



บทความวิจัย

ผลของขนาดอนุภาคต่อสมบัติเชิงหน้าที่ของ เซลลูโลสผงจากฟางข้าว

Effect of Particle Sizes on Functional Properties of Cellulose Powder Prepared From Rice Straw

มุกดา เจริญสินทรัพย์

Mookda Chareonsinsab

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จ.ชลบุรี 20131

Department of Food Science, Faculty of Science, Burapha University, Chonburi, 20131

กุลยา ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์

Kullaya Limroongreungrat Ph.D. (Food Science)

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จ.ชลบุรี 20131

Department of Food Science, Faculty of Science, Burapha University, Chonburi, 20131

พัลลภ มนเดชา

Pallop Mondaycha

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จ.ชลบุรี 20131

Department of Food Science, Faculty of Science, Burapha University, Chonburi, 20131

อารัทธา แสงนาค

Arpathsra Sangnark

D.Tech. Sci. (Postharvest and Food Process
Engineering)

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จ.ชลบุรี 20131

Department of Food Science, Faculty of Science, Burapha University, Chonburi, 20131

คำสำคัญ : ฟางข้าว, เซลลูโลสผง, ขนาดอนุภาค, สมบัติเชิงหน้าที่

Key words : Rice Straw, Cellulose Powder, Particle Sizes, Functional properties



Abstract

The 400 g rice straw was treated with heated alkaline hydrogen peroxide solution (100L of 1% w/v, alkaline hydrogen peroxide solution). The product as cellulose powder had 70% cellulose content. The cellulose powder was then prepared into various particle sizes in diameter by using sieving machine in the following mesh size: 50, 100, 140 and 200 mesh. The results showed that the largest particle size (0.25-0.30 mm) had more packed density, water holding capacity, oil binding capacity, redness (a^*) and yellowness (b^*) than the smallest particle size (less than 0.075 mm) while the smallest particle size had more lightness (L^*) than the largest particle size. The various particle size of cellulose powder was then added in batter type cake at 5% (by weight of flour). As a result, the batter type cake with the biggest particle size had the highest quality. Finally, the biggest particle size of cellulose powder was added in batter type cake at 4 levels: 0, 5, 10 and 15% (by weight of flour). The result indicated that the batter type cake was accepted at 5% cellulose powder addition.

บทคัดย่อ

เตรียมเซลลูโลสผงจากฟางข้าวโดยนำฟางข้าว 400 กรัม มาควนผสมในสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 1 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ซึ่งมีความเป็นกรดต่างเป็น 12 ปริมาตร 100 ลิตร และให้ความร้อนด้วย พบว่าเซลลูโลสผงที่ได้มีปริมาณเซลลูโลสร้อยละ 70 จากนั้นศึกษาสมบัติทางกายภาพของเซลลูโลสผงที่มีขนาดอนุภาคต่าง ๆ กัน โดยนำเซลลูโลสผงที่ได้มาผ่านตะแกรงขนาด 50, 100, 140, และ 200 เมช พบว่าเซลลูโลสผงที่มีขนาดอนุภาคใหญ่มีความหนาแน่นความสามารถในการอุ้มน้ำ ความสามารถในการอุ้มน้ำมัน ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) มากกว่าขนาดอนุภาคเล็ก ในขณะที่เซลลูโลสผงที่มีขนาดอนุภาคเล็กมีค่าความสว่าง (L^*) มากกว่าขนาดอนุภาคใหญ่ ต่อมาศึกษาขนาดอนุภาคของเซลลูโลสผงที่เหมาะสมในการเติมลงในเค้กเนย โดยเติมเซลลูโลสผงที่มีขนาดอนุภาคต่าง ๆ กันปริมาณร้อยละ 5 โดยน้ำหนักแบ่ง พบว่าขนาดอนุภาคที่สามารถใช้เป็นแหล่งใยอาหารในการผลิตเค้กเนยคือขนาดอนุภาค 0.25-0.30 มิลลิเมตร ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์เค้กเนยที่ได้มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด และนำเซลลูโลสผงที่มีขนาดอนุภาคดังกล่าวมาศึกษาปริมาณที่สามารถแทนที่แป้งเค้กในการผลิตเค้กเนย โดยแปรปริมาณเซลลูโลสผงที่เติมลงไปเป็นร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 โดยน้ำหนักแบ่ง พบว่าปริมาณเซลลูโลสผงที่เหมาะสมในการผลิตเค้กเนยคือ ร้อยละ 5 โดยน้ำหนักแบ่ง

บทนำ

ประเทศไทยมีการผลิตข้าวเพื่อการบริโภคและส่งออกเป็นอันดับหนึ่งของโลก จากรายงานของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2546) พบว่า ประเทศไทยสามารถผลิตข้าวได้ถึงปีละ 16 ล้านตันต่อปี ทำให้มีผลพลอยได้จากการเก็บเกี่ยวและการสีข้าวเป็นปริมาณมาก เช่น ฟางข้าว แกลบ รำข้าว และ ปลายข้าว เป็นต้น จากรายงานของ Sundhagul และ Attasampunna (2002) พบว่า

ประเทศไทยมีผลพลอยได้จากการผลิตข้าวดังนี้คือ แกลบ 11 ล้านตัน รำข้าว 1.6 ล้านตัน และฟางข้าว 117 ล้านตันต่อปี ดังนั้นจึงมีนักวิจัยและโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ พยายามนำผลพลอยได้เหล่านี้มาใช้ให้เกิดประโยชน์มากขึ้น เพื่อก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ ดังตัวอย่างเช่น โรงงานสีข้าวได้นำแกลบมาเผาเพื่อใช้เป็นแหล่งของเชื้อเพลิง และนำขี้เถ้าแกลบไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมการหล่อโลหะ ส่วนรำข้าวซึ่งเป็นแหล่งของ

