

บทที่ 3

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

แป้งเหลือทิ้งจากกระบวนการนึ่งเส้นก๋วยเตี๋ยวได้มาจากโรงงานผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว บริษัท ห้างหุ้นส่วนจำกัด อีสริยะผล จังหวัดเชียงใหม่ เก็บรักษาโดยบรรจุถุงพลาสติกใสปิดสนิท ไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ สรุปลังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือ/อุปกรณ์	รุ่น	บริษัท, ประเทศ
เครื่องวัดไขมัน (Soxtec)	Avanti 2050	Tecator, Sweden
เครื่องวัดสี	Color Quest XE	Fairfax, USA
เครื่องสกัดใยอาหาร (Raw fiber extractor)	Fiwe 6	Velp Scientifica, Italy
เครื่องหาปริมาณโปรตีนโดยการเผาไหม้	FP-528	LECO, USA
เครื่องกวนสารพร้อมให้ความร้อน (Hot Plate Stirrer)	MAG HS-7	IKA, Germany
เครื่องกวน (Stirrer)	RW 20 digital	IKA, Germany
เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง	Model Biomate 5	Thermospectronic, USA
เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 3 ตำแหน่ง	Model XT320 M	Precisa, Switzerland
เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง	PA 214	OHAUS, USA
เครื่องวัดความชื้น	Model MA45	Sartorius, Germany
เตาเผา	Gallen Kamp	Muffle, USA

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

เครื่องมือ/อุปกรณ์	รุ่น	บริษัท, ประเทศ
เครื่อง Differential Scanning Calorimetry	Dimond DSC	Perkin Elmer, USA
เครื่อง FT-IR Spectrometer	Nicolet iS10	Thermo Fisher Scientific, USA
เครื่องผสม (Vortex mixture)	Model Genie 2	USA
เครื่อง Universal Testing Machine	H1KS	Hounsfield, England
เครื่องวัดความหนา (micrometer)	Mitutoyo	Tokyo, Japan
ตู้อบ (Incubator)	MIR-553	Sanyo, Netherlands
ตู้อบลมร้อนแบบไฟฟ้า (Hot air oven)	UNE-500	Menmert, Germany
กระดาษกรอง (Filter papers)	เบอร์ 4	
เครื่องปั่น		Mitsumaru, Japan

3.3 สารเคมี สรุปลงตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

สารเคมี	สูตรโมเลกุล	เกรด	บริษัท, ประเทศ
Magnesium chloride	$MgCl_2 \cdot 6H_2O$	AR	Labochemie, India
Potassium acetate	CH_3COOK	AR	Labochemie, India
Potassium carbonate anhydrous	K_2CO_3	AR	Labochemie, India
Sodium bromide	NaBr	AR	Labochemie, India
Sodium nitrite	$NaNO_2$	AR	Labochemie, India
Potassium nitrate	KNO_3	AR	Ajax, Australia
Lithium chloride	LiCl	AR	Ajax, Australia
Sodium chloride	NaCl	AR	V.S.Chem House, Thailand

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

สารเคมี	สูตรโมเลกุล	เกรด	บริษัท, ประเทศ
Potassium Chloride	KCl	AR	Thermo Fisher Scientific, India
Potassium sorbate	$C_6H_8O_2$	Food	Union Science, Thailand
Glycerol	$C_3H_8O_3$	Food	Union Science, Thailand
Sorbitol	$C_6H_{14}O_6$	Food	Union Science, Thailand
Acetic acid glacial	CH_3COOH	AR	Labscan, Thailand
Ethyl alcohol 95%	C_2H_5OH	AR	Liquor Distillery, Organization, Thailand
Hexane	$CH_3(CH_2)_4CH_3$	AR	RCI Labscan, Thailand
Acetone	CH_3COCH_3	AR	RCI Labscan, Thailand
2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)	$C_{18}H_{12}N_5O_6$		Fluka, USA
Folin - ciocalteu reagent			Merck, Gemany
Gallic acid	$C_7H_6O_5$		Sigma-Aldrich, USA
Trolox	$C_{14}H_{18}O_4$		Sigma-Aldrich, USA
sodium carbonate	$NaHCO_3$	AR	Merck, Gemany
อะมิโอสบรีสุทซ์			Fluka analytical, Gemany
Iodine	I_2		Fisher scientific, UK
Potassium iodide	KI		Ajax Finechem, Australia

