

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมี คุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ คุณสมบัติเชิงหน้าที่ และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ของถั่วพุ่มเมล็ดสีดำ ขาว แดง ลายขาวดำ ที่มีลักษณะของสีที่แตกต่างกัน และถั่วแดงหลวง โดยแบ่งส่วนการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนเนื้อเมล็ด (Decorated Bean) และส่วนที่บดรวมทั้งเมล็ด (Whole Seed) นำมาวิเคราะห์หาปริมาณ ความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน เส้นใยอาหาร คาร์โบไฮเดรตรวม กรดอะมิโนทั้งหมด ปริมาณแป้งที่ทนทานต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ ปริมาณแป้งที่สามารถย่อยได้ด้วยเอนไซม์ ปริมาณแป้งรวม และ ส่วนเปลือก (Seed Coat) นำมาวิเคราะห์หาปริมาณปริมาณฟีนอลิกรวม ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด และชนิดและปริมาณแอนโทไซยานิน จากนั้นประเมินคัดเลือกถั่วพุ่มที่มีความเหมาะสมมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์คุกกี้เพื่อสุขภาพ โดยมีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. สร้างแผนการวิจัย
2. ศึกษาและรวบรวมเครื่องมือและสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง
3. วิธีการทดลอง

3.1 แผนการวิจัย

3.1.1 ศึกษาคุณสมบัติของแป้งถั่วพุ่ม

3.1.1.1 การเตรียมแป้งจากถั่วพุ่ม

3.1.1.2 ศึกษาคุณสมบัติของแป้งถั่วพุ่มที่มีสีแตกต่างกัน และถั่วแดงหลวง ได้แก่

3.1.1.2.1 องค์ประกอบทางเคมี (ศึกษาในส่วนเนื้อเมล็ด และส่วนที่บดรวมทั้งเมล็ด)

ได้แก่ ปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน เส้นใยอาหาร ปริมาณคาร์โบไฮเดรตรวม กรดอะมิโนทั้งหมด ปริมาณแป้งที่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ ปริมาณแป้งที่สามารถย่อยด้วยเอนไซม์ และปริมาณแป้งทั้งหมด

3.1.1.2.2 คุณสมบัติเชิงหน้าที่ (ศึกษาในส่วนเนื้อเมล็ด และส่วนที่บดรวมทั้งเมล็ด)

ได้แก่ ความสามารถในการจับกับน้ำ (WBC) ความขุ่น (Turbidity) ความสามารถในการพองตัวและการละลาย (Swelling and solubility) และความแข็งแรงของเจล (Gel Strength)

3.1.1.2.3 คุณสมบัติทางด้านเคมี-ฟิสิกส์ (ศึกษาในส่วนเนื้อเมล็ด และส่วนที่บดรวมทั้งเมล็ด) ได้แก่ คุณสมบัติด้านความหนืด (RVA) และ คุณสมบัติทางความร้อนของแป้งด้วยเครื่อง DSC

3.1.1.2.4 สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (ศึกษาในส่วนเปลือก) ได้แก่ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมด ปริมาณสารแอนโทไซยานินทั้งหมด ชนิดและปริมาณปริมาณแอนโทไซยานิน

3.1.2 การประยุกต์ใช้แป้งถั่วพุ่มเพื่อทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

3.1.2.1 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ที่ได้จากแป้งถั่วพุ่ม

3.1.2.2 องค์ประกอบทางเคมีของคูกี้ ได้แก่ ปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน เส้นใยอาหาร ปริมาณแป้งที่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ ปริมาณแป้งที่สามารถย่อยได้ด้วยเอนไซม์ และปริมาณแป้งทั้งหมด

3.1.2.3 ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ได้แก่ ปริมาณฟีนอลิกส์ทั้งหมด และปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด

3.1.2.4 คุณสมบัติทางกายภาพของคูกี้ ได้แก่ น้ำหนัก ความสูง ค่าสี ค่าความแข็ง

3.2 เครื่องมือ และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 วัตถุดิบ

3.2.1.1 การเตรียมตัวอย่างแป้งถั่วพุ่มและถั่วแดงหลวง (ส่วนเนื้อเมล็ด และบดรวมทั้งเมล็ด)

