บิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก

Reduced-Calorie Biscuit from Hairy Basil Seeds Mucilage Powder

คำนำ

ผลิตภัณฑ์บิสกิตมีการบริโภคมาตั้งแต่สมัยโบราณ โดยเฉพาะในแถวยุโรป มีการบริโภคบิสกิตเป็นอาหารว่าง ในปัจจุบันคนไทยมีการบริโภคอาหารแบบตะวันตก รวมทั้งอาหารฟาสต์ฟู้ดมากขึ้น ซึ่งอาหารดังกล่าวจะมีปริมาณไขมันอิ่มตัวสูง ใยอาหารต่ำ และโซเดียมในปริมาณสูง (เพลินใจ และคณะ, 2534) และเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้คนไทยในปัจจุบันป่วยด้วยโรคหัวใจ โรคเบาหวาน โรคมะเร็งมากขึ้น(อารี, 2536) ประกอบกับคนไทยบริโภคอาหารประเภทธัญชาติ ผัก และผลไม้ลดลง(สุริยนต์, 2542) ซึ่งอาหารเหล่านี้มีใยอาหารสูง ใยอาหารมีความสำคัญในการลดความรุนแรงของโรคไร้เชื้อหลายชนิด เช่น โรคเบาหวาน โรคความดันโรหิตสูง โรคอ้วน โรคหัวใจขาดเลือด และลดอาการท้องผูกได้(วันชัย, 2520) ด้วยปัจจัยดังกล่าวจึงได้คิดผลิตภัณฑ์บิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก เพื่อช่วยให้ผู้บริโภคที่ไม่ชอบรับประทานผัก และควบคุมน้ำหนักหรือลดน้ำหนัก สามารถรับประทานได้ง่าย และมีใยอาหารสูงช่วยในการขับถ่าย รวมทั้งมีประโยชน์ต่อร่างกาย

เมล็ดแมงลัก เป็นพืชที่มีปริมาณใยอาหารสูงประมาณ ร้อยละ 80 ของน้ำหนักเมล็ดแมงลักแห้ง 100 กรัม(Viseshakul *et al*., 1985) เมล็ดแมงลักเป็นใยอาหารที่ละลายน้ำได้โดยการเปลี่ยนแปลงสภาพเป็นเจลเมื่อรวมตัวกับน้ำ ทำให้เพิ่มความหนืดเหนียว และการเกาะตัวของสารภายในกระเพาะอาหารส่งผลให้กระเพาะอาหารว่างช้าลง จึงรู้สึกอิ่มได้นานขึ้น และทำให้อัตราการย่อยและดูดซึมสารอาหารต่าง ๆ ช้าลงอีกด้วย(ปรียา และคณะ, 2535) ไม่เป็นพิษต่อร่างกาย และมีสรรพคุณเป็นยาระบายที่ดี(อโนชา และคณะ, 2530)

การศึกษาเรื่อง การผลิตบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก เพื่อเพิ่มปริมาณใยอาหารจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก และลดพลังงานในบิสกิต เริ่มจากการทดลองผลิตผงเมือกเมล็ด-แมงลัก แล้วนำมาทดลองใช้ทดแทนแป้งสาลีในสูตรบิสกิตพื้นฐาน และทดแทนไขมันด้วยมอล-โตเด็กซตริน แล้วศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ ต้นทุนการผลิต อายุการเก็บรักษาและการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์บิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาการผลิตผงเมือกเมล็ดแมงลัก

2. ศึกษาการผลิตบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก

3. ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการและต้นทุนการผลิตของบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก

4. การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก

5. ศึกษาคุณสมบัติการดูดซับน้ำของบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก

6. ศึกษาอายุการเก็บรักษาของบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก

การตรวจเอกสาร

บิสกิต

บิสกิต(biscuit) เป็นคำที่ใช้เรียกชื่อขนมอบชนิดหนึ่งทำมาจากแป้งและไข่ มีลักษณะกรอบ คำว่า “บิสกิต” ใช้เรียกกันในทวีปยุโรป ส่วนในอเมริกาเรียกว่า “คุกกี้” บิสกิต มาจากภาษาละติน ว่า bis coctus ในฝรั่งเศสเรียกว่า bi-curic แปลว่า “to cook twice” บิสกิตควรมีความชื้นไม่เกิน ร้อยละ 5 และเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ทำจากแป้งสาลีเป็นหลัก อาจปรุงแต่งกลิ่นรสด้วยหรือไม่ก็ได้ มีรูปร่าง ขนาด ชื่อ และวิธีการผลิตต่าง ๆ กัน และจะไม่เรียกว่า บิสกิต ถ้ามีส่วนผสมอื่นมากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ของส่วนผสมแป้ง(Smith, 1972)

Almond *et al*(1991) ได้แบ่งบิสกิตออกได้เป็น 3 ชนิด คือ บิสกิตชนิดอ่อน(soft biscuit) บิสกิตชนิดแข็ง(hard biscuit) และแครกเกอร์(cracker) บิสกิตชนิดอ่อนผลิตจากส่วนผสมที่มีน้ำตาล ไขมัน นม และไข่มากกว่าบิสกิตชนิดแข็ง และใช้แป้งที่มีโปรตีนต่ำ(ประมาณ 6-8 เปอร์เซ็นต์) สำหรับบิสกิตชนิดแข็ง นอกจากจะผลิตจากส่วนผสมที่มีน้ำตาล ไขมัน นม และไข่ น้อยกว่าบิสกิตชนิดอ่อนแล้ว ยังใช้แป้งที่มีโปรตีนสูงขึ้น (ประมาณ 8-10 เปอร์เซ็นต์) สำหรับแครกเกอร์นั้นจะผลิตจากส่วนผสมที่มีน้ำตาลต่ำหรือไม่มีเลย ไขมันค่อนข้างสูง และมีปริมาณแป้งมากกว่าบิสกิตทั้ง 2 ชนิด

บิสกิต เป็นชนิดที่ทำแบบ rolled cookies ลักษณะแป้งจะแข็งกว่าชนิดอื่น เพราะถ้าแป้งนุ่มจะทำได้ยาก จึงสามารถทำเป็นรูปร่างแปลก ๆ สวยงามได้หลายแบบ โดยการคลึงแล้วตัดด้วยพิมพ์ และตกแต่งให้สวยงามได้โดยตกแต่งก่อนอบหรือหลังอบแล้ว แต่งด้วยช็อกโกแลต เช่น เดียวกับแต่งหน้าเค้ก rolled cookies จะมีลักษณะกรอบร่วนนุ่มนวล ไม่กรอบกระด้างและไม่ค่อยหวาน(ศรีสมร, 2535)

โดยทั่วไปแล้วส่วนประกอบหลักของบิสกิตได้แก่แป้งสาลี น้ำ ไขมัน วัตถุที่ทำให้ขึ้นฟู ส่วนประกอบของบิสกิต ที่อาจจะใช้หรือไม่ใช้เป็นส่วนผสม ได้แก่ แป้งชนิดอื่นที่อาจใช้ทดแทนแป้งสาลีได้, นมและผลิตภัณฑ์, ไข่และผลิตภัณฑ์, น้ำตาลทรายหรือน้ำตาลชนิดอื่น, สารแต่งกลิ่นรส, เครื่องเทศ, สารอาหาร, ผลไม้, ผลิตภัณฑ์จากผลไม้และส่วนประกอบอื่น ๆ ได้แก่ถั่วและกุ้งแห้ง ลักษณะทั่วไปของบิสกิตต้องกรอบ มีกลิ่นรสเหมาะสมชวนบริโภค และมีสีสม่ำเสมอ องค์ประกอบทางเคมีของบิสกิต ควรมีความชื้นไม่เกิน ร้อยละ 4 สำหรับชนิดธรรมดา และ ร้อยละ

7 สำหรับชนิดปรุงแต่ง มีเถ้าที่ไม่ละลายในกรดร้อยละ 0.05 ของน้ำหนักแห้ง และมีกรดไขมันอิสระคิดเป็นกรดโอลีอิก ร้อยละไม่เกิน 1.0(มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2530)

1. <u>วัตถุดิบที่ใช้ในการทำบิสกิต</u>

ส่วนผสมที่ใช้ในการทำบิสกิตจำแนกได้เป็น 2 พวก คือวัตถุดิบที่เป็นตัวทำให้บิสกิตมีความอ่อนหรือแข็ง ตัวที่เป็นโครงสร้างพื้นฐาน ได้แก่ แป้งสาลี นอกนั้นเป็น ไข่ไก่ทั้งฟอง และกรดที่ทำให้ขึ้นฟู ส่วนที่ทำให้บิสกิตมีความอ่อนนุ่ม ได้แก่ น้ำตาล ไข่ไก่ ไขมัน และผงฟู(ศรีสมร, 2535)

1.1 แป้งสาลี

แป้งสาลีเป็นแป้งที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ทุกชนิด ไม่มีแป้งชนิดอื่นใช้แทนแป้งสาลีได้ ทั้งนี้เพราะแป้งสาลีมีโปรตีน 2 ชนิดที่รวมกันอยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสมคือ กลูเตนิน และ ไกลอดิน(glutenin and gliadin) ซึ่งเมื่อนำแป้งสาลีมาผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่ถูกต้องจะทำให้เกิดสารชนิดหนึ่งเรียกว่า “กลูเต็น” (gluten) มีลักษณะเป็นยาง เหนียว ยืดหยุ่นได้ กลูเต็นนี้เป็นตัวเก็บก๊าซเอาไว้ทำให้เกิดโครงสร้างที่จำเป็นของผลิตภัณฑ์ และจะเป็นโครงร่างแบบฟองน้ำเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ(จิตธนา และ อรอนงค์, 2541)

แป้งสาลีที่ผลิตออกมาขายเพื่อการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่นั้นมี 3 ชนิดที่สำคัญคือ แป้งขนมปัง แป้งขนมเค้ก และแป้งเอนกประสงค์ ซึ่งแต่ละชนิดมีคุณสมบัติและคุณลักษณะรวมถึงการใช้ประโยชน์ต่างกัน คือ

ก. แป้งขนมปัง มีปริมาณโปรตีนสูง 12-14 เปอร์เซ็นต์ โม่จากข้าวสาลีชนิดแข็งพวก hard red spring หรือ hard red winter ซึ่งเป็นข้าวสาลีที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูง ใช้ทำผลิตภัณฑ์พวกขนมปังจืด ขนมปังหวาน และผลิตภัณฑ์ที่ใช้หมักด้วยยีสต์ทุกชนิด เมื่อถูด้วยนิ้วมือจะรู้สึกระคายมือคล้ายมีกรวดหรือหยาบเหมือนทราย มีสีครีมไม่ขาวเมื่อกดนิ้วลงไปบนแป้ง แป้งจะไม่เกาะตัวกัน แป้งชนิดนี้ใช้ยีสต์เป็นตัวทำให้ขึ้นฟู เพราะยีสต์เท่านั้นที่จะทำให้ก้อนโดพองตัวได้(จิตธนา และ อรอนงค์, 2541)

ข. แป้งสาลีเอนกประสงค์ มีปริมาณโปรตีนสูงปานกลาง 10-11 เปอร์เซ็นต์ เป็นแป้งที่ได้จากการผสมข้าวสาลีชนิดแข็งกับชนิดอ่อนเข้าด้วยกันในสัดส่วนที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์หลาย ๆ ชนิด เช่น ขนมปังจืดและหวาน ขนมเค้กบางชนิด ใช้เวลาในการนวดแป้งน้อยกว่าขนมปัง ลักษณะของแป้งชนิดนี้จะมีลักษณะของแป้งขนมปังและแป้งเค้กรวมกัน ตัวที่ทำให้ขึ้นฟูสำหรับแป้งชนิดนี้สามารถใช้ได้ทั้งยีสต์และผงฟู(จิตธนา และ อรอนงค์, 2541)

ค. แป้งเค้ก มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำประมาณ 7-9 เปอร์เซ็นต์ โม่จากข้าวสาลีชนิดอ่อนพวก soft wheat และ soft red winter ใช้ทำเค้ก คุกกี้ ลักษณะของแป้งเมื่อถูด้วยนิ้วมือจะรู้สึกอ่อนนุ่ม เนียนละเอียด มีสีขาวกว่าแป้ง 2 ชนิดแรก เมื่อกดนิ้วลงไปบนแป้ง แป้งจะเกาะรวมกันเป็นก้อนและคงรอยนิ้วมือไว้ แป้งชนิดนี้ใช้สารเคมีช่วยทำให้ขึ้นฟูเท่านั้น ไม่ใช้ยีสต์ ซึ่งสารเคมีก็ได้แก่ ผงฟู เบคกิงโซดา เป็นต้น(จิตธนา และ อรอนงค์, 2541)

1.1.1 องค์ประกอบของแป้งสาลี แป้งสาลีที่ได้จากการโม่โดยแยกเอาส่วนของแป้งในแอนโดสปอร์มออกมาแล้ว ประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ โดยเฉลี่ย ดังนี้ แป้งสตาร์ช (starch) 70 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 11.5 เปอร์เซ็นต์ น้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 1 เปอร์เซ็นต์ แร่ธาตุ 0.4 เปอร์เซ็นต์ และอื่น ๆ 2 เปอร์เซ็นต์(จิตธนา และ อรอนงค์, 2541)

1.1.2 คุณลักษณะของแป้งสาลี เพื่อที่จะทำผลิตภัณฑ์ให้ได้ผลดี ควรพิจารณาถึงคุณลักษณะของแป้ง ดังต่อไปนี้

ก. สีของแป้ง(color) สีของแป้งมีผลต่อคุณภาพอย่างหนึ่งของผลิตภัณฑ์ แป้งที่ดีควรมีสีขาว ถ้าหากมีสีอื่นปน เช่น สีเหลืองอ่อนของแซนโตฟิลล์ หรือสีครีม จะทำให้ขนมปังมีเนื้อแข็งใน(crumb) ที่มีสีไม่ดี ดังนั้น แป้งที่โม่ออกมาจึงควรผ่านการฟอกสีก่อน (จิตธนา และ อรอนงค์, 2541)

ข. กำลังของแป้ง(strength) หมายถึง พลังที่แป้งสามารถจะอุ้มก๊าซที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมักได้ดี เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีการขึ้นฟูและมีปริมาตรดี(จิตธนา และ อรอนงค์, 2541)

ค. ความทนต่อสภาพต่าง ๆ ของแป้ง(tolerance) หมายถึง ลักษณะของแป้งที่มีความสามารถทนต่อสภาพการผสมนาน ๆ ทนต่อการรีด และขบวนการอื่น ๆ โดยที่กลูเต็นไม่ฉีกขาด ความทนต่อสภาพต่าง ๆ นี้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับกลูเต็น แป้งที่มีความทนต่อสภาพต่างๆ สูงจะหมักได้นาน และได้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาตรดี(จิตธนา และ อรอนงค์, 2541)

ง. ความสามารถในการดูดซึมน้ำของแป้งสูง(high water absorption) หมายถึง แป้งที่มีคุณลักษณะในการดูดซึมน้ำได้มากพอที่จะทำให้คุณภาพของแป้งยังคงสภาพที่ดี อยู่ผลของการที่แป้งดูดซึมน้ำได้มาก จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาตรมากขึ้น เนื้อในขนมไม่แห้ง ทำให้คุณภาพในการเก็บและการกินที่ดี(จิตธนา และ อรอนงค์, 2541)

จ. ความสม่ำเสมอเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันของแป้ง(uniformity) อาจหมายถึงความสม่ำเสมอในสี ขนาดของเม็ดแป้ง และทั่ว ๆ ไป ถ้าแป้งขาดความสม่ำเสมอแล้วจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำแต่ละครั้งไม่เหมือนกัน จึงควรทำการตรวจสอบก่อนที่จะทำผลิตภัณฑ์ทุกครั้ง (จิตธนา และ อรอนงค์, 2541)

1.1.3 หน้าที่ของแป้งสาลีที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ส่วนใหญ่แล้วแป้งสาลีเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการช่วยให้เกิดโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ และให้ผลิตภัณฑ์คงรูปได้เมื่ออบเสร็จแล้ว แป้งแต่ละชนิดจะมีความเหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน ดังนั้น จึงควรเลือกใช้แป้งสาลีที่มีคุณ-ลักษณะเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการทำ(จิตธนา และ อรอนงค์, 2541)

1.2 ไขมัน

ไขมันและน้ำมันประกอบด้วยกรดไขมัน(fatty acids) 3 โมเลกุลกับกลีเซอรอล (glycerol) ซึ่งกรดไขมันชนิดหนึ่งหรือมากกว่าชนิดหนึ่งจะรวมตัวกับโมเลกุลของกลีเซอรอล ไขมันและน้ำมันที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ได้มาจากทั้งพืชและสัตว์ สำหรับไขมันที่ได้จากสัตว์ ได้แก่ เนยสด(butter) ได้จากน้ำนมวัว มันหมูแข็งได้จากสุกร ส่วนไขมันที่ได้จากพืชได้มาจากเมล็ดพืชชนิดต่าง ๆ เช่น เมล็ดฝ้าย ถั่วลิสง ถั่วเหลือง ข้าว งา เป็นต้น ไขมันและน้ำมันแต่ละชนิดมีคุณสมบัติและองค์ประกอบต่างกันไปตามชนิดของไขมันและน้ำมัน ซึ่งที่ใช้กันมากในอุตสาหกรรมเบเกอรี่ ได้แก่(จิตธนา และ อรอนงค์, 2541)

ก. เนยสด ทำจากส่วนที่เป็นไขมันของน้ำนมวัว ประกอบด้วยไขมัน 80 เปอร์เซ็นต์ มีสีเหลือง มีกลิ่นรสหวานมีลักษณะแข็งที่อุณหภูมิห้อง เนยสดนั้นใช้ได้ดีที่สุดในการให้กลิ่นรส แต่จะมีคุณสมบัติในการเป็นครีม เนยสดจะตีเป็นครีมไม่ดีและขาดความเป็นเนื้อเดียวกัน(จิตธนา และ อรอนงค์, 2541)

ข. ไขผสมหรือมาการีน(compound lard or margarine) ทำจากไขมันพืชหรือสัตว์ที่นำมาผสมกับนมหรือครีม หรืออาจจะไม่ใส่นม และไขสัตว์ก็ได้ เพื่อให้เหมาะสมแก่ความต้องการในด้านการลดไขมันของผู้บริโภค มาการีนนั้นมีทั้งสีขาวและสีเหลือง ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้แทนเนยสดโดยมีการปรุงแต่งให้มีรูปร่างลักษณะและกลิ่นรสใกล้เคียงกับเนยสดมากที่สุด จึงเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “เนยเทียม” มีลักษณะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้องและมีไขมัน 80-85 เปอร์เซ็นต์ โดยทั่ว ๆ ไป มี 3 ชนิดคือ มาการีนชนิดอ่อน(table margarine) มาการีนชนิดนี้ โดยปกติต้องเก็บไว้ในตู้เย็น เพราะมีจุดหลอมเหลวต่ำจะละลายเมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิปกติ มีความอ่อนตัวสามารถตักป้ายบนแผ่นขนมปัง มีกลิ่นคล้ายเนยสดและละลายง่ายในปาก มาการีนสำหรับขนมอบทั่ว ๆ ไป

(baker's margarine) มาการีนชนิดนี้ใช้เหมือนชอทเทนนิงหรือเนยขาว มีจุดหลอมเหลวสูงมีเนื้อละเอียด เนียน ใช้ผสมในส่วนผสมแทนเนยสดได้ และเพสตรีมาการีน(pastry margarine) ปกติจะผลิตออกมา 2 แบบ คือ เดนนิชเพสตรีมาการีนและพัฟเพสตรีมาการีน(จิตธนา และ อรอนงค์, 2541)

ค. ไขพืช(Hydrogenated vegetable oil) หรือเรียกว่า Vegetable shortening ทำจากน้ำมันพืชบริสุทธิ์ที่ปราศจากกลิ่น เช่นน้ำมันมะพร้าว น้ำมันถั่วเหลือง โดยนำไปผ่านก๊าซไฮโดรเจนภายใต้ความดันซึ่งมีนิกเกิลเป็นคาตาลิส ยิ่งผ่านก๊าซไฮโดรเจนเข้าไปมากเท่าใด ไขมันก็ยิ่งแข็งขึ้นเท่านั้น ไขพืชส่วนใหญ่มีสีขาว ซึ่งเราเรียกว่า "เนยขาว" จะไม่มีกลิ่นรส เป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้องและมีปริมาณไขมันถึง 100 เปอร์เซ็นต์

ง. น้ำมันพืช(Vegetable oils) เป็นน้ำมันที่ได้จากเมล็ดแห้งของพืชที่ให้น้ำมัน นำมาผ่านขบวนการต่าง ๆ โดยทำให้บริสุทธิ์ ขจัดสีและสิ่งแปลกปลอมออกไป แต่สีของน้ำมันก็จะต่างกันไปตามชนิดของวัตถุดิบที่นำมาใช้ (จิตธนา และ อรอนงค์, 2541)

1.2.1 หน้าที่ของไขมันในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ สำหรับบิสกิต และคุกกี้ ความสำคัญของไขมันอยู่ที่ค่าของการเป็นครีมที่ดีและความยืดหยุ่นของไขมัน คุกกี้นั้นใช้ไขมันประมาณ 10-15 เปอร์เซ็นต์

ค่าของความเป็นครีม(creaming quality) หมายถึง ความสามารถของไขมันในการที่จะเก็บอากาศเข้าไว้ เมื่อไขมันถูกตีแรง ๆ และเร็ว โดยเฉพาะเมื่อสัมผัสกับส่วนผสมอื่น ๆ เนื่องจากบิสกิตที่ทำด้วยไขมันจะตีให้ขึ้นฟู จึงควรใช้เนยขาวแทนมาการีนหรือเนยสด หรือจะใช้ผสมกัน(จิตธนา และ อรอนงค์, 2541)

1.3 ไข่

ไข่ เบเกอรี่โดยทั่วไปใช้ไข่ไก่ เป็นวัตถุดิบที่มีราคาแพงและมีความสำคัญมากในการทำผลิตภัณฑ์โดยปกติใช้ไข่ทั้งฟอง ซึ่งจะช่วยเสริมโครงสร้างของบิสกิต ไข่แดงจะช่วยสร้างทั้งโครงร่างและความอ่อนนุ่มของบิสกิต เนื่องจากไข่แดงมีไขมันอยู่ ไข่ขาวช่วยสร้างโครงร่างเพราะมีโปรตีนอยู่ และทั้งไข่ขาวและไข่แดงก็ช่วยให้โดมีความนุ่มชื้น(จิตธนา และ อรอนงค์, 2541)

1.3.1 องค์ประกอบของไข่

ไข่ประกอบไปด้วย ไข่ไก่ทั้งฟองมีความชื้น 73.6 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 14.0 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 12.0 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 1.0 เปอร์เซ็นต์ ไข่แดงมีความชื้น 50.0 เปอร์เซ็นต์

โปรตีน 17.0 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 31.0 เปอร์เซ็นต์ น้ำตาล 0.2 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 1.5 เปอร์เซ็นต์ และไข่มีความชื้น 86.0 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 10.0 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 0.2 เปอร์เซ็นต์ น้ำตาล 0.4 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 1.0 เปอร์เซ็นต์ ในการคำนวณปริมาณของไข่ที่ใช้ในการสูตรหรือตำรับ ให้ใช้ไข่ทั้งฟองมีความชื้น 75 เปอร์เซ็นต์ โดยประมาณ ที่เหลือเป็นพวกของแข็ง(จิตธนา และ อรอนงค์, 2541)

1.3.2 หน้าที่ของไข่ที่มีต่อผลิตภัณฑ์

ก. เป็นตัวทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู

ข. สี ไข่แดงจะช่วยให้บิสกิตมีสีเหลือง

ค. ความเข้มข้น เนื่องจากไข่มีไขมันและของแข็งอื่น ๆ ผลิตภัณฑ์จะมีไขมันเพิ่มขึ้นและมีรสหวานขึ้น นอกจากนั้นไข่ยังช่วยให้ส่วนผสมมีความมัน สามารถผสมผลิตภัณฑ์ง่ายขึ้น

ง. กลิ่นรส ไข่มีกลิ่นเฉพาะซึ่งบางคนชอบให้มีในผลิตภัณฑ์

จ. ความสดและคุณค่าทางอาหารเนื่องจากไข่มีความชื้น 75 เปอร์เซ็นต์ (สำหรับไข่ทั้งฟอง) และมีความสามารถตามธรรมชาติในการที่จะรวมและเก็บความชื้นเอาไว้ จึงทำให้การทำแห้งของผลิตภัณฑ์เกิดช้าลง ไข่มีคุณค่าทางอาหารสูงและทำให้ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่เป็นอาหารที่มีคุณค่าทางอาหารสูง ไข่มีปริมาณแคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็กสูง โปรตีนที่มีในไข่ก็เป็นโปรตีนที่สมบูรณ์สามารถที่จะให้กรดอะมิโนที่จำเป็นทั้งหมดที่ร่างกายต้องการ เพื่อความเจริญเติบโตและสุขภาพที่ดี ทั้งโปรตีนและไขมันที่มีอยู่ในไข่นั้นร่างกายมนุษย์สามารถดูดซึมเข้าไปใช้ได้หมดตามธรรมชาติอยู่แล้ว ไข่ยังช่วยให้วิตามินที่สำคัญแก่ร่างกาย เช่น วิตามินเอ ดี ไทอะมิน และไรโบเฟลวินอีกด้วย(จิตธนา และ อรอนงค์, 2541)

1.4 น้ำตาล

น้ำตาลเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นผลึก ละลายได้ดีในน้ำและมีรสหวาน จัดอยู่ในอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต น้ำตาลที่มีขายในตลาดนั้นเป็นน้ำตาลทรายขาวที่ผลิตจากอ้อย น้ำตาลนี้เป็นซูโครสที่บริสุทธิ์ 99.9 เปอร์เซ็นต์ เช่น น้ำตาลทรายขาว(จิตธนา และ อรอนงค์, 2541)

ก. น้ำตาลทรายขาว(granulated sugar) ใช้กันมากในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ น้ำตาลทรายมีขนาดความละเอียดต่าง ๆ กัน ได้แก่ เป็นผงละเอียดมาก ธรรมดา และหยาบ ในต่างประเทศจะบอกขนาดความละเอียดไว้ที่กล่องบรรจุ สำหรับเมืองไทยที่วางขายทั่ว ๆ ไป มี 3 ขนาด คือ

ขนาดธรรมดา ผลึกใหญ่หยาบ และเป็นผงละเอียด น้ำตาลทรายที่ใช้ได้ผลดี ควรมีความละเอียดและขาว เพราะจะผสมกับส่วนผสมอื่น ๆ ได้ดี ถ้าน้ำตาลที่ใช้ขนาดผลึกใหญ่และหยาบ จะผสมกับเนยไม่ได้ดี เพราะผลึกที่ใหญ่ของมันจะไม่ละลายหมดและมักจะคงอยู่ในรูปเม็ดน้ำตาล ผลึกของน้ำตาลจะไม่ละลายโดยความร้อนจากตู้อบและน้ำตาลที่อยู่ใกล้ ๆ ผิวขนมจะเกิดเป็นจุดที่ชื้น นอกจากนั้นผลึกน้ำตาลที่หยาบจะไปขูดเอาดีบุกที่เคลือบเครื่องผสมหรือชามผสม ทำให้เกิดสีเทาขึ้นในผลิตภัณฑ์ และจะยิ่งเป็นมากขึ้นถ้าเนยหรือไขมันที่นำมาตีกับน้ำตาลเม็ดหยาบมีความแข็งมาก โดยมากใช้น้ำตาลทรายละเอียดเพื่อให้กระจายทั่วกับส่วนผสมแป้งสาลี การใช้น้ำตาลทรายเม็ดหยาบจะทำให้คุกกี้มีเนื้อสัมผัสที่นุ่ม และขยายตัวได้มากกว่าน้ำตาลชนิดละเอียด แต่น้ำตาลละเอียดละลายง่าย และช่วยทำให้โดมีความคงตัวดีขึ้น(จิตธนา และ อรอนงค์, 2541)

ข. น้ำตาลไอซิ่ง (Icing or Confectionery sugar) น้ำตาลชนิดนี้เป็นผงละเอียดที่มีแป้งข้าวโพดปนอยู่ด้วยประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เพื่อป้องกันการจับตัวเป็นก้อน หรือป้องกันการเป็นผลึกของน้ำตาล ส่วนมากใช้ในการทำไอซิ่ง และผสมกับแป้งทำแป้งเค้กสำเร็จรูป(จิตธนา และ อรอนงค์, 2541)

1.4.1 หน้าที่ของน้ำตาลที่มีต่อผลิตภัณฑ์

ก. ให้ความหวานแก่ผลิตภัณฑ์

ข. เป็นอาหารของยีสต์ในระหว่างหมัก

ค. ใช้เตรียมเป็นไอซิ่งชนิดต่าง ๆ สำหรับผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

ง. ช่วยในการตีครีมเมื่อตีกับไข่มีความคงตัวและขึ้นฟู

จ. ช่วยให้เนื้อขนมดี

ฉ. ช่วยเก็บความชื้นและทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชุ่มอยู่ได้นาน

ช. ทำให้เปลือกนอกของผลิตภัณฑ์มีสีดี

ซ. เพิ่มคุณค่าทางอาหารแก่ผลิตภัณฑ์

1.5 เกลือ

เกลือที่ใช้ในการทำเบเกอรี่นั้น เป็นเกลือป่นละเอียดที่ใช้ประกอบอาหารทั่ว ๆ ไป ประกอบด้วยโซเดียมคลอไรด์ 99 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลือเป็นความชื้น คลอไรด์ และซัลเฟตอื่นๆ

1.5.1 ชนิดของเกลือ

ก. เกลือธรรมดา(normal salt) ได้แก่ พวกโซเดียมคลอไรด์ โซเดียมคาร์บอเนต และแคลเซียมซัลเฟต

ข. เกลือกรด(acid salt) ได้แก่ โซเดียมไบคาร์บอเนตหรือเบคกิงโซดา แคลเซียมแอซิค ไพโรฟอสเฟต ซึ่งใช้ในการผสมทำผงฟูหรือเบคกิงเพาว์เดอร์ และครีมออฟทาร์-ทาร์

ค. เกลือด่าง(basic salts) เกลือชนิดนี้ไม่สำคัญสำหรับการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

1.5.2 หน้าที่ของเกลือที่มีต่อผลิตภัณฑ์

ก. ทำให้อาหารมีรสดี

ข. เน้นรสกลิ่นของส่วนผสมอื่นๆ เช่น ความหวานของน้ำตาลจะเด่นชัดขึ้นด้วยรสเค็มของเกลือ

ค. ขจัดความไม่มีรสชาติในอาหารให้หมดไป

ง. ช่วยให้กลูเตนของโดมีกำลังในการยืดตัว

จ. ช่วยให้เกิดสีของเปลือกนอกของผลิตภัณฑ์

ฉ. ช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของบักเตรีที่ไม่ต้องการในโดที่หมักด้วยยีสต์

ช. ช่วยควบคุมการทำงานของยีสต์ในโดที่หมักให้ขึ้นฟูด้วยยีสต์ และควบคุมอัตราการหมัก(จิตธนา และ อรอนงค์, 2541)

1.6 สิ่งที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู

สิ่งที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู มีความเบา โปร่ง มีลักษณะเนื้อในเป็นรูมี 3 ชนิด ดังนี้

1.6.1 อากาศ

1.6.2 ไอน้ำ

1.6.3 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

1.6.1 การขึ้นฟูด้วยอากาศ อากาศสามารถเข้าไปในส่วนผสมได้หลายวิธีดังนี้

ก. การร่อนแป้งสาลีก่อนผสม

ข. การตีแป้งสาลีกับส่วนผสมอื่น ๆ เช่น ผงฟู น้ำ ไขมัน น้ำตาลเข้าด้วยกัน

ค. การตีเนยกับน้ำตาล เช่น ทำเค้ก

ง. การตีไข่กับน้ำตาล

จ. การห่อพับรีดแป้งสำหรับทำพาย

1.6.2 การขึ้นฟูด้วยไอน้ำ การขึ้นฟูด้วยไอน้ำขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของแป้งสาลีกับน้ำที่มีอยู่ในส่วนผสม ซึ่งจะขยายตัวขึ้นเมื่อได้รับความร้อน

1.6.3 การขึ้นฟูด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นได้โดยกระบวนการทางเคมีซึ่งสารเคมีที่สลายตัว ให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้แก่ ผงฟู แอมโมเนียเป็นต้น สารเคมีที่ใช้ในการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากปฏิกิริยาทางเคมี และทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู มีความเบาและย่อยง่ายนั้นมีอยู่ 3 ชนิด ที่นิยมใช้ได้แก่(จิตธนา และ อรอนงค์, 2541)

ก. เบคกิงโซดา(baking soda) หรือเรียกว่าโซเดียมไบคาร์บอเนต เป็นสารเคมีที่เมื่อได้รับความร้อนจะสลายตัวให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา การใช้สารเคมีชนิดนี้ช่วยในการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อย่างเดียว มีผลเสีย คือ มีสารตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสเฝื่อน นอกจากนั้นอุณหภูมิที่ต้องใช้ในการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของเบคกิ้งโซดายังสูงด้วย ดังนั้น ก๊าซส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในขั้นสุดท้ายของการอบ ซึ่งเมื่ออบเสร็จก็จะผลิตก๊าซออกได้เพียงครึ่งเดียว ทำให้การขึ้นฟูของผลิตภัณฑ์ไม่เต็มที่หรือไม่ดีเท่าที่ควร(จิตธนา และ อรอนงค์, 2541)

ข. เบคกิงเพาว์เดอร์หรือผงฟู(baking powder) เป็นสารช่วยให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟูที่ผลิตขึ้นจากการผสมของเบคกิ้งโซดา หรือโซเดียมไบคาร์บอเนตกับสารเคมีที่ทำหน้าที่เป็นกรด ซึ่งในการผสมนี้จะเติมแป้งข้าวโพดลงไปด้วยส่วนหนึ่ง เพื่อป้องกันมิให้สารทั้งสองชนิดนี้สัมผัสกันโดยตรง ซึ่งจะทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีอื่นขึ้นได้ และแป้งข้าวโพดที่ใส่ลงไปจะทำหน้าที่เป็นตัวดูดความชื้นไว้ ทำให้ผงฟูไม่จับกันเป็นก้อน ผงฟูมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับกรดที่นำมาผสม ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจัดเป็น 2 แบบด้วยกันคือ แบบแรกเป็นผงฟูที่ให้ปฏิกิริยารวดเร็วหรือที่เรียกว่าผงฟูกำลังหนึ่ง(Single Acting หรือ Fast Action) ผงฟูชนิดนี้จะประกอบด้วยเบคกิงโซดากับกรดทาร์-ทาร์ริค หรือครีมออฟทาร์ทาร์(Cream of tartar) หรือเกลือฟอสเฟต เช่น แคลเซียมแอซิคฟอสเฟต(Calcium acid phosphate) แคลเซียมแอซิค ไพโรฟอสเฟต(Calcium acid pyrophosphate) ผงฟูชนิดนี้จะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาทันทีในขณะที่ส่วนผสมถูกผสม และจะผลิตก๊าซออกมาอย่างรวดเร็วในระหว่างที่ผลิตภัณฑ์รอการนำเข้าอบ ดังนั้น การใช้ผงฟูประเภทนี้จะต้องผสมส่วนผสมอย่างรวดเร็ว และนำเข้าอบทันทีที่ผสมเสร็จ มิฉะนั้น การสูญเสียก๊าซจะเกิดขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์ที่อบออกมาขึ้นฟูได้ไม่ดี แบบที่สอง เป็นผงฟูที่ให้ปฏิกิริยาช้าหรือผงฟูกำลังสอง(Double acting หรือ Slow action) ผงฟูประเภทนี้ประกอบด้วยเบคกิงโซดากับกรด 2 ชนิด หรือมากกว่า กรดชนิดหนึ่งจะเกิดปฏิกิริยาเร็ว อีกชนิดหนึ่งเกิดปฏิกิริยาช้า กรดที่เกิดปฏิกิริยาเร็วได้แก่ แคลเซียมแอซิคฟอสเฟต ส่วนกรดที่เกิดปฏิกิริยาช้าอาจเป็นโซเดียมไพโร-ฟอสเฟตหรือ โซเดียมอลูมิเนียมซัลเฟตก็ได้ ในขณะที่กำลังผสมส่วนผสมเข้าด้วยกัน กรดที่ให้ปฏิกิริยาเร็วของผงฟูนี้จะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาส่วนหนึ่ง กรดที่ให้ปฏิกิริยาช้าซึ่งเป็นพวกเกลือ ซัลเฟตจะผลิตก๊าซออกมาอีกส่วนหนึ่งเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ จึงเรียกผงฟู

ชนิดนี้ว่าผงฟูกำลังสอง หรือผงฟูที่ให้ปฏิกิริยา 2 ครั้ง ผงฟูชนิดนี้เป็นที่นิยมใช้กันมากในหมู่ผู้-ประกอบการ เพราะไม่จำเป็นต้องรีบร้อนนำผลิตภัณฑ์เข้าอบในทันทีหลังจากที่ผสมแล้ว ดังเช่น การใช้ผงฟูชนิดแรกสามารถที่จะรอคอยการเข้าอบได้โดยที่ไม่ต้องเกรงว่าจะสูญเสียก๊าซไป

ค. แอมโมเนีย ได้แก่ แอมโมเนียคาร์บอเนตหรือแอมโมเนียไบคาร์บอเนต เป็นสารที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟูอีกชนิดหนึ่ง แต่ใช้กันน้อย ส่วนมากใช้ในการทำคุกกี้หรือผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเล็ก(จิตธนา และ อรอนงค์, 2541)

ฉะนั้นสารเคมีที่ให้ขึ้นฟู ช่วยควบคุมการขยายตัว หรือควบคุมขนาดของบิสกิต ทำให้มีปริมาณและความฟู สำหรับสารที่ใช้ ได้แก่ เบคกิ้งเพาว์เดอร์หรือผงฟู(จิตธนา และ อรอนงค์, 2541)

1.6.4 หน้าที่ของสารเคมีช่วยให้ขึ้นฟูต่อผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

ก. ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความเบา ขึ้นฟู ง่ายต่อการขบเคี้ยว

ข. ผลิตภัณฑ์ที่ใส่สารเหล่านี้จะมีลักษณะเนื้อในเป็นรูโปร่ง ดังนั้น น้ำย่อยจึงสัมผัสกับอาหารได้ ทำให้ย่อยง่ายขึ้น

ค. ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความน่ารับประทานและอร่อย

2. <u>กรรมวิธีการผลิตบิสกิต</u>

กรรมวิธีการผลิตบิสกิตมีรายละเอียด ดังนี้

2.1 การผลิตบิสกิต

บิสกิตแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ตามลักษณะของก้อนแป้งผสม ได้แก่ กลุ่มก้อนแป้งผสมชนิดแข็ง และกลุ่มก้อนแป้งผสมชนิดนิ่ม

2.1.1 กลุ่มก้อนแป้งผสมชนิดแข็ง แบ่งย่อยเป็น ก้อนแป้งผสมหมัก(fermented dough) ก้อนแป้งผสมพัฟ(puff dough) และก้อนแป้งผสมกึ่งหวาน(semi-sweet dough) ทำจากแป้งสาลีชนิดแข็ง มีโปรตีน 12-14 เปอร์เซ็นต์ ก้อนแป้งผสมหมัก มีส่วนผสมและการหมักก้อนแป้งผสมคล้ายขนมปัง โดยทั่วไป นิยมทำเป็นครีมแครกเกอร์ ที่มีลักษณะสูตรและการผสม 3 แบบ คือ แบบการผสมครั้งเดียว การผสมสองครั้ง และการผสมสองครั้งแต่ใช้เวลาในการหมักขั้น

สปันจ์สั้น ขั้นตอนการทำเริ่มจากการผสมและหมักก้อนแป้งผสมตามวิธีการของแต่ละแบบ ต่อจากนั้นนำมารีดให้เป็นแผ่นบาง แล้วพับเป็นชั้น โดยที่ระหว่างชั้นโรยด้วยแป้งผสมเฉพาะ(มีแป้งผสมไขมันและเกลือหรืออาจไม่ผสมเกลือก็ได้) อย่างสม่ำเสมอจนได้ความหนาตามต้องการ ส่วนก้อนแป้งผสมพัฟ ทำได้โดยการผสมแป้งสาลีชนิดแข็ง น้ำ และเกลือ เข้ากันให้เป็นก้อนแป้งผสมแข็ง อาจใส่มอลต์สกัด และสี ไขมันที่ใช้แทรกระหว่างชั้นนั้น ถ้าเป็นบิสกิตธรรมดาใช้ 18 เปอร์เซ็นต์ ถ้าเป็นบิสกิตพิเศษใช้ 36 เปอร์เซ็นต์ อาจใช้มาการีนชนิดพิเศษ ทำขึ้นสำหรับ พัฟเพสตรี เพื่อให้การรีดและพับเป็นไปได้ที่อุณหภูมิห้อง เนื่องจากมาการีนชนิดนี้มีจุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิสูง และแบบสุดท้ายคือ แบบก้อนแป้งผสมกึ่งหวาน มีลักษณะโดแข็งแต่ทำจากแป้งสาลีชนิดอ่อน ได้แก่ มารีบิสกิต มีรสหวานกว่าบิสกิตธรรมดา(สุภัทร์, 2540)

2.1.2 กลุ่มก้อนแป้งผสมนิ่ม เป็นบิสกิตที่ผลิตจากแป้งสาลีชนิดเอนกประสงค์ หรือชนิดอ่อน มีโปรตีน 7-9 เปอร์เซ็นต์ ในบางสูตรอาจต้องผสมแป้งข้าวโพดเพื่อให้กลูเตนอ่อนตัวมากขึ้น ขึ้นอยู่กับลักษณะบิสกิตที่ต้องการ โดยลักษณะสูตรและส่วนผสมต้องเหมาะสมกับลักษณะของเครื่องตัดบิสกิต ซึ่งปัจจุบันนิยมใช้ 3 แบบ คือ ใช้ลูกกลิ้งม้วนและตัด(rotary moulded and cut cookies) เครื่องปั้มตัด(rout press cookies) และใช้เส้นลวดหรือมีดตัด(wire cut cookies) (สุภัทร์, 2540)

วิธีผสมก้อนแป้งผสม ทำได้ 2 วิธี คือ วิธีทำให้เกิดครีม(creaming method) และวิธีใส่ส่วนผสมทั้งหมดพร้อมกัน(one stage method) วิธีทำให้เกิดครีมจะตีเนยหรือไขมันกับน้ำตาลด้วยหัวตีรูปตะกร้อ ใช้ความเร็วสูงสุดของเครื่อง จนส่วนผสมฟูและเรียบเนียน เติมกลิ่นรสและสีตามต้องการ ตีให้เข้ากันอีกครั้ง ที่ความเร็วต่ำสุด แล้วจึงเติมส่วนผสมที่เหลือรวมทั้งแป้ง นวดให้เข้ากันเป็นก้อนแป้งผสม นำมารีดเป็นแผ่นบาง และขึ้นรูป วิธีผสมแบบที่สอง คือ วิธีใส่ส่วนผสมทั้งหมดพร้อมกัน ทำโดยการใส่ส่วนผสมทั้งหมด ยกเว้นผงฟู เติมขณะผสมนวดให้เข้ากันด้วย หัวตีรูปใบไม้ ใช้ความเร็วปานกลาง จนส่วนผสมเรียบเนียน วิธีนี้จะได้ลักษณะก้อนแป้งผสมนิ่มและเบาตัวน้อยกว่าวิธีแรก สำหรับเวลาในการผสม ขึ้นอยู่กับชนิดของบิสกิต วิธีที่ผสม รวมทั้งเครื่องผสม ซึ่งจะแตกต่างกันไป โดยทั่วไปจะใช้เวลาไม่นานเท่าการผลิตของกลุ่มแป้งผสมชนิดแข็ง(สุภัทร์, 2540)