3.4 วิธีการวิจัย

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีและจุลินทรีย์ การวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันของแป้งเหลือทิ้ง และการตรวจสอบสมบัติทางความร้อน แสดงขั้นตอนดังนี้

นำแป้งเหลือทิ้งมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและจุลินทรีย์

การวิเคราะห์ทางเคมี ได้แก่

- ความชื้น โดยใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100 ± 2 องศาเซลเซียส (AOAC, 2000; ภาคผนวก ข-1)
- ไขมัน สกัดด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์โดยชุดสกัดไขมัน (Soxtec apparatus) (AOAC, 2000; ภาคผนวก ข-2)
- โปรตีน โดยวิธี Dumas combustion หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดคูณกับ conversion factor ของข้าว คือ 5.95 (AOAC, 2000; ภาคผนวก ข-3)
- เถ้า โดยการเผาไหม้ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส (AOAC, 2000; ภาคผนวก ข-4)
- ปริมาณเส้นใย (AOAC, 2005; ภาคผนวก ข-5)
- คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด โดยวิธีการคำนวณ (AOAC, 2000; ภาคผนวก ข-6)
- ปริมาณอะมิโลส (Juliano, 1971; ภาคผนวก ข-7)

การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์เบื้องต้น ได้แก่

- วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count) (ภาคผนวก จ-1)
- วิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา (ภาคผนวก จ-2)

การวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันของแป้งเหลือทิ้ง

- วิเคราะห์โดยวิธี FTIR (Nicolet iS10, Thermo Fisher Scientific, USA) (ภาคผนวก ข-8)

การตรวจสอบคุณสมบัติทางความร้อน โดยใช้เทคนิคดิฟเฟอเรนเชียลสแกนนิ่งแคลอริเมทรี (differential scanning calorimetry, DSC)

- วิเคราะห์ DSC คัดแปลงตามวิธีของ Adebowale and Lawal (2003) และ Supawadee and Prisana (2010) (ภาคผนวก ข-9)

ตอนที่ 2 การศึกษาปริมาณแป้งเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวที่เหมาะสมในการผลิตฟิล์มแป้ง

นำแป้งเหลือทิ้งมาผสมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาณร้อยละ 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75 และ 80 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ให้ความร้อนสารละลายแป้งที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส และกวนสารละลายที่ความเร็วรอบประมาณ 400 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที ทิ้งให้สารละลายเย็นตัวลง แล้วจึงนำมาขึ้นรูปด้วยการเทลงบนแผ่นอะคริลิกที่ใช้ทำเป็นแผ่นแม่แบบในการผลิตฟิล์มซึ่งมีขนาดกว้าง 25 × ยาว 25 × ลึก 0.10 เซนติเมตร โดยการผลิตฟิล์มใช้วิธีการหล่อฟิล์ม (casting technique) และนำแผ่นฟิล์มที่ผลิตได้ไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (จากการทดลองผลิตฟิล์มโดยอบแห้งฟิล์มอุณหภูมิ 35 และ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า ฟิล์มที่อบที่ 45 องศาเซลเซียส จะแตกมากกว่าฟิล์มที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส จึงเลือกใช้อุณหภูมิตอบแห้งฟิล์ม 35 องศาเซลเซียส เนื่องจากเป็นอุณหภูมิต่ำที่สุดที่ฟิล์มสามารถแห้งได้) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (นอกจากนี้การทดลองในตอนที่ 2 ยังพิจารณาลักษณะปรากฏของฟิล์มแป้งที่ผลิตได้ประกอบด้วย) การวิเคราะห์ทางกายภาพ ได้แก่