โปรตีนและวิตามินต่างๆ สามารถนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพและอาหารสัตว์ได้ นอกจากนี้ยังมีการนำฟางข้าวไปผลิตเป็นอาหารเสริมสำหรับเด็ก และมีการนำฟางข้าวไปใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง และเป็นแหล่งของสารอินทรีย์ในการผลิตปุ๋ย (Bandyopadhyay และ Roy, 1992) มีนักวิจัยพยายามนำฟางข้าวไปผ่านกระบวนการหมักเพื่อผลิตเป็นสารประกอบของเชื้อเพลิง เช่น เอทานอล แต่ปริมาณของผลผลิตที่ได้ค่อนข้างต่ำ และสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการลงทุนค่อนข้างสูงมาก จึงทำให้มีฟางข้าวเหลือทิ้งในปริมาณสูงมาก El-Masry (1983) รายงานว่าฟางข้าวประกอบด้วย เซลลูโลสร้อยละ 43.30 เฮมิเซลลูโลสร้อยละ 26.40 ลิกนินร้อยละ 16.29 เถ้าร้อยละ 12.26 และแวกซ์ร้อยละ 2.18 จึงน่าจะมีการนำฟางข้าวมาสกัดเป็นเซลลูโลสผงบริสุทธิ์เพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ และยังลดการนำเข้าเซลลูโลสผงจากต่างประเทศได้อีกด้วย เนื่องจากการนำเซลลูโลสมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารอย่างแพร่หลาย เช่น ใช้เป็นสารให้ความคงตัวในน้ำผลไม้ ช่วยลดการร่อนน้ำมันในอาหารทอด ช่วยเพิ่มการพองตัวในขนมขบเคี้ยว เป็นต้น (Dreher, 1987) Vail (1991) ทดลองผลิตเซลลูโลสผงจากเปลือกถั่วเหลือง โดยมีการใช้สารเคมีอย่างเป็นขั้นเป็นตอนเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความบริสุทธิ์สูงดังนี้ คือ (1) นำเปลือกถั่วเหลือง 6,135 กิโลกรัม มาใส่ในถังผสมที่มีน้ำอยู่ 51,000 ลิตรและปรับความเป็นกรดต่างเป็น 12 ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 30 กวนผสมอย่างสม่ำเสมอเป็นเวลา 6-7 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง (2) ให้ความร้อนแก่ส่วนผสมจนมีอุณหภูมิประมาณ 93-98 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง โดยรักษาความเป็นกรดต่างให้คงที่ตลอดเวลาการให้ความร้อน (3) นำส่วนผสมไปปั่นแยกสารละลายทิ้งไป และนำกากที่เหลือมาแช่น้ำ 17,000 ลิตร และปรับความเป็นกรดต่างของน้ำให้เป็น 7 ด้วยกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 75 (4) เติมสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 70 ปริมาตร 102 ลิตร และให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิประมาณ 98 °C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง (5) ปั่นแยกเอาส่วนที่เป็น

สารละลายออกไป นำกากที่ได้ไปอบแห้ง ได้ผลิตภัณฑ์เป็นเซลลูโลสผงสีขาว ไม่มีกลิ่น มีปริมาณเซลลูโลสประมาณร้อยละ 93.5 มีความสามารถในการอุ้มน้ำ 4 เท่าของน้ำหนักเซลลูโลสผงเริ่มต้น ต่อมา Prakongpan และคณะ (2002) ผลิตเซลลูโลสผงจากแกนสับปะรดตามวิธีของ Vail (1991) และสามารถนำเซลลูโลสผงที่ผลิตได้ไปใช้เป็นแหล่งของเส้นใยอาหารในโดนนัท โดยเติมเซลลูโลสผงที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ (100 ถึง 170 mesh) ปริมาณ ร้อยละ 4 ของส่วนประกอบทั้งหมด พบว่าจะช่วยลดการอุ้มน้ำมันในระหว่างการทอดและเพิ่มปริมาตรของโดนนัทได้สูงสุด เมื่อเติมเซลลูโลสผงที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ (0.091-0.150 มิลลิเมตร) ใน Golden layer cake ปริมาณร้อยละ 4 โดยน้ำหนักแห้งของส่วนประกอบทั้งหมด พบว่าทำให้ปริมาตรของเค้กเนยเพิ่มขึ้นและมีเนื้อสัมผัสนุ่มกว่าตัวอย่างที่ไม่เติมเซลลูโลส และเมื่อเติมเซลลูโลสผงที่มีขนาดอนุภาคขนาดเล็กกว่า 0.091 มิลลิเมตร ในเนือบดแผ่นปริมาณร้อยละ 2 โดยน้ำหนักเนื้อพบว่ารูปร่างของเนือบดแผ่นไม่เปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ยังช่วยลดการสูญเสียไขมันของผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจากการทอดอีกด้วย เนื่องจากเซลลูโลสผงช่วยอุ้มน้ำไว้ทำให้ไม่สูญเสียไขมันไปในขั้นตอนดังกล่าว

การทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เตรียมเซลลูโลสผงจากฟางข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 2) ศึกษาผลของขนาดอนุภาคที่มีต่อสมบัติทางกายภาพของเซลลูโลสผงที่ผลิต โดยเปรียบเทียบกับเซลลูโลสผงทางการค้า 3) ศึกษาสมบัติเชิงหน้าที่ของการใช้เซลลูโลสผงเป็นแหล่งใยอาหารในเค้กเนย (batter type cake)

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

1. เตรียมวัตถุดิบ

นำฟางข้าวจากข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ซึ่งได้จากการเก็บเกี่ยวในฤดูนาปรังมาแช่น้ำประมาณ 1 ชั่วโมง เพื่อกำจัดฝุ่นหรือสิ่งที่เป็นเปื้อนมา จากนั้นนำมาล้างให้สะอาดและตากแดดให้แห้ง นำมาตัดเป็นท่อนๆ ให้มีความยาวประมาณ 5 เซนติเมตร นำวัตถุดิบ เก็บในถุงโพลี-

เอทธิลีน และปิดผนึกด้วยความร้อนเก็บที่อุณหภูมิห้อง

2. เตรียมเซลลูโลสผงจากฟางข้าว

เตรียมเซลลูโลสผงจากฟางข้าวตามวิธีของ Vail (1991) ดังนี้คือ นำฟางข้าวที่ตัดแล้ว 400 กรัม ใส่ในหม้อต้มสองชั้นโดยมีสารละลายด่างที่มีความเป็นกรดต่างเป็น 12 ปริมาตร 100 ลิตร จากนั้นกวนส่วนผสมด้วยความเร็ว 120 รอบต่อนาที ตลอดเวลา เป็นเวลา 6 ชั่วโมง และให้ความร้อนแก่ส่วนผสมจนมีอุณหภูมิเป็น 95°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ต่อมานำฟางข้าวที่ได้มาล้างน้ำ 100 ลิตร จำนวน 2 ครั้ง จนหมดด่าง จากนั้นเติมน้ำลงไป 98 ลิตร แล้วปรับความเป็นกรดต่างให้ได้ 7.0 ด้วยกรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นร้อยละ 85 เติมสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เข้มข้นร้อยละ 50 ปริมาตร 2 ลิตร (ร้อยละ 1 น้ำหนักต่อปริมาตร, สารละลาย 100 ลิตร) และให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิ 95°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นล้างด้วยน้ำ 100 ลิตร จำนวน 1 ครั้ง กรองด้วยผ้าขาวบาง นำส่วนที่เหลือไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง นำมาบดหยาบโดยใช้เครื่องบดปั่น จากนั้นนำมาบดละเอียดโดยใช้ Ultra Centrifugal Mill (Model ZM 1000, Retch, Germany) ที่ความเร็วรอบ 10,000 รอบต่อนาที ผ่านตะแกรงเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.25 มิลลิเมตร