3.2.1.1.1 ถั่วพุ่มเมล็ดสีดำ ชื่อทางวิทยาศาสตร์ Vigna Unguiculata

3.2.1.1.2 ถั่วพุ่มเมล็ดสีขาว ชื่อทางวิทยาศาสตร์ Vigna Unguiculata

3.2.1.1.3 ถั่วพุ่มเมล็ดสีแดง ชื่อทางวิทยาศาสตร์ Vigna Angularis

3.2.1.1.4 ถั่วพุ่มเมล็ดสีลายขาวดำสายพันธุ์ ชื่อทางวิทยาศาสตร์

Vigna Unguiculata

3.2.1.1.5 ถั่วแดงหลวงชื่อทางวิทยาศาสตร์ Phaseolus Vulgaris

โดยตัวอย่างเมล็ดถั่วพุ่มสีดำ ขาว และลายขาวดำ ชื่อจากร้านขายเมล็ดพันธุ์ทางการเกษตร ตลาดสดจังหวัดมหาสารคาม และถั่วพุ่มเมล็ดสีแดง และถั่วแดงหลวง ชื่อได้จากบิ๊กซีซูเปอร์เซ็นเตอร์มหาสารคาม ในเดือน มีนาคม 2554

3.2.1.1 การทำคูกี้

3.2.1.1.1 แป้งถั่วพุ่มดำบดรวมทั้งเมล็ด (Black Cowpea Whole Seed Flour)

3.2.1.1.2 แป้งสาลี (Wheat Flour) ตราดอกทานตะวัน

3.2.1.1.3 มาการีน (Margarine) ตราโอลิมปิก

3.2.1.1.4 น้ำตาลทราย (Sugar) ตรามิตรผล

3.2.1.1.5 ผงฟู (Bicarbonate of Soda) ตราเบสท์ ฟูดส์

3.2.1.1.6 เกลือ (Salt) ตราปรุงทิพย์

3.2.1.1.7 นมจืด (Milk) UHT ตราโฟร์โมสต์

3.2.1.1.8 ไข่ไก่ (Eggs) ตรา ซีพี

3.2.2 อุปกรณ์และเครื่องมือในการวิเคราะห์

3.2.2.1 อุปกรณ์เครื่องแก้วต่างๆ (Pyrex, Germany)

3.2.2.2 เครื่องชั่งแบบละเอียด (Presica 25A, Switzerland)

3.2.2.3 ตระแกรงร่อนละเอียดขนาด 100 mesh (Standard Sieve, USA)

3.2.2.4 Micro-pipette (VIPR) ขนาด 100 และ 1000 μ l

3.2.2.5 Magnetic stirrer

3.2.2.6 เครื่อง pH Meter

3.2.2.7 อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water Bath) (Memmert Schutzart, Germany)

- 3.2.2.8 เครื่องให้ความร้อนแบบเขย่า (Shaking Water Bath) (Model UM SW SOL, Thailand)
- 3.2.2.9 เครื่องบ่มแบบเขย่า (Shaking Incubator) Model LSI-1005R (Lab Tech,Koral)
- 3.2.2.10 เครื่องปั่นผสม (Vortex Mixer) (Hamony, Japan)
- 3.2.2.11 เครื่องเหวี่ยงแยก (Centrifuge) (Universal 320R, Germany)
- 3.2.2.12 เครื่อง UV-Spectrophotometer (Shimadzu, Japan)
- 3.2.2.13 ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) (Binder, Germany)
- 3.2.2.14 เครื่องเผาเถ้า (Muffle furnace, Model S1202PID, Thailand)
- 3.2.2.15 เครื่องวิเคราะห์ไขมัน (BUCHI E-816, Switzerland)
- 3.2.2.16 เครื่องวิเคราะห์โปรตีน (Gerhardt)
- 3.2.2.17 เครื่องTexture Analyzer (TA-XT2i, Texture Technologies Corp.,Scarsdale, NY/Stable Micro Systems, Godalming, Surrey, UK)
- 3.2.2.18 เครื่อง Rapid Visco Analyser (Newport Scientific, Sydney, Australia)
- 3.2.2.19 เครื่อง Differential Scanning Calorimeters (DSC) (รุ่น TA Q200 ,USA)
- 3.2.2.20 เครื่อง HPLC (Shimadzu, Japan) คอลัมน์ ชนิด C18 ขนาด 250 x 4.6 mm และตัวตรวจวัดแบบ Diode Array Detector (DAD)
- 3.2.2.21 เครื่องวัดสี (Chroma meter (Minolta CR-300, Japan)
- 3.3.3 สารเคมี
- 3.3.3.1 กรดซัลฟูริก (Sulfuric acid), (Fluka, Germany)
- 3.3.3.2 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide), (Univar, Australia)
- 3.3.3.3 กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid), (J.T. Baker, Thailand)
- 3.3.3.4 โพแทสเซียมซัลเฟต (Potassium sulphate), (Univar, Australia)
- 3.3.3.5 คอปเปอร์ซัลเฟต (Copper sulphate), (Analar, England)
- 3.3.3.6 กรดบอริก (Boric acid), (Rankem, India)
- 3.3.3.7 ปีโตรเลียมอีเทอร์ (Petroleum ether), (Rci labscan, Thailand)
- 3.3.3.8 โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (Potassium hydroxide) , (Univar, Australia)
- 3.3.3.9 อะซิโตน (Acetone), (J.T. Baker, Thailand)
- 3.3.3.10 โฟลีนรีเอเจนต์ (Folin-Ciocalteu phenol reagent), (Sigma, Germany)
- 3.3.3.11 โซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate), (Univar, Australia 3.3.3.12 กรดแกลลิก (Gallic acid), (Fluka, Germany)
- 3.3.3.13 สารนินไฮดริน (ninhydrin solution), (Fluka, Germany)
- 3.3.3.14 คาเทชิน (Catechin), (Fluka, Germany)
- 3.3.3.15 อะลูมิเนียมคลอไรด์ (Aluminum chloride), (Univar, Australia)
- 3.3.3.16 ลิวซีน (Leucine), (Fluka, Switzerland)
- 3.3.3.17 อะซิโตนไนไตรล์ (Acetonitrile), (VWR,England)
- 3.3.18 กรดฟอสฟอริก (Phosphoric acid), (JT.Baker,USA)