- ค่าสี (L^* , a^* และ b^*) และค่าความแตกต่างของสีทั้งหมด (total color difference, ΔE^*) คัดแปลงตามวิธีของ Paschoalick *et al.*, (2003).; Sobral (2000); Maria *et al.*, (2009) (ภาคผนวก ค-1) โดยใช้เครื่องวัดสี (Color Quest XE, Fairfax, USA) ในระบบ CIE ทำการวัดค่า L^* , a^* , และ b^* ของฟิล์มตัวอย่าง 9 ซ้ำ จากนั้นนำค่าดังกล่าวมาคำนวณหา ค่าความแตกต่างของสีทั้งหมด (total color difference, (ΔE^*)) (ภาคผนวก ค-1)
- ความหนา โดยใช้เครื่องวัดความหนา (Mitutoyo, Tokyo, Japan; ภาคผนวก ค-2)

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ปริมาณร้อยละของแป้งเหลือทิ้งในการผลิตฟิล์มจะทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน Analysis of Variance (ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับ

ความเข้มข้นร้อยละ 95 เลือกร้อยละที่เหมาะสมซึ่งสามารถขึ้นรูปเป็นแผ่นฟิล์มได้เหมาะสม โดยพิจารณาจากลักษณะทางกายภาพของแผ่นฟิล์มที่ผลิตได้

ตอนที่ 3 การศึกษาปริมาณพลาสติกไซเซออร์ที่เหมาะสมในการผลิตฟิล์มแข็ง

ใช้ปริมาณแข็งที่เหมาะสมในการผลิตฟิล์มจากการทดลองตอนที่ 2 มาศึกษาปริมาณพลาสติกไซเซออร์ที่เหมาะสมในการผลิตฟิล์มแข็ง โดยทำการศึกษาศารพลาสติกไซเซออร์ 2 ชนิด ได้แก่ กลีเซอรอลและซอร์บิทอล และทำการศึกษา 5 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ 50 โดยน้ำหนัก (เทียบกับน้ำหนักแห้งของแข็ง) โดยปริมาณพลาสติกไซเซออร์ที่ใช้ผลิตฟิล์ม แสดงดังตารางที่ 3.3 ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส และกวนด้วยความเร็วรอบ 400 รอบ ต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที แล้วจึงนำขึ้นรูปด้วยการเทลงบนแผ่นอะคริลิกที่ใช้ทำเป็นแผ่นแม่แบบ (ขนาดแผ่นแม่แบบ แสดงดังตอนที่ 2) นำแผ่นฟิล์มไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (เนื่องจากได้ทำการทดสอบที่อุณหภูมิในการอบแห้ง 35 และ 45 องศาเซลเซียส แล้วพบว่า ฟิล์มจะยังไม่แห้ง ขณะที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่ทำให้ฟิล์มแห้งได้ และที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ฟิล์มไม่สามารถแกะออกจากแผ่นแม่แบบได้)

ตารางที่ 3.3 ปริมาณพลาสติกไซเซออร์ (ร้อยละ โดยน้ำหนักเทียบกับน้ำหนักแห้งของแข็ง) ที่ใช้ผลิตฟิล์ม

ปริมาณพลาสติกไซเซออร์ (ร้อยละ โดยน้ำหนักเทียบกับ น้ำหนักแห้งของแข็ง)	ปริมาณแข็งที่ใช้ (กรัม)	ปริมาณน้ำกลั่น ที่ใช้ (กรัม)	ปริมาณพลาสติกไซเซออร์ที่ใช้จริง (กรัม)	
			กลีเซอรอล	ซอร์บิทอล
10	75	100	0.9232	0.9232
20	75	100	1.8465	1.8465
30	75	100	2.7697	2.7697
40	75	100	3.6930	3.6930
50	75	100	4.6162	4.6162

การวิเคราะห์ทางกายภาพและทางกล ได้แก่

- ความหนา โดยใช้เครื่องวัดความหนา (Mitutoyo, Tokyo, Japan; ภาคผนวก ก-2)
- ค่าสี (L^* , a^* และ b^*) และค่าความแตกต่างของสีทั้งหมด (ΔE^*) (ภาคผนวก ก-1)
- การละลายน้ำของฟิล์ม (film solubility) คัดแปลงตามวิธีของ Laohakunjit and Noomhorm (2004) (ภาคผนวก ก-5)
- ความต้านทานแรงดึงและการยืดตัว ณ จุดที่ขาด ตามมาตรฐาน ASTM D882-95 (ภาคผนวก ก-3)
- อัตราการซึมผ่านไอน้ำ คัดแปลงจากวิธีของ Bustillos and Krochta (1993) และกมลทิพย์ เอกธรรมสุทธิ และอดิศักดิ์ เอกโสวรรณ (2547) (ภาคผนวก ก-4)