3. วิเคราะห์หาปริมาณเซลลูโลส

วิเคราะห์หาปริมาณเซลลูโลสตามวิธีของ Food Chemical Codex Method (1996) โดยมีรายละเอียดในการทดลองดังนี้คือ ชั่งตัวอย่างจำนวน 0.125 กรัม (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ใส่ขวดรูปชมพู่ เติมน้ำกลั่น 25 มิลลิตร เติมโพแทสเซียมไดโครเมตความเข้มข้น 0.5 นอร์มัล ปริมาตร 50 มิลลิตร ผสมให้เข้ากัน เติมกรดซัลฟูริกความเข้มข้นร้อยละ 85 ปริมาตร 100 มิลลิตร ผสมให้เข้ากัน จากนั้นนำไปให้ความร้อนจนเดือด ลดอุณหภูมิโดยนำมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 15 นาที แล้วจุ่มภาชนะให้เย็นในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่มีอุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 15 นาที เติมสารละลายในขวดปรับปริมาตร ขนาด 250 มิลลิตร จากนั้นปรับปริมาตรให้ได้ 250 มิลลิตร ด้วยน้ำกลั่น ต่อมานำให้เย็นจนได้อุณหภูมิ 25°C

ไทเทรตสารละลายตัวอย่าง 50 มิลลิตร ด้วยเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต 0.1 นอร์มัล โดยใช้อร์โทฟินิลธาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ ทำแบลนด์ และคำนวณหาปริมาณลิติของเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต โดยใช้สูตร $N = (0.1 \times 50) / B$ จากนั้นคำนวณหาปริมาณเซลลูโลส โดยใช้สูตร

$$\text{ร้อยละเซลลูโลส} = 6.75 (B-S) \times N / 2W$$

B = ปริมาตรของเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้ในการไทเทรตแบลนด์ (มิลลิเมตร)

S = ปริมาตรของเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้ในการไทเทรตตัวอย่าง (มิลลิเมตร)

W = น้ำหนักของตัวอย่างที่ใช้ (กรัม)

N = ความเข้มข้นของเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต (นอร์มัลลิติ)

4. การเตรียมตัวอย่างเซลลูโลสผงที่มีขนาดอนุภาคต่างๆ

นำเซลลูโลสที่สกัดได้จากฟางข้าวในจากข้อ 2 มาบดโดยใช้เครื่อง Ultra Centrifugal mill ที่ความเร็ว 10,000 รอบต่อนาที และผ่านตะแกรงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.25 มิลลิเมตร และนำตัวอย่างที่บดแล้ว 30 กรัม ใส่ลงในตะแกรงร่อนที่มีขนาด 50, 100, 140, และ 200 เมช ตามลำดับ โดยมีการตั้งค่าของเครื่องร่อน ให้มีแอมพลิจูดเท่ากับ 1.5 มิลลิเมตร เป็นเวลา 5 นาที ต่อมาใช้แท่งแก้วเกลี่ยบนตะแกรงแต่ละชั้น และร่อนต่ออีกเป็นเวลา 5 นาที จะได้เซลลูโลสผงที่มีขนาดอนุภาคดังนี้คือ 0.25-0.30, 0.15-0.30, 0.106-0.150, 0.075-0.106 และน้อยกว่า 0.075 มิลลิเมตร ตามลำดับ จากนั้นนำเซลลูโลสผงที่มีขนาดอนุภาคต่าง ๆ มาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพตามข้อ 5

5. วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของเซลลูโลสผงที่เตรียมได้เปรียบเทียบกับเซลลูโลสผงทางการค้า

5.1 สี

วิเคราะห์ค่าสีของวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์โดยใช้



เครื่อง Handy Colorimeter (Model 45/0, BYK-Gardner, Germany) โดยใช้ระบบ CIE Lab วัดค่า $L^* = 100$ (สีขาว), $L^* = 0$ (สีดำ), $+a^* =$ สีแดง, $-a^* =$ สีเขียว, $+b^* =$ สีเหลือง และ $-b^* =$ สีน้ำเงิน

5.2 ความสามารถในการอุ้มน้ำมัน (Oil binding capacity)

วิเคราะห์ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำมันตามวิธีของ Ang (1991) ดังนี้คือ นำตัวอย่าง 2 กรัม ใส่ในหลอดปั่นแยกขนาด 50 มิลลิลิตร เติมน้ำมันถั่วเหลือง 25 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 1 ชั่วโมง จากนั้นนำไปปั่นแยกที่ความเร็ว 2,000 รอบต่อนาที เวลา 15 นาที ที่อุณหภูมิห้อง ($30^\circ \pm 5^\circ \text{C}$) และเทส่วนที่เป็นสารละลายทิ้ง กรองผ่านในลอน ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่อุ้มน้ำมัน

5.3 ความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water holding capacity)

ความสามารถในการอุ้มน้ำ (กรัม น้ำ ต่อกรัม ตัวอย่างแห้ง)

$$= \frac{(\text{น้ำหนักที่อุ้มน้ำ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น})}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง}}$$

วิเคราะห์ความสามารถในการอุ้มน้ำตามวิธีของ Gould และคณะ (1989) ดังนี้คือ นำตัวอย่าง 3 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ตั้งไว้เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ($30^\circ \pm 5^\circ \text{C}$) จากนั้นนำไปกรองผ่านตะแกรงนำส่วนที่เหลืออยู่บนตะแกรงไปชั่งน้ำหนัก และอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 110°C จนกระทั่งน้ำหนักคงที่

ความสามารถในการอุ้มน้ำ (กรัม น้ำ ต่อกรัม ตัวอย่างแห้ง)

$$= \frac{\text{น้ำหนักเปียก} - \text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง}}$$

5.4 ความหนาแน่น (Pack density)

ความหนาแน่นวิเคราะห์โดยชั่งตัวอย่าง 3 กรัม ใส่กระบอกฉีดยาที่อุดรูแล้ว ขนาด 10 มิลลิลิตร จากนั้นอัดตัวอย่างจนกระทั่งปริมาตรคงที่ แล้วอ่านปริมาตรคำนวณค่าความหนาแน่นจากสูตร

$$\text{ความหนาแน่น (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)} = \frac{\text{น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)}}{\text{ปริมาตรของตัวอย่าง (ลูกบาศก์เซนติเมตร)}}$$

6. โครงสร้างทางจุลภาค

ศึกษาโครงสร้างพื้นผิวของฟางข้าวและเซลลูโลสผงที่มีขนาดอนุภาค 0.25- 0.30 มิลลิเมตร โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (JMS-5400 Scanning Electron Microscope, SEM) ที่ความต่างศักย์ 10 กิโลโวลต์ กำลังขยาย 1,000 เท่า

7. ศึกษาสมบัติเชิงหน้าที่ของการใช้เซลลูโลสผงที่ผลิตได้เป็นแหล่งใยอาหารในเค้กเนย

7.1 ศึกษาผลของขนาดอนุภาคของเซลลูโลสผงต่อคุณภาพของเค้กเนย

นำเซลลูโลสที่เตรียมได้ที่มีขนาดอนุภาค 0.25-0.30, 0.15-0.30, 0.106-0.150, 0.075-0.106 และน้อยกว่า 0.075 มิลลิเมตร ตามลำดับ เติมน้ำในเค้กเนยโดยกำหนดปริมาณเซลลูโลสเท่ากับร้อยละ 5 โดยน้ำหนักแป้งเพื่อศึกษาถึงผลของขนาดอนุภาคที่เหมาะสมต่อคุณภาพของเค้กเนย

