นำมาใช้ในการวิจัยมีปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระอยู่สูงมาก ดังนั้นจึงมีโอกาสที่จะเกิดการเสื่อมเสียได้ง่ายจากจุลินทรีย์เมื่อเก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลานาน แต่ค่าความเป็นกรด-ด่างค่อนข้างต่ำ คือ 3.4 ดังนั้นจึงเป็นข้อจำกัดชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญเติบโตได้ โดยเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติในลูกตาลสุกคือ เชื้อยีสต์ ซึ่งมีคุณสมบัติที่สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาวะที่มีค่า pH ต่ำ จึงนิยมนำเนื้อตาลสุกมาทำเป็นขนมตาลโดยไม่ต้องใส่ผงฟูเพราะมีเชื้อยีสต์เป็นตัวทำให้ขนมขึ้นฟูได้ดีอยู่แล้ว สีของเนื้อตาลสุกเป็นสีเหลืองอมส้ม ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำเท่ากับ 5

2. ผลการศึกษากรรมวิธีการแปรรูปเนื้อตาลผงโดยใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 2 ระดับ คือ 50 และ 70 องศาเซลเซียสจนความชื้นคงที่อัตราการอบแห้งของเนื้อตาลที่อุณหภูมิทั้ง 2 ระดับแตกต่างกัน โดยเนื้อตาลที่อบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 8 ชั่วโมง ซึ่งเนื้อตาลที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งนาน11 ชั่วโมงจึงมีความชื้นคงที่นั่นคือการใช้อุณหภูมิที่สูงจะช่วยลดระยะเวลาการทำแห้งให้ลดน้อยลงแต่ทำให้สีของเนื้อตาลผงที่ได้เข้มกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ

3. อัตราส่วนของเนื้อตาลผงที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีในการผลิตขนมเค้กเป็นร้อยละ 5 7.5 และ 10 เนื่องจากการใช้อัตราส่วนร้อยละ 10 15 และ 20 ขนมเค้กที่ได้มีสีน้ำตาลเข้มมีรสขมมาก ผู้บริโภคทดสอบไม่ยอมรับจึงปรับเปลี่ยนอัตราส่วนของเนื้อตาลผงให้น้อยลง เป็นร้อยละ 5 7.5 และ 10 พบว่าขนมเค้กสูตรที่ใช้เนื้อตาลผงในปริมาณร้อยละ 7.5 ได้รับคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในทุกคุณลักษณะสูงที่สุดโดยมีคะแนนการยอมรับอยู่ในช่วง 7-8 คือ ชอบปานกลาง-ชอบมาก ขนมเค้กที่ได้มีกลิ่นหอมของเนื้อตาล สีเหลืองเข้มออกไปทางน้ำตาล ส่วนขนมเค้กที่ใช้เนื้อตาลผงที่อัตราส่วนร้อยละ 5 มีไม่มีกลิ่นหอมของเนื้อตาลผู้บริโภคจึงให้คะแนนการยอมรับน้อยกว่า

4. การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของเนื้อตาลผงที่เก็บรักษาในภาชนะบรรจุ 2 ชนิด คือ ถุงพลาสติกชนิดไนลอน และฟอล์ย สภาวะการบรรจุเนื้อตาลผงบรรจุ 2 แบบ คือ การบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติและการบรรจุแบบสุญญากาศ พบว่าการเก็บรักษาเนื้อตาลผงในถุงฟอล์ยแบบสุญญากาศมีการเปลี่ยนแปลงค่าสี ปริมาณความชื้น และปริมาณน้ำอิสระต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการบรรจุอื่นๆ มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณเชื้อราเพิ่มขึ้นในอัตราที่ต่ำ เนื่องจากคุณสมบัติของภาชนะบรรจุประเภทฟอล์ยที่สามารถป้องกันการผ่านของความชื้น แสง ออกซิเจนได้ดีกว่าไนลอน

และเมื่อร่วมกับการบรรจุแบบสุญญากาศคือ ดึงออกซิเจนออกจึงทำให้มีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์น้อยเมื่อเปรียบเทียบกับถุงไนลอน

5. การศึกษาอัตราส่วนของเนื้อตาลสดที่เหมาะสมในการผลิตขนมเค้กโดยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาด เนื้อสัมผัสและการยอมรับรวม โดยแปรปริมาณเนื้อตาลสดเป็น 6 ระดับ คือ ร้อยละ 10 15 20 25 30 และ 35 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด พบว่าขนมเค้กที่ใช้เนื้อตาลสดในอัตราส่วนร้อยละ 10 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมดได้รับการยอมรับในทุกคุณลักษณะสูงสุด เนื่องจากเมื่อใช้อัตราส่วนของเนื้อตาลมากขึ้นจะทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมเค้กมีความแน่นมากขึ้น ไม่ขึ้นฟูและเมื่อใช้อัตราส่วนตั้งแต่ร้อยละ 20 เป็นต้นไปเนื้อสัมผัสจะแน่น มีความชื้นสูงคล้ายกับขนมตาล

6. การเปรียบเทียบวิธีการเก็บรักษาขนมเค้กจากเนื้อตาลสดและเนื้อตาลผงในภาชนะบรรจุ 2 สภาวะคือ บรรจุขนมเค้กในถาดพลาสติกใส่ถุงไนลอน เติมก๊าซไนโตรเจนแล้วปิดผนึก และบรรจุในถาดพลาสติกภายใต้สภาวะบรรยากาศปกติ พบว่า การบรรจุในสภาวะปกติมีอายุการเก็บเพียง 3 วัน ส่วนขนมเค้กที่บรรจุโดยเติมก๊าซไนโตรเจนมีอายุการเก็บ 4 วันที่อุณหภูมิห้องทั้งนี้เนื่องจากก๊าซไนโตรเจนมีคุณสมบัติเป็นก๊าซเฉื่อย เมื่อเติมลงไปในภาชนะบรรจุจึงไปแทนที่ปริมาณก๊าซออกซิเจนให้ลดน้อยลง ดังนั้นปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้จึงลดน้อยลงไปด้วยจึงทำให้ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้

7. การเปรียบเทียบวิธีการเก็บรักษาขนมเค้กในภาชนะบรรจุแบบแอคตีฟ คือ การใช้สารดูดความชื้นหรือสารดูดซับออกซิเจนใส่ลงในภาชนะบรรจุ พบว่าการบรรจุขนมเค้กในกล่อง PP ร่วมกับการใช้สารดูดความชื้นหรือสารดูดซับออกซิเจน ขนมเค้กมีอายุการเก็บรักษา 3 วัน ส่วนการบรรจุในถุงไนลอนร่วมกับการใช้สารดูดความชื้นมีอายุการเก็บรักษา 4 วัน และ การบรรจุในถุงไนลอนร่วมกับการใช้สารดูดซับออกซิเจนมีอายุการเก็บรักษาได้นานถึง 8 วัน ทั้งนี้เนื่องจากคุณสมบัติของกล่องพลาสติก PP นั้นยอมให้ก๊าซและความชื้นผ่านเข้า-ออกได้ง่ายกว่าพลาสติกประเภทไนลอนที่สามารถป้องกันการผ่านของความชื้นและก๊าซได้ดี จึงทำให้เชื้อราเจริญเติบโตได้ช้าลงเมื่อมีปริมาณความชื้นและออกซิเจนที่จำกัดจึงทำให้ขนมเค้กที่เก็บรักษาในถุงไนลอนร่วมกับการใช้สารดูดซับออกซิเจนมีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการบรรจุอื่นๆ

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ในการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติและเติมก๊าซไนโตรเจนนั้น เนื่องจากประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเติมก๊าซมีข้อจำกัด คือ สามารถเติมก๊าซได้เพียงร้อยละ 5 ของปริมาตรภาชนะบรรจุ ดังนั้นจึงมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของก๊าซภายในภาชนะบรรจุเพียงเล็กน้อยและมีผลต่อการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมเค้กน้อยลงไปด้วย ดังนั้นหากสามารถใช้เครื่องมือที่สามารถเติมก๊าซไนโตรเจนได้ในปริมาณที่สูงกว่านี้น่าจะสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมเค้กได้ยาวนานขึ้น

2. คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของขนมเค้กจากเนื้อตาลผงเมื่อเปรียบเทียบกับขนมเค้กจากเนื้อตาลสดแล้วพบว่า ขนมเค้กจากเนื้อตาลสดมีสีเหลืองกว่า มีกลิ่นหอมของเนื้อตาลมากกว่าและการขึ้นฟูของเนื้อเค้กดีกว่าทั้งนี้เนื่องจากเชื้อยีสต์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติของเนื้อตาล แต่เมื่อนำไปแปรรูปเป็นเนื้อตาลผงทำให้ยีสต์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติถูกทำลายไปและเมื่อนำเนื้อตาลผงไปใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตขนมเค้กต้องใช้ผงฟูช่วยในการขึ้นฟูของเค้กมากขึ้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร Nakhon Sawan Rajabhat University

บรรณานุกรม

กรมอนามัย กองโภชนาการ. 2530. **ตารางคุณค่าทางอาหารไทยในส่วนที่กินได้ 100 กรัม**. โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก. กรุงเทพฯ. 48 น.

กัลยา วานิชย์บัญชา. 2549. **สถิติสำหรับงานวิจัย**. ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 320 น.

งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2550. **การบรรจุอาหาร**. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 389 น.

จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. 2549. **เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 224 น.

นิดดา หงส์วิวัฒน์. **คนไทยอาหารไทย**. บริษัท สำนักพิมพ์แสงแดด จำกัด, กรุงเทพฯ. 175 น.

บุญมา นิยมวิทย์ และพะยอม อัตถวิบูลย์กุล. 2547. **ผลิตภัณฑ์จากลูกตาล**.อาหาร 34(4) : 272-276.

เบญจพร รอดอาวุธ. 2548. **การแปรรูปอาหาร 1**. เอกสารประกอบการสอน. คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, นครสวรรค์. 342 น.

เบญจพร รอดอาวุธ. 2549. **การประเมินคุณภาพทางอาหารโดยประสาทสัมผัส**. คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, นครสวรรค์. 224 น.

ไพโรจน์ วิริยาจารี. 2545. **การประเมินทางประสาทสัมผัส**. ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 412 น.

ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก. 2532. **กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร**. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 302 น.

สุคนธ์ชื่น ศรีงาม. 2543. **กระบวนการทำแห้งอาหาร**. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 505 น.

สุรพล อุปดิสสกุล. 2526. **สถิติและการวางแผนการทดลอง**. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 382 น.

อนันต์ชัย เขื่อนธรรม. 2539. **หลักการวางแผนการทดลอง**. ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 347 น.

จรุงศักดิ์ ธรรมรักษ์. 2551. **ตาลเมืองเพชร**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http : // www. phetchaburi.doae.go.th (วันที่ค้นข้อมูล : 20 ตุลาคม 2551)

นิรนาม. 2551. **ตาล**. (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก :http : // www. oknation.net/blog/coolnews. (วันที่ค้นข้อมูล : 20 ตุลาคม 2551)

นิรนาม. 2551. **ตาล**. (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก :http : // www. annefriday.com (วันที่ค้นข้อมูล : 20 ตุลาคม 2551)

นิรนาม. 2551. **ตู้อบแสงอาทิตย์**. (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก :http : // www. geocities.com/elec_itpd/box/02-table.html (วันที่ค้นข้อมูล : 31 มกราคม 2551)

นิรนาม. 2551.**วัตถุดูดออกซิเจน**.(ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก :http : // www. thaialpinefood.com (วันที่ค้นข้อมูล : 20 กุมภาพันธ์ 2551)

นิรนาม. 2551.**วัตถุดูดความชื้น**. (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก :http : // www. dud-d.com (วันที่ค้นข้อมูล : 20 กุมภาพันธ์ 2551)

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา Nakhon Sawan Rajabhat University

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
Nakhon Sawan Rajabhat University

ภาคผนวก ก

ก.1 การวัดค่าสีด้วยระบบสีของมันเซลล์ (Munsell colour system)

หลักการ

Albert Henry Munsell ปี ค.ศ. 1912 บอกลักษณะของสีด้วยการวัดค่าของสีเป็นค่าสี (Hue) ค่าความเข้มของสี (Chroma) ความสุกสว่างหรือความหม่นของสี (Value)

Hue หมายถึง แสงถูกดูดที่ความยาวคลื่นหนึ่งมากกว่าความยาวคลื่นอื่น ทำให้ตาของมนุษย์มองเห็นสีที่ความยาวคลื่นนั้น เรียกว่า dominant wavelenth หรือ Hue เป็นลักษณะสีที่มองเห็นเด่นชัดแยกจากสีอื่น ประกอบด้วยสีหลัก 5 สี คือ แดง เหลือง เขียว น้ำเงิน ม่วง สีผสมหลัก 5 สี คือ YR , GR , BG , PB , RP และสีระหว่างสีผสมสีหลัก 10 สี

Value หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างการสะท้อนและการดูดกลืนแสงของวัตถุโดยไม่คำนึงถึงความถี่ของคลื่นแสง เรียกว่า Brightness/Value โดยความสุกสว่าง หรือ ความหม่นของสี มีช่วงสเกล 0-10 (สว่างน้อย ⟶ มาก)

Chroma หมายถึง จำนวนคลื่นแสงความถี่หนึ่ง ๆ ที่สะท้อนออกมา ความเข้มของสี มีช่วงสเกล 0-18

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1.1 ตัวอย่างอาหารที่ต้องการวัดค่าของสี

1.2 Munsell books

วิธีการทดลอง

นำตัวอย่างอาหารที่ต้องการวัดค่าสีมาเทียบกับสมุดเทียบสีอาหาร และบันทึกค่าลงในตาราง

ภาพที่ ก.1 สมุดเทียบสีอาหาร

ก.2 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นโดยใช้เครื่องวัดความชื้นแบบอัตโนมัติ

อุปกรณ์

1. เครื่องวิเคราะห์ความชื้นอัตโนมัติ (รุ่น IR Moisture Sartorius MA45)
2. จานอลูมิเนียม (Moister Can)
3. คีมคีบจาน (forcep)

วิธีการ

1. เปิดเครื่อง หน้าจอของเครื่องจะแสดงหมายเลข Program สุดท้ายที่ใช้
2. เลือกหมายเลข Program 1, 2 หรือ 3 และกด Enter
3. ปิดฝาเครื่อง วางจานอลูมิเนียมเปล่า
4. Tare โดยกด Enter เติมตัวอย่างลงบนจานอลูมิเนียม ที่มีคำว่า Start ปรากฏขึ้น แล้วปิดฝาเครื่อง เครื่องจะทำการหาความชื้นอัตโนมัติแล้วกด Enter สัญญาลักษณ์ความร้อนจะปรากฏเป็นสีเขียวก่อนจะเปลี่ยนเป็นสีแดง เมื่อสิ้นสุดการทำงานจะมีคำว่า End ปรากฏขึ้นให้อ่านค่าความชื้นได้จากหน้าจอ

ภาพที่ ก.2 เครื่องวัดปริมาณความชื้นแบบอัตโนมัติ

ก.3 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระโดยใช้เครื่องวัดค่า a_w รุ่น AquaLab

อุปกรณ์และวิธีการ

1. เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (water activity meter) AquaLab
2. วิธีการใช้เครื่องมือ