วางแผนการทดลองแบบ 2×5 Factorial in CRD ปริมาณพลาสติกไซเซอร (กลีเซอรอลและซอร์บิทอล) ที่เหมาะสมในการผลิตฟิล์มแต่ละระดับจะทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน Analysis of Variance (ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เลือกปริมาณพลาสติกไซเซอรที่สามารถผลิตฟิล์มได้ไปทำการศึกษาในขั้นตอนต่อไป

ตอนที่ 4 การศึกษาอัตราส่วนของพลาสติกไซเซอร (กลีเซอรอลและซอร์บิทอล) ในการผลิตฟิล์มแข็ง

ใช้ปริมาณของพลาสติกไซเซอรที่ดีที่สุดในการผลิตฟิล์มแข็งจากตอนที่ 3 มาศึกษาอัตราส่วนพลาสติกไซเซอร 2 ชนิด ได้แก่ กลีเซอรอล และซอร์บิทอล โดยทำการศึกษาสัดส่วนน้ำหนักของกลีเซอรอลต่อซอร์บิทอล 4 ระดับ ได้แก่ 1:1, 2:1, 3:1 และ 4:1 แสดงดังตารางที่ 3.4 ให้ความร้อนกับสารละลายแข็งที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส และกวนด้วยความเร็วรอบ 400 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที แล้วจึงนำมาขึ้นรูปด้วยการเทลงบนแผ่นอะคริลิกที่ใช้ทำเป็นแผ่นแม่แบบ (ขนาดแผ่นแม่แบบแสดงดังตอนที่ 2) นำแผ่นฟิล์มไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แต่ละระดับของสัดส่วนน้ำหนักรวมของกลีเซอรอลต่อซอร์บิทอล จะทำการทดลอง 3 ซ้ำ (นอกจากนี้การทดลองในตอนี้ 4 ยังพิจารณาลักษณะปรากฏของฟิล์มแข็งที่ผลิตได้ประกอบด้วย)

ตารางที่ 3.4 ปริมาณแป้งเหลือทิ้งร้อยละ 75 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร และพลาสติกไซเซอรร์้อยละ 40 (โดยน้ำหนักเทียบกับน้ำหนักแห้งของแป้ง) และอัตราส่วนน้ำหนักของกลีเซอรอลต่อซอร์บิทอลที่ใช้ผลิตฟิล์ม

ปริมาณพลาสติกไซเซอรร์้อยละ โดยน้ำหนักเทียบกับน้ำหนักแห้งของแป้ง)	ปริมาณแป้งที่ใช้ (กรัม)	ปริมาณน้ำกลั่นที่ใช้ (กรัม)	อัตราส่วนน้ำหนักของกลีเซอรอลต่อซอร์บิทอล			
			1:1	2:1	3:1	4:1
30	75	100	1.385 : 1.385	1.846 : 0.923	2.077 : 0.692	2.216 : 0.554
40	75	100	1.846 : 1.846	2.462 : 1.231	2.770 : 0.923	2.954 : 0.739
50	75	100	2.308 : 2.308	3.077 : 1.539	3.462 : 1.154	3.693 : 0.923

การวิเคราะห์ทางกายภาพ ได้แก่

- ความหนา โดยใช้เครื่องวัดความหนา (Mitutoyo, Tokyo, Japan; ภาคนวค ก-2)
- ค่าสี (L^* , a^* และ b^*) และค่าความแตกต่างของสีทั้งหมด (ΔE^*) (ภาคนวค ก-1)
- การละลายน้ำของฟิล์ม (film solubility) คัดแปลงตามวิธีของ Laohakunjit and Noomhorn (2004) (ภาคนวค ก-5)
- ความต้านทานแรงดึงและการยืดตัว ณ จุดที่ขาด ตามมาตรฐาน ASTM D882-95 (ภาคนวค ก-3)
- อัตราการซึมผ่านไอน้ำ คัดแปลงจากวิธีของ Bustillos and Krochta (1993) และกมลทิพย์ เอกธรรมสุทธิ และอดิศักดิ์ เอกโสวรรณ (2547) (ภาคนวค ก-4)