2.2 การอบ

การเตรียมเตาอบ ควรจุดเตาอบให้ได้อุณหภูมิที่ต้องการ ก่อนที่จะผสมเสร็จ เพราะถ้าผสมเสร็จแล้วไม่นำเข้าอบทันที จะทำให้เกิดผลเสียคือ ฟองอากาศในขนมจะสูญเสียไป เมื่อตั้งทิ้งไว้ในอุณหภูมิปกติ ขนมจะไม่ขึ้นฟูเท่าที่ควร(นิรนาม, 2528) บิสกิตที่ผสมด้วยส่วนผสมที่คุณภาพดีอาจจะเสื่อมเสียได้ถ้าอบไม่ถูกต้อง ถาดที่ใช้อบบิสกิตควรรองกระดาษเพื่อป้องกันไม่ให้ส่วนล่างของบิสกิตมีสีเข้มเกินไป อุณหภูมิที่ใช้อบบิสกิตที่มีส่วนผสมของน้ำตาลและไขมันสูงควรใช้อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิที่ใช้อบคุกกี้ทั่วไป บิสกิตที่มีขนาดเล็กและแบนจะใช้เวลาในการอบสั้น อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการอบ คือ 180-200 องศาเซลเซียส ขณะที่บิสกิตอยู่ในเตาอบ ความร้อนจะส่งผ่านจากต้นกำเนิดมายังบิสกิตทั้งในรูปการกระจายความร้อนผ่านตัวกลางที่เป็นของเหลวหรืออากาศ(convection) การส่งผ่านความร้อนสัมผัส(conduction) และการแผ่รังสีของความร้อน (radiation) (สุภัทร์, 2540) การอบควรนำออกจากเตาอบก่อนเวลาสุกประมาณ 2-3 นาที เพราะบิสกิตที่อบแล้วจะยังคงร้อนพอที่จะทำให้บิสกิตสุกได้(จิตธนา และ อรอนงค์, 2541)

เมื่อนำบิสกิตเข้าตู้อบ ชิ้นบิสกิตจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็น 3 ระยะ คือ

ระยะแรก เมื่ออุณหภูมิของบิสกิตเพิ่มขึ้นในระยะต้น ไขมันเริ่มละลายตัว น้ำตาลและสารเคมีอื่นละลาย ทำให้บิสกิตนิ่มและเหลว มีก๊าซเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาของผงฟู เมื่อก๊าซได้รับความร้อนจะขยายตัวดันโครงสร้างของบิสกิตมีปริมาตรเพิ่มขึ้น

ระยะกลาง พลังงานความร้อนที่ได้รับในระยะนี้ จะมีผลให้อุณหภูมิของบิสกิตเพิ่มขึ้นถึงจุดเดือดของน้ำ เป็นผลให้โปรตีนจับตัวกัน แข็ง และ starch ที่มีอยู่เกิดเจลบางส่วน เนื่องจากในส่วนผสมมีน้ำอยู่น้อย starch จึงอุ้มน้ำไว้ไม่มาก ได้โครงสร้างที่แข็งแรงของบิสกิต

ระยะสุดท้าย อุณหภูมิของชิ้นบิสกิตเพิ่มสูงขึ้น ลักษณะโครงสร้างคงที่ เนื่องจากโปรตีนและ starch จะเปลี่ยนสภาพสมบูรณ์ ตั้งแต่ระยะกลางของการอบ แต่ไขมันและน้ำตาลในองค์ประกอบยังคงมีสภาพเหลวขณะเดียวกันผิวนอกของบิสกิต จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลจากกระบวนการเกิดสีน้ำตาล ระหว่างความร้อนกับน้ำตาล(caramelization) (Whiteley, 1971)

2.3 การทำให้เย็น

เมื่อนำบิสกิตออกจากเตาอบ ทิ้งให้เย็นในสภาพเหมาะสม บิสกิตจะเริ่มแข็งตัวขึ้น เนื่องจากน้ำตาล และไขมันแข็งตัวที่อุณหภูมิต่ำลง ความชื้นที่เหลือภายในบิสกิตจะกระจายกันทั่วทั้งชิ้น ถ้าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในห้องที่ทำให้บิสกิตเย็นไม่เหมาะสม ทำให้ชิ้นบิสกิตมีความชื้นภายในไม่สม่ำเสมอ จึงเปราะและหักง่าย ถ้ามีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ดีจะได้บิสกิตที่มีความกรอบดี(Pyler, 1973)

เมื่อบิสกิตออกจากตู้อบ บิสกิตจะร้อน อ่อนและมีความชื้นอยู่มาก ในระหว่างการทำให้เย็นโครงสร้างของบิสกิตจะกลับแข็งขึ้นเมื่อน้ำตาลแข็งตัว และหลังจากนั้นไขมันก็แข็งตัวเช่นเดียวกัน เนื่องจากไอน้ำภายในระเหยออกไปจนถึงจุดสมดุลระหว่างความชื้นภายในและภายนอกชิ้นบิสกิต เพราะถ้าความชื้นไม่สมดุลก็จะเกิดเป็นรอยเส้นบาง ๆ คล้ายรอยร้าวขึ้นที่ผิวด้านบนของบิสกิต หรือทำให้บิสกิตแตกหักได้(กุลยา, 2535)

บิสกิตเมื่อสุกควรจะแซะออกจากเตาทันที ถ้าปล่อยไว้จนบิสกิตเย็นจะแซะออกยากและทำให้บิสกิตหัก ขณะที่บิสกิตยังร้อนอยู่ควรวางบนตะแกรง ไม่ควรกองทับกันเพราะอาจทำให้บิสกิตติดกันเสียรูป โดยเฉพาะคุกกี้ที่ทำด้วยน้ำตาลสีรำ หรือคุกกี้ละลายในปาก ยกเว้นคุกกี้แท่ง (bar cookies) (ศรีสมร, 2535)

จิตธนา และ อรอนงค์ (2541) กล่าวว่าเมื่อนำออกจากเตาแล้วควรทำให้เย็นโดยเร็ว โดยแซะออกจากถาดทันทีในขณะที่บิสกิตยังร้อนอยู่ ทั้งนี้เพื่อป้องกันการแตกหักของบิสกิต เนื่องจากบิสกิตเมื่อเย็นแล้วจะแข็งตัวและจะแตกหักง่ายเมื่อตักออกจากถาด

2.4 การบรรจุหีบห่อ

การเก็บบิสกิตควรให้เย็นก่อน จึงเก็บใส่ภาชนะปิดฝา เพื่อให้กรอบเหมือนเดิม บิสกิตเก็บนานจะหายกรอบ เราอาจนำมาอบใหม่โดยอุณหภูมิประมาณ 325 องศาฟาเรนไฮต์ ประมาณ 3 นาที ไม่ควรอบนานเพราะจะไหม้ได้(ศรีสมร, 2535)

ไพเราะ (2524) กล่าวว่าเพื่อให้บิสกิตคงกรอบและกลิ่นหอม จำเป็นที่จะต้องรักษาความชื้นที่มีอยู่ในบิสกิตให้ต่ำมาก ๆ และป้องกันการดูดความชื้นจากบรรยากาศ วัสดุที่ใช้ห่อควรเป็นพวกถุงพลาสติกกันความชื้นจากบรรยากาศ วัสดุที่ใช้ห่อควรเป็นพวกพลาสติกที่กันความชื้นและปิดผนึกด้วยความร้อนได้หรือผูกปากถุงไว้ เพื่อสะดวกและประหยัด ถ้าใช้ฟิล์มเซลลูโลสที่กันความชื้นได้ก็จะทำให้ดูเป็นเงาขึ้น หรืออาจจะใช้ถุงพลาสติกบรรจุห่อ

เมล็ดแมงลัก

1. ลักษณะทั่วไปของเมล็ดแมงลัก

เมล็ดแมงลัก คือ เมล็ดที่ได้จากต้นแมงลัก มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า ***Ocimum canum Sims***. ชื่อสามัญ Hairy basil ชื่อวงษ์ Labiatae(วิทย์, 2546) เป็นพืชล้มลุกที่มีขึ้นอยู่ทั่วไปทุกภูมิภาคของประเทศไทย เป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก มีอายุ 1-2 ปี สูงประมาณ 65 เซนติเมตร กิ่งอ่อนเป็นรูปสี่เหลี่ยม ใบเป็นใบเดี่ยว มีขนอ่อน กลิ่นหอม ดอกเป็นดอกช่อ ออกที่ปลายกิ่งหรือที่ยอด กลีบดอกมีสีขาว ดอกออกโดยรอบก้านช่อเป็นชั้น ๆ ชั้นละ 2 ช่อย่อย ช่อย่อยละ 3 ดอก ดอกกลางบานก่อน กลีบดอกร่วงง่าย แต่กลีบเลี้ยงจะอยู่คงทนจนเป็นผล ในแต่ละผลจะมี 4 ผลย่อยมักเรียกว่าเมล็ด ซึ่งเป็นตระกูลเดียวกับต้นโหระพา และต้นกะเพรา ใบมีกลิ่นฉุนใช้ปรุงแต่งกลิ่นและรสอาหาร ใบและลำต้นยังใช้เป็นแหล่งของน้ำมันหอมระเหย(essential oil) สำหรับใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง และน้ำหอม(วันดี, 2538) เมล็ดแมงลักมีสีดำลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยม ด้านหลังโค้งเล็กน้อย รูปร่างคล้ายกระสวยแต่ค่อนข้างป้อม และปลายทั้งสองมนด้านท้องเป็นเหลี่ยม เมื่อดูด้วยแว่นขยายจะเห็นเยื่อขาว ๆ หุ้มอยู่ภายนอกเมล็ด เปลือกแข็งมาก เมล็ดแก่มีสีดำด้าน ๆ เมล็ดยังไม่แก่มีสีน้ำตาลไหม้ ขนาดของเมล็ดแมงลักมีขนาดเล็ก 3-4 มิลลิเมตร(จรูญ, 2540) กว้าง 1.0 มิลลิเมตร หนา 0.8 มิลลิเมตร น้ำหนักโดยเฉลี่ย 1.25 มิลลิกรัม ต่อ 1 เมล็ด เมื่อเอาเมล็ดแช่น้ำทิ้งไว้ให้พองตัว จะมีขนาดยาว 4.5-5.0 มิลลิเมตร กว้าง 3.0-4.0 มิลลิเมตร และหนา 2.7-3.0 มิลลิเมตร(ภาพที่ 1) (อวย และ อุไร, 1950) ภายในเส้นเมือกวุ้นแต่ละเส้นมีเม็ดแป้งอยู่มากมาย ผิวของเปลือกเมล็ดมีขนหรือ trichomes อยู่มาก และมีผนังเซลล์ค่อนข้างหนา ในเมล็ดประกอบด้วยพวกเม็ดน้ำมันกระจายทั่วไป เมือกที่แยกออกมาจนค่อนข้างบริสุทธิ์เมื่อทำให้แห้งโดยการอบ จะมีลักษณะเป็นแผ่น สีขาวขุ่น เปราะบาง โปร่งแสง ในเมล็ดแมงลักจะมีสารประกอบเคมีที่มีโคร-โมฟอร์ชนิด conjugated double bonds ซึ่งดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเลตได้ และเรืองแสงเป็นสีม่วงที่ความยาวคลื่น 366 นาโนเมตร(กฤษณา, 2537)

จากการศึกษาของอวย และอุไร(1950) พบว่า น้ำตาลและคาร์โบไฮเดรตในเมล็ดแมงลักที่พบส่วนใหญ่เป็นคาร์โบไฮเดรตชนิดเฮมิเซลลูโลส และเซลลูโลส ซึ่งร่างกายไม่สามารถดูดซึมไปใช้งานได้

ภาพที่ 1 เมล็ดแมงลัก
ที่มา : นิรนาม (2548)

2. ส่วนประกอบทางโภชนาการ

2.1 ความชื้น เมล็ดแมงลักมีความชื้นเฉลี่ยประมาณร้อยละ 10.3-14.10 ของน้ำหนักแห้ง 100 กรัม ขึ้นอยู่กับความชื้นของอากาศรอบ ๆ เมล็ดแมงลัก เพราะเมล็ดแมงลักสามารถดูดความชื้นได้ดี(อวย และ อุไร, 1950)

2.2 คาร์โบไฮเดรต เมล็ดแมงลักมีคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 55.66 (เทียบจากน้ำหนักเมล็ดแห้ง 100 กรัม) ส่วนมากเป็นคาร์โบไฮเดรตชนิด โพลีแซคคาไรด์ ซึ่งน้ำย่อยในระบบทางเดินอาหารมนุษย์ไม่สามารถย่อยได้ มีร้อยละ 6.98 เท่านั้นที่เป็นคาร์โบไฮเดรต ชนิดที่ร่างกายมนุษย์สามารถย่อยได้และมีน้ำตาลทั้งหมด(total sugar) เพียงร้อยละ 0.55 (อวย และ อุไร, 1950)

2.3 โปรตีน เมล็ดแมงลักทั้งเมล็ดมีโปรตีนประมาณร้อยละ 15.5-17.87 (เทียบจากน้ำหนักเมล็ดแห้ง 100 กรัม) แต่เมื่อเอาส่วนที่เป็นเยื่อเมือกออกและหาเฉพาะส่วนที่เป็นเมล็ดดำข้างในจะมีโปรตีนร้อยละ 18.2 (เทียบจากน้ำหนักเมล็ดแห้ง 100 กรัม) จากการทดลองโปรตีนส่วนใหญ่ในเมล็ดแมงลักจะเป็นโปรตีนชนิดโกลบิวลิน(globulin) (อวย และ อุไร, 1950; ป่วน, 2518)

2.4 ไขมัน เมล็ดแมงลักมีไขมันอยู่ประมาณร้อยละ 18.3-19.6 (เทียบจากน้ำหนักเมล็ดแห้ง 100 กรัม) (อวย และ อุไร, 1950)

2.5 ใยอาหาร เมล็ดแมงลักเมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหาร(dietary fiber) พบว่ามีเส้นใยประมาณร้อยละ 80 (เทียบจากน้ำหนักเมล็ดแห้ง 100 กรัม) (อวย และ อุไร, 1950)

2.6 เถ้า เมล็ดแมงลักมีเถ้าประมาณร้อยละ 4.4-6.87 (เทียบจากน้ำหนักเมล็ดแห้ง 100 กรัม) ซึ่งเถ้าของเมล็ดแมงลักส่วนใหญ่จะเป็น แคลเซียม โปแตสเซียม และคลอไรด์(อวย และ อุไร, 1950; ป่วน, 2518)

3. <u>การพองตัวของเมล็ดแมงลัก</u>

เมล็ดแมงลักเมื่อถูกน้ำจะพองตัวทันที โดยเปลือกนอกจะพองตัวเป็นเมือกสีขาวหนา และโปร่งแสง เกิดจากการที่น้ำแทรกซึมเข้าไปในเปลือกของเมล็ดแมงลัก ทำให้เส้นใยเกิดการพองตัว และเกิดกำลังดันจนปลายเส้นใยทะลุผิวนอกออกมาได้ ซึ่งส่วนใหญ่จะเกิดในช่วงเวลา 10 นาที ถึง 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นเมล็ดแมงลักยังพองตัวได้อีกเรื่อย ๆ แต่จะค่อย ๆ ช้าลง การพองตัวจะหยุดลง หลังจากผ่านไป 12 ชั่วโมง ถ้าตั้งทิ้งไว้ต่อไปเยื่อเมือกบางส่วนจะเริ่มยุ่ยหลุดออกจากเมล็ด(สุมิตรา, 2532) ปริมาตรน้ำที่สามารถดูดได้ มากที่สุดคือ 0.035 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต่อ 1 เมล็ด อวย และอุไร (1950) ได้ศึกษาถึงคุณสมบัติการพองตัวของเมล็ดแมงลักต่อปัจจัยต่าง ๆ พบว่าเมล็ดแมงลักจะพองตัวได้เร็วขึ้น เมื่ออยู่ในน้ำที่มีอุณหภูมิสูง กล่าวคือในน้ำที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เมล็ดแมงลักจะใช้เวลา 4.30 นาที ในการพองตัวเต็มที่ ในน้ำที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เมล็ดแมงลักใช้เวลา 8.20 นาทีในการพองตัวเต็มที่ ในน้ำที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เมล็ดแมงลักใช้เวลา 26.45 นาทีในการพองตัวเต็มที่ แต่ในน้ำที่อุณหภูมิต่ำกว่า 2 องศาเซลเซียส เมล็ดแมงลักจะพองตัวไม่เต็มที่ คือจะพองเพียง 3 ใน 4 และต้องใช้เวลานานถึง 225 นาที จากการศึกษาพบว่า เมล็ดแมงลักจะพองตัวดีที่สุดในสภาพน้ำที่เป็นกลางในขณะที่สภาพน้ำที่เป็นกรดเมล็ดแมงลักจะพองตัวได้ช้ากว่าในสภาพน้ำที่เป็นด่าง เมื่อนำเมล็ดแมงลักมาบดเป็นแป้ง พบว่าจะมีการพองตัวได้ดีขึ้นประมาณร้อยละ 129.9 ของเมล็ดปกติ ซึ่งแสดงว่าถ้าบดเมล็ดแมงลักจนละเอียดจะทำให้เส้นใยในเมล็ดแมงลักแตกตัวได้ดีขึ้น

4. <u>การใช้เมล็ดแมงลักเป็นยาระบาย</u>

เมล็ดแมงลักเป็นสมุนไพรชนิดหนึ่งที่มีสรรพคุณเป็นยาระบายที่ดี จะไปเพิ่มปริมาณของอุจจาระ และทำให้อุจจาระเป็นก้อน(bulk laxative) กระตุ้นลำไส้เกิดการบีบตัว ภายใน 24 ชั่วโมง ไม่ดูดซึม และไม่มีฤทธิ์แทรกซ้อน(นิจศิริ และ พยอม, 2534) วีระสิงห์ และคณะ(2530) ได้ทำการศึกษาใช้เมล็ดแมงลักเป็นยาระบายในผู้สูงอายุ โดยทำจากเมล็ดแมงลักบด แต่งรส และกลิ่น นำมาทดลองใช้ในผู้ป่วยในของภาควิชาศัลยศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี จำนวน 53 คน และกลุ่มควบคุม 31 คน โดยกลุ่มทดลองได้รับยาระบายเมล็ดแมงลักขนาด 1/2 ช้อนชา และ 1 1/2 ช้อนชา ละลายน้ำครั้งละ 150 มิลลิลิตร วันละ 3 ครั้งหลังอาหารและหลังการผ่าตัดต่อมลูกหมากหรือนิ่วในไต เป็นเวลานานตั้งแต่ 3-8 วัน ผลปรากฏว่า สัดส่วนของการท้องผูกหลังการผ่าตัดในคนไข้ที่ไม่ได้รับเมล็ดแมงลักและผู้ที่ได้รับเมล็ดแมงลักเป็นร้อยละ 80.6, 13.3, 31.6 และ 10.5 ตามลำดับ ซึ่งผู้ได้รับเมล็ดแมงลักมีสัดส่วนของการท้องผูกน้อยกว่าคนไข้ที่ไม่ได้รับยา

5. <u>การใช้เมล็ดแมงลักช่วยป้องกันโรคอ้วน</u>

เมล็ดแมงลักเป็นใยอาหารที่ละลายน้ำได้ โดยเมล็ดแมงลักจะเปลี่ยนสภาพเป็นเจล เมื่อรวมตัวกับน้ำ ทำให้เพิ่มความหนืดเหนียว และการเกาะตัวของสารภายในกระเพาะอาหาร ส่งผลให้กระเพาะอาหารว่างช้าลง จึงรู้สึกอิ่มได้นานขึ้น และทำให้อัตราการย่อย และดูดซึมสารอาหารต่าง ๆ ช้าลงอีกด้วย(ปรียา และคณะ, 2535) โดย วันเพ็ญ (2541) ได้ทำการศึกษาการใช้เมล็ดแมงลักช่วยป้องกันโรคอ้วน จากการศึกษา ผู้ป่วยโรคอ้วนเพศหญิงจำนวน 22 คน เป็นเวลา 12 เดือน โดยผู้ป่วยโรคอ้วนมีดัชนีความหนาของร่างกาย(body mass index: BMI) มากกว่า 25 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ผู้ป่วยโรคอ้วนรับประทานเมล็ดแมงลักสกัดวันละ 4 กรัม ก่อนมื้ออาหารเช้าหรือมื้อกลางวัน และมื้อเย็น 2 กรัม ก่อนอาหารโดยนำเมล็ดแมงลักผงสกัด 2 กรัมละลายน้ำประมาณ 200 มิลลิลิตร จนพองเต็มที่จึงดื่มก่อนอาหารทั้ง 2 มื้อ ผลปรากฏว่า ผู้ป่วยโรคอ้วน 11 คน สามารถตอบสนองต่อเมล็ดแมงลักสกัด โดยน้ำหนักตัวลดลง 1-4 กิโลกรัม ในระยะเวลา 12 เดือน ส่วนผู้ป่วยโรคอ้วนที่เหลือ 11 คน ไม่ตอบสนองต่อเมล็ดแมงลักสกัด ผู้ป่วยที่ไม่ตอบสนองนี้ยอมรับว่าบริโภคอาหารหลังจากดื่มเมล็ดแมงลักแล้ว แม้ว่าจะรู้สึกอิ่ม แต่ก็ยังต้องการบริโภคต่อ ทำให้น้ำหนักตัวไม่ลดลง ส่วนผู้ป่วยโรคอ้วนที่ตอบสนองต่อการทดลอง เป็นเพราะเมล็ดแมงลักสกัดที่ดื่มก่อนอาหารทั้ง 2 มื้อทำให้เกิด bulky ในกระเพาะอาหาร จึงมีที่ว่างใน

กระเพาะอาหารน้อยลงที่จะบริโภคอาหารตามปกติ เพราะเมล็ดแมงลักสกัดเข้าไปพองในกระเพาะอาหารจึงรับประทานอาหารได้น้อยลง เป็นเหตุให้น้ำหนักตัวลดลง

6. <u>การศึกษาความเป็นพิษ</u>

อโนชา และคณะ(2530) ได้ทำการศึกษาความเป็นพิษของเมล็ดแมงลักในสัตว์ทดลอง 3 ระยะ คือ ระยะแรกศึกษาความเป็นพิษแบบเฉียบพลัน(acute toxicity test) โดยใช้เมล็ดแมงลักขนาด 0.25, 0.5, 1 และ 2 กรัม ต่อน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ละลายให้พองตัวในน้ำ ป้อนแก่หนูขาวตัวผู้และตัวเมียกลุ่มละ 6 ตัว พบว่าไม่มีสัตว์ทดลองตายภายใน 24 ชั่วโมง และรอจนถึง 7 วัน จึงเพิ่มปริมาณเป็น 5 กรัม ต่อน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ผลปรากฏว่าไม่มีสัตว์ทดลองตายภายใน 24 ชั่วโมง และ 7 วัน ระยะที่สอง แบบติดต่อกันชั่วระยะเวลาหนึ่ง(subchronic toxicity test) ใช้เมล็ดแมงลักขนาด 1 กรัม ต่อน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ติดต่อกันเป็นเวลา 10 วัน สัตว์ทดลองที่ใช้ทดสอบทั้งตัวผู้และตัวเมีย ได้แก่ กระต่ายกลุ่มละ 5 ตัว หนูขาวกลุ่มละ 6 ตัว และแมวกลุ่มละ 3 ตัว พบว่าสัตว์ทดลองทุกตัวอยู่ในสภาพปกติ ระยะที่สาม แบบติดต่อกันระยะยาว(chronic toxicity test) ใช้เมล็ดแมงลักขนาด 0.25, 0.5, 1 และ 2 กรัม ป้อนแก่หนูขาวตัวผู้และตัวเมียกลุ่มละ 6 ตัว ป้อนติดต่อกันเป็นเวลา 12 สัปดาห์ จากการตรวจพยาธิ สภาพชิ้นเนื้อเยื่อตับ สำไส้เล็กและลำไส้ใหญ่ไม่พบความผิดปกติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม เส้นใยอาหารไม่เป็นพิษต่อร่างกาย

7. <u>เมือกเมล็ดแมงลัก</u>

เมือกเมล็ดแมงลักเป็นส่วนหนึ่งของเมล็ดแมงลัก สารเมือกของเมล็ดแมงลัก พบ D-xylose, D-glucose, D-galactose, D-mannose, L-arabinose, L-rhamnose, uronic acid, oil, polysaccharide และ mucilage(สุนทรี, 2536) ที่เมือกเมล็ดแมงลักเมื่อถูกน้ำจะพองตัว มีลักษณะเป็นเมือกเหนียวข้นคล้ายวุ้นสีขาวขุ่น(บัญญัติ, 2531) สารเมือก(mucilage) ที่มีอยู่ในเมล็ดแมงลักซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มใยอาหารที่ละลายน้ำได้(soluble dietary fiber) ประเภทเดียวกับกัม(gum) ซึ่งมีการนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการเป็นสารเพิ่มความหนืดในอุตสาหกรรมต่าง ๆ โดยเฉพาะอุตสาห-กรรมอาหาร สารเมือกมีคุณสมบัติความสามารถในการพองตัวได้หลายเท่าเมื่อนำมาแช่ในน้ำ สามารถพองตัวได้อย่างรวดเร็วได้ถึง 45 เท่า ของเมล็ดแมงลัก 1 กรัม และมีความสามารถใน

การอุ้มน้ำไว้ที่ผิวได้มากมีค่า Water Holding Capacity(WHC) เท่ากับ 42.2 กรัมของน้ำต่อเมล็ดแมงลัก 1 กรัม(อำนาจ, 2535)

7.1 กรรมวิธีการผลิตผงเมือกเมล็ดแมงลัก

ป่วน(2518) ได้ทดลองสกัดสารเมือกจากเมล็ดแมงลัก โดยวิธีแช่น้ำให้พองตัวแล้วปั่นให้สารเมือกหลุดออก และพบว่า ถ้าอบสารเมือกให้แห้งที่อุณหภูมิสูงมากกว่า 80 องศาเซลเซียส จะทำให้สารเมือกมีสีคล้ำ นอกจากนั้นการระเหยไล่น้ำเพื่อให้ได้สารเมือกแห้ง ถ้าทำครั้งละจำนวนมาก ๆ จะได้สารเมือกแห้งสีคล้ำกว่าทำครั้งละจำนวนน้อย ๆ ดังนั้น จึงต้องใช้เวลามากในขบวนการสกัดและการทำให้สารเมือกแมงลักแห้ง

ปลื้มจิตต์ และคณะ(2526) ได้ศึกษาการแยกเมือกเมล็ดแมงลัก โดยใช้การบดด้วยเครื่องบดอาหารที่มีความเร็วต่ำนาน 1 นาที จากนั้นกรองเอาส่วนที่เป็นเมล็ดสีดำออก แล้วนำไปอบที่เตาอบลมร้อน(hot air oven) ที่อุณหภูมิ 50-60 องศาเซลเซียส 12 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำไปบดเป็นแป้ง จากการทดลองพบว่า ขั้นตอนในการทดลองทำให้สีของเมือกแห้งเมล็ดแมงลักเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ผงเมือกเมล็ดแมงลักพองตัวได้ดีมากในน้ำ และเมือกมีความหนืดสูงในความเข้มข้นต่ำ

ศศิธร และ ปราณี(2545) ได้ทำการทดลองผลิตผงเมือกเมล็ดแมงลัก โดยการแยกเมือกเมล็ดแมงลักแบบเปียก(wet separation) โดยแปรอุณหภูมิของน้ำแช่เป็น 30 และ 60 องศาเซลเซียส และเวลาในการแช่เป็น 1, 3 และ 6 ชั่วโมง และปั่นเมล็ดแมงลักที่พองตัวแล้วด้วยเครื่องตีปั่นนาน 1, 5 และ 10 นาที แล้วบีบแยก นำเข้าตู้อบลมร้อน บดเป็นผงด้วยเครื่องบด จากการทดลองพบว่า อุณหภูมิและเวลาแช่ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง เวลาในการปั่นแยกเมือก 10 นาที ได้ผลผลิตสูงที่สุด

ใยอาหาร

ใยอาหาร(dietary fiber) ใยอาหาร หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า non-starch polysaccharides (NSP) คือ ส่วนประกอบของพืชที่น้ำย่อยในร่างกายคนไม่สามารถย่อยได้ แต่จุลินทรีย์บางชนิดในลำไส้ใหญ่สามารถย่อยส่วนประกอบของใยอาหารได้ โดยเฉพาะส่วนที่เป็น pectic substance

(วิษฐิดา และ เพ็ญขวัญ, 2538) ใยอาหารได้จากส่วนประกอบของพืช ผัก และผลไม้ ที่พบในส่วนที่เป็นผนังเซลล์ ที่ไม่ใช่สารโครงสร้างของผนังเซลล์พืช(Eastwood, 1997) เมื่อบริโภคเข้าไปแล้วสามารถทนต่อการย่อยสลายของเอนไซม์ที่อยู่ในกระเพาะอาหารและในลำไส้เล็กของคน (ประภาศรี และคณะ, 2533) เนื่องจากเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหารของคนไม่สามารถย่อยได้ จึงไม่ให้พลังงานแก่ร่างกาย การเติมใยอาหารในผลิตภัณฑ์อาหารยังมีผลดีต่อสุขภาพ คือช่วยลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่าง ๆ เช่น โรคหัวใจ เบาหวาน และโรคมะเร็ง dietary fiber มีหลายชนิด เช่น pectin, gum, lignin, cellulose และอื่น ๆ(เนตรนภิส, 2535; สันทนา, 2537)

กากใย(crude fiber) หมายถึง ส่วนของพืช ผักและผลไม้ที่เหลืออยู่ภายหลังจากการย่อยสลายด้วยกรดและด่าง ส่วนที่เหลืออยู่ประกอบด้วยสารที่ไม่ละลายน้ำ ได้แก่ เซลลูโลส ร้อยละ 50-80 เฮมิเซลลูโลส ร้อยละ 20 และลิกนิน ร้อยละ 10-50 ของปริมาณกากใยทั้งหมด (Southgate, 1981) ค่าของใยอาหารที่ระบุในตารางแสดงคุณค่าอาหาร มักอยู่ในรูปของกากใย เพราะมาจากการย่อยสลายด้วยกรดและด่าง องค์ประกอบส่วนใหญ่ของกากใยเป็นสารที่ไม่ละลายน้ำ ส่วนองค์ประกอบของใยอาหารมีทั้งสารที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ ดังนั้นกากใยจึงเป็นเพียงส่วนหนึ่งของใยอาหารและพบว่าค่าของกากใยมีค่าน้อยกว่าใยอาหารประมาณ หนึ่ง ในห้า(Stark and Madar, 1994) หรือ หนึ่งในเจ็ด ของปริมาณใยอาหาร(Anonymous, 1979)

กรรมวิธีและเทคนิคการเติม dietary fiber ในผลิตภัณฑ์อาหารเป็นกระบวนการที่ยุ่งยาก fiber ส่วนใหญ่มีความสามารถรวมกับน้ำได้ดี ดังนั้น เมื่อเติมในผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเหลวเพิ่มความหนืดให้อาหาร ส่วน fiber ชนิดที่มีความสามารถอุ้มน้ำได้น้อย หากเติมในเครื่องดื่มจะทำให้รู้สึกระคายลิ้น fiber ผสมได้ดีกับผลิตภัณฑ์ประเภทคุกกี้ และขนมปังกรอบ เพราะจะช่วยเพิ่มความกรอบ และเนื้อสัมผัสที่ดีแก่อาหาร แต่อาจมีผลต่อรสชาติอาหาร ตัวอย่างอาหารประเภทนี้ที่ผลิตจำหน่ายอยู่ในสหรัฐอเมริกา เช่น ผลิตภัณฑ์ประเภท high fiber cereal ของบริษัท General Mills(เนตรนภิส, 2535)

ปริมาณที่ควรบริโภคใยอาหารต่อวันยังไม่มีกำหนดแน่นอน Hongu and Phillips (1990) แนะนำว่าควรบริโภคใยอาหาร 20-35 กรัมต่อวัน หรือ 10-13 กรัมต่อ 1,000 กิโลแคลอรีของอาหารที่บริโภค โดยสองในสามของปริมาณใยอาหารที่บริโภคควรเป็นใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำ (Hongu and Phillips, 1990)

1. <u>การศึกษาทางด้านเคมีของใยอาหาร</u>

ในการศึกษาทางด้านเคมีได้มีการวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใยอาหารในรูปของปริมาณเส้นใยอาหารทั้งหมด โดยวิธีการของ AOAC(1995) สำหรับองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของเส้นใยอาหาร สามารถแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ ใยอาหารที่ละลายน้ำ และใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (insoluble dietary fiber) (วันเพ็ญ, 2541)

1.1 ใยอาหารที่ละลายน้ำ พบใน ถั่วบางชนิด ผลไม้ และธัญพืช ไม่ถูกย่อยโดยเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหารของสัตว์กระเพาะเดี่ยว(วันเพ็ญ, 2541) ได้แก่

1.1.1 กัม (gum) เป็นสารประกอบที่มีโมเลกุลของน้ำตาลจำนวนมาก และในหมู่โมเลกุล น้ำตาล บางหมู่มีกลุ่มกรดยูโรนิค ไม่มีโครงสร้างทางเคมีที่แน่นอนสำหรับกัม และกัมบางชนิดก็ไม่ละลายน้ำ(วันเพ็ญ, 2541)

1.1.2 เพคติน(pectin) โครงสร้างเป็นสายพอลิเมอร์ของ D-galacturonic acid ที่ต่อกันแบบแอลฟา 1, 4 โดยมีน้ำตาลหลายชนิดที่อยู่รวมกันในโครงสร้างหลัก เช่น น้ำตาลกาแล็กโทส น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลแรมโนส น้ำตาลอะราบิโนส การละลายน้ำของเพคตินขึ้นอยู่กับปฏิกิริยา esterification ของ galacturonic acid(ไพโรจน์ และ เบญจวรรณ, 2539) เพกตินพบมากในผนังเซลล์พืช ทำหน้าที่ยึดเซลล์ให้เชื่อมติดต่อกัน(วันเพ็ญ, 2541) สามารถพบได้ในผลไม้ตระกูลส้ม เช่น ส้ม ฝรั่งและแอปเปิ้ล เป็นต้น

1.1.3 มิวซิเลจ(mucilage) ถูกหลั่งใน endosperm ของเซลล์พืช เพื่อทำหน้าที่ป้องกันการเกิด dehydration มากเกินไป(วันเพ็ญ, 2541)

1.1.4 เบตา กลูแคน(beta-glycan) ประกอบด้วยสายของน้ำตาลกลูโคสที่ต่อกันแบบเบตา 1, 3 และเบตา 1, 4 คุณสมบัติโดยทั่วไปสามารถละลายน้ำได้ มีเพียงส่วนน้อยที่ไม่สามารถละลายน้ำ พบได้ในข้าวโอ๊ต ข้าวไรน์ ข้าวบาร์เลย์(ไพโรจน์ และ เบญจวรรณ, 2539)

1.2 ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ(วันเพ็ญ, 2541)

1.2.1 เซลลูโลส(cellulose) พบมากในพืชผัก ผลไม้ ถั่วเปลือกแข็ง(nuts) (สุจิตตา, 2546) เป็นสายโพลีแซคคาไรด์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำตาลกลูโคสที่ต่อกันแบบ เบตา 1, 4 จะเป็นส่วนประกอบโครงสร้างหลักของพืชทั่ว ๆ ไป มีปริมาณของ

เซลลูโลสสูงถึง 20-50 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักแห้ง(ไพโรจน์ และ เบญจวรรณ, 2539) ไม่ถูกย่อยโดยเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหารของสัตว์กระเพาะเดี่ยว(วันเพ็ญ, 2541) ช่วยดูดซับสารก่อมะเร็งและป้องกันการดูดซับน้ำตาลเข้าสู่ร่างกาย จึงเป็นประโยชน์ต่อผู้ป่วยโรคเบาหวาน(ดวงจันทร์, 2545)

1.2.2 เฮมิเซลลูโลส(hemicellulose) พบมากในหัวบุก รำข้าวสาลี ธัญพืชที่ไม่ผ่านการขัดสี(สุจิตตา, 2546) โครงสร้างหลักจะประกอบด้วยกลุ่มของน้ำตาลหลายชนิด โดยที่น้ำตาลกลุ่มใหญ่ที่สุดจะเป็นน้ำตาลที่มีคาร์บอน 5 ตัว เช่น น้ำตาลไซโลส กรณีที่น้ำตาลไซโลสต่อกันเป็นสายยาวจะเรียกว่า ไซแลนพอลิเมอร์ รองลงมาได้แก่ น้ำตาลที่มีคาร์บอน 6 ตัว เช่น กาแลกโทสต่อกันเป็นสายเรียก กาแลกแทนพอลิเมอร์ หรือน้ำตาลกลูโคสกับแมนโนส เรียกว่า กลูโคแมน-แนนพอลิเมอร์ ในพืชสามารถพบฮีมิเซลลูโลสอยู่ร่วมกับเพคติน แทรกอยู่ในชั้นของ ผนังเซลล์ (ไพโรจน์ และ เบญจวรรณ, 2539) โมเลกุลของน้ำตาลเชิงเดี่ยว(monosaccharide) ละลายได้ในสารละลายด่าง น้ำตาลเชิงเดี่ยวนี้แบ่งได้เป็นสองชนิดคือ เพนโทแซนส์(pentosans) และเฮกโซแซนส์ที่ไม่ใช่เซลลูโลส(non cellulose hexosans) พบมากในเฮมิเซลลูโลสคือ ดี-ไซแลนส์(D-xylans) และดี-กลูโค-ดีแมนแนนส์(D-gluco-D-mannans) (วันเพ็ญ, 2541) ช่วยป้องกันอาการท้องผูก(ดวงจันทร์, 2545)

1.2.3 ลิกนิน(lignin) ซึ่งเป็นสารที่พบในเนื้อไม้ ข้าวเจ้า ข้าวสาลี ข้าวโอ๊ต และรำข้าว(สุจิตตา, 2546) เกิดจากการรวมตัวกันของโมเลกุลแอลกอฮอล์ที่มีรูปร่างเป็นวงแหวน เช่น cinnamyl, synngyl, guaicy หน้าที่ของลิกนินจะช่วยให้ความแข็งแรงและทนต่อการย่อยสลายโดยแบคทีเรีย เมื่อพืชมีอายุมากขึ้นจะพบว่า มีปริมาณลิกนินสูงขึ้นจึงทำให้ทนต่อการย่อย(ไพโรจน์ และ เบญจวรรณ, 2539) ช่วยป้องกันการเกิดนิ่วในไต(ดวงจันทร์, 2545)

2. <u>คุณสมบัติทางกายภาพของใยอาหาร</u>

2.1 คุณสมบัติในการอุ้มน้ำ ความสามารถในการละลายน้ำของน้ำตาลโมเลกุลเชิงซ้อน เช่น เซลลูโลสและลิกนินจะมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำต่ำ จึงไม่สามารถละลายน้ำได้ แต่เพคติน กัม และมิวซิเลจ จะมีความสามารถอุ้มน้ำสูง ทำให้เกิดการเปลี่ยนสภาพ(degrade) ได้ง่าย (ดวงจันทร์, 2545) ความสามารถในการดูดซับน้ำ(water holding capacity) ความสามารถในการอุ้มน้ำเกิดขึ้นได้ในส่วนของใยอาหารที่เป็นโพลิแซกคาไรด์(polysaccharides) ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของใยอาหาร สามารถแบ่งได้ 2 ประเภท คือ การเกิดเจล(gel formation) และการดูดซับน้ำ(water absorption)

2.1.1 ความสามารถในการเกิดเจล ของใยอาหารส่วนใหญ่จะเกิดในใยอาหารประเภทที่มีความสามารถจับกับน้ำได้สูง เช่น เพคติน, กัม และมิวซิเลจ ใยอาหารประเภทนี้มีขั้วอิสระจำนวนมากทำให้มีความสามารถทำปฏิกิริยากับหมู่ไฮดรอกซิลของน้ำได้ดี และเมื่อใยอาหารประเภทนี้รวมตัวกับน้ำจะเกิดการแตกตัวและพองตัวเหมือนแป้งและเกิดเป็นเจล ซึ่งเกิดได้ดีขึ้นเมื่อมีอุณหภูมิที่พอเหมาะมากระตุ้นเจลของใยอาหารจะมีลักษณะเป็นเมือกเหนียว ซึ่งเมือกเหนียวเหล่านี้มีผลต่อระบบทางเดินอาหาร กล่าวคือทำให้อาหารเคลื่อนตัวได้ช้าลง และเหนียวทำให้เพิ่มเวลาในการย่อยอาหารในกระเพาะอาหารได้ ทำให้กระเพาะอาหารว่างช้าลง จึงส่งผลให้รู้สึกอิ่มนานขึ้น ซึ่งเป็นผลดีต่อผู้ที่ต้องการลดน้ำหนัก อีกทั้งเมือกเหนียวนี้ยังมีผลต่อการดูดซึมน้ำตาล ไขมัน และแร่ธาตุบางชนิดในลำไส้เล็กให้ช้าลงอีกด้วย เนื่องจากสารอาหารที่ละลายน้ำ เช่น น้ำตาลหรือแร่ธาตุบางชนิดได้เข้าไปรวมตัวกับเจลของใยอาหาร ทำให้ลำไส้ดูดซึมสารอาหารเหล่านั้นได้ช้าลง และผลของเจลจากใยอาหารทำให้ร่างกายขับแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ได้มากขึ้น เนื่องจากแบคทีเรียบางส่วนจะเข้าไปติดกับเมือกเหนียวหรือเจลของใยอาหาร และถูกขับออกมากับอุจจาระทำให้อุจจาระมีน้ำหนักมากขึ้น ซึ่งเป็นการช่วงป้องกันโรคท้องผูก และโรคริดสีดวงทวาร (Callarher and Allred, 1991)

2.1.2 ความสามารถในการดูดซับน้ำ เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส มีความสามารถในการดูดซับน้ำได้สูง เนื่องจากโมเลกุลของเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสยึดกันด้วยพันธะไฮโดรเจนทั้งภายในและภายนอกโมเลกุล ทำให้มีการดูดซับน้ำได้ดี คุณสมบัติการอุ้มน้ำของใยอาหารนี้จะมีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักอุจจาระและทำให้อุจจาระมีความอ่อนนุ่ม ส่งผลให้ร่างกายถ่ายสะดวก และเป็นการป้องกันโรคริดสีดวงทวาร โรคลำไส้โป่งพอง และโรคมะเร็งลำไส้(ประภาศรี, 2534)

2.2 คุณสมบัติการดูดซับสารอินทรีย์ เช่น กรดน้ำดี โคเลสเตอรอล และสารพิษบางชนิด จากการศึกษาพบว่า ลิกนินจะดูดซับกรดน้ำดี(bile acid) ได้มากกว่าเพคตินและน้ำตาลเชิงซ้อนที่มีฤทธิ์เป็นกรด ในขณะที่เซลลูโลสจะดูดซับกรดน้ำดีได้น้อย ซึ่งคุณสมบัติในการดูดซับกรดน้ำดีนี้จะสัมพันธ์กับประสิทธิภาพในการลดโคเลสเตอรอลในพลาสมาของเส้นใยบางชนิด เช่น รำข้าว โอ๊ต, เพคติน และกัวกัม เป็นต้น(ดวงจันทร์, 2545)

2.3 การเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากแบคทีเรีย ใยอาหารเป็นคาร์โบไฮเดรตที่ร่างกายไม่สามารถนำไปใช้ได้ แต่แบคทีเรียในลำไส้ใหญ่สามารถใช้ใยอาหารได้โดยการหมัก ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้น แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและโครงสร้างของใยอาหาร รวมถึงชนิดของแบคทีเรียที่อยู่ในลำไส้ใหญ่ด้วย(ดวงจันทร์, 2545)

2.4 คุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนประจุ ความสามารถในการใช้และการดูดซับแร่ธาตุของร่างกาย จะลดลงหากบริโภคอาหารที่มีใยอาหารสูง เนื่องจากแร่ธาตุต่าง ๆ และสาร electrolyte จะถูกใยอาหารจับไว้และขับออกมาในรูปของเสีย(ดวงจันทร์, 2545)

2.5 ขนาดของอนุภาค ถ้าเส้นใยมีลักษณะหยาบจะทำให้อาหารมีลักษณะเนื้อสัมผัสกระด้างเหมือนเม็ดทราย ในทางตรงกันข้ามเนื้อละเอียดมากเกินไปอาจจะเก็บน้ำได้น้อย ใยอาหารที่มีความหยาบหรือมีอนุภาคใหญ่ จะช่วยเพิ่มน้ำหนักของเสียในร่างกาย และช่วยลดความดันภายในลำไส้ใหญ่ได้ดีกว่าชนิดที่มีอนุภาคเล็กหรือละเอียด เนื่องจากพวกที่มีอนุภาคละเอียด จะเพิ่มพื้นที่ในการเข้าทำปฏิกิริยาของแบคทีเรียได้มากขึ้น(ดวงจันทร์, 2545)