2.1 วางเครื่องไว้บนพื้นที่มีพื้นที่ผิวเรียบ แข็งแรง และมีอุณหภูมิคงที่

2.2 เสียบปลั๊ก และกดปุ่มสวิทช์เปิดซึ่งอยู่ด้านหลังเครื่อง

3.3 เตรียมตัวอย่าง โดยปริมาณของตัวอย่างที่ใช้ไม่ควรเกินครึ่งหนึ่งของภาชนะบรรจุ ห้ามเติมตัวอย่างจนเต็มหรือล้นภาชนะ ตรวจสอบว่าบริเวณขอบริมและด้านนอกของภาชนะบรรจุสะอาด และอุณหภูมิของตัวอย่างที่เตรียมไว้ไม่สูงเกินกว่า 4 องศาเซลเซียสกับอุณหภูมิของ chamber

3.4 เตรียมสารละลายมาตรฐาน โดยเติมสารละลายมาตรฐานในภาชนะบรรจุประมาณครึ่งหนึ่ง ใส่ลงในลิ้นชักใส่ตัวอย่าง ปิดลิ้นชักด้วยความระมัดระวังเพื่อป้องกันสารละลายหก

3.5 หมุนปุ่มของลิ้นชักจากตำแหน่ง open/load ไปยังตำแหน่ง read เครื่องจะเริ่มวัดค่า a_w

3.6 เมื่อเครื่องเริ่มทำงานจะมีสัญญาณเตือน 1 ครั้ง จากนั้นจะแสดงผลการวัดครั้งแรกเมื่อเวลาผ่านไป 40 วินาที เมื่อเครื่องทำการวัดค่าเสร็จเรียบร้อยแล้วจะมีสัญญาณเตือน ทีหน้าจอ LCD ของเครื่องแสดงค่า a_w ที่อ่านได้พร้อมอุณหภูมิของตัวอย่าง

ภาพที่ ก.3 เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ

ก.4 วิธีการวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา

อุปกรณ์และสารเคมี

1. แผ่นตรวจสอบจุลินทรีย์สำเร็จรูปสำหรับตรวจสอบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด
2. แผ่นตรวจสอบจุลินทรีย์สำเร็จรูปสำหรับตรวจสอบจำนวนยีสต์และรา
3. ฟอสเฟสบัฟเฟอร์ที่ปราศจากเชื้อ 225 ml ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
4. ปิเปต ขนาด 1 ,5 ,10 ml ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
5. ฟอสเฟสบัฟเฟอร์ที่ปราศจากเชื้อในหลอดทดลองที่มีฝาปิดหลอด หลอดละ 9 ml
6 . ตะเกียงแอลกอฮอล์
7. สำสี และฟรอยด์
8. ที่วางหลอดทดลอง (rack)
9. กระบอกฉีดแอลกอฮอล์
10. บีกเกอร์

ขั้นตอนการวิเคราะห์

1. เตรียมตัวอย่างอาหาร โดยนำตัวอย่างอาหารที่บรรจุในภาชนะปิดสนิทมาทำความสะอาดภาชนะภายนอก โดยการเช็ดด้วย alcohol 70% ก่อนเปิดภาชนะ

2. การเจือจางตัวอย่าง โดยชั่งตัวอย่าง 25 กรัม ใส่ลงในฟอสเฟสบัฟเฟอร์ที่ปราศจากเชื้อ 225 มิลลิลิตร ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว จะได้ตัวอย่างอาหารที่มีความเจือจาง 10^{-1}

3. เขย่าน้ำให้เป็นเนื้อเดียวกัน ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างที่เจือจาง 10^{-1} ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีฟอสเฟสบัฟเฟอร์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จะได้ตัวอย่างอาหารที่มีความเจือจาง 10^{-2} แล้วทำการเจือจางตัวอย่างต่อไปตามวิธีการข้างต้น จนได้ความเจือจางถึง 10^{-5}

4. ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างอาหารที่ผ่านการเจือจางแล้วลงในแผ่นตรวจสอบจุลินทรีย์สำเร็จรูป นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 ± 2 °C เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง สำหรับการตรวจจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 ± 2 °C เป็นเวลา 3-5 วัน สำหรับการตรวจยีสต์และรา

5. นับจำนวนโคโลนี คำนวณและรายงานผล