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomize Design (CRD) อัตราส่วนของพลาสติกไซเซอรร์ (กลีเซอรอลและซอร์บิทอล) ในการผลิตฟิล์มแต่ละระดับทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน Analysis of Variance (ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เลือกฟิล์มที่มีค่าความต้านทานแรงดึงต่ำ ค่าการยืดตัว ณ จุดที่ขาดสูง และค่าอัตราการซึมผ่านไอน้ำต่ำ ไปทำการศึกษาในขั้นตอนต่อไป

ตอนที่ 5 การศึกษาขอพชั้นไอโซเทอมของฟิล์มแป้ง

นำฟิล์มที่ดีที่สุดจากตอนที่ 4 มาเติมสารโพแทสเซียมซอร์เบทความเข้มข้น 200 พีพีเอ็ม เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของยีสต์และรา ตัดฟิล์มให้มีขนาด 4×4 เซนติเมตร มีน้ำหนักประมาณ 1 กรัม เก็บในสารละลาย P_2O_5 ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65 เป็นเวลา 7 วัน ในภาชนะปิดสนิท ก่อนทำการศึกษาขอพชั้นไอโซเทอม โดยใช้สารละลายเกลืออิมิตัว $LiCl$, CH_3COOK , $MgCl_2 \cdot 6H_2O$, K_2CO_3 , $NaBr$, $NaNO_2$, $NaCl$, KCl และ KNO_3 ที่มีค่าขอพแอกติวิตี ประมาณ 0.11, 0.23, 0.33, 0.43, 0.58, 0.64, 0.76, 0.84 และ 0.93 ตามลำดับ เตรียมสารละลายเกลือโดยการชั่งน้ำหนัก เกลือมาละลายในน้ำโดยคนสารละลายตลอดเวลา คนสารละลายเกลือจนเกลือไม่สามารถละลายได้อีก และบรรจุสารละลายเกลืออิมิตัวทั้ง 9 ชนิด ลงในโหลแก้วปิดสนิท ชั่งน้ำหนักตัวอย่างใส่ในขวดแก้ว ทดสอบบรรจุลงในโหลแก้วสารละลายเกลืออิมิตัวทั้ง 9 ชนิด เก็บรักษาในตู้ควบคุมอุณหภูมิทั้ง 3 ระดับ ได้แก่ 5, 25 และ 45 องศาเซลเซียส ชั่งน้ำหนักของฟิล์มตัวอย่าง ทุกๆ 3 วัน จนกระทั่งน้ำหนักของฟิล์มคงที่ (ความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.001 กรัม) แต่ละระดับอุณหภูมิในเก็บรักษาทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำฟิล์มที่มีน้ำหนักคงที่ (ความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.001 กรัม) ไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อหาปริมาณความชื้น หลังจากนั้นนำค่าที่วัดได้มาทำการสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นและค่าขอพแอกติวิตี และเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลง ปริมาณความชื้นสมดุลของฟิล์มที่อุณหภูมิและค่าขอพแอกติวิตีต่างๆ ตามสมการทางคณิตศาสตร์ ที่ได้นำมาศึกษา ได้แก่ Henderson, Smith, halsey, Oswin และ Guggenheim-Anderson-de Boer (GAB)

ตอนที่ 6 การเปลี่ยนแปลงของฟิล์มแป้งระหว่างการเก็บรักษา

นำตัวอย่างฟิล์มแป้ง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 25 และ 45 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 58 วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ทุกๆ 3 วัน ระยะเวลา 30 วัน