3. <u>แหล่งของใยอาหาร</u>

พืชแต่ละชนิดและปริมาณใยอาหารแตกต่างกัน จึงแบ่งแหล่งใยอาหาร ได้ดังนี้

ปริมาณใยอาหาร แบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มอาหารที่มีปริมาณใยอาหารสูง มีใยอาหารอยู่ระหว่าง 19-28 กรัมต่ออาหาร 100 กรัม กลุ่มอาหารที่มีปริมาณใยอาหารปานกลาง คือ พวกผักและผลไม้มีปริมาณใยอาหารอยู่ระหว่าง 4-14 กรัมต่ออาหาร 100 กรัม กลุ่มอาหารที่มีปริมาณใยอาหารต่ำ มีปริมาณใยอาหารน้อยกว่า 4 กรัมต่อ 100 กรัม ดังตารางที่ 1 กลุ่มอาหารนี้มีใยอาหารน้อย เนื่องจากเป็นผักและผลไม้ที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบค่อนข้างสูง แต่เมื่อเทียบกับอาหารอื่น ผักและผลไม้ก็ยังจัดว่าเป็นแหล่งของใยอาหารเนื่องจากคนไทยบริโภคผักและผลไม้เป็นประจำทุกวันในปริมาณค่อนข้างมาก

ตารางที่ 1 แหล่งของใยอาหารแบ่งตามปริมาณที่มีใยอาหาร

อาหาร	ปริมาณใยอาหาร (กรัมต่อ 100 กรัม)
กลุ่มอาหารที่มีใยอาหารสูง	
เมล็ดแมงลัก	80.00
งาดำ	19.20
งาขาว	21.40
ถั่วลิสง	19.80
ถั่วเหลือง	21.70
ถั่วเขียว	26.70
ถั่วแดงหลวง	26.90
กลุ่มอาหารที่มีใยอาหารปานกลาง	
เมล็ดทานตะวัน	12.40
รำข้าว	12.80
มะเขือพวงทั้งเมล็ด	13.60
สะเดา	11.60
ใบชะพลู	6.90
ละมุด	8.10
กลุ่มอาหารที่มีใยอาหารต่ำ	
กะหล่ำปลี	1.60
แตงกวา	1.30
ตำลึง	2.20
เห็ดฟาง	1.40
แตงโม	0.30
ลำใย	0.90

ที่มา: ดัดแปลงจาก ประภาศรี และคณะ(2533)

4. <u>คุณสมบัติของใยอาหารต่อร่างกาย</u>

4.1 ลดระดับโคเลสเตอรอลในเลือด ผลการศึกษาพบว่า ใยอาหารที่ละลายน้ำสามารถลดระดับโคเลสเตอรอลในเลือดของมนุษย์ และลดโคเลสเตอรอลในเลือดและตับของสัตว์ทดลอง ใยอาหารที่ได้ผลนี้คือ เพคติน และกัม ชนิดต่าง ๆ เช่น guar gum และ bean gum สามารถลดระดับโคเรสเตอรอลในเลือดอยู่ในช่วง 5-10 เปอร์เซ็นต์ แต่ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำไม่พบการเปลี่ยนแปลงระดับโคเรสเตอรอลในเลือด(วันเพ็ญ, 2541)

4.2 ช่วยทำให้ลำไส้ใหญ่ทำหน้าที่ได้ดีขึ้น ช่วยเจือจางปริมาณสารพิษในลำไส้ใหญ่และทำให้การเตรียมสารสำหรับถูกย่อยโดยจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่เป็นปกติ(วันเพ็ญ, 2541)

4.3 ช่วยป้องกันมะเร็งในลำไส้และการเกิดถุงตันที่ลำไส้ใหญ่ การบริโภคใยอาหารมากเท่าใด จะยิ่งช่วยลดอุบัติการณ์ของการเกิดโรคมะเร็งในลำไส้ใหญ่ และโรคอุดตันในลำไส้ใหญ่ได้มากขึ้น(วันเพ็ญ, 2541)

4.4 ลดระดับน้ำตาลในเลือด การบริโภคใยอาหารที่ละลายน้ำจะลดระดับน้ำตาล และอินซูลิน ในเลือดหลังการบริโภคอาหาร ผลการศึกษานี้เกิดขึ้นเมื่อใยอาหารถูกบริโภคพร้อมน้ำตาลกลูโคสสูง หรือบางส่วนของมื้ออาหารทั้งในคนปกติและผู้ป่วยโรคเบาหวาน(วันเพ็ญ, 2541)

4.5 ลดการนำสารอาหารไปใช้ประโยชน์ ใยอาหารชนิดต่าง ๆ สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์จากตับอ่อนที่ใช้ย่อยคาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน มีหลักฐานหลายอย่างที่ชี้ให้เห็นว่า ใยอาหารอาจจะลดการนำไปใช้ประโยชน์ของเอนไซม์(วันเพ็ญ, 2541)

4.6 ช่วยให้ระบบขับถ่ายดีขึ้น ใยอาหารมีความสามารถในการอุ้มน้ำคล้ายฟองน้ำในกระเพาะอาหารและลำไส้ จึงทำให้อุจจาระนิ่ม ส่งผลให้ขับถ่ายได้ง่ายและเร็วขึ้น จึงช่วยป้องกันโรคท้องผูก โรคอ้วน โรคผนังลำไส้โป่งพอง โรคริดสีดวงทวาร และอาจมีผลในการลดความเสี่ยงต่อโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ โรคเบาหวาน โรคหัวใจขาดเลือด โรคความดันโลหิตสูง และป้องกันความผิดปกติอื่น ๆ ในลำไส้ได้ดี(สุจิตตา, 2546)

5. ผลเสียของการบริโภคเส้นใยอาหาร

ข้อที่วิตกกันมากก็คือ เกรงว่าเส้นใยซึ่งส่วนใหญ่จะชะลอหรือยับยั้งการดูดซึมสารอาหารต่าง ๆ ทำให้ร่างกายอาจขาดสารอาหารจำเป็นลงได้ เช่น พวกเกลือแร่ต่าง ๆ ที่สนใจศึกษากันมาก ได้แก่ แคลเซียม เหล็ก และสังกะสี(นุชสิริ, 2535)

เหล็กและแคลเซียมนั้นได้มีการศึกษามานานแล้ว พบว่า สามารถขาดสารอาหารดังกล่าวได้ ถ้ากินขนมปังที่ทำจากข้าวไม่ขัดสีหรือข้าวโอ๊ตเป็นเวลานาน สังกะสีก็เช่นกัน พบระดับสังกะสีในเลือดของประชากรในอิหร่านและอียิปต์มีน้อยกว่าคนปกติ เนื่องจากประชากรกลุ่มดังกล่าวบริโภคอาหารที่มีเส้นใยสูง เช่น ขนมปังที่ทำจากข้าวไม่ขัดสีเป็นอาหารหลัก(นุชสิริ, 2535)

เส้นใยต่างชนิดกัน ก็ให้ผลต่อการดูดซึมแร่ธาตุต่างกันด้วย เช่น รำข้าวสาลียับยั้งการดูดซึมแคลเซียมมาก แต่สาร pectin ไม่ขัดขวางการดูดซึมเลย(นุชสิริ, 2535)

อาหารลดพลังงาน

อาหารลดพลังงาน(Reduced-calorie food) เป็นอาหารที่นิยมกันมากในปัจจุบัน โดยมีการลดปริมาณไขมัน น้ำตาล เพื่อให้ลดปริมาณของพลังงานให้ลดลง โดยปกติไขมันเป็นสารอาหารที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย โดยไขมัน 1 กรัมให้พลังงาน 9 กิโลแคลอรี ซึ่งจะให้พลังงานสูงกว่าคาร์โบไฮเดรตถึง 2 เท่า

1. วิธีการผลิตอาหารลดพลังงาน

การผลิตอาหารลดพลังงานอาจทำได้หลายวิธี ดังต่อไปนี้

1.1 ด้วยการลดอาหารไขมันและแทนที่ด้วยสารอื่นที่ให้พลังงานน้อยกว่าหรือไม่มีพลังงาน เช่น น้ำ กัม คาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร หรือโปรตีน เป็นต้น(มลศิริ, 2545)

1.2 ใช้สารทดแทนไขมัน(fat replacers) ที่มีการผลิตจำหน่ายในปัจจุบันทดแทนส่วนของไขมันในอาหาร เช่น simplesse, salatrim เป็นต้น(มลศิริ, 2545)

1.3 ทดแทนส่วนของสารที่ให้พลังงานในอาหาร ซึ่งได้แก่ ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และโปรตีนด้วยน้ำ และใช้สารช่วยจับน้ำไว้ในโครงสร้าง ร่วมกับการใช้อิมัลซิไฟเออร์ที่เหมาะสมกับระบบอิมัลชันในอาหาร(มลศิริ, 2545)

1.4 ใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลซูโครส(intense sweeteners) สารเหล่านี้ให้ความหวานมาก แต่ให้พลังงานน้อยกว่าซูโครสหรือไม่ให้พลังงาน ตัวอย่าง เช่น aspartame, alitame เป็นต้น(มลศิริ, 2545)

1.5 เพิ่มใยอาหาร ซึ่งไม่ให้พลังงานในผลิตภัณฑ์(มลศิริ, 2545)

1.6 ปรับวิธีการแปรรูปเพื่อให้มีไขมันลดลง ตัวอย่างเช่น การทำมันฝรั่งทอด ก่อนที่จะนำมาทอด ให้นำมันฝรั่งที่หั่นแล้วไปผ่านการลวกและการทำให้แห้งในตู้อบลมร้อนหรือแช่เย็นก่อนนำมาทอด จะทำให้มีการอมน้ำมันลดลงกว่าการทอดทันทีหลังการปอก หั่น และตัด(มลศิริ, 2545)

2. <u>การผลิตอาหารลดพลังงานด้วยวิธีการเพิ่มใยอาหาร</u>

กรรมวิธีและเทคนิคการเติม ใยอาหารในผลิตภัณฑ์อาหารเป็นกระบวนการที่ยุ่งยาก ใยอาหารส่วนใหญ่มีความสามารถรวมกับน้ำได้ดี ดังนั้น เมื่อเติมในผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเหลวเพิ่มความหนืดให้อาหาร ส่วนใยอาหารชนิดที่มีความสามารถอุ้มน้ำได้น้อย หากเติมในเครื่องดื่มจะทำให้รู้สึกระคายลิ้น ใยอาหารผสมได้ดีกับผลิตภัณฑ์ประเภทคุกกี้ และขนมปังกรอบ เพราะจะช่วยเพิ่มความกรอบ และเนื้อสัมผัสที่ดีแก่อาหาร แต่อาจมีผลต่อรสชาติอาหาร ตัวอย่างอาหารประเภทนี้ที่ผลิตจำหน่ายอยู่ในสหรัฐอเมริกา เช่น ผลิตภัณฑ์ประเภท high fiber cereal ของบริษัท General Mills(เนตรนภิส, 2535)

เพลินใจ และคณะ (2538) ได้ทดลองผสมเส้นใยอาหารลงในผลิตภัณฑ์คุกกี้ พบว่าความหนาแน่นลดลงและมีการแผ่ขยายมากขึ้นยกเว้นคุกกี้ที่ผสมมะพร้าว และเปลือกถั่วเหลืองจากการวัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส พบว่า คุกกี้มีความแข็งลดลง ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส พบว่าปริมาณที่ผู้บริโภคยอมรับได้ของใยอาหารที่ผสมลงในคุกกี้ คือ ร้อยละ 7.76-20.82 ของน้ำหนักแป้ง

2.1 ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการเสริมใยอาหาร

ในการเสริมใยอาหารปริมาณมากลงในผลิตภัณฑ์ จะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้ (มลศิริ, 2545)

2.1.1 ความข้นหนืด(viscosity) ใยอาหารหลายชนิดสามารถอุ้มน้ำในโครงสร้างทำให้ผลิตภัณฑ์มีความหนืด เช่น guar gum, xanthan gum ฯลฯ ในผลิตภัณฑ์ที่ไม่ต้องการความหนืด เช่น เครื่องดื่ม อาจต้องเลือกใช้ใยอาหารที่ไม่มีผลด้านความข้นหนืดแม้ใส่ในปริมาณมาก เช่น gum acacia, arabinogalactan, polydextrose เป็นต้น

2.1.2 กลิ่นรส(flavour impact) ใยอาหารบางชนิดมีกลิ่นคล้ายฟาง กลิ่นถั่ว กลิ่นคาว กลิ่นยางไม้ ฯลฯ ซึ่งต้องใช้สารแต่งกลิ่นที่เหมาะสมเพื่อกลบกลิ่นที่ไม่ดีเหล่านี้

2.1.3 การละลายน้ำ(solubility) การมี polar groups หรือ ionizing groups ในโครง-สร้างของใยอาหาร จะช่วยให้มีการละลายน้ำหรือกระจายตัวในน้ำได้ดี สำหรับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มควรเลือกใช้ soluble fiber เช่น pectin, gum arabic, inulin และ polydextrose

2.1.4 ความเสถียร เมื่อถูกกรดและความร้อน(acid and thermal stability) ผลิตภัณฑ์อาหารที่เป็นกรดหรือต้องผ่านความร้อน ต้องเลือกใช้ใยอาหารให้เหมาะสม ใยอาหารที่มาจากธัญพืช cellulose, xanthan gum และ polydextrose ทนกรดและความร้อนได้ดี

2.1.5 คุณสมบัติที่ต้องการ เช่น การเป็น emulsifiers, foam or emulsion stabilizers ในบางผลิตภัณฑ์ต้องการใยอาหารที่ทำหน้าที่รักษาอิมัลชันหรือฟองอากาศ ควรเลือกใช้ guar gum, locust bean gum, xanthan gum เป็นต้น

2.1.6 การเกิดเจล(gel formation) ในบางผลิตภัณฑ์ที่ไม่ต้องการให้มีลักษณะเป็นเจล แต่ผลิตภัณฑ์มีแคลเซียม ไม่ควรเสริมใยอาหาร high-methoxy pectin, alginates, gellan gum, iotacarrageenan เพราะจะเกิดเจลเมื่อมีแคลเซียม

ในอุตสาหกรรมอาหารจะใช้ใยอาหารเพื่อทำผลิตภัณฑ์อาหารข้นหนืดหรือเกิดเจล และใช้เป็นสารทดแทนไขมัน(fat replacers) เป็นต้น ผลิตภัณฑ์อาหารที่มีการเสริมด้วยใยอาหารในท้องตลาดปัจจุบัน ได้แก่ nutritional drinks ขนมปัง ขนมอบ ขนมขบเคี้ยว ผลิตภัณฑ์อาหารว่าง ผลิตภัณฑ์เนื้อแปรรูป ผลิตภัณฑ์นม โคนสำหรับใส่ไอศกรีม เส้นก๋วยเตี๋ยว น้ำผลไม้ เครื่องดื่มต่างๆ cereal bars เป็นต้น(มลศิริ, 2545) การพัฒนาผลิตภัณฑ์พวกน้ำสลัดชนิดข้น มาการีน และครีม ที่มี

พลังงานต่ำ นิยมใช้สารทดแทนไขมันชนิดที่แปรรูปมาจาก starch และ gum ซึ่งมีความหนืด และเนื้อสัมผัสคล้ายไขมัน เช่น maltodextrin(เนตรนภิส, 2535)

3. <u>การผลิตอาหารลดพลังงานด้วยวิธีการลดปริมาณไขมัน</u>

สำหรับหลักการทั่วไปของการลดไขมันในอาหาร ทำได้ด้วยวิธีการดังต่อไปนี้(มลศิริ, 2545)

3.1 วิเคราะห์ปริมาณไขมันและชนิดของไขมันในอาหาร

3.2 พิจารณาแหล่งที่มาของไขมันในอาหารนั้น

3.3 ทำการทดลองลดไขมันให้ได้มากที่สุดเท่าที่ผลิตภัณฑ์จะยังคงมีรสชาติและเนื้อสัมผัสเป็นที่ยอมรับได้ และอาจใช้สารทดแทนไขมันช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของอาหาร

3.4 จัดทำฉลากโภชนาการแสดงปริมาณไขมัน และอวดอ้างบนฉลากเป็นผลิตภัณฑ์ลดไขมัน ตามความเหมาะสมของปริมาณไขมันที่ลดลง

เงื่อนไขการกล่าวอ้างทางโภชนาการ สารอาหารที่ให้พลังงานลดลง หรือน้อยกว่า (reduced, reduced in, less, less than, fewer, lower, lower in) เงื่อนไข คือ ต่ออาหาร 100 กรัม ลดพลังงานลงเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์อื่นที่เป็นอาหารชนิดเดียวกัน หรือคล้ายคลึงกัน โดยลดลงตั้งแต่ร้อยละ 25 ขึ้นไป และปริมาณพลังงานที่ลดลงจะต้องไม่น้อยกว่า 40 กิโลแคลอรีด้วย(หัทยา และ พัชนี, 2541)

4. <u>ผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก</u>

โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐานจาก กระทรวงสาธารณสุขที่อนุญาตให้จำหน่ายในท้องตลาดตัวอย่าง เช่น อาหารควบคุมหรือลดน้ำหนัก วุ้นเส้นรสต้มยำ(เครื่องหมายการค้า สลิมฟาสส์) อาหารควบคุมหรือลดน้ำหนักกลิ่นกาแฟ(เครื่องหมายการค้า ไฮโดรไลท์สลิม) อาหารควบคุมหรือ

ลดน้ำหนักชนิดผง กลิ่นวานิลลา(เครื่องหมายการค้า สลิมฟาสส์) อาหารควบคุมหรือลดน้ำหนักวุ้นเส้นรสสุกี้(เครื่องหมายการค้า สลิมฟาสส์) อาหารลดน้ำหนักเคมบริดจ์ ซุปรสเห็ดกลิ่นไก่ เมล็ด-แมงลักสกัดกลิ่นส้มโมเดลลิม 40 กลิ่นสับปะรด(อาหารพลังงานต่ำ) (นิรนาม, 2549)

สารทดแทนไขมัน

1. ประเภทของสารทดแทนไขมัน(fat substitutes)

Teeuwen(1991) กล่าวว่า สารทดแทนไขมันที่มีจำหน่ายในตลาด สามารถจำแนกออกเป็น 4 กลุ่ม ดังต่อไปนี้

1.1 สารทดแทนไขมันที่มาจากคาร์โบไฮเดรต(fat substitutes based on carbohydrate) การไฮโดรไลซ์สารละลายแป้งด้วยเอนไซม์ ทำให้ได้เด็กซตริน มอลโตเด็กซตริน ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารทดแทนไขมัน ประเทศแถบซีกโลกตะวันตกได้จัดสารทดแทนไขมันที่ได้จากคาร์โบไฮเดรตว่าเป็นแป้งดัดแปลงคุณภาพ(modified starch) เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์จำพวก น้ำสลัด มายองเนส ของหวานแช่แข็ง พบว่าส่วนมากการใช้สารทดแทนไขมันที่มาจากคาร์โบไฮเดรต จะไม่สามารถใช้แทนไขมันได้มากกว่าครึ่งหนึ่งของปริมาณไขมันโดยที่คุณภาพผลิตภัณฑ์คงเดิม ตัวอย่างสารทดแทนไขมันที่มาจากคาร์โบไฮเดรตซึ่งใช้กันในปัจจุบัน ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตัวอย่างสารทดแทนไขมันที่มาจากคาร์โบไฮเดรตซึ่งใช้กันในปัจจุบัน

ชื่อทางการค้า	ชนิดสารทดแทนไขมัน	ปริมาณของแห้ง (ร้อยละ)	ค่าพลังงาน (กิโลจูล/กรัม)
N-Oil	เด็กซตริน	25	4
Tapioca	เด็กซตริน	33	5
NutriFat C	ส่วนผสมเด็กซตริน	25	4
Paselli SA2	แป้งดัดแปลงคุณภาพด้วย	25	4
Maltrin 040	เอนไซม์	25	4

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ชื่อทางการค้า	ชนิดสารทดแทนไขมัน	ปริมาณของแห้ง (ร้อยละ)	ค่าพลังงาน (กิโลจูล/กรัม)
Glucidex	มอลโตเด็กซตริน	25	4
Snowflakes	มอลโตเด็กซตริน	25	4
Sta-Slim	มอลโตเด็กซตริน	25	4
Polydextrose	มอลโตเด็กซตริน D-glucose Polymer	100	4

ที่มา: Teeuwen (1991)

1.2 สารทดแทนไขมันที่มาจากโปรตีน(fat substitutes based on protein) โปรตีน(Protein microparticles) ถูกนำมาใช้เป็นสารทดแทนไขมัน ในกรณีที่ต้องการเพิ่มกลิ่นรสให้อาหารที่มีไขมันต่ำ ซึ่งสารทดแทนไขมันที่มาจากโปรตีนนี้ เมื่อถูกความร้อนโปรตีนจะเกิดการแตกตัวของอนุภาคที่มีขนาดเล็ก เมื่อสัมผัสกับลิ้นจะรู้สึกเหมือนของเหลว เนื้อสัมผัสคล้ายครีม ไขมันหรือน้ำมัน สารทดแทนไขมันที่มาจากโปรตีน ได้แก่ simplesse, trailblazer และ finesse(Teeuwen, 1991)

1.3 สารทดแทนไขมันที่มาจากเอสเทอร์(fat substitutes based on esters) พบว่า สารจำพวกเอสเทอร์หลายตัวซึ่งมีศักยภาพคล้ายไขมัน สามารถทนความร้อนสูง จะให้พลังงานต่ำหรือไม่ให้พลังงาน และเหมาะสำหรับใช้เป็นสารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด โดยไม่ทำให้คุณภาพอาหารสูญเสีย สารทดแทนไขมันที่มาจากเอสเทอร์ ได้แก่ sucrosepolyesters(SPEs) carboxylate ester jojoba oil, triakoxycitrate(TAC), polyglycerol ester(PGEs) เป็นต้น(Teeuwen, 1991)

1.4 สารทดแทนไขมันที่มาจากอีเธอร์(fat subtitutes based on ethers) การใช้อีเธอร์เป็นสารทดแทนไขมันแทนการใช้เอสเทอร์ มีผลทำให้โมเลกุลมีความคงตัวสูง และทนต่ออุณหภูมิสูง เอนไซม์ และสภาวะกรดจัดและในอาหารที่มีเกลือสูง สารทดแทนไขมันที่มาจากอีเธอร์ ได้แก่ polysiloxanes glycerol, di-ethers, mono-esters, trialkoxyglyceryl-ethers, di-ether phytanyl phosphatidyl เป็นต้น(Teeuwen, 1991)

ผลิตภัณฑ์ขนมอบไขมันต่ำ(low-fat bakery products) ไขมันในผลิตภัณฑ์ขนมอบมีหน้าที่ช่วยรักษาฟองอากาศในเนื้อขนมและช่วยให้ขึ้นฟู ทำให้ปริมาตรและเนื้อสัมผัสขนมอ่อนนุ่ม ถ้าขาดไขมันขนมจะกระด้าง หรือในการทำคุกกี้หรือบิสกิต(cookies or biscuits) หรือ pastry ไขมันจะทำหน้าที่เป็น shortening ช่วยป้องกันการเกิด gluten network ที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์แข็งไม่กรอบนุ่ม การผลิตเค้กลดไขมัน(reduced-fat cakes) โดยวิธีลดไขมันในสูตรเดิม อาจใช้สารทดแทนไขมัน เช่น N-Lite B ซึ่งเป็น maltodextrin ร่วมกับ emulsifiers ที่เหมาะสม เช่น glycerol, glycerol monostearate(GMS), polyethylene sorbitan ester ฯลฯ ร่วมกับโปรตีนจากไข่ การใช้ emulsifiers จะช่วยลดไขมันในเค้กได้ถึง 50-80 เปอร์เซ็นต์ บิสกิตหรือคุกกี้ การลดไขมันจะทำให้เนื้อสัมผัสแข็ง การใช้ emulsifier เช่น sodium steroyllactylate จะช่วยลดไขมันได้ 30 เปอร์เซ็นต์ โดยเนื้อสัมผัสไม่เปลี่ยนแปลง(มลศิริ, 2545)

มอลโตเด็กซตริน

มอลโตเด็กซตริน(maltodrextrins) คือ ผลิตภัณฑ์แป้งดัดแปลงชนิดที่ได้จากการไฮโดร-ไลซ์แป้งด้วยกรดและเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส มีค่า dextrose equivalent(D.E.) ต่ำกว่า 20 (Reichelt, 1983) ค่า D.E. คือ ค่าที่แสดงถึงปริมาณของน้ำตาลรีดิวซิ่งส์(reducing sugar) และอยู่ในรูปของ เด็กโตรส ภายใต้สภาวะที่ถูกกำหนดไว้อย่างแน่นอน และคำนวณออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมด ค่านี้เกือบจะไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณของเด็กโตรสที่แท้จริงในผลิตภัณฑ์ และจะมีความสัมพันธ์กับน้ำตาลรีดิวซิ่งส์ทั้งหมด ของน้ำตาลในสารละลาย Fehling's(Maiden, 1970) ค่า D.E. สำคัญต่อคุณสมบัติในการทำหน้าที่ของมอลโตเด็กซตริน มอลโตเด็กซตรินที่มีค่า D.E. ต่ำจะใช้แทนที่ไขมันได้มีประสิทธิภาพที่สุด โดยมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำมาก มอลโตเด็กซ-ตรินที่มีค่า D.E. สูงนั้นจะมีคุณสมบัติการละลายและ bulking properties ใกล้เคียงกับ syrup(วรนุช และคณะ, 2543) การใช้แทนไขมันโดยเดิมลงในอาหารอัตราส่วนน้ำ 3 ส่วนต่อ มอลโตเด็กซ-ตริน 1 ส่วน และมอลโตเด็กซตรินให้พลังงานน้อยกว่าไขมันถึง 8 เท่า ซึ่งมอลโตเด็กซตรินให้พลังงาน 1 กิโลแคลอรี ส่วนไขมันให้ 9 กิโลแคลอรี มอลโตเด็กซตรินจะให้ลักษณะเป็นเจลเมื่อละลายน้ำ นำใส่ลงในผลิตภัณฑ์ cheese spread สามารถลดไขมันและโคเลสเทอรอลลงได้ 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผลิตภัณฑ์ cheese spread ยังคงรักษาคุณสมบัติที่มีอยู่เดิม ยกเว้นสูญเสียกลิ่นรสของ cheese ไปเล็กน้อย มอลโตเด็กซตรินสามารถใช้งานได้ง่ายทั้งในรูปผงหรือเจล มีข้อเสียคือจะเปลี่ยนรสชาติ และเนื้อสัมผัสไปเพียงเล็กน้อย มอลโตเด็กซตรินสามารถทนความร้อน ใช้แทนไขมันในขนมอบได้ เช่น เค้ก คุกกี้ หรือ cheese, mayonnaise, meats และใน dietetics food

มอลโตเด็กซตรินสามารถผลิตได้จากแป้งหลายประเภท เช่น แป้งจากมันฝรั่ง, ข้าว, ข้าวโพด ,ข้าวโอ๊ต และมันสำปะหลัง เป็นต้น(วรนุช และคณะ, 2543)

ซึ่งสามารถแบ่งมอลโตเด็กซตรินออกตามค่า D.E. ได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มที่ 1 มีค่า D.E. เท่ากับ 3 หรือต่ำกว่า มีลักษณะเป็นผงสีขาว มอลโตเด็กซตรินประเภทนี้จะไม่มีการสกัดโปรตีน วิตามิน หรือเกลือแร่อื่นๆ ออกเมื่อละลายในน้ำเย็นด้วยความเข้มข้นร้อยละ 20 โดยไม่ต้องให้ความร้อนจะเกิดเจลที่มีลักษณะคล้ายไขมัน(เนตรนภิส, 2535)

2. กลุ่มที่ 2 มีค่า D.E. 4 ถึง 18 มีลักษณะเป็นผงสีขาว ละลายน้ำได้ง่าย แต่ไม่เกิดเป็นเจลคล้ายไขมัน แต่ยังสามารถนำมาใช้เป็นสารทดแทนไขมันในอาหารได้ เพราะทำให้เกิดลักษณะเนื้อสัมผัสที่แน่น และทำให้อาหารมีลักษณะชุ่มน้ำ(เนตรนภิส, 2535)

มอลโตเด็กซตรินที่ได้จากแป้งข้าวโพด(corn starch maltodextrin) เป็นการนำแป้งข้าวโพดมาผ่านกระบวนการไฮโดรไลซิส (hydrolysis) เพื่อให้ได้แป้งที่มีขนาดโมเลกุลเล็กลง เชื่อมต่อกันด้วยพันธะ(α) -1, 4 glycosidic ซึ่งจะมีโครงสร้างโมเลกุลเหมือนกับมอลโตส โดยสามารถละลายในน้ำร้อนและจะเกิดเจลเมื่ออุณหภูมิน้ำลดต่ำลง ซึ่งเจลจะมีสมบัติเป็นสารทดแทนไขมัน โดยตัวเจลจะไม่มีกลิ่นรส แต่เมื่อนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารจะให้ลักษณะเนื้อสัมผัสคล้ายกับการใช้น้ำมันหรือไขมัน ซึ่งนิยมนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารที่ต้องการลดปริมาณไขมัน เช่น มาการีน น้ำสลัด ขนมอบ และอาหารหวานแช่แข็ง(จันทนา, 2543)

มอลโตเด็กซตรินที่ได้จากแป้งข้าวโพด ผลิตจากประเทศอเมริกา โดยบริษัท ไทยฟูด แอนด์ เคมิคอล จำกัด ได้นำเข้ามา โดยชื่อทางการค้าว่า Star-DRI 100 Maltodextrin โดย มีคุณสมบัติต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การทดสอบคุณสมบัติของ Star-DRI 100 Maltodextrin

การทดสอบคุณสมบัติของ Star-DRI 100 Maltodextrin	รายละเอียด
ความชื้น (ร้อยละ)	6.0
ค่า D.E. (Dextrose Equivalent) (ร้อยละ)	9-12
ค่าความเป็นกรดด่าง	4.0-4.7
Haze(ความสว่าง)	สูงสุด 7.5
Color(ค่าเฉดสี)	7-10(สีขาว)
Total bacteria count	สูงสุด 1,000 ตัวต่อกรัม
Yeast	สูงสุด 50 ตัวต่อกรัม
Mold	สูงสุด 50 ตัวต่อกรัม
Salmonella	ไม่พบ

ที่มา: บริษัท ไทยฟูด แอนด์ เคมิคอล จำกัด (1997)

ฉลากโภชนาการ

ฉลากโภชนาการ คือ การแสดงข้อมูลทางโภชนาการของอาหารนอกเหนือจากฉลากทั่วไป ที่เพียงแต่แสดงข้อมูลว่า ผลิตภัณฑ์นั้นเป็นประเภทใด มีองค์ประกอบใดบ้าง และมีการปรุงแต่งสารเคมีชนิดใดบ้างแล้ว ฉลากโภชนาการจะมีการแสดงข้อมูลทางโภชนาการด้วยว่าผลิตภัณฑ์อาหารนั้นโดยรวมแล้วมีคุณค่าทางโภชนาการจากสารอาหารชนิดใดบ้าง และให้พลังงานแก่ร่างกายมากน้อยเพียงใด เพื่อเป็นแนวทางประกอบการพิจารณาของผู้บริโภคในการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อาหารที่มีคุณค่าตามความต้องการของร่างกายแต่ละภาวะ เพื่อประโยชน์ในการคุ้มครองดูแลสุขภาพอนามัย(มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช, 2541)

อาหารที่มีการกล่าวอ้างทางด้านโภชนาการ หมายถึง อาหารที่แสดงข้อมูลทางโภชนาการบนฉลากเกี่ยวกับชนิดหรือปริมาณสารอาหาร ปริมาณสารอาหารโดยเปรียบเทียบหรือหน้าที่ของสารอาหาร แต่ทั้งนี้ไม่รวมถึงอาหารที่มีการกล่าวอ้างถึงทางโภชนาการเพื่อปฏิบัติให้เป็นไปตามประกาศ โดยที่ควรกำหนดให้มีการแสดงฉลากโภชนาการ เพื่อให้ข้อมูลและความรู้ด้านคุณค่าทางโภชนาการของอาหารแก่ประชาชน อันเป็นการคุ้มครองผู้บริโภคด้านอาหารและโภชนาการ

ปริมาณ หนึ่งหน่วยบริโภค(serving size) ของผลิตภัณฑ์อาหารนั้นควรเท่ากับเท่าไรก่อนเสริมสารที่มีประโยชน์ ผู้ผลิตต้องทราบปริมาณที่คนทั่วไปบริโภคผลิตภัณฑ์อาหารนั้นต่อหนึ่งครั้ง เพื่อจะได้กำหนดปริมาณการเสริมให้เหมาะสม ป้องกันโอกาสที่ผู้บริโภคจะได้รับเกิน จนเกิดพิษร่างกาย(มลศิริ, 2545)

การคำนวณหาค่าพลังงานของอาหารคิดจาก ค่าแคลอรี(calorie conversion information) คือ ไขมัน น้ำหนักเป็นกรัม คูณ 9 บวก คาร์โบไฮเดรต น้ำหนักเป็นกรัม คูณ 4 และบวกโปรตีน น้ำหนักเป็นกรัมคูณ 4 จะได้ค่าพลังงานออกมาเป็นหน่วยกิโลแคลอรี(มลศิริ, 2545)

1. <u>วิธีการกำหนดปริมาณอาหารหนึ่งหน่วยบริโภค</u>

1.1 หนึ่งหน่วยบริโภค หมายถึง ปริมาณสารอาหารที่คนไทยทั่วไปรับประทานได้หมดในหนึ่งครั้ง ปริมาณอาหารหนึ่งหน่วยบริโภคที่ระบุในฉลากโภชนาการเป็นปริมาณอาหารที่ผู้ผลิตแนะนำให้ผู้บริโภครับประทานผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ในแต่ละครั้ง หรือเรียกว่า "`กินครั้งละ" นั่นเอง

1.2 ตารางปริมาณหนึ่งหน่วยบริโภคอ้างอิงของผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ เพื่อประโยชน์ในการแสดง "หนึ่งหน่วยบริโภค" ในฉลากโภชนาการ จึงกำหนดปริมาณหนึ่งหน่วยบริโภคอ้างอิงของผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ กลุ่มผลิตภัณฑ์ขนมอบ(bakery products) แสดงในตารางที่ 4

<u>ตารางที่ 4</u> กลุ่มผลิตภัณฑ์ขนมอบ

ลำดับที่	ชนิดอาหาร	หนึ่งหน่วยบริโภคอ้างอิง(กรัม)
1	ขนมปัง	50
2	บราวนี	30
3	คุกกี้	30
4	เค้ก	
	- ชนิดหนัก เช่น ชีสเค้ก เค้กผลไม้ ซึ่งมีส่วนผสมของผลไม้ นัต ตั้งแต่ 35 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป	80
	- คัพเค้ก เอแคลร์ ครีมพัฟ ชิฟฟอน สปันจ์เค้กที่มีหรือไม่มีไอซิ่ง หรือไส้	55

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ลำดับที่	ชนิดอาหาร	หนึ่งหน่วยบริโภคอ้างอิง(กรัม)
5	เค้กกาแฟ โดนัต และมัฟฟิน	55
6	ขนมปังกรอบ แครกเกอร์ เวเฟอร์ บิสกิต	30
7	แครกเกอร์ที่เป็นกรวยไอศกรีม	15
8	แพนเค้ก	110
9	วอฟเฟิล	85
10	พาย เพสตรี้ ทั้งชนิดที่มีและไม่มีไส้	55

ที่มา: จากวิธีการกำหนดปริมาณสารอาหารหนึ่งหน่วยบริโภคกับจำนวนหน่วยบริโภคต่อภาชนะบรรจุ: บัญชีหมายเลข 2 แนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข(ฉบับที่ 182) พ.ศ. 2541

2. หลักเกณฑ์ในการกล่าวอ้างทางโภชนาการบนฉลากอาหาร

การกล่าวอ้างทางโภชนาการ(nutrition claim) เป็นการแสดงข้อความหรือข้อมูลใด ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโภชนาการของอาหารนั้น เช่น การระบุ คือ ปริมาณของพลังงาน โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต การกล่าวอ้างปริมาณสารอาหาร(nutrition content claim) เป็นการกล่าวอ้างถึงระดับของสารอาหารหรือพลังงานในอาหารนั้น เช่น มีปริมาณใยอาหารสูงและไขมันต่ำ

อาหารลดพลังงาน จากหลักเกณฑ์ในการกล่าวอ้างทางโภชนาการบนฉลากอาหาร บัญชีหมายเลข 4 แนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข(ฉบับที่ 182) พ.ศ. 2541 ได้กำหนดว่า อาหารลดพลังงานมีพลังงานลงเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์อื่นที่เป็นอาหารชนิดเดียวกัน หรือคล้ายคลึงกัน โดยลดลงตั้งแต่ร้อยละ 25 ขึ้นไป และ ปริมาณพลังงานที่ลดลงจะต้องไม่น้อยกว่า 40 กิโลแคลอรีด้วย

ชนิดที่มีใยอาหารสูง คือ จะต้องมีปริมาณใยอาหารไม่น้อยกว่า 6 กรัมต่อ 100 กรัม ผลิตภัณฑ์ จากหลักเกณฑ์ในการกล่าวอ้างทางโภชนาการบนฉลากอาหาร: บัญชีหมายเลข 4 แนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข(ฉบับที่ 182) พ.ศ. 2541

อาหารเส้นใยสูง จากหลักเกณฑ์ในการกล่าวอ้างทางโภชนาการบนฉลากอาหาร บัญชีหมายเลข 4 แนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข(ฉบับที่ 182) พ.ศ. 2541 ได้กำหนดว่า มีสารอาหารนั้นอยู่ในปริมาณตั้งแต่ร้อยละ 20 ของ Thai RDI ขึ้นไป

Thai RDI หมายถึง สารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป

โดยรูปแบบและเงื่อนไขของการแสดงกรอบข้อมูลโภชนาการ บัญชีหมายเลข 1 แนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข(ฉบับที่ 182) พ.ศ. 2541 ได้การกำหนดปริมาณใยอาหารร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป โดยคิดจากความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี ความต้องการพลังงานของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน ผู้ที่ต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี ควรได้รับใยอาหาร 25 กรัมต่อวัน

การศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

อายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร หมายถึง ช่วงระยะการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ตั้งแต่ถูกผลิตออกมา อยู่ในสภาพที่ผู้บริโภคยอมรับไปจนกระทั่งไม่เป็นที่ยอมรับ เพื่อให้ผู้บริโภคทราบและประกันว่าผลิตภัณฑ์ในช่วงระยะเวลาที่ระบุได้คุณภาพตรงตามที่แจ้งไว้ในฉลาก ผลิตภัณฑ์จะสามารถเก็บไว้ได้นานมากน้อยแค่ไหน ย่อมขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ตัวผลิตภัณฑ์ ภาชนะบรรจุ สภาพการเก็บ เป็นต้น สภาพการเก็บที่สำคัญ ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ออกซิเจน และแสง(ศิริลักษณ์, 2535)

อายุการเก็บ หมายถึงช่วงระยะเวลาของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ตั้งแต่ผลิตภัณฑ์นั้นถูกผลิตออกมาจนกระทั่งผลิตภัณฑ์นั้นอยู่ในสภาพที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับ

อายุการเก็บจะทำให้รู้ระยะเวลาที่เก็บไว้ได้นานเท่าใดซึ่งมีความสำคัญในทางการค้าและทางกฎหมาย ถ้าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไม่ตรงกับที่แจ้งไว้ในฉลากเมื่อระยะเวลาที่ผ่านไป โดยทั่วไป อายุการเก็บรักษาอาหารประเภทขบเคี้ยวที่ทำจากธัญพืช และรับประทานได้ทันที(Ready-to-eat) มีอายุการเก็บระหว่าง 6-10 เดือน(Adams, 1988) ซึ่งใกล้เคียงกับที่ Labuza(1982) รายงานไว้ว่าอาหารประเภทธัญพืชแห้งมีอายุการเก็บประมาณ 1 ปี โดยปกติแล้วคุกกี้จะมีอายุการเก็บไม่

เกิน 90 วัน(กุลยา, 2535) ในช่วงเวลานี้ผลิตภัณฑ์จะยังคงที่คุณภาพเป็นที่ยอมรับของ ผู้บริโภค และเนื่องจากอาหารที่ทำจากธัญพืชอุดมไปด้วยวิตามินบีต่างๆ จึงควรเก็บในที่ทึบแสงและเย็น (Curren and Erdman, 1980)

1. <u>การเสื่อมเสียจากเชื้อจุลินทรีย์</u>

การเสื่อมเสียจากเชื้อจุลินทรีย์ทั้งที่เป็นเชื้อก่อโรคและไม่ก่อโรคเกิดขึ้นได้จากองค์-ประกอบของผลิตภัณฑ์ สภาวะที่ใช้ในการผลิตและการเก็บรักษา(ตารางที่ 5) การเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ทำให้เกิดการเสื่อมเสียส่วนใหญ่จะเกิดในอาหารประเภทความชื้นสูง ซึ่งต้องเก็บในที่เย็น ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความร้อนเชื้อจุลินทรีย์จะถูกทำลาย อาหารก็จะเก็บได้นาน(พิชญา, 2547)

<u>ตารางที่ 5</u> แสดงถึงสภาวะที่เชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคเจริญและทำให้อาหารเสื่อมเสีย

ชนิดของเชื้อจุลินทรีย์	a_w	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)
Bacillus cereus	0.92-0.99	10-50
Clostridium botulinum	0.90-0.98	30-40
E. coli	0.94-0.97	37-41
Most Molds	0.70-0.80	25-30
Salmonella	0.93-0.96	35-37
Most Yeast	0.87-0.94	25-35

ที่มา: พิชญา(2547)

ค่า a_w ของน้ำบริสุทธิ์เท่ากับ 1.00 และจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญในน้ำบริสุทธิ์นั้นได้ตามปกติจุลินทรีย์มีค่า a_w ที่สูงสุด(maximum) ที่เหมาะสม(optimum) และที่ต่ำที่สุด(minimum) สำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์นั้น อย่างไรก็ตามสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งต่อกระบวนการแปรรูปอาหารก็คือ การป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ทั้งนี้วิธีการหนึ่งที่สามารถทำได้ดีก็คือ การปรับค่า a_w ที่ต่ำที่สุดที่จุลินทรีย์ในแต่ละชนิดจะเจริญได้(วราวุฒิ, 2538)

	a_w		a_w
Normal bacteria	0.91	Normal yeasts	0.88
Normal molds	0.80	Halophilic bacteria	0.75
Osmophilic yeasts	0.60		

ในการยืดอายุการเก็บรักษาของอาหารจึงจำเป็นต้องลดค่า a_w ของอาหารนั้นให้ต่ำกว่าค่า a_w ที่ต่ำที่สุดของจุลินทรีย์ ตามปกติระดับ a_w ของอาหารที่มีความปลอดภัยในระหว่างการเก็บรักษาอยู่ในช่วง 0.70 หรือต่ำกว่า ถึงแม้ว่าอาหารจะถูกควบคุมด้วยการปรับให้ค่า a_w ต่ำ เพื่อป้องกันการเสื่อมเสียของอาหารเนื่องจากจุลินทรีย์ แต่อาหารอาจเสียเนื่องจากกิจกรรมของเอนไซม์ในอาหารนั้น ถึงแม้จะมีอัตราในการเปลี่ยนแปลงที่ต่ำก็ตาม(วราวุฒิ, 2538) โดยค่า a_w ของอาหารในตารางที่ 6 จะบอกถึงปริมาณที่การยืดอายุการเก็บรักษาของอาหารจึงจำเป็นต้องลดค่า a_w ของอาหารนั้นให้ต่ำกว่าค่า a_w ที่ต่ำที่สุดของจุลินทรีย์(สุวิมล, 2546)

ตารางที่ 6 แสดงค่า a_w ของอาหาร

ชนิดของอาหาร	ค่า a_w
แป้งสาลี	0.63-0.61
ปลาแห้ง	0.58-0.57
ขนมขบเคี้ยว	0.53
เส้นก๋วยเตี๋ยวแห้ง	0.50
บิสกิต	0.33
ช็อกโกแลต	0.32

ที่มา: สุวิมล(2546)

2. <u>การเสื่อมเสียทางกายภาพและเคมี</u>

การเสื่อมเสียทางกายภาพ และเคมีของผลิตภัณฑ์นั้นเกิดจากปฏิกิริยาต่าง ๆ ภายในอาหาร หรือจากปฏิกิริยาต่าง ๆ ขององค์ประกอบในอาหาร เช่น การเปลี่ยนแปลงของกรดไขมันอิ่มตัว สารอิมัลชัน การเปลี่ยนสีของอาหารที่มีสีตามธรรมชาติ การเปลี่ยนแปลงจากปฏิกิริยาของเอนไซม์ การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลจากสาร Reducing sugar และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากแสงหรือออกซิเจนการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เช่น ปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน เป็นสาเหตุของการเกิดกลิ่นเหม็นหืนซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค(พิชญา, 2547)

การเหม็นหืนที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ไขมันและน้ำมันในคุกกี้มีผลต่อการเกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ ทำให้คุกกี้เกิดการเสื่อมเสีย มีกลิ่นหืนเกิดขึ้น โดยทั่วไปจะเกิดปฏิกิริยาแบบออโทออกซิเดชัน(autoxidation) ซึ่งมักเกิดขึ้นเสมอ ๆ เมื่อมีตัวเร่งปฏิกิริยา เช่น ความร้อน แสงสว่าง เป็นต้น นอกจากนี้อาจทำให้สีของคุกกี้มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

การเกิดออกซิเดชันของไขมัน จะมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยานี้มีแนวโน้มที่มีผลไปเร่งปฏิกิริยาได้ ไฮโดรเปอร์ออกไซด์เป็นสารไม่ให้กลิ่นและรสที่ไม่พึงประสงค์ แต่กลิ่นที่ไม่ต้องการเกิดขึ้นเนื่องจากมันเกิดปฏิกิริยาต่อไปอีกได้ผลิตภัณฑ์ตัวที่สอง(secondary degradation product) ซึ่งมีบทบาทต่อกลิ่นรสที่เปลี่ยนไปในผลิตภัณฑ์อาหาร นอกเหนือจากสารเหล่านี้ยังพบว่าในขั้นแรกของการแตกสลายโมเลกุลจะเกิดสารประเภทอัลดีไฮด์ แอลกอฮอล์ และสารประกอบอื่น ๆ ซึ่งล้วนแล้วแต่ความไวต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันต่อไป(อดิศักดิ์, 2541)

ค่าการดูดซับน้ำ จะมีความสัมพันธ์กับปริมาณเส้นใยอาหาร ถ้าผลิตภัณฑ์คุกกี้มีเส้นใยอาหารสูง จะมีค่าการดูดซับน้ำดี เพลินใจ และคณะ(2538) ได้ทำการศึกษาการเติมเห็ดหูหนู เพื่อเป็นแหล่งเส้นใยอาหารในคุกกี้ จะมีค่าการดูดซับน้ำประมาณ 3-5 เท่าของคุกกี้ปกติ

บิสกิตที่มีความชื้นต่ำมากจึงแห้ง และเปราะ การสัมผัสความชื้นมีผลทำให้บิสกิตเปียกสูญเสียความกรอบเปราะมีค่า a_w เพิ่มขึ้นทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ดีขึ้น จากความกรอบและเปราะของบิสกิตนี้เองเป็นการง่ายที่จะเสียรูป หรือแตกป่นเพราะแรงกลจากภายนอก ดังนั้นเพื่อป้องกันบิสกิตดูดความชื้นจากอากาศ และป้องกันการแตกหักของผลิตภัณฑ์ อาจบรรจุชิ้นบิสกิต

ในถาดพลาสติกที่แบ่งเป็นช่องย่อย ๆ และปิดผนึกด้วยฟิล์มที่ป้องกันการซึมผ่านของความชื้นและไอน้ำได้ดี(Smith, 1972)

3. <u>การเสื่อมเสียทางประสาทสัมผัส</u>

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างชัดเจนว่าผลิตภัณฑ์นั้นเกิดการเสีย คือการเปลี่ยนแปลงด้านสี กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส โดยการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนี้จะบ่งชี้ว่าเกิดขึ้นจากเชื้อจุลินทรีย์ หรือเกิดจากปฏิกิริยาทางเคมี การทดสอบทางประสาทสัมผัสจะเป็นการบอกถึงการยอมรับของผู้บริโภคหรือการเรียกคืนผลิตภัณฑ์(พิชญา, 2547)

4. <u>บรรจุภัณฑ์ที่ใช้บรรจุบิสกิต</u>

โพลีโพรพิลีน (Polypropylene, PP) มักจะรู้จักกันในนามของถุงร้อน ด้วยคุณสมบัติเด่นของ PP ซึ่งมีความใสและป้องกันความชื้นได้ดี มากกว่าครึ่งหนึ่งของ PP ที่นิยมใช้กันจะเป็นรูปฟิล์ม การป้องกันอากาศซึมผ่านของ PP ยังไม่ดีเท่าพลาสติกบางชนิด เนื่องจากช่วงอุณหภูมิในการหลอมละลายมีช่วงอุณหภูมิสั้นทำให้ PP เชื่อมติดได้ยาก จุดเด่นของ PP คือมีจุดหลอมเหลวที่สูงสามารถใช้เป็นบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับบรรจุอาหารในขณะร้อน(ปุ่น และ สมพร, 2541)

การใช้งานของ PP ใช้บรรจุอาหารร้อน เช่น ถุงร้อน(ชนิดใส) บรรจุอาหารที่ต้องการผ่านความร้อนในการฆ่าเชื้อ ใช้บรรจุขนมปัง ห่อลูกกวาด ช็อกโกแลต ทำถุงบรรจุผักและผลไม้ ทำซองบรรจุอาหารแห้ง เช่น บะหมี่สำเร็จรูป และอาหารที่มีไขมันอายุการเก็บไม่สูง เช่น ถั่ว คุกกี้ เป็นต้น ใช้ทำฟิล์มหดรัด(shink film) สำหรับห่อผลิตภัณฑ์ทั่วไป ใช้ทำกล่องอาหาร ลัง ถาด และตะกร้า(มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช, 2538)

การควบคุมปริมาณความชื้นในอาหารโดยใช้บรรจุภัณฑ์ให้ได้ปริมาณความชื้นตามต้องการจะมีประสิทธิผลต่อเมื่อบรรจุภัณฑ์นั้นสามารถปิดผนึกได้สนิท ถ้าความชื้นเกินกว่าขอบเขตที่ตั้งไว้จะก่อให้เกิดปัญหาดังต่อไปนี้

1. ความชื้นที่น้อยเกินไป จะทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารแตกหักง่าย และยังช่วยเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันอีกด้วย

2. ความชื้นที่มากเกินไปให้ผลตรงข้าม คือ จะทำให้รสชาติและรูปลักษณะไม่น่ารับประทาน

อาหารที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ซึ่งปิดผนึกได้สนิท อาหารจะยังดูดซึมหรือคายน้ำ จนกระทั่งสภาวะสมดุลของปริมาณอากาศในช่วงว่างของบรรจุภัณฑ์เกิดขึ้น ค่าสมดุลของอาหารแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน ค่า a_w เป็นองค์ประกอบสำคัญยิ่งในการสรรหาวัสดุบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมเพื่อรักษาคุณภาพของอาหาร ประเภทของอาหารสามารถแบ่งได้ตามระดับ a_w ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่า a_w ของอาหารกลุ่มต่าง ๆ

ค่า a_w	อาหาร
0.98 ขึ้นไป	เนื้อสด ปลาสด ผักผลไม้สด นมและเครื่องดื่มส่วนใหญ่ ผักกระป๋องในน้ำเกลือ ผลไม้กระป๋องในน้ำเชื่อม
0.93-0.98	นมข้นจืด ขนมปัง เนย ไส้กรอกหมัก ผลไม้ในน้ำเชื่อมเข้มข้น
0.85-0.93	เนื้อแห้ง ไส้กรอกหมักแห้ง แฮม เนยเดดาร์ นมข้นหวาน
0.60-0.85	ผลไม้แห้ง แป้ง ธัญพืช แยมและเจลลี่ เนยบางชนิด
ต่ำกว่า 0.60	ช็อกโกแลต ลูกกวาด น้ำผึ้ง ขนมปังกรอบ นมผง ไข่ผง

ที่มา: ปุ่น และ สมพร(2541)

สุภาภรณ์ และ สุวิมล(2534) ได้กล่าวว่า การที่ประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์ลดลง ในสภาพเก็บต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นอุณหภูมิ ความชื้น หรือแสง อาจเกิดจากบรรจุภัณฑ์ไม่สามารถป้องกันการเพิ่มหรือสูญเสียความชื้น อากาศ และแสงได้ทั้งหมด

5. การเสื่อมคุณภาพและการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์บิสกิต

การเสียความชื้นและแรงกล บิสกิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นต่ำมากจึงแห้ง และเปราะ การสัมผัสความชื้นมีผลทำให้บิสกิตเปียก สูญเสียความกรอบและเปราะ มีค่า a_w เพิ่มขึ้นทำให้จุลินทรีย์เจริญได้ดีขึ้น จากความกรอบและเปราะของบิสกิตนี้เองเป็นการง่ายที่จะเสียรูปร่าง หรือ

แตกป่นเพราะแรงกลจากภายนอก ดังนั้นเพื่อป้องกันมิให้บิสกิตดูดความชื้นจากอากาศ และป้องกันการแตกหักของผลิตภัณฑ์ อาจบรรจุชิ้นบิสกิตในถาดพลาสติกที่แบ่งเป็นช่องย่อย ๆ และปิดผนึกฟิล์มที่ป้องกันการซึมผ่านของความชื้นและไอน้ำได้ดี(Smith, 1972)

การเสื่อมคุณภาพจากปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ บิสกิตผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นต่ำประมาณร้อยละ 3-7 และมีค่า a_w ต่ำกว่า 0.6 ดังนั้นการเสื่อมคุณภาพเนื่องจากจุลินทรีย์จึงไม่ใช่ปัญหาสำคัญ แต่บางกรณีอาจพบเชื้อราบ้าง ซึ่งสาเหตุจากอุปกรณ์ในการผลิตและบรรจุไม่สะอาด และสุขภาพอนามัยคนงานไม่ดี นอกจากนี้อาจปนเปื้อนจากส่วนผสมที่ใช้ทำบิสกิต แป้งและน้ำตาลมีส่วนน้อยมากในการนำเชื้อเข้าปนเปื้อนผลิตภัณฑ์ ยกเว้นมีแมลงมาเกี่ยวข้อง ส่วนผสมที่น่าจะก่อให้เกิดปัญหาการปนเปื้อนของเชื้อราและจุลินทรีย์ ได้แก่ ไข่ นม เนย ผลไม้และเนื้อสัตว์ (Banwart, 1981) ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ a_w มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีที่เกิดขึ้น ซึ่งค่า a_w ของอาหารมีความสัมพันธ์กับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศรอบ ๆ ถ้าความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าอาหาร อาหารจะดูดกลืนความชื้นจากอากาศไว้ทำให้เชื้อจุลินทรีย์ทำลายอาหารได้ง่ายขึ้น a_w ที่มีผลในการชะลอปฏิกิริยาของแบคทีเรีย ต่ำกว่า 0.7 และ เชื้อรา ต่ำกว่า 0.6 ดังนั้นจึงควรใช้ภาชนะบรรจุที่สามารถกันการซึมผ่านของความชื้น และไอน้ำได้ดี(Smith, 1972)

การเกิดกลิ่นหืนของไขมัน ผลิตภัณฑ์บิสกิตมักประสบปัญหาการเสื่อมคุณภาพอันเนื่องมาจากการเกิดกลิ่นหืน(rancidity) ของไขมัน โดยเฉพาะสูตรที่มีไขมันสูง การเกิดกลิ่นหืน มีสาเหตุจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ในระดับที่เกิดกลิ่นหืน ระดับที่ยอมรับได้จากการหาค่า TBA คือไม่เกิน 20 มิลิกรัมมัลโลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมสำหรับอาหารทั่วไป(ชมดาว, 2540) การเกิดขึ้นมากน้อยขึ้นอยู่กับภาวะของการเก็บรักษาอุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษารวมทั้งแสงอาจมีส่วนช่วยให้ปฏิกิริยาเกิดได้ง่ายขึ้นด้วย(Smith, 1972)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. วัตถุดิบ

1.1 แป้งสาลีเอนกประสงค์
1.2 เกลือป่น
1.3 ผงฟู กำลังสอง(Double acting)
1.4 น้ำตาลไอซิ่ง
1.5 น้ำตาลทราย
1.6 เนยขาว
1.7 มาการีน
1.8 น้ำมันพืช
1.9 นมข้นจืด
1.10 ไข่ไก่
1.11 ผงเมือกเมล็ดแมงลัก(ได้จากการเตรียม)
1.12 มอลโตเด็กซตริน(ชื่อการค้า Star-DRI 100 Maltodextrin)

2. บรรจุภัณฑ์

2.1 ถุงพลาสติกโพลีโพรพิลีน ความหนา 0.15 มิลลิเมตร

3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมผงเมือกเมล็ดแมงลัก

3.1 เครื่องบดอาหาร(blender) TOMEX รุ่น TN-888 กำลังไฟ 300 วัตต์
3.2 ผ้าขาวบาง
3.3 ตู้อบแห้ง(Tray dryer) รุ่น BWS

4. <u>อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตบิสกิต</u>

4.1 เครื่องใช้ประกอบทำขนมอบ เช่น มีด ตะแกรง ไม้พาย ถาดอบ ที่ร่อนแป้ง ฯลฯ
4.2 เครื่องชั่งไฟฟ้า ยี่ห้อ Ohaus รุ่น Explorer Pro
4.3 เครื่องผสม ยี่ห้อ Kenwood รุ่น Km 220
4.4 พิมพ์กดสี่เหลี่ยมขอบหยักขนาด 2 X 3.5 X 0.5 เซ็นติเมตร
4.5 เตาอบไฟฟ้า ยี่ห้อ Chinchang ประเทศไต้หวัน
4.6 เครื่องผนึกปากถุง

5. <u>อุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ</u>

5.1 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

5.1.1 เครื่องวัดค่า a_w ยี่ห้อ Rotbonic Hygrolab รุ่น Alimentatore AC 1207 PER AW
5.1.2 เครื่องวัดค่าเนื้อสัมผัส Texture Analyser รุ่น TAXT. plus
5.1.3 เครื่องวัดค่าสี Hunterlab รุ่น Colorflex

5.2 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

5.2.1 เครื่องวิเคราะห์กากใย ยี่ห้อ Velp
5.2.2 เตาเผา ยี่ห้อ Lenton Furnaces รุ่น EF 11/8
5.2.3 เครื่องวิเคราะห์โปรตีน Kjeldatherm
5.2.4 เครื่องวิเคราะห์ไขมัน รุ่น Model SER 148
5.2.5 เครื่องมือชุดวิเคราะห์การเกิดกลิ่นหืน

5.3 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

5.3.1 ตู้ฆ่าเชื้อภายใต้ความดันรุ่น Tuttnauer 3850 M ,บริษัทไซแอนติฟิค โปรโมรชั่นจำกัด

5.3.2 ตู้เพาะเชื้อ ยี่ห้อ Memmert รุ่น Beschickung-loading model 100-800

5.3.3 จานเพาะเชื้อ

5.3.4 ตะเกียงแอลกอฮอล์

5.3.5 อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar ยี่ห้อ Merck ประเทศเยอรมัน

5.3.6 อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar ยี่ห้อ Merck ประเทศเยอรมัน

6. <u>อุปกรณ์สำหรับประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส</u>

6.1 อุปกรณ์ในการใช้ทดสอบ เช่น แก้วน้ำ ถาดใส่อาหาร ดินสอ

6.2 แบบประเมินและแบบทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสรวม 4 ชุด(แสดงในภาคผนวก ข)

7. <u>อุปกรณ์ที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูล</u>

7.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

7.2 โปรแกรมวิเคราะห์สถิติสำเร็จรูป

<u>วิธีการ</u>

1. <u>ศึกษาการผลิตผงเมือกเมล็ดแมงลัก</u>

1.1 การผลิตผงเมือกเมล็ดแมงลัก

โดยใช้วิธีการแยกเมือกเมล็ดแมงลักของ ศศิธร และปราณี(2545) ดังนี้

1.1.1 กำจัดสิ่งปนเปื้อน นำเมล็ดแมงลักแห้งมาแร่งฝุ่นผงออก

1.1.2 การปั่นแยกและแยกเมือกเมล็ดแมงลัก โดยนำเมล็ดแมงลักแช่น้ำให้พองตัวในน้ำอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 1 ชั่วโมง เทน้ำที่เกินทิ้ง นำเมล็ดแมงลักที่ได้ไปปั่นด้วยเครื่องปั่นอาหาร(blender) ด้วยความเร็วปานกลางนาน 10 นาที นำมาแยกเมือกเมล็ดแมงลักด้วย

ผ้าขาวบาง(ซึ่งดัดแปลงมาจากวิธีการของ ศศิธร และปราณี ที่ใช้การบีบแยกด้วยเครื่อง pneumatic press)

1.1.3 การอบแห้งเมือกเมล็ดแมงลัก นำเมือกเมล็ดแมงลักที่ได้ เทใส่ถาดซึ่งรองด้วยแผ่นพลาสติกที่เตรียมไว้ โดยให้มีความหนาประมาณ 1 นิ้ว อบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 12 ชั่วโมง

1.1.4 การบดเมือกเมล็ดแมงลัก นำเมือกเมล็ดแมงลักที่แห้งแล้ว มาบดย่อยด้วยเครื่องบดอาหาร โดยใช้ความเร็วสูง นาน 2 นาที ได้ผงเมือกเมล็ดแมงลัก

โดยทำการทดลองรวม 3 ครั้ง ตามขั้นตอนการผลิตผงเมือกเมล็ดแมงลัก ดังต่อไปนี้

แร่งฝุ่นผงออกจากเมล็ดแห้ง แช่น้ำอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง

↓

ปั่นเมล็ดแมงลักด้วยเครื่องปั่นอาหาร ความเร็วปานกลาง นาน 10 นาที

↓

แยกเมือกออกโดยบีบผ่านผ้าขาวบาง

↓

อบแห้งเมือกเมล็ดแมงลักด้วยตู้อบลมร้อนที่ 60 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง

↓

บดเมือกเมล็ดแมงลักจนเป็นผงด้วย เครื่องปั่นใช้ความเร็วสูง นาน 2 นาที

↓

ผงเมือกเมล็ดแมงลัก

<u>ภาพที่ 2</u> ขั้นตอนการผลิตผงเมือกเมล็ดแมงลัก

1.2 ศึกษาคุณสมบัติการดูดซับน้ำ(water absorption)

ใช้วิธีการเดียวกับการหาการดูดซับน้ำของวุ้น ซึ่งดัดแปลงจากวิธีของ U.S. Pharmacopeia XV III โดยนำผงเมือกเมล็ดแมงลักมา 1 กรัม ค่อย ๆ เติมตัวอย่างลงในน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร คนตลอดเวลาด้วยแท่งแก้ว ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำมากรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 ที่ทำให้เปียกชื้นแล้ว ลงในกระบอกตวงขนาด 25

มิลลิลิตร วัดปริมาตรของน้ำที่ไม่ถูกดูดซับ แล้วหาค่าการดูดซับน้ำได้ของตัวอย่างเป็นปริมาณที่ดูดซับได้ของตัวอย่าง 1 กรัม(U.S. Pharmacopeia XV III, 1970) โดยทำ 3 ซ้ำ เพื่อหาค่าเฉลี่ย

$$\text{ค่าการดูดซับน้ำ} = \frac{25 - \text{ปริมาตรของน้ำที่ไม่ถูกดูดซับ(มิลลิลิตร)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง(กรัม)}}$$

1.3 ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการและปริมาณใยอาหารของผงเมือกเมล็ดแมงลัก ตามวิธีการของ AOAC(2000)

1.4 วัดค่าสี และค่า a_w ของผงเมือกเมล็ดแมงลัก

2. <u>ศึกษาการผลิตบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก</u>

2.1 การคัดเลือกบิสกิตสูตรพื้นฐาน

เพื่อคัดเลือกบิสกิตสูตรพื้นฐานที่เหมาะสม จึงนำสูตรบิสกิตที่มีส่วนผสม และกรรมวิธีการทำแตกต่างกันมาทดลองทำ โดยคัดเลือกจากสูตรที่มีลักษณะส่วนผสมที่เข้ากันได้ดี สามารถรีดเป็นแผ่น ใช้พิมพ์กด และตัดออกได้ง่าย เมื่อนำไปอบยังคงรูปร่างของบิสกิต มีเนื้อสัมผัสกรอบแข็งเล็กน้อยได้จำนวน 5 สูตร(ภาคผนวก ก) แล้วประเมินคุณภาพด้วยวิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบรวม จากผู้ชิมที่มีประสบการณ์ และเข้าใจในวัตถุประสงค์ของการศึกษา จำนวน 15 คน วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบลอคสมบูรณ์(Randomized Complete Block Design, RCBD) และทดสอบชิมด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9 ระดับ(9-point Hedonic Scaling) (1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด) (เพ็ญขวัญ, 2536) นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนน โดยวิธี ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง โดยวิธี DMRT(สุรพล, 2536) เพื่อคัดเลือกให้ได้สูตรบิสกิตพื้นฐานเพียงหนึ่งสูตรที่เหมาะสมสำหรับการทดลองในขั้นตอนต่อไป

2.2 การพัฒนาสูตรบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก

2.2.1 เพื่อให้ได้ปริมาณผงเมือกเมล็ดแมงลักที่เหมาะสมในการใช้แทนแป้งสาลีในบิสกิต จากการศึกษาของเพลินใจ และ คณะ(2538) พบว่า การแทนเส้นใยอาหารในผลิตภัณฑ์ควรใช้ในปริมาณที่ยอมรับได้ คือ ร้อยละ 7.76-20.82 ของน้ำหนักแป้ง ดังนั้นจึงได้ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลัก ซึ่งเป็นใยอาหารทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในผลิตภัณฑ์ที่ได้ในข้อ 2.1 โดยใช้ปริมาณ ร้อยละ 10, 20 และ 30 ของน้ำหนักแป้งสาลี แล้วประเมินคุณภาพบิสกิตด้วยวิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบรวมจากผู้ชิมที่มีประสบการณ์ และเข้าใจวัตถุประสงค์ของการศึกษา จำนวน 15 คน วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบลอคสมบูรณ์(Randomized Complete Block Design, RCBD) และทดสอบชิมด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9 ระดับ(9-point Hedonic Scaling) (1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุดและ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด) (เพ็ญขวัญ, 2536) นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนน โดยวิธี ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง โดยวิธี DMRT(สุรพล, 2536) และนำไปตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ โดยวัดค่าสี และเนื้อสัมผัส

2.2.2 เพื่อศึกษาปริมาณมอลโตเด็กซตรินที่เหมาะสมในการใช้แทนไขมันในบิสกิต จากมอลโตเด็กซตรินมีความสามารถในการแทนไขมันในสูตรได้ ร้อยละ 30 ของผลิตภัณฑ์คุกกี้และบิสกิต(มลศิริ, 2545) ดังนั้นจึงใช้มอลโตเด็กซตรินที่เตรียมตามวิธีการในภาคผนวก ก. ทดแทนไขมันในสูตรบิสกิตที่ได้จากข้อ 2.2.1 โดยใช้ปริมาณ ร้อยละ 10, 20, 30 และ 40 ของน้ำหนักไขมัน แล้วประเมินคุณภาพบิสกิตด้วยวิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบรวม จากผู้ชิมที่มีประสบการณ์ และเข้าใจในวัตถุประสงค์ของการศึกษา จำนวน 15 คน วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบลอคสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) และทดสอบชิมด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9 ระดับ (9-point Hedonic Scaling) (1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุดและ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด) (เพ็ญขวัญ, 2536) นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนน โดยวิธี ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง โดยวิธี DMRT(สุรพล, 2536) และนำไปตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ โดยวัดค่าสี และเนื้อสัมผัส

3. <u>ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการและต้นทุนการผลิตของบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก</u>

นำผลิตภัณฑ์บิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักที่ได้จากข้อ 2.2.2 มาทำการวิเคราะห์ คุณค่าทางโภชนาการ โดยวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า ใยอาหาร และคาร์โบไฮเดรตตามวิธีการของ AOAC(2000) ส่วนพลังงาน คำนวณจากโปรตีน 1 กรัมให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี ไขมัน 1 กรัมให้พลังงาน 9 กิโลแคลอรี และคาร์โบไฮเดรต 1 กรัมให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี โดยคำนวณปริมาณ 1 ที่ น้ำหนัก 30 กรัม และกำหนดปริมาณสารอาหารที่กำหนดตามฉลากโภชนาการ และทำการคำนวณหาต้นทุนของวัตถุดิบทั้งหมด ของบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก

4. <u>การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค</u>

นำผลิตภัณฑ์บิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก ที่ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุดในข้อ 2.2.2 ไปทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ตามแบบทดสอบที่เสนอให้พร้อมแบบสอบถาม(ภาคผนวก ง) กับกลุ่มเป้าหมายซึ่งเป็นบุคคลทั่วไปที่มีความสนใจในผลิตภัณฑ์ ทั้งเพศชายและหญิง จำนวน 150 คน จากกลุ่มคนที่มาใช้สถานที่ออกกำลังกาย ณ สวนลุมพินี, สนามกีฬาหัวหมาก และสวนน้ำบึงกุ่ม

5. <u>ศึกษาคุณสมบัติการดูดซับน้ำของบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก</u>

ใช้วิธีการเดียวกับข้อ 1.2 โดยทำ 3 ซ้ำ เพื่อหาค่าเฉลี่ย

6. <u>ศึกษาอายุการเก็บรักษาของบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก</u>

ศึกษาอายุการเก็บรักษาของบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด โดยบรรจุในถุงพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีน ความหนา 0.15 มิลลิเมตร ปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกไฟฟ้า เก็บที่อุณหภูมิห้อง(25-30 องศาเซลเซียส) จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่เก็บในสภาวะดังกล่าวมาสุ่มตรวจ โดยทำการสุ่มตัวอย่าง 47 ชิ้น มาทำการตรวจทุก 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 2 เดือน โดยตรวจคุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางเคมี คุณภาพทางจุลินทรีย์ และคุณภาพทางประสาทสัมผัส ดังนี้

6.1 คุณภาพทางกายภาพ ตรวจสอบโดยวัดค่าเนื้อสัมผัส(ค่าความแข็ง) วัดค่า a_w และค่าสี นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการทดลอง โดยวิธี ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่าง โดยวิธี DMRT(สุรพล, 2536)

6.2 คุณภาพทางเคมี โดยการ วิเคราะห์ค่า TBA(Thiobarbituric Acid Number) นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการทดลอง โดยวิธี ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่าง โดยวิธี DMRT(สุรพล, 2536)

6.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด(Total plate count) ยีสต์และรา (Yeast and Mold) ตามวิธี AOAC (2000)

6.4 คุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีการทดสอบเชิงพรรณาจากผู้ชิม จำนวน 15 คน ด้วยการให้คะแนนความเข้ม (intensity) (Meilgaard *et al*.,1991) โดยใช้สเกลแบบเส้นตรงยาว 15 เซนติเมตร (1-5 เท่ากับเข้มน้อย, 6-10 เท่ากับเข้มปานกลาง และ 11-15 เท่ากับเข้มมาก) (ภาคผนวก ง) กำหนดปัจจัยคุณภาพที่สำคัญ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ กลิ่นหืน รสชาติ และความกรอบ ส่วนการยอมรับใช้แบบทดสอบการยอมรับ โดยการให้คะแนนความชอบตั้งแต่ยอมรับมากที่สุด แล้ววิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนโดยวิธี ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง โดยวิธี DMRT(สุรพล, 2536) เป็นเวลา 2 เดือน โดยทดสอบทุก 2 สัปดาห์

7. <u>การวิเคราะห์ผล</u>

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์

8. <u>สถานที่ทำการวิจัยและระยะเวลาทำการวิจัย</u>

ห้องปฏิบัติการภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยระยะเวลาในการดำเนินการวิจัยเดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึง เดือน มกราคม พ.ศ. 2549

ผลและวิจารณ์

1. ผลการผลิตผงเมือกเมล็ดแมงลัก

1.1 ผลการผลิตผงเมือกเมล็ดแมงลัก

การผลิตผงเมือกเมล็ดแมงลักโดยวิธีการของ ศศิธร และ ปราณี(2545) ทดลองทำ 3 ซ้ำ ผลการผลิตผงเมือกเมล็ดแมงลักดังตารางที่ 8 พบว่าเมื่อผ่านกระบวนการทั้งหมดสามารถผลิตผงเมือกเมล็ดแมงลักได้ค่าเฉลี่ย ร้อยละ 29.6 โดยน้ำหนักแห้งของเมล็ดแมงลัก ผงเมือกเมล็ดแมงลักที่เตรียมได้ มีลักษณะเป็นผงแห้งละเอียดสีเทาอ่อน มีกลิ่นเมล็ดแมงลักอ่อน ๆ ไม่มีรสชาติ

ตารางที่ 8 ผลการทดลองผลิตผงเมือกเมล็ดแมงลัก

เมล็ดแมงลักแห้ง*	เมล็ดแมงลักที่พองเต็มที่*	เมือกเมล็ดแมงลัก* (ก่อนอบ)	เมือกเมล็ดแมงลัก* (หลังอบ)	ผงเมือกเมล็ดแมงลัก** (ร้อยละ)
10.00	395	298	2.94	29.4
10.00	382	295	2.96	29.6
10.00	376	291	2.98	29.8
ค่าเฉลี่ย				29.6 ± 0.2

หมายเหตุ * น้ำหนักทั้งหมดมีหน่วยเป็นกรัม

**โดยน้ำหนักแห้งของเมล็ดแมงลัก

1.2 ผลการศึกษาคุณสมบัติการดูดซับน้ำของผงเมือกเมล็ดแมงลัก

จากการทดลองหาค่าการดูดซับน้ำของผงเมือกเมล็ดแมงลักที่ได้ ที่ 25 องศาเซลเซียส พบว่า มีค่าการดูดซับน้ำ 80.10 มิลลิลิตร ต่อ ผงเมือกเมล็ดแมงลัก 1 กรัม สารเมือกมีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำ เมื่อนำมาแช่น้ำ สามารถพองตัวได้อย่างรวดเร็ว เมื่อคิดเป็นผงเมือกเมล็ดแมงลัก 1 กรัม สามารถดูดซับน้ำได้ 80 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของ อำนาจ(2535) ที่พบว่า

การดูดซับน้ำของเมล็ดแมงลัก 1 กรัม สามารถดูดซับน้ำได้ 45 เท่า ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ผงเมือก-เมล็ดแมงลักสามารถดูดซับน้ำได้มากกว่า เมล็ดแมงลัก 35 เท่า และสารเมือกเมล็ดแมงลักมีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำได้มากกว่าเมล็ดแมงลักในปริมาณน้ำหนักที่เท่ากัน

การที่ผงเมือกเมล็ดแมงลักมีความสามารถในการดูดซับน้ำได้มาก เนื่องจากผงเมือก-เมล็ดแมงลัก มีโมเลกุลของเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสยึดกันด้วยพันธะไฮโดรเจนทั้งภายนอกและภายในโมเลกุลของผงเมือกเมล็ดแมงลัก(ประภาศรี, 2534) และด้วยคุณสมบัตินี้ทำให้ผงเมือก-เมล็ดแมงลักเหมาะสมสำหรับนำไปทำผลิตภัณฑ์ประเภทคุกกี้ และขนมปังกรอบ เพราะจะช่วยเพิ่มความกรอบ และเนื้อสัมผัสที่ดีแก่อาหาร แต่ก็อาจมีผลต่อรสชาติอาหารบ้าง(เนตรนภิส, 2535) สำหรับข้อแนะนำในการรับประทานผงเมือกเมล็ดแมงลัก ควรจะดื่มน้ำตามด้วยมาก ๆ เนื่องจากผงเมือกเมล็ดแมงลักมีปริมาณใยอาหารสูง และมีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำได้มาก ถ้าดื่มน้ำไม่เพียงพอผงเมือกเมล็ดแมงลักจะดูดซับน้ำในกระเพาะและลำไส้แทนได้ ทำให้ร่างกายอาจจะขาดน้ำแร่ธาตุ รวมทั้งขาดสารอาหารที่จำเป็นในร่างกายมากเกินไป และทำให้เกิดอาการท้องผูกได้(นุชศิริ, 2535) ดังนั้นปริมาณที่เหมาะสมจึงควรรับประทานผงเมือกเมล็ดแมงลัก 1 กรัม ต่อน้ำ 80 มิลลิลิตร

1.3 ปริมาณใยอาหาร และคุณค่าทางโภชนาการของผงเมือกเมล็ดแมงลัก

ผลการวิเคราะห์ปริมาณใยอาหารของผงเมือกเมล็ดแมงลัก น้ำหนัก 100 กรัม พบว่ามีปริมาณใยอาหารเท่ากับ 79.86 กรัม สำหรับคุณค่าทางโภชนาการได้รับจากผงเมือกเมล็ดแมงลักน้ำหนัก 100 กรัม มีคาร์โบไฮเดรต 48.46 กรัม โปรตีน 3.05 กรัม ไขมัน 1.26 กรัม เถ้า 5.85 กรัม ความชื้น 5.96 กรัม กากใย 35.42 กรัม และให้พลังงาน 217.38 กิโลแคลอรี

เมื่อพิจารณาปริมาณใยอาหารของผงเมือกเมล็ดแมงลัก พบว่า มีใยอาหารเท่ากับ 79.86 กรัม(ต่อ 100 กรัม) ซึ่งเมื่อเทียบกับกลุ่มอาหารที่มีปริมาณใยอาหารสูงที่มีค่าอยู่ระหว่าง 19-28 กรัมต่ออาหาร 100 กรัม(ประภาศรี และคณะ, 2533) แสดงว่า ผงเมือกเมล็ดแมงลักมีปริมาณเส้นใยอาหารสูงมาก จึงเหมาะสมกับการนำมาใช้เป็นแหล่งใยอาหารในผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ แต่อย่างไรก็ตามผงเมือกเมล็ดแมงลักมีน้ำหนักเบากว่าอาหารอื่น ดังนั้น เมื่อเทียบปริมาณใยอาหารต่อน้ำหนัก 100 กรัม จึงมีปริมาณใยอาหารมากกว่าอาหารอื่นด้วย

1.4 ผลการวัดค่าสี และค่า a_w ของผงเมือกเมล็ดแมงลัก

ผงเมือกเมล็ดแมงลักที่ผลิตได้จะมีสีเทาอ่อน และผลการวัดค่าสีของผงเมือกเมล็ดแมงลัก พบว่า ผงเมือกเมล็ดแมงลัก มีค่าความสว่าง(L*) เท่ากับ 60.92 คือมีความสว่างปานกลาง (โดยค่า L* คือ ค่าความสว่างจากสีขาวที่มีค่าเท่ากับ 100 ไปเป็นสีดำที่มีค่าเท่ากับ 0) ค่าสีแดง (a*) เท่ากับ 3.97 คือ มีสีแดงเล็กน้อย เนื่องจากมีค่าเป็นบวก(โดยค่า a* คือ ค่าเป็นบวกแสดงค่าของสีแดง และค่าสีเป็นลบแสดงค่าสีเขียว) ค่าสีเหลือง(b*) เท่ากับ 13.97 คือมีสีเหลืองน้อย เนื่องจากมีค่าเป็นบวก(โดยค่า b* คือค่าเป็นบวกแสดงค่าของสีเหลือง และค่าเป็นลบแสดงค่าของสีน้ำเงิน)

ส่วนการหาค่า a_w ของผงเมือกเมล็ดแมงลัก พบว่ามีค่า a_w เท่ากับ 0.45 แสดงว่ามีค่า a_w ต่ำจนจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ เพราะค่า a_w ที่จุลินทรีย์จะสามารถเจริญเติบโตได้ จะต้องมีค่า a_w ไม่น้อยกว่า 0.6(สุวิมล, 2546)

2. <u>ผลการผลิตบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก</u>

2.1 ผลการคัดเลือกบิสกิตสูตรพื้นฐาน

จากการศึกษาสูตรในการทำบิสกิตที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ลักษณะส่วนผสมที่เข้ากันสามารถคลึงเป็นแผ่น โดยกดพิมพ์กดสีเหลี่ยมผืนผ้าขอบหยัก ขนาด 2 X 3.5 X 0.5 เซนติเมตร ซึ่งสามารถกดพิมพ์ได้ง่าย เมื่อนำไปอบยังคงสภาพเป็นบิสกิต และมีเนื้อสัมผัสกรอบแข็งเล็กน้อย โดยคัดเลือกจากสูตรที่มีกรรมวิธีการผลิตแตกต่างกัน(ดังตารางผนวกที่ ก2) จำนวน 5 สูตร ได้แก่ จริยา เดชกุญชร(สูตรที่ 1) G.R. Gillespie(สูตรที่ 2) นวรัตน์ เอี่ยมพิทักษ์กิจ(สูตรที่ 3) สุทธิมา จันทนวรางกูร(สูตรที่ 4) และ สำนักพิมพ์แสงแดด(สูตรที่ 5) (ดังภาคผนวก ก และ ภาพผนวกที่ จ1) ได้บิสกิตที่มีลักษณะตามตารางที่ 9 แต่ละสูตรมีสัดส่วนของส่วนผสมที่คิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักแป้ง ดังตารางผนวกที่ ก1 และค่าเฉลี่ยของปัจจัยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของบิสกิตสูตรพื้นฐาน 5 สูตร ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 9 ลักษณะทางกายภาพของบิสกิต 5 สูตร

สูตรบิสกิต	ลักษณะทางกายภาพ					
	ลักษณะปรากฏ	ขนาดหลังอบ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความกรอบ
สูตรที่ 1	ผิวขรุขระปานกลาง	ขนาดเล็กลง	เหลืองอ่อน	หอมมาการีน	รสเค็มเล็กน้อย	กรอบร่วนแข็งเล็กน้อย
สูตรที่ 2	ผิวขรุขระน้อย	ขนาดเล็กลง	เหลืองทอง	หอมมาการีนปานกลาง	รสหวานมากที่สุด	กรอบแข็งเล็กน้อย
สูตรที่ 3	เนื้อเรียบเนียนละเอียดสม่ำเสมอ	เท่าขนาดของพิมพ์	เหลืองเข้ม	หอมมาการีนมาก	รสหวานและเค็มเล็กน้อย	กรอบร่วน
สูตรที่ 4	ผิวขรุขระเล็กน้อย	ขนาดเล็กลง	เหลืองอ่อน	หอมมาการีนนม และไข่เล็กน้อย	รสหวานเล็กน้อยและเค็มเล็กน้อย	กรอบแข็ง
สูตรที่ 5	ผิวขรุขระมากมีรอยแตกหน้าขนม	ขนาดเล็กลงมาก	ขาวครีม	หอมนม	รสเค็มมาก	กรอบแข็งมาก

ที่มา: สูตรที่ 1 จริยา(2541)
สูตรที่ 2 Gillespie(1995)
สูตรที่ 3 นวรัตน์(ม.ป.ป.)
สูตรที่ 4 สุทธิมา(2525)
สูตรที่ 5 สำนักพิมพ์แสงแดด(ม.ป.ป.)