3.3.19 เดลฟินิดินคลอไรด์ (Delphinidin chloride) , (Sigma, Germany) 3.3.20
ไซยานิดิน คลอไรด์ (Cyanidin chloride), (Sigma, USA.) 3.3.21 เพลาгонิดิน คลอไรด์
(Pelargonidin chloride), (Fluka, Germany) 3.3.22 มาลวิดิดิน คลอไรด์ (Malvidin chloride),
(Sigma, USA.)

3.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

3.4.1 การเตรียมตัวอย่างถั่วพุ่ม

การเตรียมแป้งจากถั่วพุ่มสีต่างๆ ดัดแปลงจากวิธีของ Adebooye and Singh (2007) โดยเริ่มจากการนำตัวอย่างถั่ว มา 250 กรัม แช่น้ำ 750 มิลลิลิตร เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นทำการแกะเปลือกถั่วโดยใช้มีดเล็กปลายแหลม ในการแกะเมล็ดถั่วทำให้เสร็จภายใน 15 นาที เมื่อทำการแยกเปลือกถั่วและเนื้อถั่วแล้ว นำตัวอย่างถั่วที่ได้ทั้งเปลือกที่แยกไว้ไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จากนั้นนำแต่ละส่วนคือ เนื้อเมล็ด เปลือก และถั่วทั้งเมล็ด มาบดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 mesh แล้วจึงเก็บตัวอย่างในขวดแก้วเก็บที่อุณหภูมิห้องเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

3.4.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแป้งถั่วพุ่ม ได้แก่

3.4.2.1 ปริมาณความชื้น (Moisture Content) เถ้า (Ash Content) โปรตีน (Protein) ไขมัน (Lipid) เส้นใยอาหาร (Fiber) และคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (Total Carbohydrate) (AOAC, 2000) (ดั่งภาคผนวก ก.)

3.4.2.2 ปริมาณกรดอะมิโนทั้งหมด (Total Amino Acid) ด้วยวิธี Ninhydrin ดัดแปลงจาก (AOAC, 2000)

3.4.2.3 ปริมาณแป้งที่สามารถย่อยได้ด้วยเอนไซม์ (Resistant Starch) ปริมาณแป้งที่ไม่สามารถย่อยด้วยเอนไซม์ (Solubilised Starch) และปริมาณแป้งทั้งหมด (Total Starch) (AACC Method) (ดั่งภาคผนวก ก.)

3.4.3 การศึกษาคุณสมบัติเชิงหน้าที่ ได้แก่

3.4.3.1 ความขุ่นของสารละลายแป้ง (Turbidity) (Perera and Hoover, 1999) (ดั่งภาคผนวก ข.)

3.4.3.2 ความสามารถในการพองตัวและการละลายของแป้ง (Swelling and Solubility) (Schoch, 1964) (ดั่งภาคผนวก ข.)

3.4.3.3 ความแข็งของเจล (Gel strength) ด้วยเครื่อง Texture Analyzer (ดั่งภาคผนวก ข.)

3.4.3.4 ความสามารถในการจับกับน้ำ (Water Binding Capacity) (Yamazaki, 1953) ดัดแปลงจาก (Medcalf and Gilles, 1965) (ดั่งภาคผนวก ข.)

3.4.4 การศึกษาคุณสมบัติทางเคมี-ฟิสิกส์ของแป้งถั่วพุ่ม ได้แก่

3.4.4.1 คุณสมบัติความหนืด (Pasting Propertie) ด้วยเครื่อง RVA (RVA Model 3D, Newport Scientific, Sydney, Australia) (ศรีรอด และคณะ, 2546) (ดั่งภาคผนวก ค.)

3.4.4.2 คุณสมบัติทางความร้อนของแป้งข้าวพุ่มด้วยเครื่อง Differential Scanning Calorimeters (DSC) (รุ่น TA Q200, USA) (Kim,1995) (ดั่งภาคผนวก ค.)

3.4.5 การศึกษาปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของเปลือกเมล็ดข้าวพุ่ม ได้แก่

3.4.5.1 ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด (Total Phenolic Compound) โดยวิธี Folin-Ciocalteu Assay (Randhir et al., 2004) (ดั่งภาคผนวก ง.)

3.4.5.2 ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (Total Flavonoid Content) โดยวิธี Aluminium Chloride Colorimetric Assay (Randhir et al., 2004) (ดั่งภาคผนวก ง.)

3.4.5.3 ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด (Total Anthocyanin) ด้วยวิธี pH Differential (Abu Bakar et al., 2009) (ดั่งภาคผนวก ง.)

3.4.6 การผลิตคุกกี้ด้วยวิธีดัดแปลงจาก (AACC, 2000) โดยใช้แป้งข้าวพุ่มดำบดรวมทั้งเมล็ด ในการทดแทนแป้งสาลี ทั้งหมด 5 สูตร โดยมีอัตราส่วนแป้งข้าวพุ่มต่อแป้งสาลี ที่เดิมลงไป คือ 0:100, 10:90, 20:80, 30:70 และ 40:60 โดยมีสูตรดังนี้

ตาราง 3.1 สูตรและส่วนผสมในการทำคุกกี้

ส่วนผสม	สูตรควบคุม	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
แป้งข้าวพุ่มดำ (กรัม)	0	22.5	45	67.5	90
แป้งสาลี (กรัม)	225	202.5	180	157.5	135
น้ำตาลทราย (กรัม)	130	130	130	130	130
ผงฟู (กรัม)	5	5	5	5	5
เกลือ (กรัม)	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
มาการีน (กรัม)	96	96	96	96	96
น้ำสะอาด (กรัม)	130	130	130	130	130
นม (มล.)	20	20	20	20	20
ไข่ (กรัม)	28	28	28	28	28

ดัดแปลงจาก : AACC Approved method 10-50D (AACC, 2000).

*หมายเหตุ : อัตราส่วนแป้งข้าวพุ่ม:แป้งสาลี

สูตรควบคุม 0:100 สูตรที่ 1 10:90 สูตรที่ 2 20:80

สูตรที่ 3 30:70 สูตรที่ 4 40:60

วิธีการผลิตคุกกี้เริ่มจากนำส่วนผสมในแต่ละสูตรมาผสมกัน จากนั้นนำแป้งคุกกี้ที่เตรียมได้มาหยอดใส่ถาดและนำไปอบที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15-20 นาที จากนั้นนำออกจากตู้อบ รอให้เย็นแล้วเก็บใส่ขวดปากกว้างปิดฝาให้สนิทไว้เพื่อทำการทดสอบคุณภาพด้านต่างๆ

3.4.6.1 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ที่ได้จากแป้งข้าวพุ่มดัดแปลงจาก Yua and Huang, (1996) (ดั่งภาคผนวก ข.)

3.4.6.2 องค์ประกอบทางเคมีของคุกกี้ ได้แก่ การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (Moisture Content) เถ้า (Ash Content) โปรตีน (Protein) ไขมัน (Lipid) เส้นใยอาหาร (Fiber) (AOAC, 2000) (ดั่งภาคผนวก ก.)

3.4.6.3 ปริมาณแป้งที่สามารถย่อยได้ด้วยเอนไซม์ (Resistant Starch) ปริมาณแป้งที่ไม่สามารถย่อยด้วยเอนไซม์ (Solubilised Starch) และปริมาณแป้งทั้งหมด (Total Starch) (AACC Method) (ดั่งภาคผนวก ก.)

3.4.6.4 คุณภาพด้านกายภาพของคุกกี้ ได้แก่

1) ค่าสีโดยใช้ Chroma Meter (Minolta CR-300) (ดัดแปลงจาก Panchan and Naivikul, 2009; Tong., et al, 2010) (ดั่งภาคผนวก ฉ.)

2) ค่าความแข็งของคุกกี้ (Hardness) โดยใช้ Texture analyzer (ดั่งภาคผนวก ฉ.)

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5.1 การศึกษาองค์ประกอบด้านต่างของถั่วพุ่ม และถั่วแดงหลวง

3.5.1.1 การศึกษาและเปรียบเทียบปริมาณองค์ประกอบทางเคมี ในส่วนต่างๆ ของถั่วพุ่ม ได้แก่ ส่วนเนื้อเมล็ด และส่วนที่บดรวมทั้งเมล็ด โดยวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน ปริมาณเส้นใยอาหาร และปริมาณคาร์โบไฮเดรตรวม ปริมาณกรดอะมิโนทั้งหมด ปริมาณแป้งที่ทนทานต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ ปริมาณแป้งที่สามารถย่อยได้ ปริมาณแป้งรวม โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ และนำเสนอข้อมูลในรูปแบบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.5.1.2 การศึกษาและเปรียบเทียบคุณสมบัติเชิงหน้าที่ของแป้งจากถั่วพุ่ม ในส่วนต่างๆ ของถั่วพุ่ม ได้แก่ ส่วนเนื้อเมล็ด และส่วนที่บดรวมทั้งเมล็ด โดยวิเคราะห์ความสามารถในการจับกับน้ำ (Water-Binding Capacity) ความขุ่น (Turbidity) ความสามารถในการพองตัวและการละลาย (Swelling and Solubility) และความแข็งแรงของเจล (Gel Strength) โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ และนำเสนอข้อมูลในรูปแบบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

3.5.1.3 การศึกษาและเปรียบเทียบคุณสมบัติทางด้านเคมี-ฟิสิกส์ของแป้งถั่วพุ่มจากส่วนต่างๆ ของถั่วพุ่ม ได้แก่ ส่วนเนื้อเมล็ด และส่วนที่บดรวมทั้งเมล็ด โดยวิเคราะห์คุณสมบัติด้านความหนืด (RVA) และคุณสมบัติด้านความร้อนของแป้งด้วยเครื่อง DSC โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ และนำเสนอข้อมูลในรูปแบบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

3.5.1.4 การศึกษาและเปรียบเทียบปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ในส่วนเปลือกของเมล็ดถั่วพุ่ม ได้แก่ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมด ปริมาณสารแอนโทไซยานินทั้งหมด ชนิดและปริมาณปริมาณแอนโทไซยานินโดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ และนำเสนอข้อมูลในรูปแบบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

3.5.2 การผลิตคุกกี้โดยใช้แป้งถั่วพุ่มด้าทดแทนแป้งสาลี

3.5.2.1 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ของคุกกี้ที่ได้จากแป้งถั่วพุ่ม และนำเสนอข้อมูลในรูปแบบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

3.5.2.2 การศึกษาปริมาณองค์ประกอบทางเคมีในคุกกี้สูตรที่ดีที่สุด เทียบกับสูตรมาตรฐาน โดยวิเคราะห์หาปริมาณ ความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน ปริมาณเส้นใยอาหาร และปริมาณคาร์โบไฮเดรตรวม ปริมาณกรดอะมิโนทั้งหมด ปริมาณแป้งที่ทนทานต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ ปริมาณแป้งที่สามารถย่อยได้ ปริมาณแป้งรวม โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ และนำเสนอข้อมูลในรูปแบบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.5.2.3 การศึกษาลักษณะทางกายภาพของคุกกี้ ได้แก่ น้ำหนัก ความหนาของชั้นคุกกี้ การวัดค่าสี ค่าความแข็ง โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ และนำเสนอข้อมูลในรูปแบบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1 สถิติพื้นฐาน ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.6.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ผลทางสถิติ สถิติที่ใช้คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA in CRD) หรือ F-test และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ตามวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3.6.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส สถิติที่ใช้คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two-way ANOVA in RBD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ตามวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

3.7.1 ทราบถึงองค์ประกอบทางเคมี คุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ของแป้ง คุณสมบัติเชิงหน้าที่ และปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ของเมล็ดถั่วพุ่มที่มีสีแตกต่างกัน

3.7.2 ข้อมูลที่ได้สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน ในการประยุกต์ใช้ส่วนต่างๆ ของเมล็ดถั่วพุ่มสีต่างๆในการผลิตเป็น ผลิตภัณฑ์อาหาร หรือผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพต่อไป