การวิเคราะห์ทางกายภาพและทางกล ได้แก่

- ค่าสี (L^* , a^* และ b^*) และค่าความแตกต่างของสีทั้งหมด (ΔE^*) (ภาคผนวก ก-1)
- ความต้านทานแรงดึงและการยืดตัว ณ จุดที่ขาด ตามมาตรฐาน ASTM D882-95 (ภาคผนวก ก-3)
- อัตราการซึมผ่านไอน้ำ คัดแปลงจากวิธีของ Bustillos and Krochta (1993) และกมลทิพย์ เอกธรรมสุทธิ และอดิศักดิ์ เอกโสวรรณ (2547) (ภาคผนวก ก-4)

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomize Design (CRD) แต่ละอุณหภูมิในการเก็บรักษาฟิล์มแข็งทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตอนที่ 7 การนำฟิล์มแข็งที่ผลิตได้มาประยุกต์ใช้โดยการนำมาห่อสตรอเบอร์รี่ และทำการศึกษาคุณภาพสตรอเบอร์รี่ที่เก็บรักษาด้วยฟิล์มแข็ง

7.1 การเตรียมฟิล์ม

เตรียมฟิล์มโดยใช้อัตราส่วนของแป้งและพลาสติกไซเซออร์ที่ให้สมบัติฟิล์มที่ดีที่สุดจากตอนที่ 4 มาเติมโพแทสเซียมซอร์เบท ศึกษาระดับความเข้มข้น 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 10, 20 และ 30 โดยน้ำหนัก (เทียบกับน้ำหนักแห้งของแป้ง) ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส และกวนด้วยความเร็วรอบประมาณ 400 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที แล้วจึงนำมาขึ้นรูปด้วยการเทลงบนแผ่นแม่แบบ นำแผ่นฟิล์มไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง การวิเคราะห์ทางกายภาพ ได้แก่

- ความหนา โดยใช้เครื่องวัดความหนา (Mitutoyo, Tokyo, Japan; ภาคนวค ก-2)
- ค่าสี (L^* , a^* และ b^*) และค่าความแตกต่างของสีทั้งหมด (ΔE^*) (ภาคนวค ก-1)
- การละลายน้ำของฟิล์ม (film solubility) คัดแปลงตามวิธีของ Laohakunjit and Noomhorm (2004) (ภาคนวค ก-5)
- ความต้านทานแรงดึงและการยืดตัว ณ จุดที่ขาด ตามมาตรฐาน ASTM D882-95 (ภาคนวค ก-3)
- อัตราการซึมผ่านไอน้ำ คัดแปลงจากวิธีของ Bustillos and Krochta (1993) และกมลทิพย์ เอกธรรมสุทธิ์ และอดิศักดิ์ เอกโสวรรณ (2547) (ภาคนวค ก-4)

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomize Design (CRD) แต่ละระดับความเข้มข้นของโพแทสเซียมซอร์เบททำการทดลอง 3 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน Analysis of Variance (ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เลือกฟิล์มที่มีค่าความต้านทานแรงดึงต่ำ การยืดตัว ณ จุดที่ขาดมีค่าสูง อัตราการซึมผ่านไอน้ำต่ำ ไปทำการศึกษาในขั้นตอนต่อไป

7.2 นำฟิล์มที่ดีที่สุดจากตอนที่ 7.1 นำมาห่อสตรอเบอร์รี่สดที่อยู่บนถาดโฟม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90 เป็นระยะเวลา 9 วัน ทุกๆวันที่ 0, 3, 6 และ 9 วัน จะทำการวิเคราะห์คุณภาพของสตรอเบอร์รี่สดที่เก็บรักษาไว้ ดังนี้

- สี (L^* , a^* และ b^*) (ภาคผนวก ง-1)
- การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอล (ภาคผนวก ง-2)
- การวิเคราะห์ปริมาณ DPPH (ภาคผนวก ง-3)
- ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (total soluble solids, %) (AOAC, 2000) (ภาคผนวก ง-4)
- การวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (ภาคผนวก ง-5)

การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ ได้แก่

- วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count) (ภาคผนวก จ-1)
- วิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา (ภาคผนวก จ-2)

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomize Design (CRD) แต่ในวันที่ 0, 3, 6 และ 9 วันของการเก็บรักษาจะทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน Analysis of Variance (ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved