บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงานวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย (1) วัตถุดิบ สารเคมี เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย (2) วิธีดำเนินการวิจัย ประกอบด้วย (2.1) การศึกษาผลการแช่ และวิธีการบดข้าวกล้องงอกต่อความคงตัวและขนาดอนุภาคของน้ำข้าวกล้องงอก (2.2) การศึกษาผลของอัตราส่วนข้าวกล้องงอกต่อน้ำและความร้อนต่อความคงตัว ความหนืดและปริมาณสาร GABA ของน้ำข้าวกล้องงอก (2.3) การศึกษาผลของชนิดและปริมาณสารให้ความคงตัว ต่อคุณลักษณะเครื่องดื่มข้าวกล้องงอก (2.4) การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของการผสมน้ำมะเม่าเข้มข้น สารให้ความคงตัว และนมผงต่อคุณลักษณะเครื่องดื่มข้าวกล้องงอกผสมน้ำมะเม่าเข้มข้น และยืนยันแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของสภาวะในการผลิตเครื่องดื่มข้าวกล้องงอกผสมน้ำมะเม่าเข้มข้นและคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสม (2.5) การศึกษาคุณภาพและการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มข้าวกล้องงอกผสมน้ำมะเม่าเข้มข้น

3.1 วัตถุดิบ สารเคมี เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 วัตถุดิบ

(1) ข้าวเปลือกขาวดอกมะลิ 105 เก็บเกี่ยวต้นเดือนธันวาคม ฤดูกาล 2551-2552 ได้จากบริษัท อาร์ซีเค อะกริ มาร์เกตติ้ง จำกัด จังหวัดกาฬสินธุ์ โดยนำข้าวเปลือกขาวดอกมะลิ 105 (สิงหาคม 2552 การเก็บอายุ 8 เดือนหลังการเก็บเกี่ยว) มาแช่น้ำที่อุณหภูมิ 35 °ซ เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ใช้อัตราส่วนข้าวเปลือกต่อน้ำ 1 : 2 จากนั้นนำไปเข้ากระบวนการเพาะงอกที่ 40 °ซ เวลา 35 ชั่วโมง แล้วนำข้าวเปลือกงอกมาอบแห้งที่ 50 °ซ เป็นเวลา 15 ชั่วโมง แล้วนำไปกะเทาะเปลือกได้เป็นข้าวกล้องงอกขาวดอกมะลิ 105 (วรนุชศรี เจษฎารักษ์ 2551)

(2) น้ำมะเม่าเข้มข้น 100 % ได้จากบริษัท Phuphan Beverage (ภูพานเครื่องดื่ม) จังหวัดสกลนคร ผลิต 7 กันยายน 2553 หมดอายุ 7 กันยายน 2554

3.1.2 สารเคมี

(1) Di-sodium tetraborate (AR-Grade) ผลิตโดยบริษัท Merck ประเทศเยอรมัน

(2) 9-fluorenylmethyl chloroformate (FMOC) (AR-Grade) ผลิตโดยบริษัท ACROS ประเทศเยอรมัน

(3) Trifluoroacetic acid (TFA) (AR-Grade) ผลิตโดยบริษัท ACROS ประเทศเยอรมัน

(4) Acetonitrile (ACN) (AR-Grade) ผลิตโดยบริษัท BDH ประเทศอังกฤษ

(5) Methanol (MEOH) (HPLC-Grade) ผลิตโดยบริษัท BDH ประเทศอังกฤษ

(6) 2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl (DPPH) ผลิตโดยบริษัท Sigma ประเทศเยอรมัน

(7) 6-Hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchromane-2-carboxylic acid 97% (Trolox) ผลิตโดยบริษัท Sigma ประเทศเยอรมัน

(8) Ethanol (AR-Grade) ผลิตโดยบริษัท RCI Labscan ประเทศไทย

(9) Carrageenan (Food-Grade) ซื้อจากบริษัท รวมเคมี 1986 จำกัด ประเทศไทย

(10) Sodium Alginate(Food-Grade) ซื้อจากบริษัท รวมเคมี 1986 จำกัด ประเทศไทย

3.1.3 เครื่องมือวิทยาศาสตร์ อุปกรณ์ และเครื่องแก้ว

3.1.3.1 เครื่องมือวิทยาศาสตร์

(1) เครื่องชั่งละเอียด 2 ตำแหน่ง รุ่น ED3205S ยี่ห้อ Sartorius ประเทศเยอรมัน

(2) เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง รุ่น BP210S ยี่ห้อ Sartorius ประเทศเยอรมัน

(3) ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) รุ่น U 30 บริษัท Memmert ประเทศเยอรมัน

(4) เครื่องวัด pH (pH Meter) รุ่น Seven Easy โดยใช้หัววัด (Probe) รุ่น Inlab 413 ยี่ห้อ Mettler Toledo ประเทศสวิตเซอร์แลนด์

(5) เครื่องให้ความร้อน (Hot plate) รุ่น HC502 ยี่ห้อ Bibby ประเทศอังกฤษ

(6) อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath shaker) รุ่น Comfort Heto Master Shake ยี่ห้อ Heto Lab Equipment ประเทศเดนมาร์ก

(7) เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (UV–Visible Spectrophotometer) รุ่น Lambda 25 ยี่ห้อ Perkin Elmer ประเทศสหรัฐอเมริกา

(8) เครื่องวัดความหนืด (Brook field) รุ่น DV-3 ประเทศสหรัฐอเมริกา

(9) เครื่องบดตัวอย่างรุ่น Cemotec1090 บริษัท Tecator ประเทศเนเธอร์แลนด์

(10) เครื่องวัดความชื้น (Moisture analyzer) รุ่น MA30 บริษัท Sartorious ประเทศเยอรมัน

(11) เครื่องปั่นเหวี่ยงความเร็วสูง (Centrifuge) รุ่น Z200 A ยี่ห้อ Hermle – Labortechnik ประเทศเยอรมัน

(12) เครื่องปิดผนึกถุงด้วยสุญญากาศ (VacuumSealer) บริษัท Busch ประเทศเยอรมัน

(13) ปั๊มสุญญากาศ (Vacuum Pump) รุ่น B-169 บริษัท Buchi ประเทศสวิสเซอร์แลนด์

(14) เครื่อง Ultrasonic degasser รุ่น 1875D บริษัท Tru-Sweep ประเทศสหรัฐอเมริกา

(15) เครื่องแยกของเหลวสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography : HPLC) ประกอบด้วยปั๊ม (Water TM controller) รุ่น 600 เครื่องฟลูออเรสเซนต์เพื่อตรวจวัดสาร (Jasco) รุ่น FP 920 และเครื่องควบคุมการทำงานเครื่องวิเคราะห์สาร (Auto sample)รุ่น 717 Pluse บริษัท Water ประเทศสหรัฐอเมริกา

(16) คอลัมน์วิเคราะห์สารชนิด C18 รุ่น Symmetry Reverse-Phase C 18 M 30851 บริษัท Water ประเทศสหรัฐอเมริกา

(17) เครื่องโม่หินไฟฟ้า ประเทศไทย

(18) เครื่องปั่นไฟฟ้ายี่ห้อ SHARP รุ่น EM-44A ประเทศไทย

(19) เครื่องอบแห้งแบบถาด (Cabinet Tray Dryer) ประเทศสหรัฐอเมริกา

(20) เครื่องสีข้าว บริษัทนาทวีเทคโนโลยี ประเทศไทย รุ่น NW 1000 TWIN

3.1.3.2 อุปกรณ์

(1) หลอดพลาสติกสำหรับปั่นเหวี่ยง

(2) กระดาษกรอง Whatman No.1 บริษัท Whatman International Ltd., ประเทศอังกฤษ

(3) ตะแกรงร่อนขนาด 100 mesh บริษัท Endecotts Ltd., ประเทศอังกฤษ

3.1.3.3 เครื่องแก้ววิทยาศาสตร์

(1) บีกเกอร์ ขนาด 100, 500 , 1000 มิลลิลิตร

(2) ขวดปรับปริมาตร ขนาด 5, 10, 25, 50, 100, 1000 มิลลิลิตร

(3) ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 และ 500 มิลลิลิตร

(4) ปิเปต ขนาด 1, 5, 10, 25 มิลลิลิตร

(5) กระบอกตวง ขนาด 100 มิลลิลิตร

3.2 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.2.1 การศึกษาผลการแช่ และวิธีการบดข้าวงอกต่อความคงตัวและขนาดอนุภาคของน้ำข้าวกล้องงอก

3.2.1.1 การเตรียมวัตถุดิบ

การเตรียมข้าวกล้องงอกจากกระบวนการงอกข้าวเปลือก โดยนำข้าวเปลือกขาวดอกมะลิ 105 มาผ่านการแช่น้ำที่อุณหภูมิ 35 °ซ เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:2 จากนั้นนำไปผ่านกระบวนการเพาะงอกที่ 40 °ซ เป็นเวลา 35 ชั่วโมง แล้วนำข้าวเปลือกขาวดอกมะลิ 105 งอกไปอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาดที่ 50 °ซ เป็นเวลา 15 ชั่วโมง ได้เป็นข้าวเปลือกขาวดอกมะลิ 105 งอก (วรนุช ศรีเจษฎารักษ์ 2551) การผลิตข้าวเปลือกงอกนั้นจะดำเนินการจำนวน 6 ครั้งๆละ 8 กิโลกรัม รวม 48 กิโลกรัม โดยนำข้าวเปลือกงอกครั้งที่ 1, 2, 3 มาผสมให้เข้ากันและนำข้าวเปลือกงอกครั้งที่ 4, 5, 6 มาผสมให้เข้ากันเพื่อทำเป็น 2 ซ้ำการทดลอง แล้วทำการบรรจุแบบสุญญากาศเก็บไว้ที่อุณหภูมิตู้เย็น เมื่อจะใช้จะนำข้าวเปลือกงอกมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง 1 วัน แล้วนำมากะเทาะเปลือกด้วยเครื่องสีข้าว ได้ข้าวกล้องงอกขาวดอกมะลิ 105 เพื่อทำการทดลองต่อไป

3.2.1.2 การศึกษาผลการแช่และวิธีการบดข้าวกล้องงอกต่อความคงตัวและขนาดอนุภาคของน้ำข้าวกล้องงอก

นำข้าวกล้องงอกขาวดอกมะลิ 105 มาผ่านการแช่ที่เวลาต่าง ๆ กัน 3 ระดับ คือ 2, 3, 4 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 40 °ซ และทำการบด 2 แบบ คือ บดด้วยเครื่องโม่หินไฟฟ้า (30 รอบต่อนาที) และเครื่องปั่นไฟฟ้า (ความเร็วระดับ 1) ด้วยอัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1: 15

จัดหน่วยการทดลองแบบ 2*3 Factorial experiment แบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

นำน้ำแป้งข้าวกล้องงอกมาตรวจสอบความคงตัวโดยวัดดัชนีการแยกชั้นในวันที่ 1 ของการเก็บ ตามวิธีของ Priepke and others (1980) อ้างถึงในพรนิภา แจ้งชัด (2547) ดังรายละเอียด ภาคผนวก ก1

วัดขนาดอนุภาคของน้ำแป้งข้าวกล้องงอกโดยใช้ Objective Microscope ในวันที่ 1 ของการเก็บ ตัวอย่างละ 15 ครั้ง

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าสังเกตโดยเฉลี่ยของแต่ละทรีตเมนต์ โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรม SPSS version 17 คัดเลือกสภาวะที่มีความคงตัวมากที่สุดเพื่อนำไปใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

3.2.2 การศึกษาผลของอัตราส่วนข้าวกล้องงอกต่อน้ำและความร้อนต่อความคงตัว ความหนืดและปริมาณสาร GABA ของน้ำข้าวกล้องงอก

นำข้าวกล้องงอกที่สภาวะการลดขนาดที่ให้ค่าความคงตัวมากที่สุดในข้อ (3.2.1.2) แช่ข้าวโดยใช้อัตราส่วนข้าวกล้องงอกต่อน้ำ เท่ากับ 1:28, 1:32 , 1:36 เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ลดขนาดด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้าแล้วนำมาต้มให้ความร้อนที่ระดับต่าง ๆ 3 ระดับ คือ 80 °ซ เวลา 30 นาที, 85 °ซ เวลา 15 วินาที และ 90 °ซ เวลา 1 วินาที แล้วกรองด้วยตะแกรงความถี่ 100 mesh

จัดหน่วยการทดลองแบบ 3*3 Factorial experiment แบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized design) ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

ตรวจสอบคุณลักษณะน้ำข้าวกล้องงอก

-ตรวจสอบความคงตัว โดยวัดดัชนีการแยกชั้น ในวันที่ 4 ของการเก็บ ตามวิธีของ Priepke and others (1980) อ้างถึงในพรนิภา แจ้งชัด (2547) ดังรายละเอียด ภาคผนวก ก1

-วัดความหนืด ในวันที่ 1 ของการเก็บ ด้วยเครื่อง Brookfield ที่อุณหภูมิ 4 และ 25 °ซ ดังรายละเอียด ภาคผนวก ก2

-วิเคราะห์ปริมาณ GABA ในวันที่ 1 ของการเก็บ ด้วยเครื่อง HPLC (Patita and others 2007) ดังรายละเอียด ภาคผนวก ก3

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าสังเกตโดยเฉลี่ยของแต่ละทรีตเมนต์ โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรม SPSS version 17 คัดเลือกอัตราส่วนข้าวกล้องงอกต่อน้ำและสภาวะในการให้ความร้อนที่มีปริมาณ GABA และให้ความคงตัวสูงเพื่อใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

3.2.3 การศึกษาผลของชนิดและปริมาณสารให้ความคงตัวต่อคุณลักษณะเครื่องดื่มข้าวกล้องงอก

เตรียมเครื่องดื่มน้ำข้าวกล้องงอกที่คัดเลือกจากข้อ (3.2.2) คือ แช่ข้าวกล้องงอกต่อน้ำ เท่ากับ 1:28 เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ลดขนาดด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้าแล้วนำมาต้มให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 85 °ซ เวลา 15 วินาที แล้วกรองด้วยตะแกรงความถี่ 100 mesh แล้วนำมาเติมสารให้ความคงตัว 2 ชนิด คือ คาร์ราจิแนน และโซเดียมอัลจิเนต ที่ความเข้มข้น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0.06, 0.09 และ 0.12

จัดหน่วยการทดลองแบบ 2*3 Factorial experiment แบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized design) ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ตรวจสอบคุณลักษณะเครื่องดื่มน้ำข้าวกล้องงอก

-ตรวจสอบความคงตัว โดยวัดดัชนีการแยกชั้นทุกวันเป็นเวลา 4 วัน ตามวิธีของ Priepke and others (1980) อ้างถึงในพรนิภา แจ้งชัด (2547) ดังรายละเอียด ภาคผนวก ก1

-วัดความหนืดในวันที่ 1 ของการเก็บด้วยเครื่อง Brookfield ที่อุณหภูมิ 4 และ 25 °ซ และเปรียบเทียบความหนืดกับน้ำข้าวกล้องทางการค้า (สุ่มตัวอย่าง 4 กล่องบรรจุ) ดังรายละเอียด ภาคผนวก ก2

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าสังเกตโดยเฉลี่ยของแต่ละทรีตเมนต์ โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรม SPSS version 17 เพื่อหาสภาวะที่ทำให้น้ำข้าวกล้องงอกมีความคงตัวสูงและมีความหนืดพอเหมาะเพื่อนำไปใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

3.2.4 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของการผสมน้ำมะเม่าเข้มข้น สารให้ความคงตัว และนมผงต่อคุณลักษณะเครื่องดื่มข้าวกล้องงอกผสมน้ำมะเม่าเข้มข้น

คัดเลือกชนิดสารให้ความคงตัวที่ทำให้เครื่องดื่มข้าวกล้องงอกไม่เกิดการแยกชั้นจากข้อ (3.2.3) คือ แช่ข้าวกล้องงอกต่อน้ำ เท่ากับ 1:28 เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ลดขนาดด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้า แล้วนำมาต้มให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 85 °ซ เวลา 15 วินาที แล้วกรองด้วยตะแกรงความถี่ 100 mesh และใช้ชนิดสารให้ความคงตัว คือ คาร์ราจีเนน เพื่อทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของการผสมน้ำมะเม่าเข้มข้น ปริมาณนมผง และปริมาณสารให้ความคงตัวต่อคุณลักษณะเครื่องดื่มข้าวกล้องงอกผสมน้ำมะเม่าเข้มข้น โดยทดลองใช้ปัจจัยละ 3 ระดับ แสดงในตารางที่ 2. และกำหนดปริมาณน้ำตาลเป็นร้อยละ 5.77 กรัม (โดยน้ำหนัก) (สุพัตรา เลิศวณิชย์วัฒนา 2546) วางแผนการทดลองแบบ Central Composite Design (CCD) โดยกำหนดการทดลองได้ทั้งหมด 17 การทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 3.

ตารางที่ 2 ระดับปัจจัยที่ใช้ในการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณค่าโภชนาการและความคงตัวของเครื่องดื่มข้าวกล้องงอกผสมน้ำมะเม่าเข้มข้น

ปัจจัย	ระดับ				
	$-\alpha$	−1	0	+1	$+\alpha$
(A) ปริมาณน้ำมะเม่าเข้มข้น (ร้อยละ)	1.27	4	8	12	14.73
(B) ปริมาณนมผง (ร้อยละ)	1.61	2.29	3.29	4.29	4.97
(C) สารให้ความคงตัว (ร้อยละ)	$-\alpha$	-1	0	+1	$+\alpha$

ตารางที่ 3 สภาวะการทดลองที่ได้จากการใช้แผนการทดลองแบบ CCD สำหรับการทดลองที่มี 3 ปัจจัยเพื่อใช้ในการผลิตเครื่องดื่มข้าวกล้องงอกผสมน้ำมะเม่าเข้มข้น

การทดลอง	ปริมาณน้ำมะเม่าเข้มข้น (ร้อยละ)	ปริมาณนมผง (ร้อยละ)	ปริมาณสารให้ความคงตัว (ร้อยละ)
	(A)	(B)	(C)
1	4(-1)	2.29(- 1)	(- 1)
2	4(-1)	2.29(- 1)	(+ 1)
3	4(-1)	4.29(+1)	(- 1)
4	4(-1)	4.29(+1)	(+1)
5	12(+1)	2.29(- 1)	(- 1)
6	12(+1)	2.29(- 1)	(+1)
7	12(+1)	4.29(+1)	(- 1)
8	12(+1)	4.29(+1)	(+ 1)
9	1.27 (- 1.682)	3.29 (0)	(0)
10	14.73 (+1.682)	3.29 (0)	(0)
11	8 (0)	1.61(-1.682)	(0)
12	8 (0)	4.97(+1.682)	(0)
13	8 (0)	3.29 (0)	$-\alpha$ (-1.682)
14	8 (0)	3.29 (0)	$+\alpha$ (+1.682)
15	8 (0)	3.29 (0)	(0)
16	8 (0)	3.29 (0)	(0)
17	8 (0)	3.29 (0)	(0)

ตรวจสอบคุณลักษณะเครื่องดื่มน้ำข้าวกล้องงอก

-ตรวจสอบความคงตัว โดยวัดดัชนีการแยกชั้นทุกวันเป็นเวลา 4 วัน ตามวิธีของ Priepke and others (1980) อ้างถึงในพรนิภา แจ้งชัด (2547) ดังรายละเอียด ภาคผนวก ก1

-วัดความหนืดในวันที่ 1 ของการเก็บ โดยการวัดด้วยเครื่อง Brookfield ที่ 4 และ 25 °ซ ดังรายละเอียด ภาคผนวก ก2

-วิเคราะห์ปริมาณ GABA ในวันที่ 1 ของการเก็บ ด้วยเครื่อง HPLC (Patita and others 2007) ดังรายละเอียด ภาคผนวก ก3

-วัดกิจกรรมสารต้านออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH ในวันที่ 1 ของการเก็บ (Sreeramulu and others 2009) ดังรายละเอียด ภาคผนวก ก4

- **วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ** เพื่อคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมโดยการวิเคราะห์แบบ Response Surface Methodology (RSM) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Design Expert Version 5 คัดเลือกสูตรที่มีคุณค่าโภชนาการและมีความคงตัวสูง จากสมการ

$$Y = \beta_0 + \beta_1 A + \beta_2 B + \beta_3 C + \beta_{11} A^2 + \beta_{22} B^2 + \beta_{33} C^2 + \beta_{12} AB + \beta_{13} AC + \beta_{23} BC$$

เมื่อ Y คือ ค่าปัจจัยคุณภาพหรือตัวแปรตาม

β_0 คือ ค่าคงที่ (constant regression coefficients)

β_1 β_2 β_3 คือ สัมประสิทธิ์ของอิทธิพลเชิงเส้นตรงของปัจจัยการศึกษา A B และ C ตามลำดับ

β_{11} β_{22} β_{33} คือ สัมประสิทธิ์ของอิทธิพลเชิงเส้นโค้งของปัจจัยการศึกษา A B และ C ตามลำดับ

β_{12} β_{13} β_{23} คือ สัมประสิทธิ์ของอิทธิพลเชิงเส้นโค้งของการเกิดอิทธิพลร่วมกันระหว่างปัจจัยที่ศึกษา 2 ปัจจัย

A B และ C คือ ปริมาณน้ำมะเม่าเข้มข้น ปริมาณนมผง ปริมาณสารให้ความคงตัว ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับค่าปัจจัยคุณภาพ

A^2 B^2 และ C^2 คือ ปัจจัยที่ศึกษา A^2 B^2 และ C^2 มีแนวโน้มแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นโค้งกับค่าปัจจัยคุณภาพ

จากความสัมพันธ์ดังกล่าว สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยศึกษากับค่าปัจจัยคุณภาพและหาระดับที่เหมาะสมของปัจจัยศึกษาโดยจะได้ค่า standardized coefficients (β) ของตัวแปรทั้งหมด ซึ่งขนาดของ β จะใช้อธิบายความสัมพันธ์ (relative importance) ของปัจจัยการศึกษาในแต่ละปัจจัยในการแสดงอิทธิพลต่อค่าปัจจัยคุณภาพที่วัดได้ โดยปัจจัยที่มีค่า β ขนาดใหญ่ แสดงว่ามีความสัมพันธ์กับค่าปัจจัยคุณภาพมากกว่าปัจจัยที่มีขนาด β เล็กกว่า และค่า β ที่เป็นบวก (+) แสดงว่า เมื่อปัจจัยใดๆมีค่าเพิ่มขึ้น ค่าปัจจัยคุณภาพจะเพิ่มตามไปด้วย แต่ถ้า β ที่เป็นค่าลบ (−) แสดงว่า เมื่อปัจจัยใดๆ มีค่าเพิ่มขึ้น ค่าปัจจัยคุณภาพก็จะลดลงด้วยเช่นกัน และนำข้อมูลที่ได้มาสร้างพื้นผิวตอบสนอง และมีหลักการพิจารณาความเหมาะสมของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้

โดยพิจารณาความเหมาะสมของแบบจำลองจากค่า p – value หรือค่า model significant จะต้อง significant คือมีค่า $p \leq 0.05$ แสดงถึงปัจจัยการทดลองมีผลต่อค่าปัจจัยคุณภาพ และพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ซึ่งจะบอกถึงอิทธิพลของปัจจัยต่อค่าคุณภาพ ดังนี้

R^2 เท่ากับ 1 ค่าปัจจัยคุณภาพจะอยู่บนเส้นถดถอยทุกจุดที่ทำการทดลอง ไม่มีความคลาดเคลื่อน เส้นถดถอยดังกล่าวนี้ สามารถแทนข้อมูลตัวอย่างได้ทั้งหมด

R^2 มีค่ามากกว่า 0.7 หรือใกล้เคียง 1 ค่าปัจจัยคุณภาพจะอยู่ใกล้เคียงรอบๆเส้นถดถอย ความสัมพันธ์ที่ได้พอจะนำมาใช้เป็นตัวแทนของข้อมูลตัวอย่างได้

R^2 มีค่าน้อยกว่า 0.7 หรือใกล้เคียง 0 ค่าปัจจัยคุณภาพจะอยู่ห่างจากเส้นถดถอยมาก ความสัมพันธ์ดังกล่าวไม่ควรนำมาใช้ในการทำนาย

R^2 เท่ากับ 0 ค่าปัจจัยคุณภาพห่างจากเส้นถดถอยมาก ลักษณะกระจายจนไม่สามารถหาแนวโน้มที่แน่นอนได้ ความสัมพันธ์ดังกล่าวไม่สามารถนำมาใช้ในการทำนายได้

เมื่อพิจารณาค่า p – value ซึ่งจะต้อง significant โดยมีค่า $p \leq 0.05$ และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ซึ่งจะต้องมีค่ามากกว่า 0.7 จากนั้นจะพิจารณา ค่า *Lack of fit* ถ้า *Lack of fit* ของสมการ significant แสดงว่าสมการที่ได้สามารถทำนายข้อมูลได้ไม่ดี และถ้า *Lack of fit* ของสมการ non significant แสดงว่าสมการที่ได้สามารถทำนายข้อมูลได้ดี (อนุวัติ แจ้งชัด 2549)

-การยืนยันแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของสภาวะการผลิตเครื่องดื่มข้าวกล้องงอกผสมน้ำมะเม่าเข้มข้นและคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสม

ทำการยืนยันแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ระหว่างค่าจริงและค่าที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (เปรียบเทียบค่าที่ได้จากแบบจำลองและค่าจริงที่ได้จากการทดลอง) กำหนดสภาวะตามแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ จากการวิเคราะห์แบบ Response Surface Methodology (RSM) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Design Expert Version 5.0 โดยผลิตเครื่องดื่มข้าวกล้องงอกผสมน้ำมะเม่าเข้มข้นตามสภาวะที่กำหนดได้ วางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Random Design) ทำการทดลอง 2 ซ้ำ แล้วคัดเลือกสภาวะการทดลองที่ให้ความหนืดใกล้เคียงกับน้ำข้าวกล้องทางการค้าและไม่เกิดการแยกชั้น

- ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องดื่มข้าวกล้องงอกผสมน้ำมะเม่าเข้มข้นที่ได้ และทำการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าจริงและค่าที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสม โดยหาร้อยละความคลาดเคลื่อน และเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มข้าวกล้องงอกผสมน้ำมะเม่าเข้มข้น คือ มีค่ากิจกรรมสารต้านออกซิเดชันคลาดเคลื่อนกับค่าที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์น้อยที่สุด

3.2.5 การศึกษาคุณภาพและการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มข้าวกล้องงอกผสมน้ำมะเม่าเข้มข้น

การศึกษาคุณภาพและการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มข้าวกล้องงอกผสมน้ำมะเม่าเข้มข้นตามกระบวนการผลิตเครื่องดื่มข้าวกล้องงอกผสมน้ำมะเม่าเข้มข้นจากสภาวะการผลิตที่เหมาะสมในข้อ 3.2.4

วิเคราะห์คุณภาพของเครื่องดื่มข้าวกล้องงอกผสมน้ำมะเม่าเข้มข้น โดยตรวจสอบคุณภาพทุก 2 วัน เป็นเวลา 14 วัน ดังนี้

-ตรวจสอบความคงตัว โดยวัดปริมาณการตกตะกอน ตามวิธีของ Priepke and others (1980) อ้างถึงในพรนิภา แจ้งชัด (2547) ดังรายละเอียด ภาคผนวก ก1

-ความหนืด โดยการวัดด้วยเครื่อง Brook field ที่ 4 และ 25 °ซ ดังรายละเอียด ภาคผนวก ก2

-วิเคราะห์ปริมาณ GABA ด้วยเครื่อง HPLC (Patita and others 2007) ดังรายละเอียด ภาคผนวก ก3

-กิจกรรมสารต้านออกซิเดชั่นด้วยวิธี DPPH (Sreeramulu and others 2009) ดังรายละเอียด ภาคผนวก ก4

-Color (CIE LAB) โดยใช้เครื่อง Hunter Lab ดังรายละเอียด ภาคผนวก ก5

-ตรวจสอบจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา (AOAC 2000) ดังรายละเอียด ภาคผนวก ก6

วิเคราะห์คุณค่าโภชนาการ ของเครื่องดื่มข้าวกล้องงอกผสมน้ำมะเม่าเข้มข้นในวันแรก ได้แก่

-ความชื้น (AOAC 2000) ดังรายละเอียด ภาคผนวก ก7

-โปรตีน (AOAC 2000) ดังรายละเอียด ภาคผนวก ก8

-ไขมัน (AOAC 1990) ดังรายละเอียด ภาคผนวก ก9

-เถ้า (AOAC 2000) ดังรายละเอียด ภาคผนวก ก10

-เส้นใยหยาบ (AOAC 1995) ดังรายละเอียด ภาคผนวก ก11

-คาร์โบไฮเดรต (โดยผลต่าง) ดังรายละเอียด ภาคผนวก ก12

-นำเครื่องดื่มน้ำข้าวกล้องงอกผสมน้ำมะเม่าเข้มข้นที่มีคุณค่าโภชนาการและความคงตัวสูง 1 สูตร จากข้อ 3.2.4 มาทดสอบทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มข้าวกล้องงอกผสมน้ำมะเม่าเข้มข้น โดยให้คะแนนความชอบแบบ Hedonic 9 –point scaling กับผู้ทดสอบชิมที่ไม่ได้ผ่านการ

ฝึกฝนจำนวน 30 คน โดยทดสอบชิมในวันแรกของการผลิต ใช้แบบสอบถามการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ดังรายละเอียด ภาคผนวก ก13

ทำ 5 เล่ม