ก. สูตรที่ 1 มีวิธีการทำโดยร่อนแป้งกับเกลือ นำมาการีน เนยขาวผสมให้เข้ากันกับแป้ง แล้วเติมน้ำเย็น ใช้วิธีผสมทั้งหมดพร้อมกัน(one stage method) คือเป็นการใส่ส่วนผสมทั้งหมดเข้ากัน และใช้ลูกกลิ้งม้วนและตัด(rotary moulded and cut cookies) (สุภัทร์, 2540) โดยเมื่อผสมแป้งออกมาจะมีลักษณะแข็ง สามารถคลึงแป้งให้มีความหนาตามที่ต้องการได้ แต่จะตัดยาก เมื่อนำไปอบหลังการอบบิสกิต พบว่า มีผิวขรุขระปานกลาง ขนาดจะเปลี่ยนไปโดยมีขนาดเล็กลงจากพิมพ์ เนื่องจากในสูตรไม่มีส่วนผสมของผงฟู ทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อแน่น และแข็งเล็กน้อย ไม่มีการพองตัวของผลิตภัณฑ์ สีของบิสกิตเป็นสีเหลืองอ่อน(ตารางที่ 9) เนื่องจากในสูตรไม่มีส่วนผสมของน้ำตาล จึงทำให้ในการอบไม่เกิดสีน้ำตาลขึ้นที่ผิวของผลิตภัณฑ์(จิตธนา และ อรอนงค์, 2541) มีรสชาติเค็มเล็กน้อยจากเกลือ ไม่มีความหวาน มีความกรอบร่วนจากส่วนผสมที่มีปริมาณไขมันร้อยละ 27.54(ตารางผนวก ก1) จึงทำให้บิสกิตมีความกรอบแข็งเล็กน้อย และมีกลิ่นของมาการีน

ข. สูตรที่ 2 มีวิธีการทำโดยร่อนแป้ง ผงฟู น้ำตาลทรายเข้าด้วยกัน นำมาการีนผสมกับส่วนผสมแป้ง ผสมน้ำเย็น ใช้วิธีผสมทั้งหมดพร้อมกัน และใช้ลูกกลิ้งม้วนและตัด (สุภัทร์, 2540) โดยเมื่อผสมแป้งออกมาจะมีลักษณะแข็งเล็กน้อย สามารถคลึงแป้งให้มีความหนาตามที่ต้องการได้ ตัดออกได้ง่าย เมื่อนำไปอบ พบว่า บิสกิตมีผิวขรุขระน้อย ขนาดจะเปลี่ยนไปโดยมีขนาดเล็กลงจากพิมพ์ เนื่องจาก วิธีการผสมคือ การผสมให้เข้ากัน แต่ไม่มีการพักให้แป้งขึ้นฟู ทำให้เมื่อนำมาอบบิสกิตจึงมีขนาดเล็กลง สีของบิสกิตมีสีเหลืองทอง(ตารางที่ 9) เนื่องจากในสูตรมีส่วนผสมของน้ำตาลอยู่ด้วย เมื่อน้ำตาลได้รับความร้อนเป็นสารเร่งปฏิกิริยาจนเกิดเป็นสีน้ำตาลขึ้นในผลิตภัณฑ์(จิตธนา และ อรอนงค์, 2541) และมีผลทำให้ บิสกิตมีสีเข้มขึ้น มีรสชาติหวาน มีความกรอบ เนื่องจากในส่วนผสมมีปริมาณไขมัน ร้อยละ 20.50 (ตารางผนวกที่ ก1) จึงทำให้บิสกิตมีความกรอบแข็งเล็กน้อย และมีกลิ่นหอมของมาการีน

ค. สูตรที่ 3 มีวิธีการทำโดยการร่อนแป้ง เกลือ และผงฟูเข้าด้วยกัน แล้วเติมน้ำตาลไอซิ่ง ไข่ไก่ มาการีน เนยขาว และน้ำมันพืช ผสมทั้งหมดเข้าด้วยกัน แล้วพักก้อนแป้งไว้ 20 นาที ใช้วิธีผสมทั้งหมดพร้อมกัน และใช้ลูกกลิ้งม้วน และตัด(rotary moulded and cut cookies) (สุภัทร์, 2540) เพื่อให้ผงฟูทำปฏิกิริยาในการขึ้นฟูของผลิตภัณฑ์ ทำให้ได้ก้อนแป้งที่มีความแข็งเล็กน้อย และเนื้อเนียนละเอียด สามารถคลึงแป้งให้มีความหนาตามที่ต้องการได้ ตัดออกได้ง่าย เมื่อนำไปอบหลังอบบิสกิต พบว่า มีผิวเรียบเนียนละเอียดสม่ำเสมอ มีขนาดเท่าขนาดพิมพ์ สีของบิสกิตเป็นสีเหลืองเข้ม(ตารางที่ 9) เนื่องจากในสูตรมีส่วนผสมของน้ำตาลและไข่ โดยไข่มีคุณ-

สมบัติในการช่วยให้บิสกิตมีสีเหลืองเข้มสวย และยังช่วยให้ส่วนผสมทั้งหมดเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน ช่วยให้ขึ้นฟู จึงทำให้บิสกิตเรียบเนียน(จิตธนา และ อรอนงค์, 2541) มีรสชาติหวานเค็มเล็กน้อย จากน้ำตาลและเกลือ มีความกรอบ เนื่องจากในส่วนผสมมีปริมาณไขมันและน้ำมัน ร้อยละ 27.95 (ตารางผนวก ก1) จึงทำให้บิสกิตมีความกรอบร่วน และมีกลิ่นหอมของมาการีนมากกว่าสูตรอื่น

ง. สูตรที่ 4 มีวิธีการทำโดยการตีไข่ กับน้ำตาลให้เข้ากันเป็นครีมก่อน แล้วนำมาเทลงในส่วนผสมของแป้ง เกลือ ผงฟูที่ผสมกับมาการีนให้เป็นเม็ดร่วน ๆ ที่พักไว้แล้วเติมนมข้นจืดทีละน้อย นวดเบา ๆ ให้เข้ากัน ใช้วิธีผสมทำให้เกิดครีม(creaming method) และใช้ลูกกลิ้งม้วนและตัด(สุภัทร์, 2540) เมื่อผสมแป้งออกมาจะมีลักษณะแข็งเล็กน้อย มีเนื้อละเอียด คลึงแป้งได้ง่าย และตัดได้ง่าย เมื่อนำไปอบหลังอบบิสกิต พบว่า มีผิวขรุขระเล็กน้อย ขนาดจะเปลี่ยนไปโดยมีขนาดเล็กลงจากพิมพ์เล็กน้อย สีของบิสกิตเป็นสีเหลืองอ่อน(ตารางที่ 9) เนื่องจากในสูตรมีส่วนผสมของน้ำตาล และไข่อยู่ในส่วนผสม โดยไข่มีคุณสมบัติในการช่วยให้ขึ้นฟู และให้สีเหลืองแก่บิสกิต ส่วนน้ำตาลมีคุณสมบัติช่วยเพิ่มสีให้แก่บิสกิตเมื่อถูกความร้อน จึงทำให้บิสกิตมีสีเหลือง (จิตธนา และ อรอนงค์, 2541) มีรสชาติหวานและเค็มเล็กน้อยจากเกลือและน้ำตาล มีความกรอบ เนื่องจากส่วนผสมมีปริมาณไขมัน ร้อยละ 14.25(ตารางผนวกที่ ก1) จึงทำให้บิสกิตมีความกรอบแข็ง และมีกลิ่นหอมของมาการีน นม และไข่เล็กน้อย

จ. สูตรที่ 5 มีการทำโดยร่อนแป้ง ผงฟูเล็กน้อย และเกลือเข้าด้วยกันแล้วนำไปผสมกับเนยขาว โดยตัดเนยขาวเป็นเม็ดเล็ก ๆ เท่าหัวไม้ขีดไฟอยู่ในแป้ง แบ่งส่วนที่ผสมแล้วมา 1 ถ้วย แล้วนวดพอเข้ากัน ใส่นมข้นจืดคนพอทั่ว ใส่แป้งที่เหลือแล้วนวดให้เข้ากัน ใช้วิธีผสมทั้งหมดพร้อมกัน และใช้ลูกกลิ้งม้วนและตัด(สุภัทร์, 2540) โดยเมื่อผสมแป้งออกมาจะมีลักษณะแข็งเหนียวมาก สามารถคลึงแป้งให้มีความหนาตามที่ต้องการได้ แต่จะคลึงได้ยาก และตัดได้ยาก เมื่อนำไปอบหลังอบบิสกิต พบว่า มีผิวขรุขระมากมีรอยแตกหน้าขนม เนื่องจาก ในสูตรมีส่วนผสมของผงฟูแต่เพียงเล็กน้อยจึงไม่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์เกิดการขึ้นฟูเท่าที่ควร ขนาดจะเปลี่ยนไปโดยมีขนาดเล็กลงจากพิมพ์ สีของบิสกิตเป็นสีขาวครีม(ตารางที่ 9) เนื่องจากในสูตรไม่มีน้ำตาลและไข่ จึงทำให้ขนมมีสีออกขาวครีมไม่เกิดสีเหลืองขึ้น มีรสชาติมีรสเค็มมากกว่าสูตรอื่น มีความกรอบ เนื่องจากส่วนผสมมีปริมาณไขมัน ร้อยละ 22.22(ตารางผนวกที่ ก1) และไม่มีส่วนผสมของไข่ น้ำ และมีเพียงส่วนผสมของนมข้นจืดเพียงเล็กน้อย จึงทำให้บิสกิตมีความกรอบแข็งมากกว่าทุกสูตร และมีกลิ่นหอมของนมเล็กน้อย

ตารางที่ 10 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของบิสกิตสูตรพื้นฐาน 5 สูตร

สูตรบิสกิต	คะแนนเฉลี่ย					
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความกรอบ	ความชอบรวม
สูตรที่ 1	5.93^{b}	5.87^{b}	5.93^{bc}	5.87^{b}	6.67^{ab}	6.20^{c}
สูตรที่ 2	6.20^{b}	6.20^{b}	6.60^{ab}	7.13^{a}	6.47^{ab}	6.87^{b}
สูตรที่ 3	7.67^{a}	7.67^{a}	7.27^{a}	7.20^{a}	7.47^{a}	7.81^{a}
สูตรที่ 4	6.67^{b}	6.67^{b}	5.93^{bc}	5.13^{b}	6.00^{b}	5.93^{cd}
สูตรที่ 5	4.87^{c}	4.73^{c}	5.47^{c}	5.13^{b}	4.27^{c}	5.53^{d}

หมายเหตุ (a-d) ค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละชุดในแนวตั้งเดียวกันที่มีตัวอักษรที่ต่างกัน
หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95
คะแนนความชอบ 1-9

2.1.1 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของบิสกิตสูตรพื้นฐาน 5 สูตร

เมื่อได้ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของบิสกิตสูตรพื้นฐาน 5 สูตรแล้ว ปรากฏผลตามตารางที่ 10 ดังนี้

ก. ลักษณะปรากฏ พบว่า บิสกิตสูตรที่ 3 มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏมากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 7.67 อยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลางถึงชอบมาก เนื่องจากบิสกิตมีลักษณะปรากฏเนื้อเรียบเนียนละเอียดสม่ำเสมอ(ตารางที่ 9) จากในสูตรมีส่วนผสมของไข่ โดยไข่มีคุณสมบัติในการช่วยให้ส่วนผสมทั้งหมดเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน ช่วยให้ขึ้นฟู จึงทำให้บิสกิตเรียบเนียน(จิตธนา และ อรอนงค์, 2541) และมีความแตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 สำหรับสูตรที่ 1, 2 และ 4 นั้น พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยลักษณะปรากฏไม่แตกต่างกัน โดยมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 5.93 อยู่ในเกณฑ์บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบถึงชอบเล็กน้อย 6.20 อยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อย และ 6.60 อยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ตามลำดับ เนื่องจาก มีลักษณะผิวขรุขระเล็กน้อยใกล้เคียงกัน จึงมีระดับคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน ส่วนสูตรที่ 5 นั้นมีลักษณะแตกต่างจากสูตรอื่น ๆ โดยได้คะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 4.87 อยู่ในเกณฑ์ไม่ชอบเล็กน้อยถึงบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ สูตรที่ 5 มีผิวขรุขระมาก มีรอยแตกหน้าขนม เนื่องจากในสูตรมีส่วนผสมของผงฟูแต่เพียงเล็กน้อยจึงไม่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์เกิดการขึ้นฟูเท่าที่ควร

ข. สี พบว่า บิสกิตสูตรที่ 3 มีคะแนนความชอบด้านสีมากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.67 อยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลางถึงชอบมาก เนื่องจากบิสกิตมีสีเหลืองเข้มแตกต่างจากสูตรอื่น และเกิดจากในสูตรมีส่วนผสมของน้ำตาลและไข่ ที่ช่วยให้บิสกิตมีสีเหลืองเข้มสวยกว่าสูตรอื่น ๆ (จิตธนา และอรอนงค์, 2541) มีความแตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 สำหรับสูตรที่ 1, 2 และ 4 นั้น พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยสีไม่แตกต่างกัน โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.87 อยู่ในเกณฑ์บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบถึงชอบเล็กน้อย 6.20 อยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อย และ 6.67 อยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง ตามลำดับ เนื่องจากมีสีเหลืองอ่อนใกล้เคียงกัน เพราะในสูตรมีส่วนผสมของน้ำตาลที่ช่วยให้เกิดสีเหลืองในผลิตภัณฑ์ ส่วนสูตรที่ 5 นั้นมีสีแตกต่างจากสูตรอื่น โดยได้คะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 4.73 อยู่ในเกณฑ์ไม่ชอบเล็กน้อยถึงบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ เนื่องจากบิสกิตสูตรที่ 5 ไม่มีน้ำตาลและไข่ เข้ามาช่วยให้เกิดสีเหลืองขึ้น จึงทำให้บิสกิตมีสีขาวครีม(ตารางที่ 9)

ค. กลิ่น พบว่า บิสกิตสูตรที่ 3 ได้คะแนนความชอบด้านกลิ่นมากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.27 อยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง เนื่องจากบิสกิตสูตรที่ 3 มีส่วนผสมของมากาารีนมากกว่าสูตรอื่น(ตารางผนวก ก1) จึงทำให้มีกลิ่นมากาารีนมากที่สุด และไม่แตกต่างกับสูตรที่ 2 เนื่องจากสูตรที่ 2 มีปริมาณมากาารีนมากเหมือนกับสูตรที่ 3 จึงมีกลิ่นมากาารีนเช่นเดียวกัน แต่มีความแตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับที่ความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 สำหรับสูตรที่ 1, 4 และ 2 ไม่แตกต่างกันโดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.93 อยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อย, 5.93 อยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อย และ 6.60 อยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ตามลำดับ เนื่องจากมีกลิ่นหอมของมากาารีนใกล้เคียงกัน ส่วนสูตรที่ 5 มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.47 อยู่ในเกณฑ์บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ เนื่องจากในสูตรไม่มีส่วนผสมของมากา-รีนที่ช่วยให้มีกลิ่นหอม (ตารางผนวก ก1) แต่มีกลิ่นหอมจากนมเล็กน้อย และไม่แตกต่างกับสูตรที่ 1 และ 4 เนื่องจากทั้งสองสูตรมีส่วนผสมของมากาารีนในปริมาณน้อย จึงทำให้มีกลิ่นมากาารีนเล็กน้อย(ตารางที่ 9)

ง. รสชาติ พบว่า บิสกิตสูตรที่ 3 มีคะแนนความชอบด้านรสชาติมากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.20 อยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง และไม่แตกต่างกับบิสกิตสูตรที่ 2 ที่มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.13 อยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง สูตรที่ 3 และ 2 ในสูตรมีส่วนผสมของน้ำตาล และเกลือ(ภาคผนวกที่ ก1) จึงทำให้บิสกิตมีรสหวานและเค็มเล็กน้อย โดยผู้ชิมส่วนใหญ่ชอบบิสกิตออกรสหวานและเค็มเล็กน้อย แต่มีความแตกต่างกับสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 สำหรับสูตรที่ 1, 4 และ 5 ไม่แตกต่างกัน โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.87 อยู่ในเกณฑ์บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบถึงชอบเล็กน้อย 5.13 และ 5.13 อยู่ในเกณฑ์บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ ตามลำดับ เนื่องจากบิสกิตสูตรที่ 1 และ 5 มีส่วนผสมของเกลือเพียงอย่างเดียวจึงทำให้มีรสชาติเค็ม ส่วนสูตรที่ 4 มีส่วนผสมของน้ำตาลและเกลือเพียงเล็กน้อย มีรสชาติอ่อน จึงทำให้ผู้ชิมส่วนใหญ่ไม่ชอบ

จ. ความกรอบ พบว่า บิสกิตสูตรที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยด้านความกรอบมากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.47 อยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง และไม่แตกต่างกับสูตรที่ 1 และ 2 ที่มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.67 อยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง และ 6.47 อยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อย ตามลำดับ เนื่องจากบิสกิตทั้ง 3 สูตรมีส่วนผสมของปริมาณไขมันใกล้เคียงกัน คือ สูตรที่ 1, 2 และ 3 มีปริมาณไขมัน ร้อยละ 27.54, 20.50 และ 27.95 ตามลำดับ(ตารางผนวกที่ ก1) ซึ่งไขมันมีคุณสมบัติในการช่วยให้บิสกิตมีความกรอบร่วน จึงทำให้มีความกรอบร่วนใกล้เคียงกัน มีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน แต่มีความแตกต่างกับบิสกิตสูตรที่ 4 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 โดยมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 6.00 อยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อย และ 4.27 อยู่ในเกณฑ์ไม่ชอบเล็กน้อย ตามลำดับ และบิสกิตสูตรที่ 1, 2 และ 4 มีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน เนื่องจากสูตรที่ 5 มีความกรอบแข็งมาก เกิดจากการนวดส่วนผสมทำให้เกิดความเหนียวของแป้งมากขึ้น และในสูตรมีส่วนผสมไขมันจากเนยขาว แต่ไม่มีน้ำตาลและไข่เข้าช่วย จึงมีความกรอบมากแต่ไม่ร่วน จึงทำให้ผู้ชิมชอบน้อยกว่าสูตรอื่น

ฉ. ความชอบรวม พบว่า บิสกิตสูตรที่ 3 มีคะแนนความชอบด้านความชอบรวมมากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.841 อยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลางถึงชอบมาก เนื่องจากบิสกิตสูตรที่ 3 มีจุดเด่นกว่าสูตรอื่นทุกคุณลักษณะ เป็นสูตรที่ผู้ชิมชอบมากที่สุด และมีความแตกต่างจากบิสกิตสูตรที่ 1, 2, 4 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.20 อยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อย 6.87 อยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง 5.93 อยู่ในเกณฑ์บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบถึงชอบเล็กน้อย และ 5.53 อยู่ในเกณฑ์บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบถึงชอบเล็กน้อย ตามลำดับ โดยบิสกิตสูตรที่ 1 และ 4 มีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน และบิสกิตสูตรที่ 4 และ 5 มีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน สำหรับสูตรที่ 2 ซึ่งมีคะแนนความชอบรองลงมาจากสูตรที่ 3 เนื่องจากส่วนผสมสูตรที่ 2 มีน้ำตาลมาก และมีรสหวาน จึงทำให้ผู้ชิมชอบ แต่มีความกรอบน้อยกว่าสูตรที่ 3 ทำให้ความชอบของผู้ชิมน้อยกว่าสูตรที่ 3 เล็กน้อย ส่วนสูตรที่ 1 และ 4 มีคะแนนความชอบรวมลดลงมา เนื่องจาก 2 สูตรนี้มี

รสชาติที่ออกเค็มกว่าสูตรอื่น ทำให้ผู้ชิมชอบเล็กน้อยเท่านั้น ส่วนสูตรที่ 5 มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด เนื่องจากมีความกรอบแข็งมาก ไม่มีรสหวานของน้ำตาล และไข่มาช่วยในเรื่องความนุ่มและร่วน จึงทำให้ผู้ชิมชอบน้อยกว่าสูตรอื่น

ดังนั้น จึงเลือกสูตรที่ 3 เพื่อใช้เป็นสูตรพื้นฐานของบิสกิตต่อไป เนื่องจากสูตรที่ 3 ได้คะแนนเฉลี่ยคุณภาพทุกด้านสูงที่สุด ทุกคุณลักษณะ กล่าวคือมีลักษณะปรากฏผิวเรียบเนียน มีเนื้อสม่ำเสมอ มีสีเหลืองเข้ม มีความกรอบร่วน และมีกลิ่นหอมมาการีน รสหวานพอเหมาะ ส่วนสูตรที่มีคะแนนเฉลี่ยคุณภาพอันดับรองลงไป คือสูตรที่2, 1, 4 ละ 5 เนื่องจากสูตรเหล่านี้มีลักษณะปรากฏที่ด้อยกว่า เช่น ผิวขนมมีความขรุขระ มีความกรอบแข็งมาก มีรส-หวานมากเกินไป หรือรสเค็มเกินไป รูปร่างเปลี่ยนไปเมื่อนำไปอบทำให้รูปร่างไม่เป็นไปตามแบบพิมพ์ เป็นต้น

2.2 ผลการพัฒนาสูตรบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก

2.2.1 ผลการศึกษาปริมาณของผงเมือกเมล็ดแมงลักที่เหมาะสมในการใช้ทดแทนแป้งสาลีในบิสกิต จากการทดลองได้ทดแทนผงเมือกเมล็ดแมงลักในผลิตภัณฑ์บิสกิต ร้อยละ 10, 20 และ 30 ของน้ำแป้งสาลี(ตารางผนวกที่ ก3) ได้บิสกิตที่มีลักษณะตามตารางที่ 11 (ภาพผนวกที่ จ2) และผลจากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ชิมจำนวน 15 คน ชิมตัวอย่างที่เสนอให้ 3 ตัวอย่าง ให้คะแนนความชอบแบบ 9-point Hedonic Scaling ในปัจจัยคุณภาพด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบรวม แล้ววิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA(ตารางผนวกที่ ข7-ตารางผนวกที่ ข12) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของบิสกิตทุกสูตรด้วย DMRT ได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 12 และคุณภาพทางกายภาพของบิสกิตทุกระดับ ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 11 ลักษณะทางกายภาพของบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี 3 ระดับ

ผงเมือกเมล็ดแมงลัก (ร้อยละ)	ลักษณะทางกายภาพ				
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความกรอบ
10	เรียบเนียนสม่ำเสมอ	เหลือง	หอมมาการีนมาก	รสหวานเค็มเล็กน้อย	กรอบร่วน
20	เรียบเนียนสม่ำเสมอ	เหลืองเข้ม	หอมมาการีนปานกลาง	รสหวานเค็มเล็กน้อย	กรอบร่วนปานกลาง
30	เรียบเนียนสม่ำเสมอ เริ่มมีการหลุดของเนื้อขนมได้ง่ายขึ้น เนื้อแห้ง	น้ำตาลอ่อน	หอมมาการีนปานกลาง	รสหวานน้อยลงเล็กน้อย และเค็มเล็กน้อย	กรอบร่วนมาก

ก. บิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 10 ของน้ำหนักแป้งสาลี พบว่า มีลักษณะปรากฏผิวเรียบเนียนสม่ำเสมอ สีเหลือง กลิ่นหอมมาการีน มีรสหวาน และเค็มเล็กน้อย มีความกรอบร่วน

ข. บิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 20 ของน้ำหนักแป้งสาลี พบว่า มีลักษณะปรากฏเรียบเนียนสม่ำเสมอ สีเหลืองเข้มขึ้น เนื่องจากผงเมือกเมล็ดแมงลักมีสีเทาอ่อน จึงทำให้มีผลต่อสีของบิสกิตให้มีสีคล้ำลง กลิ่นหอมมาการีนลดลงเล็กน้อย เนื่องจาก ตัวผงเมือกเมล็ดแมงลักมีกลิ่นเฉพาะตัว จึงไปรบกวนกลิ่นของมาการีน ทำให้กลิ่นลดลง รสชาติหวานและเค็มเล็กน้อย ความกรอบร่วนปานกลาง เนื่องจากเส้นใยอาหารเมื่อใช้ปริมาณมากขึ้น ทำให้มีการดูดน้ำในสูตรมากขึ้น มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์แห้งมากขึ้น

ค. บิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 30 ของน้ำหนักแป้งสาลี พบว่า มีลักษณะปรากฏเรียบเนียนสม่ำเสมอ แต่เริ่มมีการหลุดของเนื้อขนมได้ง่ายขึ้น เนื้อขนมแห้ง เนื่องจากผงเมือกเมล็ดแมงลักมีใยอาหารที่เป็นชนิดเฮมิเซลลูโลส และ

เซลลูโลส(อวย และ อุไร, 1950) ซึ่งมีความสามารถในการดูดซับน้ำได้สูง เนื่องจากโมเลกุลของเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสยึดกันด้วยพันธะไฮโดรเจน ทั้งภายในและภายนอกโมเลกุล จึงทำให้มีการดูดซับน้ำได้ดี ทำให้บิสกิตมีความแห้งมากขึ้น เมื่อมีการเติมปริมาณผงเมือกเมล็ดแมงลักมากขึ้น และยังเกิดจากการที่เติมใยอาหารเพิ่มขึ้นเกิดการกรอบร่วนของบิสกิตมากขึ้นด้วย(เนตรนภิส, 2535) มีสีน้ำตาลอ่อน เนื่องจาก ผงเมือกเมล็ดแมงลักมีสีเทาอ่อน เมื่อผสมลงไปในสูตรทำให้บิสกิตมีสีคล้ำขึ้น รสชาติหวานน้อยลงเล็กน้อย และเค็มเล็กน้อย เนื่องจากเส้นใยอาหารเมื่อมีการเติมเพิ่มขึ้น มีผลต่อรสชาติอาหาร(เนตรนภิส, 2535)

ตารางที่ 12 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี 3 ระดับ

ผงเมือกเมล็ดแมงลัก (ร้อยละ)	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความกรอบ	ความชอบรวม
10	6.13[a]	6.47[a]	6.33[a]	6.53[a]	6.80[a]	7.07[a]
20	5.93[a]	6.00[ab]	5.87[b]	6.20[a]	6.33[a]	7.01[a]
30	5.00[b]	5.20[b]	5.87[b]	5.47[b]	5.40[b]	5.47[b]

หมายเหตุ (a-b) ค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละชุดในแนวตั้งเดียวกันที่มีตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95
คะแนนความชอบ 1-9

ก. ลักษณะปรากฏ พบว่า บิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 10 ของน้ำหนักแป้งสาลี มีคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏมากที่สุด และไม่มีความแตกต่างกับบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 20 ของน้ำหนักแป้งสาลี โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.13 และ 5.93 ตามลำดับ อยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อย แต่มีความแตกต่างกับบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 30 ของน้ำหนักแป้งสาลี โดยได้คะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 5.00 ซึ่งถือว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 และอยู่ในเกณฑ์บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ เนื่องจากเมื่อมีการเติมผงเมือกเมล็ดแมงลักมากขึ้นทำให้บิสกิตเริ่มมีการหลุดร่อนของเนื้อขนมได้ง่ายขึ้น และร่วนมากขึ้น เนื้อแห้ง จึงทำให้ผู้ชิมให้คะแนนลดลง

ข. สี พบว่า บิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 10 ของน้ำหนักแป้งสาลี มีคะแนนเฉลี่ยด้านสีมากที่สุด และไม่แตกต่างกับบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 20 ของน้ำหนักแป้งสาลี โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.47 และ 6.00 ตามลำดับ อยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อย แต่มีความแตกต่างกับบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 30 ของน้ำหนักแป้งสาลี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ที่มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 5.20 อยู่ในเกณฑ์บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ โดยบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 20 ของน้ำหนักแป้งสาลี ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 กับ บิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 10 และ 30 ของน้ำหนักแป้งสาลี เนื่องจากผงเมือกเมล็ดแมงลักมีสีเทาอ่อน เมื่อมีการเติมผงเมือกเมล็ดแมงลักมากขึ้นทำให้บิสกิตมีสีคล้ำขึ้น และจากการวัดค่าสี(ตารางที่ 13) พบว่า บิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 10, 20 และ 30 ของน้ำหนักแป้งสาลี มีค่าความสว่าง(L*) เท่ากับ 62.36, 57.57 และ 56.78 ตามลำดับ แสดงว่ามีค่าความสว่างลดลง ดังนั้นบิสกิตที่มีการเติมผงเมือกเมล็ดแมงลักเพิ่มขึ้น มีผลทำให้สีของบิสกิตคล้ำขึ้น

ค. กลิ่น พบว่า บิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 10 ของน้ำหนักแป้งสาลี มีคะแนนความชอบด้านกลิ่นมากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ย 6.33 อยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อย แต่มีความแตกต่างจากบิสกิตพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 20 และ 30 ของน้ำหนักแป้งสาลีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 โดยคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.87 เท่ากัน อยู่ในเกณฑ์บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบถึงชอบเล็กน้อย เนื่องจากบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 10 ของน้ำหนักแป้งสาลี มีกลิ่นหอมของมาการีนมากที่สุดกว่าทุกสูตร จึงทำให้ผู้ชิมชอบมากกว่าสูตรอื่น และเนื่องจากบิสกิตสูตรพื้นฐาน ร้อยละ 20 และ 30 จะเติมผงเมือกเมล็ดแมงลักมากกว่าทำให้บิสกิตมีกลิ่นหอมของมาการีนลดลงตามปริมาณของผงเมือกเมล็ดแมงลักที่เพิ่มขึ้น เพราะผงเมือกเมล็ดแมงลักมีกลิ่นเฉพาะตัว เมื่อมีปริมาณมากขึ้น ทำให้บิสกิตมีกลิ่นเมล็ดแมงลักมากขึ้นและมีผลทำให้กลิ่นมาการีนลดลง

ง. รสชาติ พบว่า บิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 10 ของน้ำหนักแป้งสาลี มีคะแนนเฉลี่ยด้านรสชาติมากที่สุด และไม่แตกต่างจากบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 20 ของน้ำหนักแป้งสาลี โดยมี

คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.53 และ 6.20 ตามลำดับ อยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง แต่มีความแตกต่างจากบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 30 ของน้ำหนักแป้งสาลี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 โดยมีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 5.47 อยู่ในเกณฑ์บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ เนื่องจากมีการเติมผงเมือกเมล็ดแมงลักในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ทำให้บิสกิตมีรสชาติหวานลดลง เพราะเส้นใยอาหาร เมื่อผสมลงไปในผลิตภัณฑ์ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของรสชาติได้(เนตนภิส, 2535) จึงทำให้ผู้ชิมมีความชอบลดลง เพราะความหวานลดลง

จ. ความกรอบ พบว่า บิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 10 ของน้ำหนักแป้งสาลี มีคะแนนเฉลี่ยด้านความกรอบมากที่สุด และไม่แตกต่างกับบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 20 ของน้ำหนักแป้งสาลี โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.80 และ 6.33 ตามลำดับ อยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง แต่มีความแตกต่างกับบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 30 ของน้ำหนักแป้งสาลี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 โดยมีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 5.40 อยู่ในเกณฑ์บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ จากการวัดค่าความแข็งของบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 10, 20 และ 30 ของน้ำหนักแป้งสาลี มีค่าเท่ากับ 3.83, 3.34 และ 3.28 นิวตัน โดยลดลงตามลำดับ(ตารางที่ 13) เนื่องจากเส้นใยอาหาร เมื่อผสมลงในผลิตภัณฑ์ จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งลดลง(เพลินใจ และคณะ, 2538) จึงทำให้เมื่อผสมผงเมือกเมล็ดแมงลักลงในผลิตภัณฑ์มากขึ้น จึงทำให้ค่าความแข็งลดลง ดังนั้นบิสกิตจึงมีความกรอบเพิ่มขึ้น

ฉ. ความชอบรวม พบว่า บิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 10 ของน้ำหนักแป้งสาลี มีคะแนนเฉลี่ยด้านความชอบรวมมากที่สุด และไม่แตกต่างกับบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 20 ของน้ำหนักแป้งสาลี โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.07 และ 7.01 ตามลำดับ อยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง แต่มีความแตกต่างกับบิสกิตพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 30 ของน้ำหนักแป้งสาลี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 โดยมีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 5.47 อยู่ในเกณฑ์บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ เนื่องจากเมื่อมีปริมาณผงเมือกเมล็ดแมงลักมากขึ้น จะมีเส้นใยอาหารมากขึ้น เมื่อผู้ชิมรับประทานบิสกิตแล้วอาจทำให้เกิดความระคายเคืองลิ้น และรู้สึกติดคอมากขึ้นไปตามปริมาณของเส้นใยอาหาร เพราะผงเมือกเมล็ดแมงลัก

มีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำได้มาก ยิ่งมีมากก็ยิ่งรับประทานได้ยากขึ้น ทำให้ผู้ชิมมีความชอบลดลงไปตามปริมาณที่มากขึ้นของผงเมือกเมล็ดแมงลัก

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 10, 20 และ 30 ของน้ำหนักแป้งสาลี (ตารางผนวกที่ ก3) พบว่าบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 10 และ 20 ของน้ำหนักแป้งสาลี ไม่มีความแตกต่างกันในด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบรวม ดังนั้นจึงเลือกบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 20 ของน้ำหนักแป้งสาลี เป็นสูตรที่จะนำไปพัฒนาต่อไป เนื่องจากต้องการเพิ่มปริมาณเส้นใยให้มากที่สุดที่ผู้ชิมยอมรับได้

<u>ตารางที่ 13</u> คุณภาพทางกายภาพของบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี 3 ระดับ

คุณภาพทางกายภาพ	บิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี		
	ร้อยละ 10	ร้อยละ 20	ร้อยละ 30
ค่าสี ความสว่าง(L*)	62.36	57.57	56.78
แดงและเขียว(a*)	9.62	8.69	6.89
เหลืองและน้ำเงิน(b*)	29.49	26.31	23.54
ค่าความแข็ง(hardness) (นิวตัน)	3.83	3.34	3.28

จากผลการทดลองวิเคราะห์ทางกายภาพของบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี 3 ระดับ(ดังตารางที่ 13) พบว่า สี ค่าความสว่าง(L*) ของบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 10, 20 และ 30 ของน้ำหนักแป้งสาลี มีค่าเท่ากับ 62.36, 57.57 และ 56.78 ตามลำดับ พบว่า บิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 10 ของน้ำหนักแป้งสาลี มีค่าความสว่างมากที่สุด เนื่องจากผงเมือกเมล็ดแมงลักมีสีเทาอ่อน เมื่อมีการผสมในปริมาณที่มากขึ้น มีผลทำให้ค่าความสว่างลดลง ค่าสีแดงและสีเขียว(a*) ของบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลัก ทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 10, 20 และ 30 ของน้ำหนักแป้งสาลี มีค่าเท่ากับ 9.62, 8.69 และ 6.89 ตามลำดับ พบว่ามีค่าออกสีแดงลดลงเมื่อมีการเติมผงเมือกเมล็ดแมงลักมากขึ้น บิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้

ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 10 ของน้ำหนักแป้งสาลี มีสีแดงเข้มกว่า บิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 20 และ 30 ของน้ำหนักแป้งสาลี

ค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน(b*) ของบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 10, 20 และ 30 ของน้ำหนักแป้งสาลี มีค่า เท่ากับ 39.49, 26.31 และ 23.54 ตามลำดับ พบว่ามีค่าสีเหลืองลดลง เนื่องจากผงเมือกเมล็ดแมงลักมีสีเทาอ่อน จึงทำให้เมื่อมีการเติมผงเมือกเมล็ดแมงลักมากขึ้นจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำมากขึ้น

ค่าความแข็ง บิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 10, 20 และ 30 ของน้ำหนักแป้งสาลี มีค่าเท่ากับ 3.83, 3.34 และ 3.28 นิวตัน ตามลำดับ พบว่าค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ลดลงเนื่องจากเมื่อมีการเพิ่มปริมาณเส้นใยอาหารมากขึ้นจะมีผลต่อผลิตภัณฑ์ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งลดลง(เพลินใจ และคณะ, 2538) จึงทำให้ใช้แรงลดลงในการเจาะให้แตก

2.2.2 ผลการศึกษาปริมาณมอลโตเด็กตรินในการทดแทนไขมันในบิสกิต

ผลการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของมอลโตเด็กซตริน เพื่อทดแทนไขมันในบิสกิต จากผลการทดลองข้อ 2.2.1 ได้บิสกิตที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักเป็นส่วนผสม จึงนำมาทดลองต่อ ด้วยการเติมมอลโตเด็กซตรินทดแทนไขมัน โดยใช้ในปริมาณ 4 ระดับ คือ ร้อยละ 10, 20, 30 และ 40 ของน้ำหนักไขมันในสูตร(ตารางผนวกที่ ก4) ได้บิสกิตที่มีลักษณะตามตารางที่ 14(ภาพผนวกที่ จ3) และผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส โดยผู้ชิมจำนวน 15 คน ชิมตัวอย่างที่เสนอให้ 4 ตัวอย่าง ให้คะแนนความชอบแบบ 9-point Hedonic Scaling ในปัจจัยคุณภาพด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบรวม แล้ววิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA(ตารางผนวกที่ ข13 - ตารางผนวกที่ ข18) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของบิสกิตทุกสูตรด้วย DMRT ได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 15 และคุณภาพทางกายภาพของบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตรินทดแทนไขมัน ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 14 ลักษณะทางกายภาพของบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตรินทดแทนไขมัน 4 ระดับ

มอลโต-เด็กซตริน (ร้อยละ)	ลักษณะทางกายภาพ				
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความกรอบ
10	เรียบเนียนสม่ำเสมอ	เหลืองเข้ม	หอมมาการีน	รสหวานและเค็มเล็กน้อย	กรอบร่วน
20	เรียบเนียนสม่ำเสมอ เนื้อขนมมีความแน่นขึ้นเล็กน้อย	เหลืองเข้ม	หอมมาการีน	รสหวานและเค็มเล็กน้อย	กรอบแข็งเล็กน้อย
30	เรียบเนียนสม่ำเสมอ เนื้อขนมมีความแน่นขึ้นปานกลาง	เหลืองเข้ม	หอมมาการีน	รสหวานและเค็มเล็กน้อย	กรอบแข็งปานกลาง
40	เรียบเนียนสม่ำเสมอ เนื้อขนมมีความแน่นมากขึ้น	เหลืองเข้ม	หอมมาการีน	รสหวานและเค็มเล็กน้อย	กรอบแข็งมาก

ก. บิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตริน ร้อยละ 10 ของน้ำหนักไขมันในสูตร มีลักษณะปรากฏเรียบเนียนสม่ำเสมอ สีเหลืองเข้ม กลิ่นหอมมาการีน รสหวาน และเค็มเล็กน้อย มีความกรอบร่วน

ข. บิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตริน ร้อยละ 20 ของน้ำหนักไขมันในสูตร มีลักษณะปรากฏเรียบเนียนสม่ำเสมอ สีเหลืองเข้ม กลิ่นหอมมาการีน รสหวาน และเค็มเล็กน้อย มีความกรอบร่วนลดลง และทำให้มีเนื้อสัมผัสแน่นขึ้นเล็กน้อย เนื่องจากมอลโตเด็กซตรินเมื่อมีการเติมปริมาณมากขึ้นทำให้มีเนื้อสัมผัสแน่นขึ้น(เนตรนภิส, 2535)

ค. บิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตริน ร้อยละ 30 ของน้ำหนักไขมันในสูตร มีลักษณะปรากฏเรียบเนียนสม่ำเสมอ สีเหลืองเข้ม กลิ่นหอมมาการีน รสชาติหวาน และเค็มเล็กน้อย มีความกรอบแข็งปานกลาง เนื่องจากเมื่อมีการเติมมอลโตเด็กซตรินมากขึ้น ทำให้มีเนื้อสัมผัสที่แน่นขึ้น(เนตรนภิส, 2535) และการลดปริมาณไขมันลงทำให้ความกรอบลดลง และเนื้อสัมผัสแข็งขึ้น เพราะไขมันมีคุณสมบัติในการช่วยให้บิสกิตมีความกรอบ(จิตธนา และอรอนงค์, 2541)

ง. บิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตริน ร้อยละ 40 ของน้ำหนักไขมันในสูตร มีลักษณะปรากฏเรียบเนียน สม่ำเสมอ สีเหลืองเข้ม กลิ่นหอมมาการีน รสหวาน และเค็มเล็กน้อย มีความกรอบแข็งมาก เนื่องจาก มอลโตเด็กซตรินเมื่อมีการเติมมากขึ้น ทำให้เนื้อสัมผัสแน่นขึ้น(เนตรนภิส, 2535) รวมทั้งเมื่อมีการลดปริมาณไขมันลดลงทำให้บิสกิตมีความกรอบลดลงและเนื้อสัมผัสแข็ง เพราะไขมันมีคุณสมบัติในการช่วยให้บิสกิตมีความกรอบ(จิตธนา และอรอนงค์, 2541)

ตารางที่ 15 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซ-ตรินทดแทนไขมัน 4 ระดับ

มอลโตเด็กซตริน (ร้อยละ)	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความกรอบ	ความชอบรวม
10	6.93^{b}	7.00^{ab}	6.40^{a}	6.47^{a}	6.27^{b}	6.60^{b}
20	7.00^{ab}	7.06^{ab}	6.33^{a}	6.40^{ab}	6.33^{b}	6.67^{b}
30	7.27^{a}	7.20^{a}	6.27^{ab}	6.33^{ab}	6.93^{a}	6.93^{a}
40	6.33^{c}	6.87^{b}	6.13^{b}	6.27^{b}	5.87^{c}	6.33^{c}

หมายเหตุ (a-c) ค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละชุดในแนวตั้งเดียวกันที่มีตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 คะแนนความชอบ 1-9

ก. ลักษณะปรากฏ พบว่า บิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตริน ร้อยละ 30 ของน้ำหนักไขมันในสูตร มีคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏมากที่สุด และมีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกับบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตริน ร้อยละ 20 ของน้ำหนักไขมันในสูตร โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.27 และ 70 ตามลำดับ อยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง เนื่องจากบิสกิตมีลักษณะปรากฏเนื้อเรียบเนียนสม่ำเสมอ แต่มีความแตกต่างกับบิสกิตพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตริน ร้อยละ 10 และ 40 ของน้ำหนักไขมันในสูตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.93 อยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง และ 6.33 อยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อย ตามลำดับ สำหรับบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตริน ร้อยละ 10 ของน้ำหนักไขมันในสูตร มีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกับบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตริน ร้อยละ 20 เนื่องจากเนื้อขนมมีความแน่นขึ้นเพียงเล็กน้อย เมื่อมีการเติมมอลโตเด็กซตรินในปริมาณที่มากขึ้น

ข. สี พบว่า บิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตริน ร้อยละ 30 ของน้ำหนักไขมันในสูตร มีคะแนนเฉลี่ยด้านสีมากที่สุด และมีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกับบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตริน ร้อยละ 10 และ 20 ของน้ำหนักไขมันในสูตร โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.20, 7.00 และ 7.06 ตามลำดับ อยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง แต่มีความแตกต่างกับบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตริน ร้อยละ 40 ของน้ำหนักไขมันในสูตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 6.87 อยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง เนื่องจากบิสกิตมีสีเข้ม สำหรับบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตรินร้อยละ 10 และ 20 ของน้ำหนักไขมันในสูตร มีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกับบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโต-เด็กซตริน ร้อยละ 40 ของน้ำหนักไขมันในสูตร และจากการวัดค่าสี(ตารางที่ 16) พบว่า ค่าความสว่าง(L*) ของบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตริน ร้อยละ 10, 20, 30 และ 40 ของน้ำหนักไขมันในสูตร มีค่าเท่ากับ 57.60, 55.64, 54.24 และ 53.98 โดยมีค่าความสว่างลดลงเมื่อมีปริมาณของมอลโตเด็กซตรินเพิ่มขึ้น และเนื่องจากค่าความสว่างที่ได้ใกล้เคียงกันมาก จึงทำให้ผู้ชิม มองเห็นความเข้มของบิสกิตใกล้เคียงกัน

ค. กลิ่น พบว่า บิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตริน ร้อยละ 10 ของน้ำหนักไขมันในสูตร มีคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นมากที่สุด และมีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกับบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตริน ร้อยละ 20 และ 30 ของน้ำหนักไขมันในสูตร โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.40, 6.33 และ 6.27 ตามลำดับ อยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อย แต่มีความแตกต่างกับ

บิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตริน ร้อยละ 40 ของน้ำหนักไขมันในสูตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 6.13 อยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อย และบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตริน ร้อยละ 30 ของน้ำหนักไขมันในสูตร มีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกับบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตริน ร้อยละ 40 ของน้ำหนักไขมันในสูตร และสาเหตุที่บิสกิตมีคะแนนเฉลี่ยไม่ค่อยแตกต่างกัน เนื่องจากบิสกิตมีกลิ่นที่ไม่แตกต่างกันมากนัก จึงทำให้ผู้ชิมไม่เห็นความแตกต่างทางด้านกลิ่นของบิสกิต

ง. รสชาติ พบว่า บิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตริน ร้อยละ 10 ของน้ำหนักไขมันในสูตร มีคะแนนเฉลี่ยด้านรสชาติมากที่สุด และมีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกับบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตริน ร้อยละ 20 และ 30 ของน้ำหนักไขมันในสูตร โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.47, 6.40 และ 6.33 ตามลำดับ อยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อย แต่มีความแตกต่างกับบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตริน ร้อยละ 40 ของน้ำหนักไขมันในสูตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 6.27 อยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อย และบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตริน ร้อยละ 20, 30 และ 40 ของน้ำหนักไขมันในสูตร มีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน เนื่องจากบิสกิตมีรสชาติที่ไม่แตกต่างกัน เพราะใช้สูตรเดียวกัน และการเติมมอลโตเด็กซตรินมีผลต่อรสชาติเพียงเล็กน้อย(เนตรนภิส, 2535) จึงทำให้ผู้ชิมไม่เห็นความแตกต่างทางด้านรสชาติของบิสกิต

จ. ความกรอบ พบว่า บิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตริน ร้อยละ 30 ของน้ำหนักไขมันในสูตร มีคะแนนเฉลี่ยด้านความกรอบมากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ย 6.93 อยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง แต่มีความแตกต่างจากบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตริน ร้อยละ 10, 20 และ 40 ของน้ำหนักไขมันในสูตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.27 และ 6.33 อยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อย และ 5.87 อยู่ในเกณฑ์บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบถึงชอบเล็กน้อย ตามลำดับ และบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตริน ร้อยละ 10 และ 20 ของน้ำหนักไขมันในสูตร มีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน เนื่องจากเมื่อมีการเติมมอลโตเด็กซตรินมากขึ้น ทำให้บิสกิตมีความแข็งมากขึ้น จากการวัดค่าความแข็ง พบว่า บิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตริน ร้อยละ 10, 20, 30 และ 40 ของน้ำหนักไขมันในสูตร มีค่าเท่ากับ 4.45, 4.66, 5.58 และ 6.67 นิวตัน ตามลำดับ แสดงว่ามีความแข็งมากขึ้นเมื่อใช้มอลโตเด็กซตรินเพิ่มขึ้น ทำให้บิสกิตมีความกรอบลดลง ทำให้ผู้ชิมสามารถ

แยกความแตกต่างของบิสกิตได้ และการที่เติมมอลโตเด็กซตรินเพิ่มขึ้นเป็นการลดไขมัน มีผลทำให้เนื้อสัมผัสแข็งขึ้น(มลศิริ, 2545)

ฉ. ความชอบรวม พบว่า บิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตริน ร้อยละ 30 ของน้ำหนักไขมันในสูตร มีคะแนนเฉลี่ยด้านความชอบรวมมากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ย 6.93 อยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง แต่มีความแตกต่างกับบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซ-ตริน ร้อยละ 10, 20 และ 40 ของน้ำหนักไขมันในสูตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.60 และ 6.67 อยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง และ 6.33 อยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อย ตามลำดับ และบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซ-ตริน ร้อยละ 10 และ 20ของน้ำหนักไขมันในสูตร มีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน เนื่องจากมีปริมาณมอลโตเด็กซตรินมากขึ้น ทำให้ผู้ชิมมีความชอบลดลงเล็กน้อย

จากผลการวิเคราะห์การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตริน ร้อยละ 10, 20, 30 และ 40 ของน้ำหนักไขมันในสูตร(ตารางผนวกที่ ก4) พบว่า ทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 โดยผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตริน ร้อยละ 30 ของน้ำหนักไขมันในสูตร ได้คะแนนทางด้านลักษณะปรากฏ สี ความกรอบ และความชอบรวม ได้คะแนนเฉลี่ยมากที่สุด และมีความกรอบแข็งปานกลาง สีเหลืองเข้ม มีกลิ่นหอมมาการีน รสหวานและเค็มเล็กน้อย เป็นที่ยอมรับของผู้ชิม จึงใช้เป็นสูตรที่นำไปทดสอบกับผู้บริโภคในการทดสอบการยอมรับต่อไป

จากการพัฒนาบิสกิตสูตรพื้นฐาน จนได้บิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ด-แมงลัก พบว่า เมื่อทำบิสกิตขนาด 2 X 3.5 X 0.5 เซนติเมตร ในปริมาณ 1 สูตร สามารถผลิตบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักได้ 40 ชิ้น น้ำหนักบิสกิต 1 ชิ้น หนัก 5 กรัม

ตารางที่ 16 คุณภาพทางกายภาพของบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตรินทดแทนไขมัน 4 ระดับ

คุณภาพทางกายภาพ	บิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กตรินทดแทนไขมัน			
	ร้อยละ 10	ร้อยละ 20	ร้อยละ 30	ร้อยละ 40
ค่าสี ความสว่าง(L*)	57.60	55.64	54.24	53.98
แดงและเขียว(a*)	8.79	9.77	10.99	11.09
เหลืองและน้ำเงิน(b*)	26.14	27.88	28.27	28.66
ค่าความแข็ง(hardness) (นิวตัน)	4.45	4.66	5.58	6.67

จากผลการทดลองวิเคราะห์ทางกายภาพของบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตรินทดแทนไขมัน 4 ระดับ(ดังตารางที่ 16) พบว่า การวิเคราะห์ค่าสีค่าความสว่าง(L*) ของบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตริน ร้อยละ 10, 20, 30 และ 40 ของน้ำหนักไขมันในสูตร มีค่า เท่ากับ 57.60, 55.64, 54.24 และ 53.98 ตามลำดับ พบว่า บิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตริน ร้อยละ 10 ของน้ำหนักไขมันในสูตร มีค่าความสว่างมากที่สุด

ค่าสีแดงและสีเขียว(a*) ของบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตริน ร้อยละ 10, 20, 30 และ 40 ของน้ำหนักไขมันในสูตร มีค่าเท่ากับ 8.79, 9.77, 10.99 และ 11.09 ตามลำดับ พบว่าบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตริน ร้อยละ 40 ของน้ำหนักไขมันในสูตร มีค่าออกสีแดง เข้มมากที่สุด

ค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน(b*) ของบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตริน ร้อยละ 10, 20, 30 และ 40 ของน้ำหนักไขมันในสูตร มีค่าเท่ากับ 26.14, 27.88, 28.27 และ 28.66 ตามลำดับ พบว่า บิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตริน ร้อยละ 40 ของน้ำหนักไขมันในสูตร มีค่าออกสีเหลืองเข้มมากที่สุด จากค่าสีทุกระดับมีสีใกล้เคียงกัน

ค่าความแข็ง(ตารางที่ 16) บิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตริน ร้อยละ 10, 20, 30 และ 40 ของน้ำหนักไขมันในสูตร มีค่าเท่ากับ 4.45, 4.66, 5.58 และ 6.67 นิวตัน ตามลำดับ พบว่า ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีการลดปริมาณไขมันลง ซึ่งไขมันมีคุณสมบัติมีหน้าที่เป็น shortening ช่วยป้องกันการเกิด gluten network ที่จะทำให้ผลิต

ภัณฑ์แข็งไม่กรอบนุ่ม ถ้าขาดไขมันขนมจะกระด้าง การลดไขมันทำให้เนื้อสัมผัสแข็งขึ้น(มลศิริ, 2545)

3. <u>ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ และต้นทุนการผลิตของบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก</u>

ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก จากผลิตภัณฑ์บิสกิตสูตรพื้นฐาน กับบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก ดังตารางที่ 17 และตารางภาคผนวกที่ ข19

<u>ตารางที่ 17</u> คุณค่าทางโภชนาการของบิสกิตสูตรพื้นฐาน และบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก ต่อน้ำหนักอาหาร 100 กรัม

คุณค่าทางโภชนาการ	บิสกิตสูตรพื้นฐาน[1]	บิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก[1]	การเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการ
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	474.43[a]	354.7[b]	ลดลง 119.73
ใยอาหาร (กรัม)	4.14[b]	14.85[a]	เพิ่มขึ้น 10.71
กากใย (กรัม)	0.07[b]	9.42[a]	เพิ่มขึ้น 9.35
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)[2]	70.84[a]	66.60[b]	ลดลง 4.24
ไขมัน (กรัม)	16.95[a]	5.62[b]	ลดลง 11.33
โปรตีน (กรัม)	9.63[a]	9.43[b]	ลดลง 0.20
เถ้า (กรัม)	1.08[b]	3.97[a]	เพิ่มขึ้น 2.89
ความชื้น (กรัม)	1.43[b]	4.96[a]	เพิ่มขึ้น 3.53

<u>หมายเหตุ</u>: [1] ตัวเลขที่รายงานเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ของผู้วิจัย 3 ซ้ำ

[2] ตัวเลขที่รายงานได้จากการคำนวณ 100 ลบด้วยค่าความชื้นรวมโปรตีนรวมไขมันรวมกากใยรวมเถ้า

เมื่อเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการ(ตารางที่ 16) พบว่า ผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ตัวอย่างมีปริมาณใยอาหาร กากใย คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน เถ้า และความชื้น มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างบิสกิตสูตรพื้นฐานกับ บิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก น้ำหนัก 100 กรัม พบว่า มีพลังงานลดลง 119.73 กิโลแคลอรี มีใยอาหาร เพิ่มขึ้น 10.71 กรัม(ปริมาณ 4 เท่าของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ) และมีกากใยเพิ่มขึ้น 9.35 กรัม

จากหลักเกณฑ์ในการกล่าวอ้างทางโภชนาการบนฉลากอาหาร บัญชีหมายเลข 4 แนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข(ฉบับที่ 182) พ.ศ. 2541 ได้กำหนดว่า อาหารลดพลังงานมีพลังงานลดลง เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์อื่นที่เป็นอาหารชนิดเดียวกัน หรือคล้ายคลึงกัน โดยลดลงตั้งแต่ร้อยละ 25 ขึ้นไป และ ปริมาณพลังงานที่ลดลงจะต้องไม่น้อยกว่า 40 กิโลแคลอรี ซึ่งผลิต-ภัณฑ์บิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักจึงเข้าหลักการกล่าวอ้างทางโภชนาการบนฉลากโภชนาการ โดยสามารถลดพลังงานลงได้ ลดลง 119.73 กิโลแคลอรี เข้าตามหลักเกณฑ์ที่กำหนด

ผลจากวิธีการกำหนดปริมาณสารอาหารหนึ่งหน่วยบริโภคกับจำนวนหน่วยบริโภคต่อภาชนะบรรจุ : บัญชีหมายเลข 2 แนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข(ฉบับที่ 182) พ.ศ. 2541 ได้กำหนดปริมาณปริมาณ 1 หน่วยบริโภคของบิสกิต ให้มีน้ำหนัก 30 กรัม(ดังตารางที่ 18) มีคุณค่าทางโภชนาการดังนี้

ตารางที่ 18 คุณค่าทางโภชนาการของบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก น้ำหนักอาหาร 30 กรัม หรือหนึ่งหน่วยบริโภค

คุณค่าทางโภชนาการ	บิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก[1] น้ำหนักอาหาร 30 กรัม
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	106.41
ใยอาหาร (กรัม)	4.45
กากใย (กรัม)	2.83
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)[2]	19.98
ไขมัน (กรัม)	1.69
โปรตีน (กรัม)	2.83
เถ้า (กรัม)	1.19
ความชื้น (กรัม)	1.49

หมายเหตุ [1] ตัวเลขที่รายงานเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ของผู้วิจัย 3 ซ้ำ

[2] ตัวเลขที่รายงานได้จากการคำนวณ 100 ลบด้วยค่าความชื้นรวมโปรตีนรวมไขมันรวมกากใยรวมเถ้า

ผลจากการคำนวณตามตารางที่ 18 พบว่า หนึ่งหน่วยบริโภคของบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก 30 กรัม ให้พลังงาน 106. 41 กิโลแคลอรี และให้ปริมาณใยอาหาร 4.45 กรัม จากหลักเกณฑ์ในการกล่าวอ้างทางโภชนาการบนฉลากอาหาร : บัญชีหมายเลข 4 แนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข(ฉบับที่ 182) พ.ศ. 2541 ได้กล่าวไว้ว่าอาหารประเภทที่มีใยอาหารสูงนั้น จะต้องมีปริมาณเส้นใยอาหารไม่น้อยกว่า 6 กรัม ต่อน้ำหนักอาหาร 100 กรัม จากหลักเกณฑ์ข้างต้นทำให้บิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเกล็ดแมงลักเข้าหลักเกณฑ์ในการกล่าวอ้าง คือ บิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก 100 กรัม มีปริมาณใยอาหาร 14.85 กรัม(ตารางที่ 17) และจากหลักเกณฑ์ในการกล่าวอ้างทางโภชนาการบนฉลากอาหาร บัญชีหมายเลข 4 แนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข(ฉบับที่ 182) พ.ศ. 2541 ได้กำหนดว่า อาหารลดพลังงานมีพลังงานลดลง เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่เป็นอาหารชนิดเดียวกัน หรือคล้ายคลึงกัน โดยลดลงตั้งแต่ ร้อยละ 25 ขึ้นไป และปริมาณพลังงานที่ลดลงจะต้องไม่น้อยกว่า 40 กิโลแคลอรี ทำให้บิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักเข้าหลักเกณฑ์ในการกล่าวอ้าง คือ บิสกิตสูตรพื้นฐาน

100 กรัม(ตารางที่ 17) มีพลังงาน 474.43 กิโลแคลอรี และบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก มีพลังงาน 354.7 กิโลแคลอรี มีพลังงานลดลง 119.73 กิโลแคลอรี

จากข้อมูลที่ได้จากการพัฒนาบิสกิตสูตรพื้นฐาน จนได้บิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก สามารถทำฉลากโภชนาการ จากข้อมูลตารางที่ 18 ดังนี้

ข้อมูลโภชนาการ		
หนึ่งหน่วยบริโภค : 6 ชิ้น(30 กรัม)		
จำนวนหน่วยบริโภค : 1		
คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค		
พลังงานทั้งหมด 110 กิโลแคลอรี(พลังงานจากไขมัน 18 กิโลแคลอรี)		
		ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน*
ไขมันทั้งหมด	2 ก.	3 %
ไขมันอิ่มตัว	0 ก.	0 %
โคเลสเตอรอล	0 มก.	0 %
โปรตีน	3 ก.	
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด	20 ก.	7 %
ใยอาหาร	4 ก.	16 %
น้ำตาล	10 ก.	
โซเดียม	14 มก.	1 %

ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน*			
วิตามินเอ	37 %	**วิตามินบี 1**	1 %
วิตามินบี 2	0 %	**แคลเซียม**	1 %
เหล็ก	13 %		

* ร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI) โดยคิดจากความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี		
ความต้องการพลังงานของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน ผู้ที่ต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี ควรได้รับสารอาหารต่าง ๆ ดังนี้		
ไขมันทั้งหมด	น้อยกว่า	65 ก.
ไขมันอิ่มตัว	น้อยกว่า	20 ก.
โคเลสเตอรอล	น้อยกว่า	300 มก.
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด		300 ก.
ใยอาหาร		25 ก.
โซเดียม	น้อยกว่า	2,400 มก.
พลังงาน (กิโลแคลอรี) ต่อกรัม : ไขมัน= 9 ; โปรตีน = 4 ; คาร์โบไฮเดรต = 4		

ภาพที่ 3 ฉลากโภชนาการของบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก

จากฉลากโภชนาการ พบว่า การบริโภคบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักหนึ่งหน่วยบริโภค 30 กรัม(6 ชิ้น) จะได้ใยอาหาร 4 กรัม โดยเงื่อนไขของการแสดงกรอบข้อมูลโภชนาการ บัญชีหมายเลข 1 แนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข(ฉบับที่ 182) พ.ศ. 2541 ได้กำหนดปริมาณใยอาหารร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป โดยคิดจากความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี ความต้องการพลังงานของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน ผู้ที่ต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี ควรได้รับใยอาหาร 25 กรัมต่อวัน แสดงว่า ใน 1 วันต้องรับประทานบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก 187.5 กรัม หรือบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก 37.5 ชิ้น ถึงจะได้รับปริมาณใยอาหารเพียงพอใน 1 วัน

ต้นทุนการผลิตบิสกิตสูตรพื้นฐาน และบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก ดังนี้

<u>ทุนค่าวัตถุดิบ</u>

<u>การคำนวณต้นทุนการผลิต</u>

เมล็ดแมงลัก 1 กิโลกรัม 60 บาท นำมาทำเป็นผงเมือกเมล็ดแมงลักได้ 300 กรัม ดังนั้นผงเมือกเมล็ดแมงลักที่ได้ ราคากิโลกรัมละ 200 บาท เมื่อนำมาคำนวณรวมกับวัตถุดิบอื่น ๆ ในสูตรการผลิต ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ต้นทุนการผลิตบิสกิตพื้นฐาน และบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก

วัตถุดิบ	ต้นทุน (บาท/หน่วย)	บิสกิตสูตรพื้นฐาน		บิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก	
		ปริมาณที่ใช้ (กรัม)	ราคา (บาท)	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)	ราคา (บาท)
แป้งสาลีตราว่าว	35/กก.	100.0	3.50	80.00	2.80
ผงเมือกเมล็ดแมงลัก	200/กก.	-	-	20.00	4.00
มอลโตเด็กซตริน	55/กก.	-	-	3.60	0.20
มาการีน	50/กก.	35.00	1.75	24.5	1.22
เนยขาว	35/กก.	16.00	0.56	11.2	0.39
เกลือป่น	8/500 กรัม	0.60	0.01	0.60	0.01
ผงฟู	20/500 กรัม	1.00	0.04	1.00	0.04
น้ำตาลไอซิ่ง	30/กก.	35.00	1.05	35.00	1.05
ไข่ไก่	3/ฟอง (50กรัม)	18.00	1.08	18.00	1.08
น้ำมันพืช	35/กก.	9.00	0.31	6.30	0.22
รวมต้นทุนวัตถุดิบ			8.30		11.01

จากตารางที่ 19 การคำนวณต้นทุนค่าวัตถุดิบของบิสกิตสูตรพื้นฐาน และบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก ต้นทุนวัตถุดิบทั้งหมด คือ 8.30 และ 11.01 บาท ตามลำดับ สามารถคำนวณเป็นราคาต่อชิ้น ดังนี้

การคำนวณต้นทุนการผลิตบิสกิตสูตรพื้นฐาน เมื่อผ่านการอบจะได้จำนวน 40 ชิ้น 1 ชิ้น หนัก 5 กรัม ต้นทุนทั้งหมด คือ

ต้นทุนวัตถุดิบ = ผลรวมของราคาวัตถุดิบทั้งหมด

= 8.30/40 ชิ้น

= 0.21 บาท/ชิ้น

การคำนวณต้นทุนบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก เมื่อผ่านการอบจะได้จำนวน 40 ชิ้น 1 ชิ้นหนัก 5 กรัม ต้นทุนทั้งหมด คือ

ต้นทุนวัตถุดิบ = ผลรวมของราคาวัตถุดิบทั้งหมด
= 11.02/40 ชิ้น
= 0.27 บาท/ชิ้น

จากการคำนวณต้นทุนวัตถุดิบของผลิตบิสกิตสูตรพื้นฐาน และบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก เมื่อผ่านการอบจะได้ 40 ชิ้น 1 ชิ้นหนัก 5 กรัม ต้นทุนวัตถุดิบรวมทั้งหมดของบิสกิตสูตรพื้นฐานและบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก คือ 0.21 และ 0.27 บาท ต่อ 1 ชิ้น ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 2 สูตร พบว่า ต้นทุน ต่อ 1 ชิ้น ของบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักมีราคาแพงกว่าของบิสกิตสูตรพื้นฐาน เท่ากับ 0.07 บาท ซึ่งเป็นราคาที่ไม่สูงกว่าราคาของบิสกิตที่ผลิตขายทั่วไปในท้องตลาดมากนัก แต่สามารถเพิ่มคุณค่าอาหารประเภทเส้นใยอาหาร และมีพลังงานต่ำ เหมาะสำหรับคนทั่วไปที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก และลดน้ำหนัก คือรับประทานน้อยแต่รู้สึกอิ่มได้เร็ว จึงเหมาะสมสำหรับการนำไปผลิตในเชิงพาณิชย์ได้ต่อไปในอนาคต

จากการพัฒนาบิสกิตโดยใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักมีความสามารถในการช่วยป้องกันโรคอ้วน เนื่องจากเมล็ดแมงลักเป็นใยอาหารที่ละลายน้ำได้ โดยเมล็ดแมงลักจะเปลี่ยนสภาพเป็นเจลเมื่อรวมตัวกับน้ำ ทำให้เพิ่มความหนืดเหนียว และการเกาะตัวของสารภายในกระเพาะอาหาร ส่งผลให้กระเพาะอาหารว่างช้าลง จึงรู้สึกอิ่มได้นานขึ้น ทำให้อัตราการย่อยและดูดซึมสารอาหารต่าง ๆ ช้าอีกด้วย(ปรียา และคณะ, 2535) ผลของเจลจากใยอาหารทำให้ร่างกายดูดซับแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ได้มากขึ้น เนื่องจากแบคทีเรียบางส่วนจะเข้าไปติดกับเมือกเหนียวของเมล็ดแมงลักและถูกขับออกมากับอุจจาระทำให้อุจจาระมีน้ำหนักมากขึ้น ซึ่งเป็นการช่วยป้องกันโรคท้องผูก โรคริดสีดวงทวาร และโรคมะเร็งลำไส้(Callarher and Allred, 1991)

4. <u>ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค</u>

ผลการนำผลิตภัณฑ์บิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักที่พัฒนาแล้ว ไปทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยการให้คะแนนความชอบรวม ทดสอบชิมด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ(9-point hedonic scaling) กับกลุ่มเป้าหมายซึ่งเป็นบุคคลทั่วไปที่มีความสนใจในผลิตภัณฑ์ ทั้งเพศชาย และเพศหญิง จำนวน 150 คน จากกลุ่มคนที่มาใช้สถานที่ออกกำลังกาย สนามกีฬาหัวหมาก สวนน้ำบึงกุ่ม และสวนจตุจักร ได้ผลการทดสอบ(ตารางที่ 20 - 24) ดังนี้

<u>ตารางที่ 20</u> ลักษณะทางด้านประชากรศาสตร์ของผู้บริโภค จำนวน 150 คน

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ		
หญิง	90	60.00
ชาย	60	40.00
2. อายุ(ปี)		
16-20	58	38.67
21-25	38	25.33
26-30	23	15.33
31-35	15	10.00
36-40	6	4.00
41-45	5	3.33
46-50	4	2.67
51-55	1	0.67
3. ระดับการศึกษา		
ปริญญาตรี	83	55.33
อนุปริญญา/ปวส.	37	24.67
มัธยมศึกษาหรือเทียบเท่า	20	13.33
ต่ำกว่าระดับมัธยมศึกษา	6	4.00
ปริญญาโท	4	2.67

ตารางที่ 20 (ต่อ)

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	จำนวน	ร้อยละ
4. อาชีพ		
นิสิต/นักศึกษา	75	50.00
พนักงานบริษัทเอกชน	35	23.37
พนักงานรัฐวิสาหกิจ	17	11.33
ธุรกิจส่วนตัว	12	8.00
แม่บ้าน	6	4.00
ข้าราชการ	5	3.33
5. ท่านมีรายได้เองหรือไม่		
มี โดยรายได้ต่อเดือนอยู่ช่วง	100	66.67
โดยรายได้อยู่ในช่วง		
น้อยกว่า 10,000 บาท	30	38.67
มากกว่า 30,000 บาท	58	46.67
10,000-20,000 บาท	7	20.00
20,000-30,000 บาท	5	3.33
ไม่มีรายได้เอง	50	33.33

จากตารางที่ 16 พบว่า ผู้บริโภคที่เป็นหญิงร้อยละ 60 และเพศชาย ร้อยละ 40 อายุอยู่ในช่วง16-20 ปี ร้อยละ 38.67 รองลงมา 21-25 ปี ร้อยละ 25.33 และ 26-30 ปี ร้อยละ 15.33 ระดับการศึกษา อยู่ในระดับปริญญาตรี ร้อยละ 55.33 รองลงมา ระดับอนุปริญญา/ปวส. ร้อยละ 24.67 และ มัธยมศึกษาหรือเทียบเท่า ร้อยละ 13.33 อาชีพ นิสิต/นักศึกษา ร้อยละ 50 รองลงมา พนักงานบริษัทเอกชน ร้อยละ 23.37 และพนักงานรัฐวิสาหกิจ ร้อยละ 11.33 ทางด้านรายได้จะมีรายได้เองเป็นส่วนใหญ่ ร้อยละ 66.67 โดยมีรายได้อยู่ในช่วง มากกว่า 30,000 บาท ร้อยละ 46.67 รองลงมามีรายได้น้อยกว่า 10,000 บาท และ มีรายได้ 10,000-20,000 บาท ร้อยละ 20

ตารางที่ 21 ข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ จำนวน 150 คน

ปัจจัย	ระดับคะแนนความชอบ	คะแนนความชอบเฉลี่ย
ลักษณะปรากฏ	ชอบปานกลางถึงมาก	7.51
ความกรอบ	ชอบปานกลาง	7.23
รสชาติ	ชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง	6.79
กลิ่น	ชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง	6.72
สี	ชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง	6.58
ความชอบรวม	ชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง	6.92

ผลของข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์บิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่มีการยอมรับผลิตภัณฑ์ในด้านต่าง ๆ ดังนี้ ด้านลักษณะปรากฏ มีคะแนนความชอบเฉลี่ย เท่ากับ 7.51 คือมีความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก ส่วนทางด้านความกรอบ มีคะแนนความชอบเฉลี่ย เท่ากับ 7.23 คือมีความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลาง เนื่องจาก ผู้บริโภคมีความต้องการผลิตภัณฑ์บิสกิตที่มีความกรอบมากกว่านี้ และมีความเคยชินกับการรับประทานคุกกี้ จึงติดการรับประทานในระดับความกรอบแบบเดียวกับคุกกี้ ทางด้าน ความชอบรวม รสชาติ กลิ่น และ สี มีคะแนนความชอบเฉลี่ย เท่ากับ 6.92, 6.79, 6.72 และ 6.58 ตามลำดับ มีคะแนนความชอบรวมของผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับชอบรวมเล็กน้อยถึงปานกลาง โดยสรุปผู้บริโภคมีคะแนนความชอบในทุกด้านอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลางของบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก

ตารางที่ 22 ข้อมูลเกี่ยวกับการยอมรับผลิตภัณฑ์ จำนวน 150 คน

ข้อมูล	จำนวน	ร้อยละ
7. ท่านยอมรับบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักหรือไม่		
ยอมรับ	110	73.33
ไม่ยอมรับ	40	26.67

ตารางที่ 22 (ต่อ)

ข้อมูล	จำนวน	ร้อยละ
8. ท่านต้องการให้บรรจุบิสกิตในแบบใด		
กล่องพลาสติกใส	55	36.67
กล่องกระดาษ	40	26.67
ถุงอลูมิเนียมฟรอยด์	29	19.33
ถุงพลาสติกใส	26	17.33
9. หากมีบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักออก จำหน่ายท่านจะซื้อหรือ ไม่		
ซื้อ	76	50.67
ไม่แน่ใจ	52	34.67
ไม่ซื้อ	22	14.66
10. ราคาที่เหมาะสมในการขายบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักขนาด 6 ชิ้น ต่อ 1 บรรจุ ท่านคิดว่าควรมีราคาประมาณเท่าใด		
10-15 บาท	72	48.00
ต่ำกว่า 10 บาท	41	27.33
16-20 บาท	20	13.33
สูงกว่า 20 บาทขึ้นไป	17	11.34

ผลของข้อมูลเกี่ยวกับการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค พบว่า ยอมรับบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก ยอมรับ ร้อยละ 73.33 และ ไม่ยอมรับ 26.67 ทางด้านภาชนะบรรจุผู้บริโภคต้องการให้ใส่ในกล่องพลาสติกใส ร้อยละ 36.67 รองลงมา กล่องกระดาษ ร้อยละ 26.67 และถุงอลูมิเนียมฟรอยด์ ร้อยละ 19.33 หากมีบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักออกจำหน่ายจะซื้อ ร้อยละ 50.67 รองลงมาไม่แน่ใจ ร้อยละ 34.67 และ ไม่ซื้อ ร้อยละ 14.66 ราคาที่เหมาะสม คือ 10-15 บาท ร้อยละ 48 รองลงมา ต่ำกว่า 10 บาท ร้อยละ 27.33 และ 16-20 บาท ร้อยละ 13.33

ตารางที่ 23 ข้อมูลความรู้จากฉลากโภชนาการ จำนวน 150 คน

ข้อมูล	จำนวน	ร้อยละ
11. จากฉลากโภชนาการท่านคิดว่าได้ประโยชน์จากข้อมูลโภชนาการหรือไม่		
ได้	144	96.00
ไม่ได้	6	4.00
12. จากประโยชน์ของเมล็ดแมงลักท่านคิดว่ามีประโยชน์กับท่านหรือไม่		
มีประโยชน์	137	91.33
ไม่มีประโยชน์	13	8.67

ความรู้จากฉลากโภชนาการ พบว่าผู้บริโภคทราบเข้าใจประโยชน์จากข้อมูลโภชนาการได้ คิดเป็นร้อยละ 96 และไม่ได้ คิดเป็นร้อยละ 4 ส่วนประโยชน์ของเมล็ดแมงลัก พบว่ามีประโยชน์ คิดเป็นร้อยละ 91.33 และไม่มีประโยชน์ คิดเป็นร้อยละ 8.67

ตารางที่ 24 ข้อมูลเชิงพฤติกรรม จำนวน 150 คน

ข้อมูล	จำนวน	ร้อยละ
13. ท่านเคยรับประทานอาหารลดพลังงานหรือไม่		
ไม่เคย(ไม่ต้องตอบข้อ 14-17)	106	70.67
เคย	44	29.33
14. ท่านเคยซื้ออาหารลดพลังงานที่ใด		
ร้านขายยา	26	59.00
ซุปเปอร์มาร์เก็ต	11	25.00
ร้านสะดวกซื้อ	7	16.00

ตารางที่ 24 (ต่อ)

ข้อมูล	จำนวน	ร้อยละ
15. ท่านเคยรับประทานอาหารลดพลังงาน ในรูปแบบใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
เครื่องดื่ม	25	47.97
ยา	11	20.75
คุกกี้	7	13.21
เวเฟอร์	6	11.32
ขนมปังกรอบ	4	7.55
16. เหตุผลใดที่ท่านบริโภคอาหารลดพลังงาน(ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
เพื่อลดน้ำหนักตัว	37	53.62
เพื่อเสริมความงาม	18	26.10
เพื่อรักษาโรค	10	14.49
เพื่อป้องกันโรค	4	5.79
17. ท่านบริโภคอาหารลดพลังงาน บ่อยเพียงใด		
2 ครั้งต่อวัน	12	27.30
1 ครั้งต่อวัน	10	22.70
3 ครั้งต่อวัน	10	22.70
1 ครั้งต่อสัปดาห์	8	18.20
อื่น ๆ โปรดระบุ	4	9.10

จากข้อมูลเชิงพฤติกรรมพบว่า การรับประทานอาหารลดพลังงานผู้บริโภคตอบว่า ไม่เคย คิดเป็นร้อยละ 70.67 และเคย คิดเป็นร้อยละ 29.33 สถานที่ซื้ออาหารลดพลังงาน พบว่า ซื้อที่ร้านขายยา คิดเป็นร้อยละ 59 รองลงมาซื้อที่ซุปเปอร์มาร์เก็ต คิดเป็นร้อยละ 25 และร้านค้าสะดวกซื้อ คิดเป็นร้อยละ 16 รูปแบบของผลิตภัณฑ์อาหารลดพลังงาน พบว่า รับประทานในรูปเครื่องดื่ม คิดเป็นร้อยละ 47.97 รองลงมา คือในรูปแบบยา คิดเป็นร้อยละ 20.75 และในรูปแบบคุกกี้ คิดเป็นร้อยละ 13.21 เหตุผลในการรับประทานอาหารลดพลังงาน พบว่า รับประทานเพื่อลดน้ำหนักตัว คิดเป็นร้อยละ 53.62 รองลงมารับประทานอาหารลดพลังงานเพื่อเสริมความงาม คิดเป็นร้อยละ 26.1 และรับประทานทานอาหารลดพลังงานเพื่อรักษาโรค คิดเป็นร้อยละ 14.49

ความบ่อยครั้งในการรับประทานอาหารลดพลังงาน พบว่า จะรับประทาน 2 ครั้งต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 27.3 รองลงมา 1 ครั้งต่อวันและ 3 ครั้งต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 22.7

5. <u>ศึกษาคุณสมบัติการดูดซับน้ำของบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก</u>

จากการทดลองหาค่าการดูดซับน้ำของบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่า บิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก 1 กรัม มีค่าการดูดซับน้ำ 23.08 มิลลิลิตร

ดังนั้นข้อแนะนำในการรับประทานบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก โดยคิดจากปริมาณที่เหมาะสมในการบริโภค คือ จากปริมาณ 1 หน่วยบริโภค จะมีบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักน้ำหนัก 30 กรัม คูณด้วยค่าการดูดซับน้ำของบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก 1 กรัม จะได้ปริมาณน้ำที่เหมาะสมที่ควรจะดื่มหลังจากรับประทานบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก

ปริมาณน้ำที่เหมาะสม (มิลลิลิตร) = น้ำหนักของบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก 1 หน่วยบริโภค(กรัม) X ค่าการดูดซับน้ำของบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก 1 กรัม

= 30 X 23.08

= 692.40 มิลลิลิตร

จากผลที่คำนวณได้ทำให้ทราบว่า หลังจากรับประทานบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก 30 กรัม ควรจะดื่มน้ำในปริมาณไม่น้อยกว่า 692.40 มิลลิลิตร หรือปริมาณ 3 แก้ว (1 แก้ว เท่ากับ 240 มิลลิลิตร) จึงจะเพียงพอ เนื่องจากผงเมือกเมล็ดแมงลักในบิสกิตมีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำได้มาก ถ้าดื่มน้ำไม่เพียงพอผงเมือกเมล็ดแมงลักจะดูดซับน้ำในกระเพาะและสำไส้แทน ทำให้ร่างกายอาจจะขาดน้ำและแร่ธาตุในร่างกายมากเกินไป และอาจจะไปชะลอหรือยับยั้งการดูดซึมสารอาหารต่าง ๆ ทำให้ร่างกายอาจขาดสารอาหารที่จำเป็น(นุชสิริ, 2535) และทำให้เกิดอาการท้องผูกได้

6. <u>ศึกษาอายุการเก็บรักษาของบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก</u>

ในการศึกษาอายุการเก็บรักษาของบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก ได้ทำการศึกษาโดยการนำบิสกิตไปบรรจุในถุงพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีน ความหนา 0.05 มิลิเมตร และนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง(27-30 องศาเซลเซียส) โดยทำการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทุก 2 สัปดาห์ มีการตรวจสอบคุณภาพทางด้านกายภาพ ได้แก่ ความแข็ง(Hardness) ค่า a_w และค่าสี มีการตรวจสอบคุณภาพทางเคมี ได้แก่ วิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์(Thiobarbituric Acid Number, TBA) มีการตรวจคุณภาพทางจุลินทรีย์ โดยการประเมินจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และหาปริมาณยีสต์และรา และได้มีการตรวจคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยการให้คะแนนความเข้ม (intensity) (Meilgaard *et al*.,1991) โดยใช้สเกลแบบเส้นตรงยาว 15 เซนติเมตร(1-5 เท่ากับเข้มน้อย, 6-10 เท่ากับเข้มปานกลาง และ 11-15 เท่ากับเข้มมาก) และทำการประเมินโดยผู้ชิมจำนวน 15 คน โดยกำหนดปัจจัยคุณภาพที่สำคัญ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ กลิ่นหืน รสชาติ และความกรอบ ร่วมกับการทดสอบการยอมรับโดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9 ระดับ ตั้งแต่ไม่ชอบมากที่สุดถึงชอบมากที่สุด เป็นเวลา 2 เดือน ตรวจทุก 2 สัปดาห์ ปรากฏผลดังต่อไปนี้

6.1 คุณภาพทางกายภาพตรวจสอบโดยวัดค่าเนื้อสัมผัส วัดค่า a_w และค่าสี

ผลการตรวจคุณภาพทางกายภาพ ทางด้านเนื้อสัมผัส ค่า a_w และค่าสี แสดงผลการทดลองดังตารางที่ 25

ตารางที่ 25 คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์บิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 เดือน ตรวจทุก 2 สัปดาห์

ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	ค่าความแข็ง (นิวตัน)	a_w	ค่าสี		
			L*	a*	b*
0	3.83^{e}	0.51^{e}	52.16^{a}	8.70^{d}	24.33^{d}
2	4.47^{d}	0.53^{d}	51.51^{b}	8.71^{d}	24.54^{c}
4	5.37^{c}	0.61^{c}	51.40^{c}	9.06^{c}	24.55^{c}
6	5.49^{b}	0.64^{b}	48.58^{d}	9.41^{b}	26.80^{b}
8	5.58^{a}	0.66^{a}	46.28^{e}	9.53^{a}	27.33^{a}

หมายเหตุ (a-e) ค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละชุดในแนวตั้งเดียวกันที่มีตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

จากการทดลองการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์บิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก เป็นเวลา 2 เดือน ตรวจทุก 2 สัปดาห์ โดยกล่าวถึงผลการทดสอบคุณภาพทางกายภาพแต่ละด้านดังนี้

ผลการทดลองบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก ทางด้านค่าความแข็ง(ดังตารางที่ 25 และตารางผนวกที่ ข20) เมื่อมีการเก็บรักษาบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก เปรียบเทียบแต่ละสัปดาห์ พบว่า สัปดาห์ที่ 0, 2, 4, 6 และ 8 มีค่า เท่ากับ 3.83, 4.47, 5.37, 5.49 และ 5.58 นิวตัน ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบวิเคราะห์ความแตกต่าง พบว่า ทุกสัปดาห์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 เนื่องจาก บิสกิตมีการเก็บในอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 เดือน มีการเปลี่ยนแปลงจากการดูดความชื้นของบิสกิตที่มีปริมาณเส้นใยอาหาร โดยเส้นใยอาหารมีความสามารถในการดูดความชื้น จึงทำให้บิสกิตมีความแข็งลดลง

(เพลินใจ และคณะ, 2538) และสูญเสียความกรอบไป เนื่องจากบิสกิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นต่ำมาก จึงแห้ง และเปราะ การสัมผัสความชื้นมีผลทำให้บิสกิตเปียก ทำให้สูญเสียความกรอบและเปราะ เราสามารถป้องกันบิสกิตไม่ให้ดูดความชื้นในอากาศ และป้องกันการแตกหักของผลิตภัณฑ์ อาจบรรจุชิ้นบิสกิตในถาดพลาสติกที่แบ่งเป็นช่องย่อย ๆ และปิดผนึกด้วยฟิล์มที่ป้องกันการซึมผ่านของความชื้นและไอน้ำ(Smith, 1972) จะช่วยยืดอายุการเก็บบิสกิตได้นานขึ้นด้วย

ผลการวิเคราะห์ค่า a_w(ดังตารางที่ 25 และตารางผนวก ข21) เมื่อมีการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ พบว่า สัปดาห์ที่ 0, 2, 4, 6 และ 8 มีค่า a_w เท่ากับ 0.51, 0.53, 0.61, 0.64 และ 0.66 ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่าง พบว่าในการเก็บรักษาบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักทุกสัปดาห์ มีค่า a_w มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 เนื่องจาก บิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก มีปริมาณเส้นใยอาหารสูง โดยใยอาหารมีคุณสมบัติในการดูดความชื้น(เพลินใจ และคณะ, 2538) จึงทำให้มีค่า a_w สูงขึ้น ตามปกติระดับค่า a_w ของ บิสกิตที่ไม่มีการเติมเส้นใยอาหารมีค่า a_w เท่ากับ 0.33(สุวิมล, 2546) เนื่องจากบิสกิตจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก มีเส้นใยอาหารเป็นส่วนผสม ซึ่งมีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำได้ดี จึงทำให้มีค่า a_w สูงกว่า ตามปกติระดับ a_w ของอาหารที่มีความปลอดภัยในระหว่างการเก็บรักษาอยู่ในช่วง 0.70 หรือต่ำกว่า ดังนั้น ผลิตภัณฑ์บิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก จึงมีความปลอดภัย แต่อาหารอาจเกิดการเสีย เนื่องจาก ปฏิกิริยาของเอนไซม์ในอาหาร(วราวุฒิ, 2538)

ผลการวิเคราะห์ค่าสี ค่าความสว่าง(L*) (ดังตารางที่ 25 และตารางผนวกที่ ข22) และจากการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการเก็บรักษาบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักในแต่ละสัปดาห์ พบว่าสัปดาห์ที่ 0, 2, 4, 6 และ 8 มีค่าความสว่าง(L*) เท่ากับ 52.16, 51.51, 51.40, 48.58 และ 46.28 ตามลำดับ พบว่า ผลของค่าความสว่างที่ได้จากการเก็บรักษาบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักทุกสัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 โดยมีค่าความสว่างลดลง เนื่องจากการเปลี่ยนสีเกิดจากแสงหรือออกซิเจน จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของบิสกิตได้ในระหว่างการเก็บรักษา(พิชญา, 2547)

ผลจากการวิเคราะห์ค่าสีแดงและสีเขียว(a*) (ดังตารางที่ 25 และตารางผนวกที่ ข23) และจากการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการเก็บรักษาบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักในแต่ละสัปดาห์ พบว่า สัปดาห์ที่ 0, 2, 4, 6 และ 8 มีค่าสีแดงและสีเขียว(a*) เท่ากับ 8.70, 8.71, 9.06, 9.41 และ 9.53 ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่าง พบว่า ค่า a* ในระหว่างการเก็บรักษา

บิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักในสัปดาห์ที่ 0 และ 2 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 แต่มีความแตกต่างกับสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 และค่า a* เพิ่มขึ้นโดยมีค่าสีแดงมากขึ้น เนื่องจากการเปลี่ยนสีตามธรรมชาติ มีการเปลี่ยนแปลงจากปฏิกิริยาของเอนไซม์ในอาหาร การเกิดสีน้ำตาลและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากแสงหรือออกซิเจน จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของบิสกิตได้ในระหว่างการเก็บรักษา(พิชญา, 2547)

ผลจากการวิเคราะห์ค่าสีเหลือง และสีน้ำเงิน(b*) (ดังตารางที่ 25 และตารางผนวกที่ ข 24) และจากการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการเก็บรักษาบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักในแต่ละสัปดาห์ พบว่าสัปดาห์ที่ 0, 2, 4, 6 และ 8 มีค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน(b*) เท่ากับ 24.33, 24.54, 24.55, 26.80 และ 27.33 ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่าง พบว่า การเก็บรักษาบิสกิตลด-พลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก สัปดาห์ที่ 2 และ 4 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 แต่มีความแตกต่างกับสัปดาห์ที่ 0, 6 และ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 และค่า b* เพิ่มขึ้นโดยมีค่าสีเหลืองมากขึ้น เนื่องจากการเปลี่ยนสีของอาหารที่มีสีตามธรรมชาติ มีการเปลี่ยนแปลงจากปฏิกิริยาของเอนไซม์ในอาหาร การเกิดสีน้ำตาล และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากแสงหรือออกซิเจน จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของบิสกิตได้ในระหว่างการเก็บรักษา(พิชญา, 2547)

6.2 คุณภาพทางเคมีตรวจสอบโดยวิเคราะห์ค่า TBA(Thiobarbituric Acid Number)

ผลการตรวจคุณภาพทางเคมี ทางด้านความเหม็นหืน แสดงผลการทดลอง ดังตารางที่ 26 และตารางผนวกที่ ข25

ตารางที่ 26 คุณภาพทางเคมีจากการวิเคราะห์หาค่าความเหม็นหืน ของผลิตภัณฑ์บิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 2 เดือน ตรวจทุก 2 สัปดาห์

ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	ค่าความเหม็นหืน(TBA) (mEq / kg)
0	0.21[e]
2	0.39[d]
4	1.55[c]
6	3.05[b]
8	3.83[a]

หมายเหตุ (a- e) ค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละชุดในแนวตั้งเดียวกันที่มีตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ค่า TBA เป็นค่าที่สามารถบ่งบอกถึงความเหม็นหืนของผลิตภัณฑ์ ซึ่งความเหม็นหืนเกิดขึ้นจากไขมันทำปฏิกิริยากับออกซิเจน เป็นลักษณะที่ไม่ต้องการ เพราะทำให้เกิดกลิ่นรสผิดปกติ(Willich และคณะ, 1954) ผลการตรวจสอบค่า TBA ของผลิตภัณฑ์บิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักในถุง PP ที่เก็บในอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 2 เดือน โดยตรวจทุก 2 สัปดาห์ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ ระยะเวลาเริ่มต้นมีค่า TBA เท่ากับ 0.21 มิลลิกรัมมัลโลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม แต่เมื่อเก็บรักษาระยะเวลาสัปดาห์ที่ 2 เป็นต้นไป ค่า TBA มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากถุงพลาสติกโพลีโพรพิลีน มีการป้องกันอากาศซึมผ่านยังไม่ดีเท่ากับพลาสติกบางชนิด เนื่องจากช่วงอุณหภูมิในการหลอมละลายมีช่วงอุณหภูมิสั้น ทำให้ PP เชื่อมติดได้ยาก(ปุ่น และ สมพร, 2541) ควรเลือกภาชนะบรรจุที่ป้องกันความชื้น ไขมัน และออกซิเจนได้ดี เช่น ถุงอลูมิเนียมฟรอยด์ ถุง

เคลือบหลายชั้น(laminated film) เป็นต้น โดยค่า TBA สูงสุดมีค่า 3.83 มิลลิกรัมมัลโลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม อย่างไรก็ตามกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ที่มีค่า TBA ระดับนี้ยังเป็นที่ยอมรับได้ของผู้บริโภค โดยค่า TBA ก็ยังอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้คือไม่เกิน 20 มิลลิกรัมมัลโลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม สำหรับอาหารทั่วไป(ชมดาว, 2540)

6.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์

ผลจากการทดลองเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ เป็นเวลา 2 เดือน ตรวจทุก 2 สัปดาห์ แสดงผลการทดลองดังตารางที่ 27

ตารางที่ 27 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์บิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักทำการเก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 2 เดือน ตรวจทุก 2 สัปดาห์

ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	ปริมาณยีสต์และรา (CFU/g)
0	$2.4X10^3$	0
2	$4.6X10^3$	0
4	$5.9X10^3$	0
6	$6.9X10^3$	5
8	$8.7X10^3$	8

ผลจากการตรวจสอบจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์บิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก ดังตารางที่ 27 พบว่า ค่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ไม่เกิน 10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และ ยีสต์และรา น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ซึ่งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 742, 2538 ของขนมปังกรอบ ที่กำหนดไว้ใน ข้อ 6.2.1 จุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count) ไม่เกิน 10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และ ข้อ 6.2.2 ยีสและรา น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม จึงสรุปได้ว่าบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักไม่มีจุลินทรีย์มากพอที่จะทำให้เกิดโรค เพราะไม่เกินตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ เมื่อได้ทำการเก็บรักษาเป็นเวลา 2 เดือน ยังสามารถยอมรับได้ จึงแสดงว่าสามารถเก็บบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือก-เมล็ดแมงลักได้ 2 เดือน

6.4 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากผลการทดลองทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์บิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก เก็บที่อุณหภูมิห้อง แสดงผลในตารางที่ 28

ตารางที่ 28 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์บิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก ทำการเก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 2 เดือน ตรวจทุก 2 สัปดาห์

ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	ลักษณะปรากฏ	กลิ่นหืน	รสชาติ	ความกรอบ
0	11.20^{a}	2.11^{b}	10.86^{a}	10.06^{a}
2	9.45^{b}	3.27^{ab}	8.99^{b}	9.76^{a}
4	7.86^{b}	3.40^{ab}	8.05^{c}	8.74^{b}
6	7.96^{b}	4.16^{ab}	7.16^{d}	7.77^{c}
8	9.31^{b}	5.38^{a}	6.56^{e}	6.85^{c}

หมายเหตุ (a-e) ค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละชุดในแนวตั้งเดียวกันที่มีตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิปกติเป็นเวลา 2 เดือน มีการตรวจสอบทุก 2 สัปดาห์ ผลปรากฏดังตารางที่ 28 และผลการวิเคราะห์ทางสถิติในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นหืน รสชาติ และความกรอบ ดังตารางที่ ข26, ข27, ข28 และ ข29 ตามลำดับ ผลการเปรียบเทียบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านต่าง ๆ มีรายละเอียดดังนี้

ด้านลักษณะปรากฏ พบว่า ในสัปดาห์ที่ 0, 2, 4, 6 และ 8 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.20, 9.45, 7.86, 7.96 และ 9.31 ตามลำดับ อยู่ในเกณฑ์ปานกลางถึงมาก เมื่อทดสอบความแตกต่าง พบว่า การเก็บรักษาบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก สัปดาห์ที่ 2, 4, 6 และ 8 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 แต่มีความแตกต่างกับสัปดาห์ที่ 0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 เนื่องจากบิสกิตลดพลัง-

งานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของรูปร่าง และขนาดเมื่อมีการเก็บรักษา ทำให้ผู้ชิมไม่สามารถแยกความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ได้

ด้านกลิ่นหืน พบว่า ในสัปดาห์ที่ 0, 2, 4, 6 และ 8 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.11, 3.27, 3.40, 4.16 และ 5.38 ตามลำดับ อยู่ในเกณฑ์กลิ่นหืนน้อย เมื่อทดสอบความแตกต่าง พบว่า การเก็บรักษาบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก สัปดาห์ที่ 0 และ 8 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 แต่สัปดาห์ที่ 2, 4, และ 6 ไม่มีความแตกต่างกัน แสดงว่าผู้ชิมสามารถบอกถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทางด้านกลิ่นหืนของบิสกิตได้เมื่อเก็บถึง 8 สัปดาห์ เมื่อพิจารณาร่วมกับค่า TBA(ตารางที่ 26) พบว่า สัปดาห์ที่ 0, 2, 4, 6 และ 8 มีค่าเท่ากับ 0.21, 0.39,, 1.55, 3.05 และ 3.83 ตามลำดับ แสดงว่า มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 ที่มีค่า TBA เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการประเมินทางประสาทสัมผัส ผู้ชิมได้รับกลิ่นหืนในสัปดาห์ที่ 8 เนื่องจากการเกิดกลิ่นหืนเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน เป็นสาเหตุในการเกิดกลิ่นที่ไม่ต้องการ การจะเกิดขึ้นมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในการเก็บรักษาและระยะเวลาในการเก็บ รวมทั้งแสงมีผลให้เกิดปฏิกิริยาเกิดขึ้นด้วย(Smith, 1972)

ด้านรสชาติ พบว่า ในสัปดาห์ที่ 0, 2, 4, 6 และ 8 มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 10.86, 8.99, 8.05, 7.16 และ 6.56 อยู่ในเกณฑ์ชอบน้อยถึงชอบมาก เมื่อทดสอบความแตกต่าง พบว่า ทุกสัปดาห์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 เนื่องจากเมื่อมีการเก็บรักษาบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักเป็นเวลานานขึ้น บิสกิตจะมีการดูดความชื้นในอากาศมากขึ้น ซึ่งดูได้จากค่า a_w ที่เพิ่มขึ้น และทำให้รสชาติของบิสกิตอ่อนลง ความหวานลดลง เพราะความชื้นที่มาจับตัวบิสกิต และค่าความแข็งที่เพิ่มขึ้นจึงทำให้มีผลต่อรสชาติของบิสกิต และทำให้ผู้ชิมให้คะแนนด้านรสชาติน้อยลงไปตามระยะเวลาที่เก็บนานขึ้น

ด้านความกรอบ พบว่า ในสัปดาห์ที่ 0, 2, 4, 6 และ 8 มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 10.06, 9.76, 8.74, 7.77 และ 6.85 ตามลำดับ อยู่ในเกณฑ์กรอบปานกลางถึงกรอบมาก เมื่อทดสอบความแตกต่าง พบว่า การเก็บรักษาบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก ในสัปดาห์ที่ 0 และ 2 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 แต่มีความแตกต่างกับสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 แสดงว่ามีการเปลี่ยนแปลงทางด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์เกิดขึ้น ซึ่งเมื่อพิจารณาร่วมกับการวัดค่าความแข็ง(ตารางที่ 25) พบว่า สัปดาห์ที่ 0, 2, 4, 6 และ 8 มีค่า เท่ากับ 3.83, 4.47, 5.37, 5.49

และ 5.58 นิวตัน ตามลำดับ มีความแตกต่างกันทุกสัปดาห์ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้ชิมสังเกตถึงความกรอบที่ลดลงอย่างชัดเจนได้ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 เนื่องจากผลิตภัณฑ์เมื่อเก็บนานขึ้น จะมีการดูดความชื้นในอากาศ จึงทำให้ผลิตภัณฑ์บิสกิตมีการเปลี่ยนแปลง มีผลทำให้ได้คะแนนความกรอบลดลง ดังนั้น การป้องกันไม่ให้บิสกิตดูดความชื้นจากอากาศ และป้องกันการแตกหักของผลิตภัณฑ์บิสกิตควรบรรจุในถาดพลาสติกแล้วใส่ในถุงพลาสติก และปิดผนึกด้วยฟิล์มที่ป้องกันการสัมผัสของความชื้น และไอน้ำได้ดี(Smith, 1972)

ตารางที่ 29 คุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์บิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักทำการเก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 2 เดือน ตรวจทุก 2 สัปดาห์

ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	การยอมรับ (ค่าเฉลี่ย)
0	7.80[a]
2	7.00[b]
4	6.53[c]
6	6.00[d]
8	5.06[e]

หมายเหตุ: (a- e) ค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละชุดในแนวตั้งเดียวกันที่มีตัวอักษรที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 คะแนนความชอบ 1-9

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 เดือน มีการตรวจสอบทุก 2 สัปดาห์ ผลปรากฏดังตารางที่ 29 และตารางผนวกที่ ข30 พบว่า ในสัปดาห์ที่ 0, 2, 4, 6 และ 8 มีระดับการยอมรับจากบอกไม่ได้ว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับถึงระดับยอมรับมาก โดยมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 7.80, 7.00, 6.53, 6.00 และ 5.06 ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่าง พบว่า ทุกสัปดาห์มีความแตกต่างอย่างมีนัย-สำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 เนื่องจากในการเก็บรักษาบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักเมื่อเก็บรักษานานขึ้น จะทำให้ผลิตภัณฑ์บิสกิตมีกลิ่นหืนขึ้น รสชาติความหวานลดลงและความกรอบลดลง เพราะการดูดซับความชื้นของผลิตภัณฑ์บิสกิต และมีความแข็ง

เพิ่มขึ้นเมื่อเก็บนานขึ้น จึงทำให้ผู้ชิมให้คะแนนทางด้านการยอมรับลดลง และเป็นผลให้ผู้ชิมมีระดับการยอมรับที่ลดลงเมื่อใช้เวลาเก็บรักษาผลิตภัณฑ์บิสกิตนานขึ้น

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. การผลิตผงเมือกเมล็ดแมงลัก พบว่า เมื่อผ่านกระบวนการผลิตของ ศศิธร และปราณี(2545) สามารถผลิตผงเมือกเมล็ดแมงลักได้ ร้อยละ 29.6 โดยน้ำหนักแห้งของเมล็ดแมงลัก มีลักษณะเป็นผงแห้งละเอียดสีเทาอ่อน มีกลิ่นเมล็ดแมงลักอ่อน ๆ ไม่มีรสชาติ การทดลองหาค่าการดูดซับน้ำของผงเมือกเมล็ดแมงลัก มีค่าเท่ากับ 80.10 มิลลิลิตร ต่อ ผงเมือกเมล็ดแมงลัก 1 กรัม นั่นคือ เมื่อคิดเป็นผงเมือกเมล็ดแมงลัก 1 กรัม สมารถดูดซับน้ำได้ 80 เท่า โดยคุณค่าทางโภชนาการที่ได้รับจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก น้ำหนัก 100 กรัม ให้พลังงาน 217 กิโล-แคลอรี ปริมาณใยอาหารเท่ากับ 79.86 กรัม กากใย 35.42 กรัม คาร์โบไฮเดรต 48.46 กรัม โปรตีน 3.05 กรัม ไขมัน 1.26 กรัม เถ้า 5.85 กรัม และความชื้น 5.96 กรัม มีค่าความสว่าง (L*) เท่ากับ 60.92 ค่าของสีแดงและสีเขียว(a*) เท่ากับ 3.97 และค่าของสีเหลืองและสีน้ำเงิน (b*) เท่ากับ 13.98 ค่า a_w เท่ากับ 0.45

2. การผลิตบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก

2.1 การคัดเลือกบิสกิตสูตรพื้นฐานที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ลักษณะส่วนผสมที่เข้ากัน สามารถคลึงเป็นแผ่น กดพิมพ์ได้ง่าย เมื่อนำไปอบยังคงสภาพที่เป็นบิสกิต และมีเนื้อสัมผัสกรอบแข็งเล็กน้อย เมื่อทำการทดลองได้สูตรของ นวรัตน์(ม.ป.ป.) ประกอบด้วยแป้งสาลีเอนกประสงค์ 100 กรัม มาการีน 35 กรัม เนยขาว 16 กรัม เกลือ 0.6 กรัม ผงฟู 1 กรัม น้ำตาลไอซิ่ง 35 กรัม ไข่ไก่ 18 กรัม และน้ำมันพืช 9 กรัม

2.2 ผลการพัฒนาสูตรบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก

2.2.1 การศึกษาปริมาณของผงเมือกเมล็ดแมงลักที่เหมาะสมในการใช้ทดแทนแป้งสาลีในบิสกิต ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลัก ร้อยละ 20 ของน้ำหนักแป้งสาลี เป็นสูตรที่มีคะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวมมากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยในทุกด้านสูงที่สุด โดยผลการวิเคราะห์ทางด้านกายภาพ มีค่าสี ความสว่าง(L*)

เท่ากับ 57.57 ค่าสีแดงและสีเขียว(a*) เท่ากับ 8.69 ค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน(b*) เท่ากับ 26.31 และค่าความแข็ง 3.34 นิวตัน บิสกิตที่ได้มีสีเหลืองเข้ม เรียบเนียน และกรอบร่วนปานกลาง

2.2.2 การศึกษาปริมาณมอลโตเด็กตรินในการทดแทนไขมันในบิสกิตผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตริน ร้อยละ 30 ของน้ำหนักไขมันในสูตร เป็นสูตรที่มีคะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวมมากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยในทุกด้านสูงที่สุด โดยผลการวิเคราะห์ทางด้านกายภาพ มีค่าสี ความสว่าง(L*) เท่ากับ 54.24 ค่าสีแดงและสีเขียว(a*) เท่ากับ 10.99 ค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน(b*) เท่ากับ 26.27 และค่าความแข็ง 5.58 นิวตัน บิสกิตที่ได้มีสีเหลืองเข้ม เรียบเนียนสม่ำเสมอ และกรอบแข็งปานกลาง

3. ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ และต้นทุนการผลิตของบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก พบว่า การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของบิสกิตสูตรพื้นฐาน ให้พลังงาน 474 กิโล-แคลอรี มีปริมาณใยอาหาร 4.14 กรัม กากใย 0.07 กรัม คาร์โบไฮเดรต 70.8 กรัม โปรตีน 9.63 กรัม ไขมัน 16.95 กรัม เถ้า 1.08 กรัม และความชื้น 1.43 กรัม การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก ให้พลังงาน 355 กิโลแคลอรี มีปริมาณใยอาหาร 14.85 กรัม กากใย 9.42 กรัม คาร์โบไฮเดรต 66.60 กรัม โปรตีน 9.43 กรัม ไขมัน 5.62 กรัม เถ้า 3.97 กรัม และความชื้น 4.96 กรัม เมื่อเปรียบเทียบ พบว่า บิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก มีพลังงานลดลง 119 กิโลแคลอรี ใยอาหาร เพิ่มขึ้น 10.71 กรัม จากการคำนวณต้นทุนการผลิบิสกิตสูตรพื้นฐาน และบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก บิสกิต 1 สูตร ทำได้ 40 ชิ้น 1 ชิ้น หนัก 5 กรัม โดยคำนวณต้นทุนของบิสกิตสูตรพื้นฐาน มีต้นทุน 0.21 บาท ต่อ 1 ชิ้น และบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก มีต้นทุน 0.27 บาท ต่อ 1 ชิ้น เมื่อเปรียบเทียบกันพบว่า บิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก มีต้นทุนสูงกว่าบิสกิตสูตรพื้นฐาน เท่ากับ 0.07 บาท ต่อ 1 ชิ้น พบว่า มีต้นทุน 0.53 บาท ต่อ 1 ชิ้น(5 กรัม) เป็นราคาต้นทุนที่สูงกว่าบิสกิตที่ขายทั่วไปในท้องตลาดไม่มากนัก จึงเหมาะสมสำหรับนำไปผลิตในเชิงพาณิชย์ต่อไปในอนาคต

4. ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค 150 คน การยอมรับทางประสาทสัมผัสของบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก พบว่า ลักษณะปรากฏ ความกรอบ ความชอบรวม รสชาติ กลิ่น และ สี ผู้บริโภคมีคะแนนเฉลี่ย 6.58-7.51 อยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลางถึงชอบมาก และผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์บิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก ร้อยละ 73.33

5. ศึกษาคุณสมบัติการดูดซับน้ำของบิสกิตลกพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก การทดลองหาค่าการดูดซับน้ำของบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก มีค่าเท่ากับ 23.08 มิลลิลิตร ต่อ ผงเมือกเมล็ดแมงลัก 1 กรัม

6. ศึกษาอายุการเก็บรักษาของบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก บรรจุในถุงพลาสติกโพลีโพรพิลีน ที่อุณหภูมิห้อง โดยเก็บเป็นเวลา 2 เดือน มีการตรวจทุก 2 สัปดาห์ พบว่า การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ และทางประสาทสัมผัสของบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักที่มีอายุการเก็บ 0, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์ พบว่าค่า a_w เพิ่มขึ้นเป็น 0.66 ในสัปดาห์ที่ 8 ต่างจากสัปดาห์ที่ 0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ค่า L*, a* และ b* ในสัปดาห์ที่ 8 ต่างจากสัปดาห์ที่ 0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ค่าความเหม็นหืน(TBA) มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 3.83 mEq/kg ในสัปดาห์ที่ 8 ต่างจากสัปดาห์ที่ 0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ไม่เกิน 10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์และรา น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ทางด้านประสาทสัมผัสพบว่า บิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก ในสัปดาห์ที่ 0 ถึงสัปดาห์ที่ 8 มีระดับการยอมรับจากยอมรับมากที่สุดถึงบอกไม่ได้ว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ ทุกสัปดาห์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาวิธีการผลิตผงเมือกเมล็ดแมงลัก และการใช้เครื่องมือที่ให้ทำแห้ง โดยอาจนำเครื่องจักรหรือเครื่องทุ่นแรงเข้ามาช่วย เพื่อเพิ่มคุณค่าอาหาร ลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอาหารลดพลังงาน

2. ควรมีการศึกษาวิธีการเก็บรักษาบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก เนื่องจากบิสกิตจากผงเมือกเมล็ดแมงลักมีคุณสมบัติในการดูดซับความชื้นได้ดี จึงควรศึกษาเรื่องอายุในการเก็บรักษา และภาชนะบรรจุที่เหมาะสม เช่น บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟรอยด์ ถุงเคลือบหลายชั้น (laminated film) เป็นต้น

3. ควรมีการศึกษาวิธีการใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักเพื่อเป็นแหล่งเส้นใยอาหารในผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ เช่น เค้ก ขนมปัง พาย ขนมไทย อาหารคาว เป็นต้น

4. ควรมีการศึกษาวิธีการรีดผลิตภัณฑ์บิสกิต ควรจะรีดให้มีความหนาเท่ากัน และตัดให้มีขนาดเท่ากัน โดยการใช้พิมพ์เป็นตัวช่วย เพื่อให้การอบบิสกิตสุกเท่ากันทั้งชิ้น

5. ควรมีการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในเรื่องของรสชาติ กลิ่น เนื้อสัมผัส ลักษณะและรูปร่าง เพราะผงเมือกเมล็ดแมงลักมีกลิ่นเฉพาะตัว และไม่มีรสชาติ ถ้าจะนำไปผลิตเป็นอุตสาหกรรมควรมีการปรุงแต่งกลิ่นและรสชาติเพิ่ม เพื่อให้ผู้บริโภคยอมรับ หรืออาจจะใช้สารทดแทนน้ำตาลมาใช้เพื่อให้ลดพลังงานลง และเพื่อให้รสชาติดีขึ้น แล้วนำไปผลิตเป็นอาหารเพื่อผู้ป่วยโรคเบาหวานได้ เป็นต้น

6. ควรมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์บิสกิตต่อไป โดยศึกษาถึงปริมาณที่เหมาะสมในการบริโภคบิสกิตจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก ที่มีปริมาณผงเมือกเมล็ดแมงลักในปริมาณที่สมดุลกับการดื่มน้ำเพื่อไม่ให้เกิดการท้องผูกภายหลัง เนื่องจากหากได้รับใยอาหารสูงจะทำให้การดูดซับน้ำ รวมทั้งสารอาหาร และแร่ธาตุในระบบทางเดินอาหารมากเกินไป

7. กรรมวิธีในการอบบิสกิตจากผงเมือกเมล็ดแมงลักให้มีสีที่ใกล้เคียงกัน ควรควบคุมอุณหภูมิให้คงที่เพื่อให้สีของบิสกิตสม่ำเสมอทั่วทั้งชิ้น และการเลือกภาชนะในการอบควรเลือกถาดอบบิสกิต แบบไม่มีขอบเพื่อให้บิสกิตได้รับความร้อนทั่วถึงกัน

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กฤษณา ภูตะคาม, พิทยา สรวมสิริ, สรศักดิ์ เหลี่ยวไชยพันธุ์, วรรณดี แต้โสตถิกุล, พาณี ศิริสะอาด, นภาพร โออริยกุล และ พิมพร ลีลาพรพิสิฐ. 2537. **การศึกษาวิจัยเมล็ดแมงลักและการพัฒนายาเตรียมเพื่อใช้เป็นยาระบาย**. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

กระทรวงสาธารณสุข. 2541. **ฉลากโภชนาการ**. ฉบับที่ 182.

กุลยา ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์. 2535. **การใช้แป้งมันเทศพันธุ์พื้นเมืองในผลิตภัณฑ์คุกกี้**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จริยา เดชกุญชร. 2541. **เบอเกอรี่ และแต่งหน้าเค้ก.** บริษัทศรีสยามการพิมพ์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

จันทนา ว่องสันตติวานิช. 2543. **น้ำสลัดพลังงานต่ำจากแป้งบุกและแป้งดัดแปร**. สถาบันราชภัฏสวนดุสิต.

จิตธนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล. 2541**. เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 5 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จีรพรรณ กุลดิลก, อุดม เกิดไพบูรณ์, ไขแสง รักวานิช, ชวรีย์ ยาวุฒิ, วรนันท์ กิตติอัมพานนท์, สมชาย เทยทานา, สมพงษ์ อรพินท์, สุขุมา ศิริโชติ และ สันติภาพ จินดาแสง. 2525. **ในรายงานผลการวิจัยเรื่องอุตสาหกรรมการเกษตรและการพัฒนาเศรษฐกิจท้องถิ่น: กรณีอุตสาหกรรมผัก และผลไม้บรรจุกระป๋อง.** ภาควิชาเศรษฐศาสตร์, คณะเศรษฐศาสตร์บริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชมดาว สิกขะมณฑล. 2540. **การพัฒนาคุกกี้กล้วยตาก.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดวงจันทร์ เฮงสวัสดิ์. 2545. ใยอาหารเพื่อสุขภาพ. **อาหาร** 32(3):157-159.

นวรัตน์ เอี่ยมพิทักษ์กิจ. ม.ป.ป. **อาชีพแก้จน ขนมอบ**. แม่บ้าน จำกัด, กรุงเทพฯ.

นิจศิริ เรืองรังษี และ พะยอม ตันติวัฒน์. 2534. **พืชสมุนไพร**. พิมพ์ครั้งที่ 1. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

นิรนาม. 2528. **เอกสารนิเทศการศึกษาฉบับที่ 276.** ภาคพัฒนาตำราและเอกสารวิชาการหน่วยศึกษานิเทศก์.

นิรนาม. 2548. ตัวอย่างสมุนไพรที่ได้จากเมล็ด. แหล่งที่มา:http//www. google-files/musseed.htm, 14 กุมภาพันธ์ 2548.

นิรนาม. 2549. ผลิตภัณฑ์-อาหารสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก. แหล่งที่มา : www. 2.fda.moph.go.th/consumer/conframe.asp, 20 เมษายน 2549.

เนตรนภิส วัฒนสุชาติ. 2535. อาหารพลังงานต่ำ low calorie food product. **อาหาร**, กรุงเทพฯ. 22(3):1-4.

นุชสิริ เลิศวุฒิโสภณ. 2535. **สารอาหารที่นิยมใช้เพื่อเสริมสุขภาพและต้านโรค.** คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

บริษัท ไทยฟูด แอนด์ เคมิคอล จำกัด. 1997. Star-DRI 100 Maltodextrin. ม.ป.ท., กรุงเทพฯ.

ประภาศรี ภวเสถียร, อุรุวรรณ วลัยพัชรา และ รัชนี คงฉุยฉาย. 2533. ใยอาหารในไทย. **อาหารโภชนาการ** 24(2):43-53.

บัญญัติ สุขศรีงาม. 2531. แมงลัก. **ใกล้หมอ,** กรุงเทพฯ. 12(5):12-13.

ป่วน เจริญพานิช. 2518. เมล็ดแมงลัก. **วารสารเภสัชกรรมสมาคมแห่งประเทศไทย** 29(2):1-9.

ปุ่น คงเจริญเกียรติ และ สมพร คงเจริญเกียรติ. 2541. **บรรจุภัณฑ์อาหาร.** โรงพิมพ์หยี่เฮง จำกัด, กรุงเทพฯ.

ปรียา ลีฬหกุล, สุภาณี พุทธเดชา และ วิชัย ตันไพจิตร. 2535. ประโยชน์และข้อจำกัดการบริโภคของผู้ป่วยโรคอ้วนด้วยเมล็ดแมงลักสกัด. **โภชนาศาสตร์คลีนิก** 29(2):1-9.

ปลื้มจิตต์ โรจน์พันธ์, สุทิน ศิริไพวัน, ณรงค์ ยุคันตรพงษ์, นงนิตย์ ธีรวัฒนสุข, ศิริรัตน์ ทองเทพ. 2526. เมล็ดแมงลัก 1 การแยกสารเมือก. **วารสารเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล**. 19: 44-88.

ผดุงพงศ์ ติณรัตน์. 2526. **ผลของการบริโภคเส้นใยอาหารต่อระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวาน.** ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยมหิดล.

พเยาว์ เหมือนวงษ์ญาติ. 2529. **ตำราวิทยาศาสตร์สมุนไพร**. ศูนย์การพิมพ์พลชัย, กรุงเทพฯ.

พิชญา โล้วิชากรดิกุล. 2547. ความปลอดภัยกับการยืดอายุการเก็บผลิตภัณฑ์. **วารสารจาร์พา** 11(77): 44-48.

เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. 2536. **การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เพลินใจ ตังคณะกุล, เมธากุล สุโรจน, กรุณา วงศ์กระทิง และ จันตรี บุญปั้น. 2534. การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของฟาสต์ฟูดประเภทต่าง ๆ.**วารสารอาหาร** 3:196-208.

_____, พัชรี ตั้งตระกูล, เนตรนภิส วัฒนสุชาติ, พะยอม อัตถวิบูลย์กุล และ บุญมา นิยมวิทย์. 2538. คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของขนมปังและคุกกี้ที่มีใยอาหารสูง. **วารสารอาหาร.** 25(2):95-107.

ไพเราะ วิทูกิจวัฒนา. 2524. **ขนมอบนานาชาติเล่ม 1**.โรงเรียนขนมอบนานาชาติ, กรุงเทพฯ.

ไพโรจน์ หลวงพิทักษ์ และ เบญจวรรณ ธรรมธนารักษ์. 2539. ใยอาหารกับคุณภาพชีวิต. **อุตสาหกรรมเกษตร** 7: 22-31.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช. 2538. **เอกสารการสอนชุดวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารเบื้องต้น หน่วยที่ 8-15.** โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, นนทบุรี.

_____. 2541. **เอกสารการสอนชุดวิชา ผลิตภัณฑ์อาหาร หน่วยที่ 8-15**.โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช, นนทบุรี.

มลศิริ วีโรทัย. 2545. เทคโนโลยีของผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ. บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด, กรุงเทพฯ.

ลัดดาวัลย์ บุณรัตน์กิจ. 2533. แมงลัก. **ธรรมชาติและสัตว์เลี้ยง.** 11(2):63-64.

วิษฐิดา จันทราพรชัย และ เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. 2538. อาหารที่มีเยื่อใยสูง. **อุตสาหกรรมเกษตร** 6(1): 28-34.

วรนุช ศรีเจษฎารักษ์, ประทุม สงวนตระกูล และ ปฏิมากร พะสุวรรณ. 2543. **การประยุกต์ใช้แป้งแปรสภาพในอาหารไร้ไขมัน**. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

วราวุฒิ ครูส่ง. 2538. **จุลชีววิทยาในกระบวนการแปรรูปอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 1. โอ.เอส.พริ้นติ้งเฮ้าส์, กรุงเทพฯ.

วีระสิงห์ เมืองมั่น, กฤษฎา รัตนโอฬาร, สุทิน ศิริไพรวัน, จันทรา ชัยพานิช และ ปลื้มจิตต์ โรจนพันธ์. 2530. การใช้เมล็ดแมงลักเป็นยาระบายในผู้ป่วยสูงอายุ . น. 52. **การพัฒนาการใช้สมุนไพรทางคลินิก และการวิจัยทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของสมุนไพรที่ใช้รักษาโรคเขตร้อน.** มหาวิทยาลัยมหิดล, นครปฐม.

วันชัย สมชิต. 2520. อาหารเส้นใย. **อาหาร** 3:51-54.

วันเพ็ญ มีสมญา. 2541. ใยอาหารอันทรงคุณค่า. **อาหาร** 28(3):213-219

วันดี กฤษณพันธ์. 2538. **สมุนไพรสารพัดประโยชน์**. ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.

วิทย์ เที่ยงบูรณธรรม. 2542. **พจนานุกรม สมุนไพรไทย**. พิมพ์ครั้งที่ 5 . อักษรพิทยา, กรุงเทพฯ.

_____. 2546. **พจนานุกรม สัตว์และพืชในเมืองไทย.** พิมพ์ครั้งที่ 3. อักษรพิทยา, กรุงเทพฯ.

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. 2535. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางโภชนาการ**. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศิริวรรณ เสรีรัตน์, ศุภร เสรีรัตน์, องอาจ ปทะมานิช และปริญ ลักษิตานนท์. 2537. **กลยุทธ์การตลาด การบริหารการตลาด และกรณีศึกษาตัวอย่าง.** สำนักพิมพ์พัฒนาศึกษา, กรุงเทพฯ.

ศรีสมร คงพันธุ์. 2535. **คุกกี้และไอศรีม**. สำนักพิมพ์แสงแดด, กรุงเทพฯ.

ศศิธร เรืองจักรเพ็ชร และ ปราณี อ่านเปรื่อง. 2545. การผลิตผงเมือกเมล็ดแมงลัก. **อาหาร** 32(2):144-153.

สำนักพิมพ์แสงแดด. ม.ป.ป. **ตำราเบเกอรี่ เล่ม 1.** โรงพิมพ์อักษรสมัย, กรุงเทพฯ.

สันทนา อมรไชย. 2537. ใยอาหาร. **วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ** 42(135):27-33.

สุจิตตา เรืองรัศมี. 2546. Insulin และ Oligofructose เส้นใยอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย. **อาหาร** 33(2):94-98.

สุทธิมา จันทนวรางกูร. 2525. **ตำราทำขนมจากแป้งสาลี เล่ม 3.** ยูเอฟเอ็มเบคกิ้งสกูล, กรุงเทพฯ

สุภาภรณ์ สุขประเสริฐ และ สุวิมล ลาภานันท์. 2534. **อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์พลาสติกในประเทศไทย**. บริษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

สุภัทร์ จันทร์วรชัยกุล. 2540. **การผลิตและอายุการเก็บบิสกิตไก่จากเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรพล อุปดิสสกุล. 2536. **สถิติวางแผนการทดลอง เล่ม 1**. สหมิตรออฟเซท, กรุงเทพฯ.

สุมิตรา คงชื่นสิน. 2532. แมงลักพืชปลูกง่ายรายได้พอควร. **กสิกร** 63(2):255-258.

สุริยนต์ จองรีพันธ์. 2542. **การเปลี่ยนแปลงการบริโภคอาหารธรรมชาติ; เส้นทางจากชนบทสู่ความเป็นเมือง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยมหิดล.

สุวิมล กีรติพิบูล, ผู้รวบรวม. 2546. **สุขลักษณะการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร เล่ม 1.** สำนักพิมพ์ ส.ส.ท., กรุงเทพฯ.

หัทยา กองจันทึก และ พัชนี อินทรลักษณ์. 2541. บันได 10 ขั้น สู่ฉลากโภชนาการ, น.41-94. **เอกสารประกอบการประชุมวิชาการเรื่อง ฉลากโภชนาการ**. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อวย เกตุสิงห์ และ อุไร อรุณลักษณ์. 1950. เมล็ดแมงลักจากแง่อาหารและยา(รายงานเบื้องต้น). **สารศิริราช** 2(12): 593-607.

อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ. 2541. **เคมีอาหาร.** ทีพีเอ็นเพรส, กรุงเทพฯ.

อนุกูล พลศิริ. 2544. **เทคโนโลยีการผลิตอาหาร**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพฯ.

อโนชา อุทัยพัฒน์, อรุณี สาระยา, จันทรา ชัยพานิช, สุทิน ศิริไพรวัน และ ปลื้มจิตต์ โรจนพันธ์. 2530. การศึกษาความเป็นพิษของเมล็ดแมงลัก. **การพัฒนาการใช้สมุนไพรทางคลินิกและการวิจัยทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของสมุนไพรที่ใช้รักษาโรคเขตร้อน.** มหาวิทยาลัยมหิดล, นครปฐม.

อารี วัลยะเสวี. 2536. **อาหารและโภชนาการเพื่อสุขภาพ.** ทีพีพริ้น จำกัด, กรุงเทพฯ.

อำนาจ ศรีรัตนบัลล์, มาคุ้มครอง โปษยจินดา, มณฑิรา ตัณฑ์เกยูร และ ไหม รัตนวรารักษ์. 2535. การศึกษาคุณสมบัติของเมล็ดแมงลักเพื่อนำไปใช้เป็นยาระบาย. **จุฬาลงกรณ์เวชสาร** 36(3): 201.

Adams, C.E. and J.W. Erdaman, Tr.1988.Effects of Home Food Preparation Practices on Nutrient Content of Foods, pp. 557-595. In E. Karmas and R.S. Harris ed. **Nutritional Evalution of Food Processing**. Van Nostrand Reinhold Company, Inc., New York.

Almond, N., M.H. Gordon, P. Reardon and P. Wade. 1991. **Biscuits cookies and crackers**. 3rd ed., London.

Anonymous, N.D. 1979. **Handbook of KETT Digital Whiteness Meter Model C-100.**

Callarher R.C. and B.J. Allred. 1991. **Fiber: anutritional enigma. Guide of Sensible food choices.** The ohio state university, Ohio.

Carren, J. and J.W. Erdman.1980. **How to Prepare Tasty Meals Yet Retain Nutrients**. Profess. Nurt. 2(3): 7.

Eastwood, M. 1997**.** Principles of Human Nutrition. **Chapman & Hall, London.**

Giese, J. 1996. Fats, oil and fat replacers. **Food Technology**. 50(4): 78-83.

Gillespie, G.R.1995. **1001 cookies**. Black Dog & Leventhal Publishers Inc., New York.

Hughes, O. and M. Bennion. 1970. **Introductory Foods**. London: The Macmillan Company.

Hasdell, T. 1976. Establishing Taste Panels and Interpretation of Results, Cake and Biscuit Alliance Technologists Conference. pp. 35. In Duncan M. ed. **Technology of Biscuits, Creackers and Cookies.** Ellis Horwood Limited, England.

Hongu, T. and G.O. Phillips. 1990. **New Fiber**. Fllis Harwood, New York.

Labuza, T.P.1982. Moisture Gain and Loss in Package Foods. **Food Technology** 36(4): 47-92.

Maiden, A.N. 1970. Food and Fermentation Applications of Starch Hydrolysates. pp. 3-4. In G.G. Brich, L.F. Green and C.B. Coulson. ed.**Glucose Syrup and Related Carbohydrates**. Lesevier Publ. Co., Itd, London.

Matz, Samuel A. 1968. **Cookie and Cracker Technology**. Westport Connecticut: The AVI Publishing Company.

Mcgray, J. 1993. Fat and oils**. Ingredient Technology**. Chicago. 6: 9-10.

Meilgaard, M.,G.v. Civille and B.T. Carr. 1991. **Sensory Evaluation Techniques.** 2nd Ed. CRC Press, Boca Roton, FL.

Pszczola, E.D. 1991. Rice-derived Ingredient Produces Fatty Texture and Mouthfeel for Use in Low-fat Application. **Food Techno**. 45(8): 264-265.

Pyler, E.J. 1973. **Baking science and technology**. Vol. 1. llinois: Siebel, Chicago.

Reichelt, J.R.1983. **Starch**. pp. 374-396. In Industrial Enzymology Macmillan Pubishers. England.

Rossler, E.B. , J. Warren and J.F. Guymon.1948. Significance in Traingular Taste Tests. **Food Res**.13: 503-505.

Smith, W. H. 1972. **Biscuits, Crackers and Cookies**. VI. Technology, Production and Mamagement. London: Applied Science Publishers. Ltd, London.

Southgate, D.A.T. 1981. Use of the Southgate method for unavailable carbohydrate in the measurement of dietary fiber, pp. 1-19. In W.P.T. James and O. Theander (eds.). **The Analysis of dietary in foods**. Marcel Dekkar, New York.

Stark, A. and Z. Madar. 1994. Dietary fiber, pp. 183-201. In I. Goldberg (ed.). **Fancional Foods.** Chapman & Hall Inc., New York.

Teeuwen, H.W.A.1991. Fat Substitues: Lucrative but Risky. J. **Inf NR**. 2: 4-7.

U.S. Pharcopeia XV III. 1970. **The Pharmacopeia of the United State of America**. 18th ed., Mach Publishing Company, Easton. 1115 p.

Viseshakul, D., P. Premwatana, V. Chularajmontri, D. Kewisir and P. Tinnarat. 1985. Improve Glucose tolerance induced by long term dietary supplementation with hairy basil seeds (Ocimum canum Linn seed) in diabetics. **Journal medical association Thailand** 68(8): 408-411.

Whiteley, P.R. 1971. **Biscuit manufacture fundamentals of in-lin production.** Applied Science Publishers LTD, London.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

สูตรบิสกิตและการเตรียมมอลโตเด็กซตริน

บิสกิตสูตรที่ 1

(จริยา, 2541)

ส่วนผสม

แป้งสาลี	200 กรัม	2	ถ้วยตวง
มาการีน	50 กรัม	1/4	ถ้วยตวง
เนยขาว	50 กรัม	1/4	ถ้วยตวง
เกลือป่น	3 กรัม	1	ช้อนชา
น้ำเย็นจัด	60 กรัม	1/4	ถ้วยตวง

วิธีทำ

1. ร่อนแป้งกับเกลือป่น
2. นำมาการีน เนยขาว ผสมลงกับแป้งคนให้เข้ากัน
3. เติมน้ำเย็น เคล้าให้เข้ากันไม่ต้องนวด เพราะจะทำให้แป้งเหนียว
4. คลึงแป้งให้หนาประมาณ 1/4 นิ้ว ใช้พิมพ์กดแป้งเป็นรูปต่างๆ ใช้ส้อมจิ้มให้เป็นรู
5. อบที่อุณหภูมิ 180 ^{0}C ประมาณ 15 นาที จนขนมสุก

บิสกิตสูตรที่ 2

(Gillespie, 1995)

ส่วนผสม

แป้งสาลี	3	ถ้วยตวง
ผงฟู	1	ช้อนชา
มาการีน	3/4	ถ้วยตวง
น้ำตาลทราย	1	ถ้วยตวง
น้ำเย็น	1/4	ถ้วยตวง

วิธีทำ

1. ร้อนแป้ง ผงฟู น้ำตาลทรายเข้าด้วยกัน
2. นำมาการีนผสมกับส่วนผสมแป้ง
3. ผสมน้ำเย็น
4. คลึงแป้งให้มีความหนา 1/2 นิ้ว ตัดด้วยพิมพ์กดคุกกี้
5. อบที่อุณหภูมิ 170^0 C ประมาณ 12-15 นาที หรือจนขนมสุก

บิสกิตสูตรที่ 3

(นวรัตน์, ม.ป.ป.)

ส่วนผสม

แป้งสาลี	3	ถ้วยตวง
น้ำตาลไอซิ่ง	1	ถ้วยตวง
มาการีน	1/2	ถ้วยตวง
เนยขาว	1/4	ถ้วยตวง
ผงฟู	1	ช้อนชา
เกลือ	1/2	ช้อนชา
น้ำมันพืช	2	ช้อนโต๊ะ
ไข่ไก่	1	ฟอง

วิธีทำ

1. ร่อนแป้ง เกลือ และผงฟู ให้เข้าด้วยกัน ทำบ่อตรงกลางเติมน้ำตาลไอซิ่ง ไข่ไก่ มาการีน เนยขาว น้ำมันพืช เคล้าให้เข้ากัน พักแป้งไว้ประมาณ 20 นาที
2. คลึงแป้งให้หนาประมาณ 1/4 นิ้ว แล้วจึงตัดด้วยพิมพ์
3. อบไฟ 180^0 C ประมาณ 12 –15 นาที จนขนมสุก

บิสกิตสูตรที่ 4

(สุทธิมา, 2525)

ส่วนผสม

แป้งสาลี	340 กรัม	3 2/3	ถ้วยตวง
เกลือ	2 กรัม	1/2	ช้อนชา
ผงฟู	10 กรัม	4	ช้อนชา
มาการีน	100 กรัม	1/2	ถ้วยตวง
ไข่ไก่	100 กรัม	2	ฟอง
น้ำตาลไอซิ่ง	25 กรัม	1/2	ถ้วยตวง
นมข้นจืด	120 กรัม		

วิธีทำ

1. ร่อนแป้ง เกลือ และผงฟู เข้าด้วยกัน เติมมาการีน คนให้เข้ากันจนส่วนผสมเป็นเม็ดร่วน ๆ ตั้งพักไว้
2. ตีไข่เบา ๆ จนฟูแล้วค่อย ๆ ใส่น้ำตาลตีให้เข้ากัน แล้วเทลงในแป้ง
3. เติมนมข้นจืดทีละน้อย นวดเบา ๆ จนเป็นก้อน คลึงแป้งรีดแผ่นหนาประมาณ 1/8 นิ้ว ใช้ที่กดคุกกี้ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว กดแผ่นแป้งเป็นชิ้น ๆ วางบนถาดที่ทาเนยขาว
4. อบไฟ 200^{0} C ประมาณ 12 นาที จนกระทั่งขนมสุก

บิสกิตสูตรที่ 5

(สำนักพิมพ์แสงแดด, ม.ป.ป.)

ส่วนผสม

แป้งสาลี	2	ถ้วยตวง
นมข้นจืด	3/4	ถ้วยตวง
เนยขาว	1/3	ถ้วยตวง
เกลือป่น	3	ช้อนชา
ผงฟู	1/3	ช้อนชา

วิธีทำ

1. ร่อนแป้งสาลี ผงฟู เกลือ เข้าด้วยกัน
2. ผสมเนยขาวและแป้ง เข้าด้วยกัน โดยใช้มีดหรือส้อมกับเนยขาวให้เข้ากับแป้ง จนเป็นเม็ดเล็ก ๆ เท่าหัวไม้ขีดไฟ
3. ตักแป้งออก 1 ถ้วย ใส่ในอ่างผสม ใส่นมข้นจืดคนพอทั่ว ใส่แป้งที่เหลือ นวดโดยใช้ปลายนิ้วนวดให้แป้งทั้งสองส่วนพอเข้ากัน
4. แบ่งแป้งออกคลึงที่ละน้อย โรยนวลแป้งบนพลาสติกหรือกระดาษแก้ว ใช้สันมือตบเบา ๆ คลึงเบา ๆ พอแป้งแบน คลึงให้หนา 1/2 นิ้ว ตัดด้วยที่ตัดคุกกี้ หรือบิสกิตรูปกลม
5. วางเรียงลงถาดอบ ที่ทาไขมัน ทาส่วนผสมหนาบาง ๆ ประมาณ ½ ช้อนชา ต่อ 1 อัน อบไฟ 200^0 C ประมาณ 15 นาที หรือจนสุก เอาออกจากเตา แซะออกจากถาด วางบนตระแกรงปล่อยให้เย็น

ตารางผนวกที่ ก1 สัดส่วนของส่วนผสมบิสกิต 5 สูตร(คิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักทั้งหมด)

ส่วนผสม	สูตรที่ 1		สูตรที่ 2		สูตรที่ 3		สูตรที่ 4		สูตรที่ 5	
	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ
แป้งสาลีเอนกประสงค์	100	55.09	100	38.70	100	46.60	100	49.14	100	67.34
มาการีน	25	13.77	53	20.50	35	16.31	29	14.25	-	-
เนยขาว	25	13.77	-	-	16	7.45	-	-	33	22.22
เกลือป่น	1.5	0.84	-	-	0.6	0.28	0.5	0.24	2	1.35
น้ำเย็น	30	16.53	37	14.31	-	-	-	-	-	-
ผงฟู	-	-	3.5	1.35	1	0.47	3	1.47	1.5	1.01
น้ำตาลทราย	-	-	65	25.14	-	-	-	-	-	-
นมข้นจืด	-	-	-	-	-	-	35	17.20	12	8.08
น้ำตาลไอซิ่ง	-	-	-	-	35	16.31	7	3.45	-	-
ไข่ไก่	-	-	-	-	18	8.39	29	14.25	-	-
น้ำมันพืช	-	-	-		9	4.19	-	-	-	-
รวมปริมาณไขมันและน้ำมัน (ร้อยละ)		27.54		20.50		27.95		14.25		22.22

ที่มา : สูตรที่ 1 จริยา(2541)

สูตรที่ 2 Gillespie(1995)

สูตรที่ 3 นวรัตน์(ม.ป.ป.)

สูตรที่ 4 สุทธิมา(2525)

สูตรที่ 5 สำนักพิมพ์แสงแดด(ม.ป.ป.)