7.2 สูตรและวิธีทำเค้กเนย

เค้กเนยมีส่วนผสมดังนี้คือ แป้งเค้ก 400 กรัม ผงฟู 18 กรัม นมผง 35 กรัม เนยสด 110 กรัม เนยขาว 100 กรัม เกลือ 3 กรัม น้ำตาลทราย 400 กรัม น้ำ 360 กรัม ไข่ไก่ 200 กรัม วานิลลา 7 กรัม และทำเค้กตามขั้นตอนดังนี้คือ ร่อนแป้งเค้ก ผสมผงฟู นมผง และ

เซลลูโลสที่เตรียมได้ รวมกันพักไว้ ตีเนยสด เนยขาว เกลือ ให้ขึ้นค่อยๆ ใส่น้ำตาลตีสขึ้นขาว โดยใช้เครื่องผสมไฟฟ้า Kitchen Aid หัวผสมลวดตะกร้อ (Wire whip) ด้วย อัตราเร็วเบอร์ 8 ประมาณ 5 นาที ใส่ไข่ไก่ที่ตีฟองดีผสมให้เข้ากันดี ใส่ส่วนผสมของแป้งสลับกับน้ำ (เริ่มต้นด้วย แป้งและจบด้วยแป้ง) ตีด้วยความเร็วเบอร์ 2 จนส่วนผสมเข้ากันประมาณ 3 นาที ใส่วานิลาลงไปผสมให้เข้ากัน เทส่วนผสมลงพิมพ์ที่ทาไขมันบางๆ (ใช้พิมพ์ขนาด 4x5x2.5 เซนติเมตรและเติมน้ำแป้งที่ผสมแล้วลงในแต่ละพิมพ์ประมาณ 30 กรัม) อบอุณหภูมิ 180°ซ ประมาณ 15-20 นาที จนขนมเหลือง นำออกมาพักให้เย็น และนำออกจากพิมพ์

7.3 วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของเค้กเนย

7.3.1 ปริมาตรจำเพาะของเค้กเนย

ก) วิเคราะห์ความหนาแน่นของเมล็ดงา โดยนำเมล็ดงาใส่ในกระบอกตวงจนมีปริมาตร 500 มิลลิลิตร จากนั้นนำเมล็ดงา ปริมาตร 500 มิลลิลิตร ไปชั่งน้ำหนัก แล้วนำไปคำนวณหาความหนาแน่นของเมล็ดงา จากสูตร

$$D = M/V$$

เมื่อ D คือความหนาแน่นของเมล็ดงา (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)

M คือ น้ำหนักของเมล็ดงา (กรัม)

V คือปริมาตรของเมล็ดงา (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

ข) หาน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ โดยการชั่งน้ำหนักของเค้กเนยที่เย็นแล้ว 3 ชิ้น

ค) นำเค้กเนย 3 ชิ้น ใส่ในภาชนะอันเดมที่ทราบปริมาตรแน่นอนแล้ว เติมน้ำตาลที่ใช้ในการหาปริมาตรภาชนะลงไป ให้เต็มทั้งขอบด้านข้าง และด้านบนของภาชนะ จากนั้นนำเมล็ดงาส่วนที่เหลือไปชั่งน้ำหนัก (เมล็ดงาที่เหลือคือ ปริมาตรของเค้กเนยที่ถูกแทนที่ด้วยเมล็ดงา) คำนวณปริมาตรจำเพาะของเค้กเนย จากสูตร

ปริมาตรของเค้กเนย (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

$$= \frac{\text{น้ำหนักของเมล็ดงาที่เหลือ (กรัม)}}{\text{ความหนาแน่นของเมล็ดงา}}$$

(กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

ปริมาตรจำเพาะ (Specific volume)

(ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม)

$$= \frac{\text{ปริมาตรของเค้กเนย (ลูกบาศก์เซนติเมตร)}}{\text{น้ำหนักของเค้กเนย (กรัม)}}$$

7.3.2 วิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส

วิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของเค้กเนย

โดยใช้เครื่อง Texture Analyzer (TA-XT2, Stable Micro System, Ltd.) โดยใช้ตัวอย่างขนมเค้กเนยที่มีขนาด 4 x 5 x 2.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใช้หัววัด P/35 (35 mm diameter cylinder probe) กดลง 25% ของความสูงเค้กเนยด้วยความเร็ว 1.0 มิลลิเมตรต่อวินาที รายงานค่าความแน่นเนื้อ (Firmness) และค่าความยืดหยุ่น (Springiness)

7.3.3 วัดค่าสี

วัดสีของผลิตภัณฑ์โดยใช้เครื่อง Handy Colorimeter เช่นเดียวกับข้อ 4.2

7.4 ทดสอบคุณภาพการยอมรับทางประสาทสัมผัส

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเค้กเนยที่เติมเซลลูโลสเปรียบเทียบกับเค้กเนยที่ไม่เติมเซลลูโลสทางด้านสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) และการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์ โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 40 คน ให้คะแนนแบบ 9-point hedonic scale โดย 9 คะแนน หมายถึง ชอบมากที่สุด และ 1 คะแนน หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด เลือกขนาดอนุภาคของเซลลูโลสที่เหมาะสมพิจารณาจากขนาดอนุภาคของเซลลูโลสที่ให้เค้กเนยที่มี

คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงสุดเพื่อใช้ในการ
ทดลองขั้นต่อไป

วางแผนการทดลองแบบ Randomize Complete
Block Design (RCBD) เปรียบเทียบความแตกต่าง
โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)
ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม
สำเร็จรูป SPSS version 9.0

7.5 ศึกษาปริมาณของเซลลูโลสที่เหมาะสมใน
การผลิตเค้กเนย

นำเซลลูโลสที่มีขนาดอนุภาคที่เหมาะสมในการ
ผลิตเค้กเนยจากข้อ 7 มาศึกษาปริมาณของเซลลูโลสผงที่
สามารถใช้เป็นแหล่งใยอาหารในเค้กเนยโดยแปรปริมาณ
เซลลูโลสที่เติมลงในเค้กเนยเป็นร้อยละ 0, 5, 10, และ 15
โดยน้ำหนักแบ่ง

สูตรที่ใช้ในการทำเค้กเนย การวิเคราะห์สมบัติ
ทางกายภาพ และการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของ
เค้กเนย ทำเช่นเดียวกับข้อ 7.2, 7.3 และ 7.4 ตามลำดับ

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

- สมบัติทางเคมีและกายภาพเซลลูโลสจากฟางข้าว
เซลลูโลสผงที่เตรียมได้มีเซลลูโลสเป็นองค์

ประกอบถึงร้อยละ 70 เมื่อเปรียบเทียบกับฟางข้าวซึ่งมี
เซลลูโลสเป็นองค์ประกอบเพียงร้อยละ 44 เนื่องจาก
ปฏิกิริยาการเตรียมเซลลูโลสมีการใช้สารละลายต่างซึ่งทำ
หน้าที่ในการกำจัดสารอินทรีย์อื่นๆ เช่น ลิกนิน และ
เฮมิเซลลูโลสออกจากฟางข้าว ส่วนไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์
ทำหน้าที่ในการฟอกสีจึงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณ
เซลลูโลสสูงขึ้น และมีความสว่าง (L^*) มากขึ้น (Gould,
1987) ร้อยละ 58 และ 60 ตามลำดับ ($p < 0.05$, ตารางที่
1) เซลลูโลสผงที่เตรียมได้มีความหนาแน่น (Pack
density) ลดลงร้อยละ 17 เมื่อเปรียบเทียบกับฟางข้าว
ทั้งนี้เนื่องจากในกระบวนการเตรียมเซลลูโลสผงมีการกวน
ส่วนผสมของฟางข้าวและสารละลายตลอดเวลาคงอยู่กับ
การใช้ความร้อนจึงทำให้โครงสร้างของเซลลูโลสผงที่เตรียม
ได้หลวมขึ้น และมีความหนาแน่นน้อยลง (รูปที่ 1)
นอกจากนี้เซลลูโลสผงที่เตรียมได้ยังมีค่าความสามารถใน
การอุ้มน้ำและอุ้มน้ำมันเพิ่มขึ้น 3.7 และ 2.8 เท่า ตาม
ลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับฟางข้าว โดยสมบัติดังกล่าวเป็น
ประโยชน์ต่อการนำเซลลูโลสผงมาใช้ประโยชน์ใน
อุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากจะทำให้เซลลูโลสผงสามารถ
รวมเป็นเนื้อเดียวกับส่วนประกอบของอาหารได้ดี
จึงไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของอาหาร

ตารางที่ 1 สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของเซลลูโลสที่เตรียมได้ ฟางข้าว และเซลลูโลสทางการค้า (Solka Floc[®] 900)

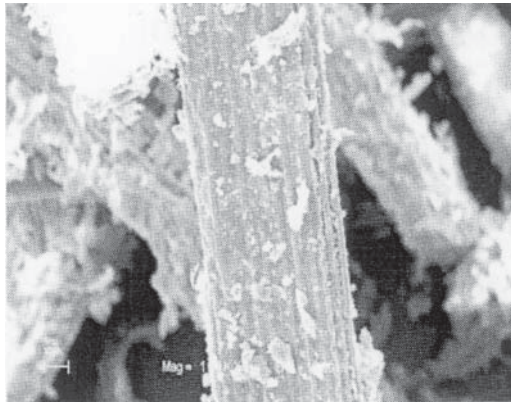
ตัวอย่าง	เซลลูโลส %	ค่าสี			Pack density (g/cc)	OBC ¹ (g oil /g dry sample)	WHC ² (g water/g dry sample)
		L^*	a^*	b^*			
เซลลูโลสทางการค้า	98.11±1.25 ^a	92.37±0.10 ^a	0.95±0.17 ^b	7.06±0.26 ^c	0.35±0.01 ^c	12.95±0.18 ^a	14.54±1.21 ^a
ฟางข้าว	44.38±1.16 ^c	52.41±0.03 ^c	5.34±0.28 ^a	22.45±0.01 ^a	0.52±0.01 ^a	2.81±0.13 ^c	4.60±0.14 ^c
เซลลูโลสที่เตรียมได้	70.17±0.76 ^b	84.31±0.85 ^b	0.39±0.45 ^c	15.60±1.62 ^b	0.43±0.01 ^b	10.30±0.34 ^b	12.97±0.21 ^b

ผลการทดลองที่แสดง หมายถึง ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(จากการทดลอง 3 ซ้ำ)

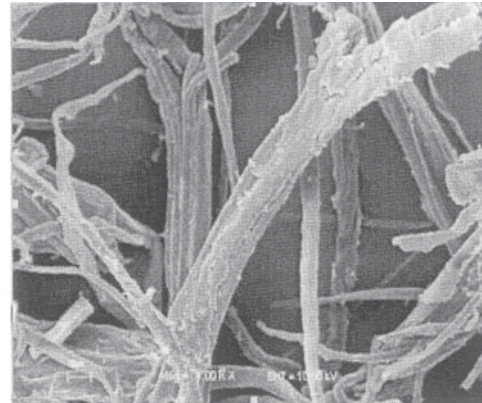
^{a, b, c, d} หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

¹ OBC = ความสามารถในการอุ้มน้ำมัน (g oil/g dry sample)

² WHC = ความสามารถในการอุ้มน้ำ (g water/g dry sample)



(ก)



(ข)

รูปที่ 1 โครงสร้างจุลภาคของฟางข้าวและเซลลูโลสที่เตรียมได้ขนาดอนุภาค 0.25-0.3 มิลลิเมตร เมื่อถ่ายด้วยกล้อง SEM ที่ 10 kV ใช้กำลังขยาย 1000 เท่า (ก) ฟางข้าว (ข) เซลลูโลสที่เตรียมได้

2. สมบัติทางกายภาพของเซลลูโลสผงที่มีขนาดอนุภาคต่างๆ

เมื่อเซลลูโลสผงที่เตรียมได้มีขนาดอนุภาคเล็กลง ค่าความเป็นสีแดง และค่าความเป็นสีเหลืองมีแนวโน้มลดลง (ตารางที่ 2) เช่น เมื่อขนาดอนุภาคของเซลลูโลสลดลงจาก 0.25-0.30 มิลลิเมตร เป็น 0.15-0.25 มิลลิเมตร ค่าความเป็นสีแดง และค่าความเป็นสีเหลือง ลดลงประมาณร้อยละ 36 และ 5 ตามลำดับ ($p < 0.05$) ส่วนค่าความสว่างจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดอนุภาคเล็กลง ($p < 0.05$)

เมื่อขนาดอนุภาคลดลงจาก 0.25-0.30 มิลลิเมตร เป็น 0.15-0.25 มิลลิเมตรค่า Pack density ลดลงประมาณร้อยละ 6 ($p < 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Dreher (1987) ที่รายงานว่า การลดลงของขนาดอนุภาคสัมพันธ์กับการลดลงของ Pack density กล่าวคือ เมื่อขนาดอนุภาคลดลงค่า Pack density จะลดลงด้วย

จากการทดลองหาค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ และความสามารถในการอุ้มน้ำมันของเซลลูโลสผงที่มีอนุภาคขนาดต่างๆ กัน พบว่า เมื่อขนาดอนุภาคเล็กลงจาก 0.25-0.30 มิลลิเมตร เป็น น้อยกว่า 0.075 มิลลิเมตร ความสามารถในการอุ้มน้ำและความสามารถในการอุ้มน้ำมันมีค่าลดลงประมาณร้อยละ 29 และ 41 ตามลำดับ

($p < 0.05$) เนื่องจากการบดจนอนุภาคเซลลูโลสมีขนาดเล็กเกินไปอาจไปทำลายพื้นที่ผิวที่สามารถยึดเกาะกับน้ำอิสระ (Heller et al., 1980)

3. สมบัติเชิงหน้าที่ของการใช้เซลลูโลสผงที่ผลิตได้เป็นแหล่งใยอาหารในเค้กเนย

3.1 ผลของขนาดอนุภาคของเซลลูโลสผงต่อคุณภาพของเค้กเนย

จากการเติมเซลลูโลสผงที่มีขนาดอนุภาคต่างๆ ลงในเค้กเนยปริมาณร้อยละ 5 โดยน้ำหนักแบ่งพบว่า ความสว่างของเค้กเนยลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับเค้กเนยที่ไม่ได้เติมเซลลูโลสผงและค่าความสว่างของเค้กเนยมีค่าลดลงตามขนาดอนุภาคของเซลลูโลสผง ($p < 0.05$, ตารางที่ 3) ส่วนปริมาตรจำเพาะของเค้กเนยลดลงมากเมื่อเติมเซลลูโลสผงที่มีขนาดอนุภาคเล็ก เช่น ปริมาตรจำเพาะของเค้กเนยมีค่าลดลงประมาณร้อยละ 17 ($p < 0.05$) เมื่อขนาดอนุภาคของเซลลูโลสลดลงจากขนาด 0.25-0.30 มิลลิเมตร เป็นขนาดน้อยกว่า 0.075 มิลลิเมตร ซึ่งอาจมีสาเหตุจากปริมาณก๊าซในช่องว่างระหว่างเซลล์ซึ่งช่องว่างนี้เกิดจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และความร้อนในระหว่างการอบ กล่าวคือ เมื่อก๊าซกระจายทั่วทั้งก้อนเค้กจะทำให้เกิดเป็นฟองอากาศเล็กๆ เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ จนถึงผิวหน้าของเค้กซึ่งก๊าซเหล่านี้จะยังคงอยู่ในเค้กเพื่อ

สร้างเป็นปริมาตรสุดท้ายของเค้ก (Prakongpan et al., 2002) ซึ่งเมื่อเติมเซลลูโลสที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ลงไป จะทำให้ความหนืดของน้ำแป้ง (batter) เพิ่มขึ้น เนื่องจากโมเลกุลเซลลูโลสมีลักษณะที่มีทั้งส่วนที่เป็น amorphous และ crystalline และเมื่อมีอนุภาคขนาดใหญ่จะสามารถสร้างร่างแหขนาดใหญ่และมีจำนวนหมู่ไฮดรอกซิลมากที่

สามารถจับด้วยพันธะไฮโดรเจนจึงมีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง ทำให้น้ำแป้งที่ได้มีความเหนียวและสามารถทำให้เกิดช่องว่างระหว่างเซลล์ได้ดี ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เค้กเนยที่ได้มีปริมาณที่เพิ่มขึ้น และมีลักษณะโพรงอากาศที่ดีดังรูปที่ 2

ตารางที่ 2 สมบัติทางกายภาพของเซลลูโลสที่มีขนาดอนุภาคต่างๆ กัน

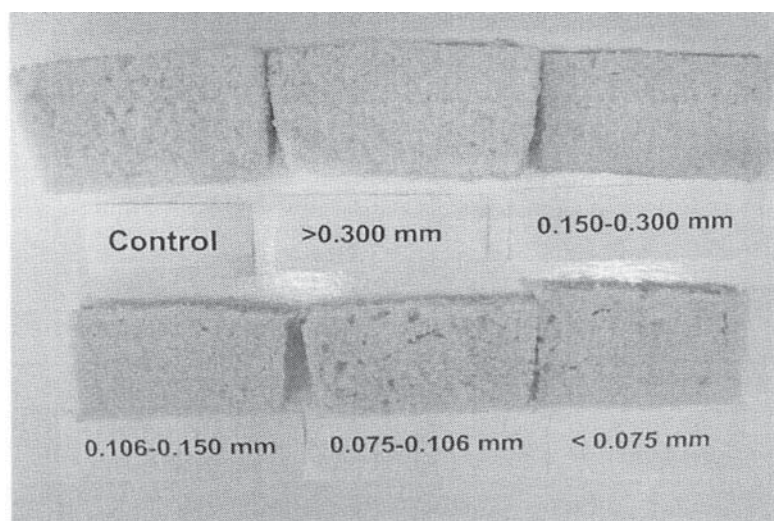
ขนาดอนุภาค	ค่าสี			Pack density (g/cc)	OBC ¹ (g oil /g dry sample)	WHC ² (g water/g dry sample)
	L*	A*	b*			
0.250-0.300 mm	81.56±0.042 ^d	0.55±0.08 ^a	18.63±0.47 ^a	0.48±0.01 ^a	11.02±0.09 ^a	15.20±0.07 ^a
0.150-0.250 mm	82.50±0.22 ^c	0.35±0.19 ^b	17.76±0.60 ^b	0.45±0.01 ^b	10.98±0.18 ^a	14.45±0.17 ^b
0.106-0.150 mm	83.00±0.21 ^b	0.20±0.05 ^{bc}	17.54±0.23 ^b	0.44±0.01 ^b	10.93±0.06 ^a	13.79±0.38 ^c
0.075-0.106 mm	83.53±0.10 ^a	0.17±0.01 ^{bc}	16.86±0.81 ^{bc}	0.43±0.01 ^b	10.72±0.03 ^b	12.08±0.26 ^d
<0.075 mm	83.78±0.18 ^a	0.12±0.09 ^c	15.41±0.01 ^c	0.41±0.01 ^c	6.47±0.01 ^c	10.77±0.02 ^c

ผลการทดลองที่แสดง หมายถึง ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (จากการทดลอง 3 ซ้ำ)

a, b, c, d หมายถึงค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวดิ่งเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

¹ OBC = ความสามารถในการอุ้มน้ำมัน (g oil/g dry sample)

² WHC = ความสามารถในการอุ้มน้ำ (g water/g dry sample)



รูปที่ 2 ลักษณะของเค้กเนยที่เติมเซลลูโลสผงขนาดอนุภาคต่างๆ ปริมาณร้อยละ 5 โดยน้ำหนักแป้ง

ตารางที่ 3 สมบัติทางกายภาพของเค้กเนยที่มีการเติมเซลลูโลสจากฟางข้าวที่มีขนาดอนุภาคต่างๆ กัน

ขนาดอนุภาค	ค่าสี			ปริมาตรจำเพาะ (cc/g)	ลักษณะเนื้อสัมผัส	
	L*	a*	b*		Firmness (N)	Springiness (%)
Control	80.59±0.03 ^a	2.26±0.04 ^a	24.28±0.05 ^c	3.00±0.28 ^a	7.00±0.13 ^a	58.63±0.10 ^a
0.250-0.300 mm	79.41±0.36 ^b	2.14±0.03 ^b	24.75±0.03 ^d	2.95±0.30 ^{ab}	7.09±0.24 ^a	57.66±0.66 ^{ab}
0.150-0.250 mm	78.07±0.06 ^c	1.85±0.06 ^c	25.18±0.38 ^c	2.90±0.02 ^{ab}	8.62±0.33 ^b	55.89±0.54 ^{bc}
0.106-0.150 mm	77.82±0.01 ^c	1.86±0.05 ^c	25.36±0.03 ^c	2.74±0.16 ^{abc}	10.35±0.06 ^c	55.33±2.08 ^c
0.075-0.106 mm	77.13±0.10 ^d	1.87±0.02 ^c	25.69±0.03 ^b	2.59±0.07 ^{bc}	11.10±1.09 ^c	55.33±1.53 ^c
<0.075 mm	76.36±0.17 ^c	1.89±0.06 ^c	26.25±0.08 ^a	2.45±0.18 ^c	12.71±0.67 ^d	54.27±0.28 ^c

ผลการทดลองที่แสดง หมายถึง ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (จากการทดลอง 3 ซ้ำ)

a, b, c, d หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันแถวเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ความแน่นเนื้อ (Firmness) ของเค้กเนยที่มีการเติมเซลลูโลสผงมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเซลลูโลสผงมีขนาดอนุภาคลดลง เช่น เมื่อขนาดอนุภาคลดลงจากขนาด 0.25- 0.30 มิลลิเมตร เป็นขนาดน้อยกว่า 0.075 มิลลิเมตร ทำให้ค่าความแน่นเนื้อของเค้กเนยเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 80 (p<0.05) เนื่องจากเซลลูโลสที่มีขนาดอนุภาคใหญ่ (0.25-0.30 มิลลิเมตร) มีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง ทำให้น้ำแบ่งที่ได้มีความหนืดสูง ส่งผลให้เค้กเนยที่ได้มีความนุ่มมากหรือมีความแน่นเนื้อน้อย และค่าความแน่นเนื้อมีความสัมพันธ์ผกผันกับค่าปริมาตรจำเพาะ คือถ้าปริมาตรจำเพาะเพิ่มขึ้นค่าความแน่นเนื้อจะมีค่าน้อยลง ส่วนค่าความยืดหยุ่น (Springiness) ของเค้กเนยมีแนวโน้มลดลงเมื่อเซลลูโลสมีขนาดอนุภาคเล็กลง (p<0.05)

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านสี กลิ่น รส ความนุ่ม และการยอมรับรวมของเค้กเนย พบว่ากลิ่นรสของผลิตภัณฑ์เค้กเนยที่เติมเซลลูโลสที่มีขนาดอนุภาคต่างกัน มีคะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบไม่แตกต่างกัน (p≥0.05, ตารางที่ 4) ส่วนคะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบด้านสีความนุ่มและการยอมรับรวมของเค้กเนยที่เติมเซลลูโลสมีค่าลดลงตามขนาดอนุภาค (p<0.05) โดย

เค้กเนยที่เติมเซลลูโลสขนาดอนุภาค 0.25-0.30 มิลลิเมตร มีคะแนนการยอมรับรวมไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม ซึ่งมีคะแนนการยอมรับเท่ากับ 7 หมายถึง ชอบปานกลาง ในขณะที่เค้กเนยที่เติมเซลลูโลสขนาดอนุภาคน้อยกว่า 0.075 มิลลิเมตร มีคะแนนการยอมรับรวม เท่ากับ 5.5 ซึ่งหมายถึง เฉยๆ ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อเซลลูโลสมีขนาดอนุภาคเล็กลงจะทำให้เค้กเนยที่ได้มีความแน่นเนื้อมากขึ้น เนื้อของเค้กไม่ละเอียด จึงทำให้ค่าการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสต่างๆ ลดลง

จากผลการทดลองพบว่าเค้กเนยที่มีการเติมเซลลูโลสผงอนุภาคขนาด 0.25- 0.30 มิลลิเมตร นั้นมีปริมาตรจำเพาะและค่าความยืดหยุ่นสูง ค่าความแน่นเนื้อต่ำ และคะแนนการยอมรับรวมทางด้านประสาทสัมผัสสูงสุดคือ มีคะแนนเท่ากับ 7 ซึ่งหมายถึง ชอบปานกลาง ดังนั้นจึงเลือกเซลลูโลสผงที่มีขนาดอนุภาค 0.25- 0.30 มิลลิเมตร เพื่อใช้ในการศึกษาปริมาณของเซลลูโลสผงที่เหมาะสมในการผลิตเค้กเนย

3.2 ผลการศึกษาปริมาณเซลลูโลสผงที่เหมาะสมในการผลิตเค้กเนย

จากการทดลองศึกษาปริมาณเซลลูโลสผงที่เหมาะสมในการผลิตเค้กเนย โดยแปรปริมาณเซลลูโลสผง

ตารางที่ 4 คະแนณการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่นรส ความนุ่ม และการยอมรับรวมของเค้กที่มีการเติม
เซลลูโลสจากฟางข้าวขนาดอนุภาคต่างๆ กัน ปริมาณร้อยละ 5 โดยน้ำหนักแบ่ง

ขนาดอนุภาค	สีของเนื้อเค้ก	กลิ่นรส	ความนุ่ม	การยอมรับรวม
Control	7.20±1.051 ^a	6.50±1.68 ^{ns}	7.58±1.20 ^a	6.93±1.35 ^a
0.250-0.300 mm	7.20±0.94 ^a	6.58±0.93 ^{ns}	7.08±0.76 ^b	7.00±1.01 ^a
0.150-0.250 mm	6.63±1.31 ^b	6.33±1.31 ^{ns}	6.15±1.27 ^c	6.20±0.97 ^b
0.106-0.150 mm	6.08±1.27 ^c	6.08±1.56 ^{ns}	5.88±0.79 ^{cd}	5.80±0.79 ^c
0.075-0.106 mm	6.30±1.26 ^{bc}	6.20±0.82 ^{ns}	5.55±1.04 ^{de}	5.68±0.83 ^c
<0.075 mm	6.28±1.32 ^{bc}	6.38±1.35 ^{ns}	5.38±1.00 ^c	5.53±0.82 ^c

ผลการทดลองที่แสดง หมายถึง ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (จากการทดลอง 3 ซ้ำ)

a, b, c, d หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันแนวตั้งเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ขนาดอนุภาค 0.25- 0.30 มิลลิเมตร เป็นร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 โดยน้ำหนักแบ่งพบว่า เมื่อเติมเซลลูโลสผงเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 5 เป็นร้อยละ 15 โดยน้ำหนักแบ่ง ทำให้ค่าความสว่าง (L^*) และค่าความเป็นสีแดง (a^*) ของเค้กเนยลดลงประมาณร้อยละ 6 และ 7 ตามลำดับ ส่วนค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) มีค่าเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 10 ($p < 0.05$, ตารางที่ 5) และทำให้ปริมาตรจำเพาะของเค้กเนยมีค่าลดลงประมาณร้อยละ 18 เนื่องจากเซลลูโลสมีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง เมื่อเติมในปริมาณมากเกินไปทำให้น้ำแบ่งที่ได้มีความเหนียวและข้นเกินไป จึงทำให้ปริมาตรจำเพาะของผลิตภัณฑ์เค้กเนยที่ได้ลดลง นอกจากนี้ค่าความแน่นเนื้อของเค้กเนย มีค่าเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 78 ในขณะที่ส่วนค่าความยืดหยุ่นมีค่าลดลงร้อยละ 5 อย่างไรก็ตามค่าความแน่นเนื้อของเค้กเนยที่เติมเซลลูโลสผงร้อยละ 5 โดยน้ำหนักแบ่ง ไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม ($p \geq 0.05$)

จากการนำเค้กเนยที่ได้มาทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าคະแนณการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นรส ความนุ่ม และการยอมรับรวมของเนื้อเค้กเนยที่ได้ค่าลดลง เมื่อปริมาณเซลลูโลสผงที่ใช้เพิ่มขึ้น ($p < 0.05$, ตารางที่ 6) กล่าวคือ เค้กเนยที่เติมเซลลูโลสผงปริมาณ

ร้อยละ 5 โดยน้ำหนักแบ่ง มีคະแนณการยอมรับรวม เท่ากับ 7.9 ซึ่งหมายถึง ชอบมาก ในขณะที่เค้กเนยที่เติมเซลลูโลสผงปริมาณร้อยละ 15 โดยน้ำหนักแบ่ง มีคະแนณการยอมรับรวม เท่ากับ 5.1 หมายถึง เฉยๆ ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากเมื่อปริมาณเซลลูโลสเพิ่มมากขึ้น ทำให้เค้กเนยที่ได้มีความแน่นเนื้อมากขึ้น จึงทำให้ค่าการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสต่างๆ ลดลงอย่างไรก็ตาม ผู้บริโภคยอมรับเค้กเนยที่เติมเซลลูโลสผงร้อยละ 5 โดยน้ำหนักแบ่ง เช่นเดียวกับตัวอย่างควบคุม ($p \geq 0.05$)

สรุปผลการทดลอง

1. สามารถเตรียมเซลลูโลสผงจากฟางข้าวโดยปฏิกิริยาการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 1 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ในภาวะที่มีความเป็นกรดต่างเป็น 12 และให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 95°ซ โดยเซลลูโลสผงที่เตรียมได้มีปริมาณเซลลูโลสร้อยละ 70
2. เซลลูโลสผงที่มีอนุภาคขนาดใหญ่มีค่าความหนาแน่น (Pack density) ความสามารถในการอุ้มน้ำและความสามารถในการอุ้มน้ำมันมากกว่าอนุภาคขนาดเล็ก ในขณะที่เซลลูโลสผงที่มีอนุภาคขนาดเล็กมีค่าความสว่าง (L^*) มากกว่าอนุภาคขนาดใหญ่

ตารางที่ 5 สมบัติทางกายภาพของเค้กเนยที่มีการเติมเซลลูโลสจากฟางข้าวที่มีขนาดอนุภาคต่างๆ กัน

ปริมาณ เซลลูโลส (%)	ค่าสี			ปริมาตรจำเพาะ (cc/g)	ลักษณะเนื้อสัมผัส	
	L*	a*	b*		Firmness (N)	Springiness (%)
0	80.59±0.03 ^a	2.26±0.04 ^b	24.28±0.05 ^d	3.00±0.26 ^a	7.00±0.13 ^a	58.63±0.10 ^a
5	79.41±0.36 ^b	2.14±0.03 ^c	24.75±0.03 ^c	2.95±0.28 ^a	7.09±0.24 ^a	57.66±0.66 ^b
10	74.93±0.05 ^c	2.36±0.01 ^a	26.18±0.03 ^b	2.64±0.10 ^{ab}	9.69±0.10 ^b	56.41±0.48 ^c
15	74.05±0.04 ^d	1.98±0.01 ^d	26.67±0.01 ^a	2.42±0.08 ^b	12.62±0.19 ^c	54.94±0.33 ^d

ผลการทดลองที่แสดง หมายถึง ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (จากการทดลอง 3 ซ้ำ)

a, b, c, d หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวดังเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ตารางที่ 6 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่นรส ความนุ่ม และการยอมรับรวมของเค้กที่มีการเติมเซลลูโลสจากฟางข้าวขนาดอนุภาคต่างๆ กัน

ปริมาณเซลลูโลส (%)	สีของเนื้อเค้ก	กลิ่นรส	ความนุ่ม	การยอมรับรวม
0	8.13±0.76 ^a	8.10±0.90 ^a	8.00±0.82 ^a	8.15±0.70 ^a
5	7.88±0.61 ^a	7.90±0.63 ^a	7.13±0.94 ^b	7.93±0.62 ^a
10	6.40±1.01 ^b	6.10±0.87 ^b	6.18±0.93 ^c	5.98±0.95 ^b
15	5.53±1.40 ^c	5.00±0.78 ^c	5.58±1.01 ^d	5.05±0.68 ^c

ผลการทดลองที่แสดง หมายถึง ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ผู้ทดสอบ 40 คน)

a, b, c หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวดังเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

3. ขนาดอนุภาคของเซลลูโลสผงที่เหมาะสมในการผลิตเค้กเนยคือ เซลลูโลสผงที่มีอนุภาคขนาด 0.25-0.30 มิลลิเมตร และเติมในปริมาณร้อยละ 5 โดยน้ำหนักแป้ง เนื่องจากทำให้ได้เค้กเนยที่มีปริมาตรจำเพาะและความยืดหยุ่นสูงสุดความแน่นเนื้อต่ำสุด และมีความนุ่มโดยรวมสูงสุด

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2546). ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร. สืบค้นเมื่อ กุมภาพันธ์ 2546.
จาก <http://www.oae.go.th/thaifs/2003>

Ang, J.F. (1991). Water retention capacity and viscosity effect of powdered cellulose. J. Food Sci. 56, 1682-1684.

Bandyopadhyay, S. and Roy, N.C. (1992). Rice Process Technology : Brief Outline of Rice Processing Industry-Its Products and By-Products. Oxford and IBH Publishing Co. Ltd, New Delhi.

Dreher, M.L. (1987). Handbook of Dietary Fiber : An Applied Approach. Marcel Dekker, New York and Basel.

- EL-Masry, H.G. (1983). Utilization of egyptian rice straw in production of cellulose and microbial protein: effect of various pretreatments on yields of protein and enzyme activity. J. Sci. Food Agric. 34, 725-732.
- Food Chemical Codex. (1996). Committee on Food Chemicals Codex. 4th ed. National academy press, Washington D.C.
- Gould, J.M. (1987). Alkaline peroxide treatment of nonwoody lignocellulose. U.S. Patent. No 4,649,113.
- Gould, J.M., Jasberg, B.K., and Cote, G.L. (1989). Structure-function relationships of alkaline-peroxide treated lignocellulose from wheat straw. Cereal Chem. 66, 213-217.
- Heller, S.N., Hackler, L.R., River, J.M., Vansoest, P.J., Roe, D.A., Lewis, B.A. and Robertson, J. (1980). Dietary fiber: The effect of particle size of wheat bran on colonic in young adult men. Am. J. Clin. Nutr. 33, 1743-1744.
- Prakongpan, T., Nitithamyong, A., and Luangpituksa, P. (2002). Extraction and application of dietary fiber and cellulose from pineapple cores. J. Food Sci. 67, 1308-1312.
- Sundhagul, M. and Attasampunna, P. (2002). Bioconversion of Carbohydrate residue in Thailand. Retrieved September, 2002. from the World Wide Web: <http://www.unu.edu.unupress.unupbooks.80362e.80362E0.htm>
- Vail, J.W. (1991). Process for recovery of cellulose. U.S. patent no. 5,057,334. Patented October, 14.