ตารางผนวกที่ ก2 วิธีการผลิตบิสกิต 5 สูตร

สูตรที่	วิธีทำ
1	ร่อนแป้งกับเกลือป่น นำมาการีน เนยขาว ผสมลงกับแป้งคนให้เข้ากัน เติมน้ำเย็น เคล้าให้เข้ากันไม่ต้องนวด เพราะจะทำให้แป้งเหนียว คลึงแป้งให้หนาประมาณ 1/4 นิ้ว ใช้พิมพ์กดแป้งเป็นรูปต่างๆ ใช้ส้อมจิ้มให้เป็นรู อบที่อุณหภูมิ 180 ^{0} C ประมาณ 15 นาที จนขนมสุก(วิธีผสมทั้งหมดพร้อมกัน(one stage method) และใช้ลูกกลิ้งม้วนและตัด(rotary moulded and cut cookies))
2	ร้อนแป้ง ผงฟู น้ำตาลทรายเข้าด้วยกัน นำมาการีนผสมกับส่วนผสมแป้ง ผสมน้ำเย็น คลึงแป้งให้มีความหนา 1/2 นิ้ว ตัดด้วยพิมพ์กดคุกกี้ อบที่อุณหภูมิ 170^0 C ประมาณ 12-15 นาที หรือจนขนมสุก(วิธีผสมทั้งหมดพร้อมกัน และใช้ลูกกลิ้งม้วนและตัด)
3	ร่อนแป้ง เกลือ และผงฟู ให้เข้าด้วยกัน ทำบ่อตรงกลางเติมน้ำตาลไอซิ่ง ไข่ไก่ มากาการีน เนยขาว น้ำมันพืช เคล้าให้เข้ากัน พักแป้งไว้ประมาณ 20 นาที คลึงแป้งให้หนาประมาณ 1/4 นิ้ว แล้วจึงตัดด้วยพิมพ์ อบไฟ 180^0 C ประมาณ 12 –15 นาที จนขนมสุก(วิธีผสมทั้งหมดพร้อมกัน และใช้ลูกกลิ้งม้วนและตัด)
4	ร่อนแป้ง เกลือ และผงฟู เข้าด้วยกัน เติมมาการีน คนให้เข้ากันจนส่วนผสมเป็นเม็ดร่วน ๆ ตั้งพักไว้ ตีไข่เบา ๆ จนฟูแล้วค่อย ๆ ใส่น้ำตาลตีให้เข้ากัน แล้วเทลงในแป้ง เติมนมข้นจืดทีละน้อย นวดเบา ๆ จนเป็นก้อน คลึงแป้งรีดแผ่นหนาประมาณ 1/8 นิ้ว ใช้ที่กดคุกกี้ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว กดแผ่นแป้งเป็นชิ้น ๆ วางบนถาดที่ทาเนยขาว อบไฟ 200^0 C ประมาณ 12 นาที จนกระทั่งขนมสุก(วิธีการผสมทำให้เกิดครีม (creaming method) และใช้ลูกกลิ้งม้วนและตัด)

ตารางผนวกที่ ก2 (ต่อ)

สูตรที่	วิธีทำ
5	ร่อนแป้งสาลี ผงฟู เกลือ เข้าด้วยกัน ผสมเนยขาวและแป้ง เข้าด้วยกัน โดยใช้มีดหรือส้อมกับเนยขาวให้เข้ากับแง จนเป็นเม็ดเล็ก ๆ เท่าหัวไม้ขีดไฟ ตักแป้งออก 1 ถ้วย ใส่ในอ่างผสม ใส่นมสดคนพอทั่ว ใส่แป้งที่เหลือ นวดโดยใช้ปลายนิ้วนวดให้แป้งทั้งสองส่วนพอเข้ากัน แบ่งแป้งออกคลึงที่ละน้อย โรยนวลแป้งบนพลาสติกหรือกระดาษแก้ว ใช้สันมือตบเบา ๆ คลึงเบา ๆ พอแป้งแบน คลึงให้หนา 1/2 นิ้ว ตัดด้วยที่ตัดคุกกี้ หรือบิสกิตรูป กลม วางเรียงลงถาดอบ ที่ทาไขมัน ทาส่วนผสมหนาบาง ๆ ประมาณ ½ ช้อนชา ต่อ 1 อัน อบไฟ 200^0 C ประมาณ 15 นาที หรือจนสุก เอาออกจากเตา แซะออกจากถาด วางบนตระแกรงปล่อยให้เย็น(วิธีผสมทั้งหมดพร้อมกันและใช้ลูกกลิ้งม้วนและตัด)

การเตรียม Star-DRI 100 Maltodextrin

Star-DRI 100 Maltodextrin คือ สารทดแทนไขมัน ผลิตโดย ไทยฟูด แอนด์เคมิคอล จำกัด

เตรียม Star-DRI 100 Maltodextrin gel(20 % w/w) โดยชั่งน้ำหนักผง Star-DRI 100 Maltodextrin 20 ส่วน ผสมกับน้ำ 80 ส่วน คนให้ละลาย แล้วนำไปอุ่นให้ร้อนถึงอุณหภูมิ 60^0 C เจลที่เตรียมได้จะให้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ลื่น ไม่มีรส และไม่มีกลิ่น สามารถผสมเข้ากับส่วนผสมอื่นในสูตรอาหารได้เป็นอย่างดี

ตารางผนวกที่ ก3 ส่วนผสมบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี 3 ระดับ

ส่วนผสม	ร้อยละ 10 (กรัม)	ร้อยละ 20 (กรัม)	ร้อยละ 30 (กรัม)
แป้งสาลีเอนกประสงค์	90	80	70
ผงเมือกเมล็ดแมงลัก	10	20	30
มาการีน	35	35	35
เนยขาว	16	16	16
เกลือป่น	0.6	0.6	0.6
ผงฟู	1	1	1
น้ำตาลไอซิ่ง	35	35	35
ไข่ไก่	18	18	18
น้ำมันพืช	9	9	9

ตารางผนวกที่ ก4 ส่วนผสมบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตรินทดแทนไขมัน 4 ระดับ

ส่วนผสม	ร้อยละ 10 (กรัม)	ร้อยละ 20 (กรัม)	ร้อยละ 30 (กรัม)	ร้อยละ 40 (กรัม)
แป้งสาลีเอนกประสงค์	80	80	80	80
ผงเมือกเมล็ดแมงลัก	20	20	20	20
มอลโตเด็กซตริน	1.2	2.4	3.6	4.8
มาการีน	31.5	28	24.5	21
เนยขาว	14.4	12.8	11.2	9.6
เกลือป่น	0.6	0.6	0.6	0.6
ผงฟู	1	1	1	1
น้ำตาลไอซิ่ง	35	35	35	35
ไข่ไก่	18	18	18	18
น้ำมันพืช	8.1	7.2	6.3	5.4

ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส

ตารางผนวกที่ ข1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏของบิสกิตสูตรพื้นฐาน 5 สูตร

SOV	df	SS	MS	F	$F_{0.05}$
Block	14	41.07	2.93	2.14^{ns}	2.54
Treatments	4	62.93	15.73	11.49*	
Error	56	76.67	1.37		
Total	74	180.67			

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95
* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางผนวกที่ ข2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของบิสกิตสูตรพื้นฐาน 5 สูตร

SOV	df	SS	MS	F	$F_{0.05}$
Block	14	39.55	2.82	2.02^{ns}	2.54
Treatments	4	69.41	17.35	12.43*	
Error	56	78.19	1.39		
Total	74	187.15			

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95
* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางผนวกที่ ข3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของบิสกิตสูตรพื้นฐาน 5 สูตร

SOV	df	SS	MS	F	$F_{0.05}$
Block	14	42.48	3.03	2.03^{ns}	2.54
Treatments	4	29.55	7.39	4.94*	
Error	56	83.65	1.49		
Total	74	155.68			

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95
* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางผนวกที่ ข4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของบิสกิตสูตรพื้นฐาน 5 สูตร

SOV	df	SS	MS	F	$F_{0.05}$
Block	14	67.55	4.82	3.01*	2.54
Treatments	4	63.01	15.75	9.82*	
Error	56	89.79	1.60		
Total	74	220.35			

หมายเหตุ * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางผนวกที่ ข5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความกรอบของบิสกิตสูตรพื้นฐาน 5 สูตร

SOV	df	SS	MS	F	$F_{0.05}$
Block	14	65.15	4.65	2.27^{ns}	2.54
Treatments	4	85.01	21.25	10.39*	
Error	56	114.59	2.05		
Total	74	264.75			

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95
* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางผนวกที่ ข6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมของบิสกิตสูตรพื้นฐาน 5 สูตร

SOV	df	SS	MS	F	$F_{0.05}$
Block	14	32.32	2.31	4.58*	2.54
Treatments	4	50.19	12.55	24.90*	
Error	56	28.21	0.50		
Total	74	110.72			

หมายเหตุ * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางผนวกที่ ข7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏของบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี 3 ระดับ

SOV	df	SS	MS	F	$F_{0.05}$
Block	14	55.64	3.97	4.12*	3.34
Treatments	2	10.98	5.49	5.69*	
Error	28	27.02	0.96		
Total	44	93.64			

หมายเหตุ * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางผนวกที่ ข8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี 3 ระดับ

SOV	df	SS	MS	F	$F_{0.05}$
Block	14	59.78	4.27	2.82^{ns}	3.34
Treatments	2	12.31	6.15	4.07*	
Error	28	42.36	1.51		
Total	44	114.45			

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95
* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางผนวกที่ ข9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี 3 ระดับ

SOV	df	SS	MS	F	$F_{0.05}$
Block	14	40.98	2.93	2.95^{ns}	3.34
Treatments	2	2.18	1.09	1.09^{ns}	
Error	28	27.82	0.99		
Total	44	70.98			

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางผนวกที่ ข10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี 3 ระดับ

SOV	df	SS	MS	F	$F_{0.05}$
Block	14	54.80	3.91	5.20*	3.34
Treatments	2	8.93	4.47	5.94*	
Error	28	21.07	0.75		
Total	44	84.80			

หมายเหตุ * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางผนวกที่ ข11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความกรอบของบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี 3 ระดับ

SOV	df	SS	MS	F	$F_{0.05}$
Block	14	32.58	2.33	3.14^{ns}	3.34
Treatments	2	15.24	7.62	10.28*	
Error	28	20.76	0.74		
Total	44	68.58			

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95
* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางผนวกที่ ข12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมของบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี 3 ระดับ

SOV	df	SS	MS	F	$F_{0.05}$
Block	14	21.64	1.55	2.58^{ns}	3.34
Treatments	2	19.91	9.96	16.64*	
Error	28	16.76	0.59		
Total	44	58.31			

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95
* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางผนวกที่ ข13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏของบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตรินทดแทน ไขมัน 4 ระดับ

SOV	df	SS	MS	F	$F_{0.05}$
Block	14	0.93	0.06	0.45^{ns}	2.83
Treatments	3	6.98	2.33	15.60*	
Error	42	6.27	0.15		
Total	59	14.18			

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95
* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางผนวกที่ ข14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตรินทดแทน ไขมัน 4 ระดับ

SOV	df	SS	MS	F	$F_{0.05}$
Block	14	1.43	0.10	0.76^{ns}	2.83
Treatments	3	0.87	0.29	2.15^{ns}	
Error	42	5.63	0.13		
Total	59	7.93			

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางผนวกที่ ข15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตรินทดแทนไขมัน 4 ระดับ

SOV	df	SS	MS	F	$F_{0.05}$
Block	14	8.93	0.64	10.05*	2.83
Treatments	3	0.58	0.19	3.06*	
Error	42	2.67	0.06		
Total	59	12.18			

หมายเหตุ * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางผนวกที่ ข16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตรินทดแทนไขมัน 4 ระดับ

SOV	df	SS	MS	F	$F_{0.05}$
Block	14	11.43	0.82	15.83*	2.83
Treatments	3	0.33	0.11	2.15^{ns}	
Error	42	2.17	0.05		
Total	59	13.93			

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95
* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางผนวกที่ ข17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความกรอบของบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตรินทดแทนไขมัน 4 ระดับ

SOV	df	SS	MS	F	$F_{0.05}$
Block	14	7.90	0.56	2.62^{ns}	2.83
Treatments	3	8.72	2.90	13.51*	
Error	42	9.03	0.21		
Total	59	25.65			

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95
* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางผนวกที่ ข18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมของบิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตรินทดแทน ไขมัน 4 ระดับ

SOV	df	SS	MS	F	$F_{0.05}$
Block	14	6.93	0.49	4.87*	2.83
Treatments	3	2.73	0.91	8.97*	
Error	42	4.27	0.10		
Total	59	13.93			

หมายเหตุ * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางผนวกที่ ข19 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคุณค่าทางโภชนาการของบิสกิตสูตรพื้นฐาน และบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก

คุณค่าทางโภชนาการ	บิสกิต	Mean	S.D.	df	t	$t_{0.05}$
ความชื้น	สูตรพื้นฐาน	1.43	$\pm$ 0.01	2		
	ลดพลังงาน	4.96	$\pm$ 0.01	2	305.71*	4.30
กากใย	สูตรพื้นฐาน	9.63	$\pm$ 0.01	2		
	ลดพลังงาน	9.43	$\pm$ 0.02	2	34.64*	4.30
ไขมัน	สูตรพื้นฐาน	16.95	$\pm$ 0.03	2		
	ลดพลังงาน	5.62	$\pm$ 0.01	2	981.21*	4.30
เถ้า	สูตรพื้นฐาน	0.08	$\pm$ 0.01	2		
	ลดพลังงาน	9.42	$\pm$ 0.02	2	125.14*	4.30
คาร์โบไฮเดรต	สูตรพื้นฐาน	70.80	$\pm$ 0.10	2		
	ลดพลังงาน	66.60	$\pm$ 0.01	2	80.83*	4.30
ใยอาหาร	สูตรพื้นฐาน	4.14	$\pm$ 0.02	2		
	ลดพลังงาน	14.85	$\pm$ 0.01	2	618.34*	4.30
พลังงาน	สูตรพื้นฐาน	474.43	$\pm$ 0.02	2		
	ลดพลังงาน	354.70	$\pm$ 0.10	2	2592.23*	4.30

หมายเหตุ * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางผนวกที่ ข20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการวิเคราะห์ค่าความแข็งของบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักที่เก็บรักษาเป็น 0, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์

SOV	df	SS	MS	F	$F_{0.05}$
Block	4	0.007	0.002	0.001^{ns}	3.01
Treatments	4	11.75	2.94	1.57^{ns}	
Error	16	29.99	1.87		
Total	32	41.75			

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางผนวกที่ ข21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการวิเคราะห์ค่า a_w ของบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักที่เก็บรักษาเป็น 0, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์

SOV	df	SS	MS	F	$F_{0.05}$
Block	2	0.0004	0.0002	2.67^{ns}	3.84
Treatments	4	0.05	0.01	166.67*	
Error	8	0.0006	0.000075		
Total	14	0.05			

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95
* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางผนวกที่ ข22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการวิเคราะห์ค่าความสว่าง (L*) ของบิส-กิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก ที่เก็บรักษาเป็น 0, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์

SOV	df	SS	MS	F	$F_{0.05}$
Block	2	0.007	0.01	16.67*	3.84
Treatments	4	74.28	18.57	30950*	
Error	8	0.005	0.006		
Total	14	74.30			

หมายเหตุ * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางผนวกที่ ข23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการวิเคราะห์ค่าสีแดงและสีเขียว(a*) ของบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักที่เก็บรักษาเป็น 0, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์

SOV	df	SS	MS	F	$F_{0.05}$
Block	2	0.02	0.009	0.25^{ns}	3.84
Treatments	4	1.78	0.44	11*	
Error	8	0.31	0.04		
Total	14	2.11			

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95
* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางผนวกที่ ข24 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการวิเคราะห์ค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน(b*) ของบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักที่เก็บรักษาเป็น 0, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์

SOV	df	SS	MS	F	$F_{0.05}$
Block	2	0.02	0.01	10.00*	3.84
Treatments	4	24.69	6.17	881.43*	
Error	8	0.007	0.0009		
Total	14	24.72			

หมายเหตุ * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางผนวกที่ ข25 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการวิเคราะห์ค่า TBA ของบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักที่เก็บรักษาเป็น 0, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์

SOV	df	SS	MS	F	$F_{0.05}$
Block	2	0.009	0.004	1.12^{ns}	3.84
Treatments	4	30.78	7.69	1923.75*	
Error	8	0.03	0.003		
Total	14	30.82			

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95
* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางผนวกที่ ข26 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏของบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักที่เก็บรักษาเป็น 0, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์

SOV	df	SS	MS	F	$F_{0.05}$
Block	14	72.61	5.18	1.10^{ns}	2.78
Treatments	4	111.17	27.79	5.92*	
Error	56	262.92	4.69		
Total	74	446.7			

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อ ร้อยละ 95
* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางผนวกที่ ข27 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นหืนของบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักที่เก็บรักษาเป็น 0, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์

SOV	df	SS	MS	F	$F_{0.05}$
Block	14	100.81	7.20	0.89^{ns}	2.78
Treatments	4	87.55	21.89	2.71^{ns}	
Error	56	451.71	8.06		
Total	74	640.08			

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางผนวกที่ ข28 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรส-ชาติของบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักที่เก็บรักษาเป็น 0, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์

SOV	df	SS	MS	F	$F_{0.05}$
Block	14	58.60	4.18	6.50*	2.78
Treatments	4	170.70	42.67	66.29*	
Error	56	36.04	0.64		
Total	74	265.35			

หมายเหตุ * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางผนวกที่ ข29 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความกรอบของบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักที่เก็บรักษาเป็น 0, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์

SOV	df	SS	MS	F	$F_{0.05}$
Block	14	101.13	7.22	4.21*	2.78
Treatments	4	108.87	27.22	15.87*	
Error	56	96.02	1.71		
Total	74	306.02			

หมายเหตุ * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางผนวกที่ ข30 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับของบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักที่เก็บรักษาเป็น 0, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์

SOV	df	SS	MS	F	$F_{0.05}$
Block	14	6.32	0.45	1.98^{ns}	2.78
Treatments	4	63.65	15.91	69.91*	
Error	56	12.75	0.23		
Total	74	82.72			

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95
* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ภาคผนวก ค

วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี กายภาพ และทางจุลินทรีย์

1. <u>การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น</u> (AOAC, 2000)

ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัมให้ได้น้ำหนักแน่นอนลงในภาชนะอลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 4 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในเดสิกเคเตอร์แล้วชั่งน้ำหนักให้แน่นอน ทำการอบซ้ำนานครั้งละ 30 นาที และชั่งน้ำหนักจนกว่าจะได้น้ำหนักคงที่ คำนวณปริมาณความชื้น

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ})}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} * 100$$

2. <u>การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน</u> (AOAC, 2000)

ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการอบแห้งจนทราบน้ำหนักคงที่ประมาณ 3-5 กรัม โดยใช้กระดาษกรองที่ทราบน้ำหนักรองรับ ห่อตัวอย่างให้มิดชิดด้วยกระดาษกรองแล้วใส่ลงใน extraction thimble คลุมด้วยสำลีที่ปราศจากไขมันในช่อง thimble เพื่อให้การกระจายของสารทำละลายสม่ำเสมอ นำ extraction thimble ใส่ในช่องกลั่นของเครื่อง Soxhlet ใส่ปิโตรเลียมอีเทอร์ลงในขวดกลั่นที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนประกอบเครื่องเข้าด้วยกัน ให้ความร้อนสกัดไขมันจากตัวอย่างนาน 3-4 ชั่วโมง เมื่อสกัดได้ตามเวลาที่กำหนดนำ thimble ไปอบแห้งในตู้อบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ชั่งน้ำหนัก ทำการอบซ้ำนานครั้งละ 30 นาที และชั่งจนได้น้ำหนักคงที่ หลังจากทำให้เย็นในเดสิกเคเตอร์ คำนวณหาปริมาณไขมันที่สกัดได้คิดเป็นร้อยละ

$$\text{ปริมาณไขมัน(ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักที่หายไปของ thimble}}{\text{น้ำหนักสารตัวอย่างเริ่มต้น}} * 100$$

3. <u>การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน</u> (AOAC, 2000)

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างประมาณ 0.2 – 0.7 กรัมให้ได้น้ำหนักแน่นอน ใส่ลงในขวด Kjeldahl 500 มิลลิลิตร เติมโพแทสเซียมซัลเฟต(K_2SO_4) 10 กรัม และคอปเปอร์ซัลเฟต($CuSO_4 . 5H_2O$) 0.5 กรัม แล้วเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 20 มิลลิลิตร นำไปย่อยจนได้สารละลายใส แล้วย่อยต่อไปอีก 30 นาที ทิ้งให้เย็น เติมน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตรลงในตัวอย่างที่ นำไปกลั่นโดยเติมสารละลายด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 50 ลงไป 70 มิลลิลิตร รองรับสิ่งที่กลั่นด้วยสารละลายกรดบอริก เข้มข้นร้อยละ 4 ปริมาณ 50 มิลลิลิตร ซึ่งได้เติมเมทิลเรดโบรโมครีซอลกรีนอินดิเคเตอร์ลงไป 5-7 หยด จนกระทั่งขวดรองรับมีสารละลายประมาณ 150-200 มิลลิลิตร นำไปไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริก เข้มข้น 0.1 นอร์มัล ทำแบลงค์ เช่นเดียวกับตัวอย่าง คำนวณหาปริมาณโปรตีนตามสูตร

$$\text{ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)} = \frac{(A-B)(N)(1.4)(6.25)}{W}$$

A = ปริมาตร (มิลลิลิตร) ของกรดซัลฟูริกที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่าง
B = ปริมาตร (มิลลิลิตร) ของกรดซัลฟูริกที่ใช้ไตเตรทกับแบลงค์
N = จำนวนนอร์มัลของกรดซัลฟูริก
W = น้ำหนักตัวอย่างเป็นกรัม

4. <u>การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า</u> (AOAC, 2000)

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างให้มีน้ำหนักแน่นอนประมาณ 5-10 กรัม ใช่ในครูซิเบิล(crucible) แล้วนำไปเผาให้หมดควันก่อน จึงนำเข้าเตาเผาที่อุณหภูมิประมาณ 525 องศาเซลเซียส จนกระทั้งได้เถ้าสีขาว นำออกจากเตาเผาใส่ในเดสิกเคเตอร์ ปล่อยไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง และชั่งน้ำหนักเผาตัวอย่างซ้ำนานครั้งละ 30 นาที จะกระทั่งชั่งน้ำหนักคงที่ คำนวณปริมาณเถ้าเป็นร้อยละ

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{(W_2 - W)}{W_1 - W} * 100$$

เมื่อ W = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบ เป็นกรัม

W_1 = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบและตัวอย่างก่อนเผา เป็นกรัม

W_2 = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบและตัวอย่างหลังเผา เป็นกรัม

5. <u>การวิเคราะห์ปริมาณเยื่อใย</u> (AOAC, 2000)

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่ผ่านการอบแห้งและสกัดไขมันออกแล้วประมาณ 2 กรัมใส่ลงในบีกเกอร์ เติมสารละลายกรดซัลฟุริก 200 มิลลิลิตร ต้มเดือดเพื่อย่อยตัวอย่างเป็นเวลา 30 นาที ต่อจากนั้นเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 200 มิลลิลิตร ต้มเดือดเป็นเวลา 30 นาที กรองสารละลายผ่านกระดาษกรอง ล้างกากด้วยน้ำร้อนจนหมดฤทธิ์ด่าง แล้วล้างด้วยเอธานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จนได้น้ำหนักคงที่ หลังจากทิ้งให้เย็นในเดสิกเคเตอร์แล้วชั่งน้ำหนัก(นำกากไปเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนได้น้ำหนักคงที่เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในเดสิกเคเตอร์แล้วชั่งน้ำหนัก) คำนวณหาปริมาณเยื่อใย

$$\text{ปริมาณเยื่อใย (ร้อยละ)} = \frac{(W_1 - W_2)}{W} * 100$$

เมื่อ W = น้ำหนักของตัวอย่าง เป็นกรัม

W_1 = น้ำหนักของตัวอย่างหลังอบ เป็นกรัม

W_2 = น้ำหนักของตัวอย่างหลังเผา เป็นกรัม

6. <u>การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต</u> (AOAC, 2000)

ใช้วิธีการคำนวณโดยนำองค์ประกอบอื่น ๆ ได้แก่ ความชื้น ไขมัน โปรตีน เถ้า และเยื่อใยมารวมกันในรูปร้อยละ แล้วหักลบออกจาก 100 จะได้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตเป็นร้อยละ

7. <u>การวิเคราะห์ปริมาณใยอาหารทั้งหมด</u> (Enzymatic Gravimetric Method)

ใช้ตัวอย่างแห้งที่เป็นเนื้อเดียวกัน และทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสแล้วทำให้เย็นในโถกันความชื้น และทำให้อนุภาคของตัวอย่างมีขนาด 0.3-0.5 เมซ ถ้าตัวอย่างมีไขมันมาก

กว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ควรเอาไขมันออกด้วยการล้างด้วยปิโตเลียมอีเทอร์(3 ครั้งโดยใช้ครั้งละ 25 มิลลิลิตร ต่อตัวอย่าง 1 กรัม)

การหาปริมาณใยอาหาร

1. ชั่งตัวอย่าง 1 กรัม ทำซ้ำ 2 ครั้ง โดยน้ำหนักไม่ควรแตกต่างกันเกิน 0.1 มิลลิกรัม บรรจุในบีกเกอร์ทรงสูง 400 มิลลิลิตร

2. เติม 50 มิลลิลิตรของฟอสเฟตบัฟเฟอร์ที่มี pH 6.0 ลงในแต่ละบีกเกอร์แล้วเช็ค pH ให้ได้ 6.0 $\pm$ 0.2

3. เติม 0.1 มิลลิลิตรของสารละลายเทอร์มามิล แล้วปิดบีกเกอร์ด้วยอลูมิเนียมฟลอยด์ และตั้งใน water bath ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 25 นาที เขย่าทุก ๆ 5 นาที และบ่มต่ออีก 15 นาที แล้วทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ปรับ pH ให้ได้ 7.5 $\pm$ 0.2 โดยการเติม 10 มิลลิลิตร 0.275 ของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

4. เติม 5 มิลลิกรัมเอนไซม์โปรทีเอส(เอนไซม์อาจติดช้อน ดังนั้นควรเตรียมสารละลายเอนไซม์นี้ โดยใช้ 50 มิลลิกรัมใน 1 มิลลิลิตร ของฟอสเฟตบัฟเฟอร์ แล้วดูดด้วยปิเปตปริมาณ 0.1 มิลลิลิตรลงในแต่ละตัวอย่าง ปิดด้วยอลูมิเนียมฟลอยด์ บ่ม 30 นาที ที่ 60 องศาเซลเซียส เขย่าคลอดเวลา ทำให้เย็น

5. เติม 10 มิลลิลิตร ของสารละลายกรดเกลือที่เข้มข้น 0.325 โมลาร์ วัด pH ควรเป็น 4.0-4.6 แล้วเติม 0.3 มิลลิลิตร ของเอนไซม์อไมโลกลูโคซิเดสปิดด้วยอลูมิเนียมฟลอยด์ แล้วบ่ม 30 นาที ที่ 60 องศาเซลเซียส เขย่าตลอดเวลา

6. เติม 280 มิลลิลิตร ของเอทานอล ที่เข้มข้นร้อยละ 95 และทำให้ร้อน 60 องศาเซลเซียส(วัดปริมาตรก่อนทำให้ร้อน) ทำให้ตกตะกอนที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 60 นาที

7. ชั่งถ้วยอบความชื้นบรรจุ celite โดยละเอียดหลังจากชั่งแล้ววทำให้ celite เปียก โดยใช้การฉีดพ่น ของ 78 เปอร์เซ็นต์ เอทานอล จากขวดพ่น แล้วนำเข้าเครื่องดูด แล้วถ่ายตะกอนจากที่ย่อยโดยเอนไซม์ แล้วลงในถ้วยอบความชื้น

8. ล้างตะกอนด้วย 202 มิลลิลิตร ของ 78 เปอร์เซ็นต์ เอทานอล 3 ครั้ง และ 10 มิลลิลิตร ของอซีโตน 2 ครั้ง อาจเกิดเมือกในบางตัวอย่าง มันจะดูดน้ำ ดังนั้นควรจะทำให้พื้นผิวแตกโดยช้อน เพื่อช่วยให้สะดวกในการกรอง เวลาในการกรองและทำความสะอาดอยู่ระหว่าง 0.1-6 ชั่วโมง ซึ่งโดยเฉลี่ยประมาณ ครึ่งชั่วโมงต่อตัวอย่าง

9. นำถ้วยอบความชื้นที่มีตะกอนมาทำให้แห้งโดยตู้อบความชื่น ที่ 105 องศาเซลเซียส ตลอดคืน และนำมาเก็บในโถกันความชื้น เพื่อทำให้เย็น และนำมาชั่งน้ำหนักให้ได้ละเอียดถึง 0.1 มิลลิกรัม แล้วลบน้ำหนักถ้วยอบความชื้นและน้ำหนัก celite ออกจะได้น้ำหนักตะกอน

10. เผาตะกอนของตัวอย่างที่ 525 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง แล้วทำให้เย็นในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนักแล้วลบด้วยน้ำหนักถ้วยอบความชื้น และ celite จะได้น้ำหนักเถ้า(อีกตัวอย่างหนึ่งให้นำไปวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน โดยวิธี AOAC)

<u>การคำนวณ</u>

B = blank (mg) = wt. Residue - P_B - A_B

น้ำหนักตะกอนe = น้ำหนักเฉลี่ยของตะกอนของตัวอย่างควบคุม 2 ตัวอย่าง

P_B = น้ำหนักเป็นมิลลิกรัมของโปรตีน

A_B = น้ำหนักเป็นมิลลิกรัมของเถ้า

$$\text{ปริมาณใยอาหาร (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักตะกอน -P-A-B) X 100}}{\text{น้ำหนักของตัวอย่าง}}$$

น้ำหนักตะกอน = น้ำหนักเฉลี่ยของตะกอนของตัวอย่าง

P = น้ำหนักเฉลี่ยเป็นมิลลิกรัมโปรตีน

A = น้ำหนักเป็นมิลลิกรัมของเถ้า

8. <u>การวิเคราะห์ค่า TBA</u>(Thiobarbituric Acid Number)

1) สารเคมีที่ใช้และวิธีการเตรียม

1.1 ไทโอบาบิทูริค แอซิค รีเอเจนท์(TBA Reagent) เตรียมโดยการละลายกรดไทโอบาบิทูริค 2.883 กรัม ในสารละลายกรดอะซิติกเข้มข้น ร้อยละ 90 แล้ว ปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร ด้วยกรดอะซิติกเข้มข้น ร้อยละ 90

1.2 กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1 โมลาร์

2) วิธีการ

2.1 ชั่งตัวอย่างมา 10 กรัม ปั่นกับน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร นาน 2 นาที แล้วเทใส่ขวดสำหรับกลั่น ล้างเครื่องปั่นด้วยน้ำกลั่นจำนวน 47.50 มิลลิลิตร

2.2 เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริคเข้มข้น 4 โมลาร์ จำนวน 2.5มิลลิลิตร เพื่อปรับให้มี pH ต่ำถึง 1.5 เติมแอนิโฟม(anti-form) และลูกแก้ว(glass beads)

2.3 นำไปต้มโดยใช้ electric mentie กลั่นจนได้ของเหลว 50 มิลลิลิตร ภายใน 10 นาที หลังจากสารละลายในขวดสำหรับกลั่นเดือด

2.4 ปิเปตของเหลวที่กลั่นได้มา 5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดที่มีฝาปิด เติมสารละลาย TBA Reagent 5 มิลลิลิตรปิดฝา เขย่าแล้วนำไปต้มในน้ำเดือดนาน 35 นาที

2.5 ทำแบลงค์ (blamk) โดยใช้น้ำกลั่น 5 มิลลิลิตรแทนตัวอย่าง

2.6 หลังครบ 35 นาที แล้วนำหลอดไปทำให้เย็นภายใน 10 นาที แล้ววัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 538 นาโนเมตร

3) วิธีคำนวณ

TBA number = 7.8 x OD(มิลลิกรัมมาโลแนลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม)

9. <u>การวัดค่าความแข็ง</u>(Texture Analyser รุ่น TAXT. plus **)**

นำบิสกิต มาวัดค่าความแข็ง(Hardness) โดยหัววัดที่ใช้ทดสอบ คือ แบบ P/2 Cylinder Stainless เส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร กำหนดค่าความเร็วหัววัดก่อนสัมผัสตัวอย่าง(Pre test speed) เท่ากับ 1.00 มิลลิเมตร/วินาที ความเร็วหัววัด ขณะสัมผัสตัวอย่าง(Test speed) เท่ากับ0.5 มิลลิเมตร/วินาที ความเร็วหัววัดหลังสัมผัสตัวอย่าง(Post test speed) เท่ากับ 10 มิลลิเมตร/วินาที

กำหนดให้หัววัดทิ่มลงในตัวอย่างลึกไม่เกินร้อยละ 80 ของความหนาตัวอย่าง วัดค่าแรงสูงสุด (maximum force) แสดงถึงคุณลักษณะด้านความแข็งของบิสกิต(Hardness) มีหน่วยเป็น นิวตัน

10. <u>การหาค่า Water activity(a_w)</u>

เตรียมตัวอย่างบดละเอียดใส่ตลับพลาสติกสำหรับวัดค่า a_w นำไปใส่ในช่องใส่ตัวอย่างในเครื่องวัดค่า a_w(Rotbonic Hygrolab รุ่น Alimentatore AC 1207 PER) จับเวลาประมาณ 30 นาที หรือรอจนกระทั่งเครื่องวัดอ่านค่า a_w ของตัวอย่างคงที่ จึงอ่านค่า a_w ที่ได้จากเครื่องวัด

11. <u>วิธีหาค่าสี</u>

นำตัวอย่างบิสกิตที่บดจนละเอียดใส่ในตลับพลาสติกสำหรับวัดค่าสี เกลี่ยตัวอย่างให้เต็ม นำไปใส่ในช่องใส่ตัวอย่างในเครื่องวัดสี(Hunterlab รุ่น Colorflex) จับเวลาประมาณ 15 นาที หรือจนกระทั้งเครื่องวัดอ่านค่าสีของตัวอย่างบิสกิต(โดยค่า L* คือ ค่าความสว่างจากสีขาวที่มีค่าเท่ากับ 100 ไปเป็นสีดำที่มีค่าเท่ากับ 0 a* คือ ค่าเป็นบวกแสดงค่าสีแดง และค่าสีเป็นลบแสดงค่าเขียว b* คือ ค่าเป็นบวกแสดงค่าสีเหลือง และค่าเป็นลบแสดงค่าสี น้ำเงิน)

12. <u>การตรวจสอบทางจุลินทรีย์</u>(AOAC, 2000)

1) การเตรียมตัวอย่างอาหาร

ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม เติมสารละลายเปปโตนร้อยละ 0.1 จำนวน 225 มิลลิลิตร นำเข้าเครื่องตีผสมอาหารนาน 1 นาที จะได้ความเจือจางของอาหารเป็น 1: 10 แล้วทำตัวอย่างให้เจือจางระดับที่ต้องการในสารละลายเปปโตนร้อยละ 0.1 ในหลอดแก้ว

2) การเตรียมตัวอย่างอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar(PCA)

ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA จำนวน 23.5 กรัม ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 1 ลิตร ละลายด้วยการตุ๋นจนอาหารเลี้ยงเชื้อใส แล้วนำไปผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

3) การเตรียมตัวอย่างอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar(PDA)

ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA จำนวน 39 กรัม ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 1 ลิตร ละลายด้วยการต้มจนอาหารเลี้ยงเชื้อใส แล้วนำไปผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

4) การหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

ใช้ปิเปตฆ่าเชื้อแล้วดูดสารละลายตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานเลี้ยงเชื้อที่อบฆ่าเชื้อแล้ว โดยทำความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA ที่หลอมละลาย และยังอุ่นอยู่ประมาณ 15 มิลลิลิตร ลงในจานเลี้ยงเชื้อ เขย่าจานให้สารละลายกระจายตัว ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจนแข็งตัว นำไปบ่มที่ตู้เพาะเชื้อในลักษณะคว่ำจาน ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นับจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดโดยเลือกจานที่มีจำนวนโคโลนี 30 – 300 โคโลนี

ภาคผนวก ง

แบบประเมินและแบบสอบถาม

แบบรายงานผลการทดสอบ

วิธี Hedonic Scaling

ผลิตภัณฑ์ บิสกิต วันที่.....

ผู้ทดสอบ.....

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่างตามลำดับที่เสนอ และให้คะแนนให้ตรงกับคำอธิบาย ตามความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ กรุณาป้วนปากก่อนทดสอบตัวอย่างทุกครั้ง

1 ไม่ชอบมากที่สุด
2 ไม่ชอบมาก
3 ไม่ชอบปานกลาง
4 ไม่ชอบเล็กน้อย
5 บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ
6 ชอบเล็กน้อย
7 ชอบปานกลาง
8 ชอบมาก
9 ชอบมากที่สุด

ลักษณะ / รหัส	.....	.....	.....	.....	.....
ลักษณะปรากฏ					
สี					
กลิ่น					
รสชาติ					
ความกรอบ					
ความชอบรวม					

ข้อเสนอแนะ .....

.....

.....

แบบสอบถาม

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก

คำชี้แจง แบบสอบถามชุดนี้เป็นการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ของ นางสาวจันทร์ฉาย อมรยิ่งเจริญ นิสิตปริญญาโท สาขาอาหารและโภชนาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ดังนั้นจึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่าน กรุณาตอบแบบสอบถามให้สมบูรณ์ ข้อมูลทั้งหมดที่ท่านตอบมา จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยนี้ และจะไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อท่านทั้งสิ้น ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

คำอธิบาย บิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักนี้ ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลีบางส่วน และใช้สารทดแทนไขมันจากมอลโตเด็กซตรินบางส่วน ทำให้บิสกิตมีปริมาณใยอาหารเพิ่มขึ้นและพลังงานลดลง

ขอขอบคุณ

นางสาวจันทร์ฉาย อมรยิ่งเจริญ

นิสิตปริญญาโท สาขาอาหารและโภชนาการ

ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบสอบถามผู้บริโภค

บิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก

คำแนะนำ: กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ( ) หน้าคำที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมและตรงตามความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

1. เพศ

( ) ชาย ( ) หญิง

2. อายุ……. ปี

3. ระดับการศึกษา

( ) ต่ำกว่าระดับมัธยมศึกษา ( ) มัธยมศึกษา หรือเทียบเท่า

( ) อนุปริญญา/ปวส. ( ) ปริญญาตรี

( ) ปริญญาโท ( ) สูงกว่าปริญญาโท

( ) อื่น ๆ โปรดระบุ……

4. อาชีพ

( ) นิสิต / นักศึกษา ( ) ข้าราชการ

( ) พนักงานรัฐวิสาหกิจ ( ) พนักงานบริษัทเอกชน

( ) ธุรกิจส่วนตัว ( ) แม่บ้าน

( ) อื่น ๆ โปรดระบุ……..

5. ท่านมีรายได้เองหรือไม่

( ) มี โดยรายได้ต่อเดือนอยู่ในช่วง

( ) น้อยกว่า 10,000 บาท ( ) 10,000-20,000 บาท

( ) 20,000-30,000 บาท ( ) มากกว่า 30,000 บาท

( ) ถ้าท่านไม่มีรายได้เอง ครอบครัวรายได้ต่อเดือนอยู่ในช่วง ……. บาท

6. กรุณาชิมบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก แล้วให้คะแนนความชอบตามความรู้สึกของท่าน 1 – 9 คะแนน ให้ตรงกับความชอบที่มีต่อตัวอย่าง

9 = ชอบมากที่สุด	8 = ชอบมาก	7 = ชอบปานกลาง
6 = ชอบเล็กน้อย	5 = เฉย ๆ	4 = ไม่ชอบเล็กน้อย
3 = ไม่ชอบปานกลาง	2 = ไม่ชอบมาก	1 = ไม่ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะ	**คะแนนความชอบ**
ลักษณะปรากฏ	…….
สี	…….
กลิ่น	…….
รสชาติ	…….
ความกรอบ	…….
ความชอบรวม	…….

ข้อเสนอแนะ ……...

…….

7. ท่านยอมรับบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักหรือไม่

( ) ยอมรับ เพราะ ……

( ) ไม่ยอมรับ เพราะ ……

8. ท่านต้องการให้บรรจุบิสกิตในแบบใด

( ) ถุงพลาสติกใส ( ) กล่องพลาสติกใส

( ) ถุงอลูมิเนียมฟรอยด์ ( ) กล่องกระดาษ

( ) อื่น ๆ……

9. หากมีบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักออกจำหน่ายท่านจะซื้อหรือไม่

( ) ซื้อ เพราะ ……

( ) ไม่แน่ใจ เพราะ ……..

( ) ไม่ซื้อ เพราะ …….

10. ราคาที่เหมาะสมในการขายบิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักขนาด 6 ชิ้น ต่อ 1 บรรจุ ท่านคิดว่าควรมีราคาประมาณเท่าใด

( ) ต่ำกว่า 10 บาท ( ) 10-15 บาท

( ) 16-20 บาท ( ) สูงกว่า 20 บาทขึ้นไป

กรุณาอ่านข้อมูลทางโภชนาการของบิสกิตหลังงานต่ำจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก และประโยชน์ของเมล็ดแมงลัก

ข้อมูลโภชนาการ			
หนึ่งหน่วยบริโภค : 6 ชิ้น(30 กรัม)			
จำนวนหน่วยบริโภค : 1			
คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค			
พลังงานทั้งหมด 110 กิโลแคลอรี(พลังงานจากไขมัน 18 กิโลแคลอรี)			
			ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน*
ไขมันทั้งหมด		2 ก.	3 %
ไขมันอิ่มตัว		0 ก.	0 %
โคเลสเตอรอล		0 มก.	0 %
โปรตีน		3 ก.	
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด		20 ก.	7 %
ใยอาหาร		4 ก.	16 %
น้ำตาล		10 ก.	
โซเดียม		14 มก.	1 %
ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน*			
วิตามินเอ	37 %	**วิตามินบี 1**	1 %
วิตามินบี 2	0 %	**แคลเซียม**	1 %
เหล็ก	13 %		
* ร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI) โดยคิดจากความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี			
ความต้องการพลังงานของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน ผู้ที่ต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี ควรได้รับสารอาหารต่าง ๆ ดังนี้			
ไขมันทั้งหมด		น้อยกว่า	65 ก.
ไขมันอิ่มตัว		น้อยกว่า	20 ก.
โคเลสเตอรอล		น้อยกว่า	300 มก.
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด			300 ก.
ใยอาหาร			25 ก.
โซเดียม		น้อยกว่า	2,400 มก.
พลังงาน (กิโลแคลอรี) ต่อกรัม : ไขมัน= 9 ; โปรตีน = 4 ; คาร์โบไฮเดรต = 4			

ประโยชน์ของเมล็ดแมงลัก

- มีใยอาหารสูง
- สรรพคุณเป็นยาระบายที่ดีมาก
- ช่วยดูดซึมน้ำตาลในเส้นเลือด

11. จากฉลากโภชนาการท่านคิดว่าได้ประโยชน์จากข้อมูลโภชนาการหรือไม่

( ) ได้ เพราะ .....

( ) ไม่ได้ เพราะ .....

12. จากประโยชน์ของเมล็ดแมงลักท่านคิดว่ามีประโยชน์กับท่านหรือไม่

( ) มีประโยชน์ เพราะ .....

( ) ไม่มีประโยชน์ เพราะ .....

13. ท่านเคยรับประทานอาหารลดพลังงานหรือไม่

( ) เคย ( ) ไม่เคย(ไม่ต้องตอบข้อ 14-17)

14. ท่านเคยซื้ออาหารลดพลังงานที่ใด

( ) ร้านขายยา ( ) ซุปเปอร์มาร์เก็ต

( ) ร้านสะดวกซื้อ ( ) อื่น ๆ โปรดระบุ.....

15. ท่านเคยรับประทานอาหารลดพลังงาน ในรูปแบบใด(ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) เครื่องดื่ม ( ) เวเฟอร์

( ) คุกกี้ ( ) ขนมปังกรอบ

( ) อื่น ๆ โปรดระบุ.....

16. เหตุผลใดที่ท่านบริโภคอาหารลดพลังงาน(ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) เพื่อรักษาโรค ( ) เพื่อลดน้ำหนักตัว

( ) เพื่อป้องกันโรค ( ) เพื่อเสริมความงาม

( ) อื่น ๆ โปรดระบุ.....

17. ท่านบริโภคอาหารลดพลังงาน บ่อยเพียงใด

( ) 1 ครั้งต่อวัน ( ) 2 ครั้งต่อวัน

( ) 3 ครั้งต่อวัน ( ) 1 ครั้งต่อสัปดาห์

( ) อื่น ๆ โปรดระบุ.....

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีเชิงพรรณาด้วยการให้คะแนนความเข้ม
ของผลิตภัณฑ์บิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลักในการทดสอบอายุการเก็บรักษา

ผลิตภัณฑ์: บิสกิต

ชื่อ_____วันที่_____.

คำแนะนำ: กรุณาชิมตัวอย่างและให้คะแนนความเข้มในแต่ละคุณลักษณะ โดยทำเครื่องหมาย (1) ลงบนเส้นข้างล่างนี้

1. ลักษณะปรากฏ

2. กลิ่นหืน

3. รสชาติ

4. ความกรอบ

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสการยอมรับ

คำแนะนำ กรุณาชิมผลิตภัณฑ์บิสกิตลดพลังงานจากผงเมือกเมล็ดแมงลัก ใส่เครื่องหมาย √ ให้ตรงกับการยอมรับที่มีต่อผลิตภัณฑ์

การยอมรับ	บิสกิต
ยอมรับมากที่สุด	.....
ยอมรับมาก	.....
ยอมรับปานกลาง	.....
ยอมรับเล็กน้อย	.....
บอกไม่ได้ว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ	.....
ไม่ยอมรับเล็กน้อย	.....
ไม่ยอมรับปานกลาง	.....
ไม่ยอมรับมาก	.....
ไม่ยอมรับมากที่สุด	.....

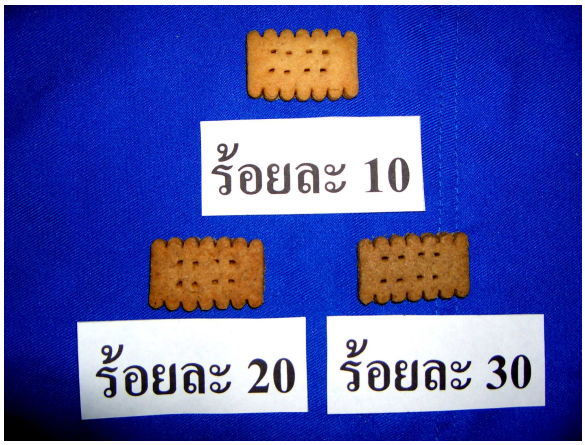
ข้อเสนอแนะ .....

.....

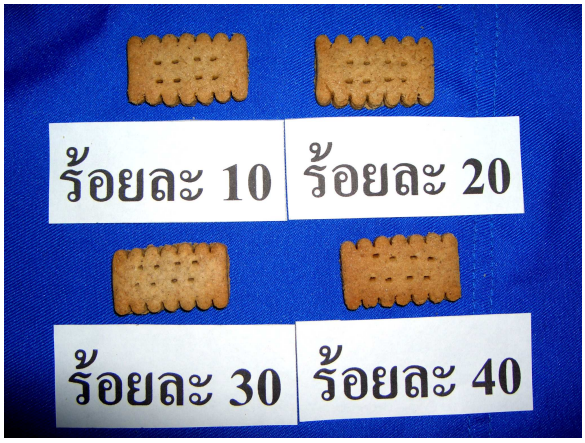
ภาคผนวก จ

ภาพบิสกิต

ภาพผนวกที่ จ1 บิสกิตสูตรพื้นฐาน 5 สูตร



ภาพผนวกที่ จ2 บิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักทดแทนแป้งสาลี 3 ระดับ



ภาพผนวกที่ จ3 บิสกิตสูตรพื้นฐานที่ใช้มอลโตเด็กซตรินทดแทนไขมันในสูตร 4 ระดับ