# การพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มจากน้ำนมลูกเดือย
# Job's Tears Drinking Yoghurt Development

สุธีรา ศรีสุข*
Suteera Srisuk*

หลักสูตรวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
Science and Food Technology Program, Faculty of Science Technology and Agriculture,
Yala Rajabhat University

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มให้มีคุณประโยชน์เพิ่มมากขึ้น โดยใช้ลูกเดือยเป็นส่วนประกอบสำคัญ ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่ม 5 สูตร ที่มีส่วนประกอบของโยเกิร์ตน้ำนมลูกเดือย (ผสมนมผง ร้อยละ 10) ต่อน้ำเชื่อม (60 °brix) ในอัตราส่วน ดังนี้ 30:70 40:60 50:50 60:40 และ 70:30 โดยนำผลิตภัณฑ์ทั้ง 5 สูตร ไปประเมินทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-point Hedonic scale ใช้ผู้ประเมินจำนวน 30 คน และวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) พบว่า ทั้ง 5 สูตรได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยโยเกิร์ตน้ำนมลูกเดือยต่อน้ำเชื่อม ที่อัตราส่วน 70:30 ได้รับคะแนนเฉลี่ยความชอบสูงสุด คือ 7.06 (ชอบปานกลาง) จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา พบว่า มีค่าความหนืดเท่ากับ 133.3 cP ค่าสี L* เท่ากับ 76.27 a* เท่ากับ -2.32 และ b* เท่ากับ 11.37 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากับ 29 °brix ค่า pH เท่ากับ 5.56 ปริมาณกรดทั้งหมด ร้อยละ 0.42 ปริมาณโปรตีน ร้อยละ 2.32 ปริมาณความชื้น ร้อยละ 70.55 และจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก $1.58 \times 10^7$ cfu/ml นำผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มจากน้ำนมลูกเดือยสูตรพัฒนา ไปทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค กลุ่มเป้าหมายเป็นบุคคลทั่วไปจำนวน 200 คน พบว่า การยอมรับของผู้บริโภคอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลางถึงชอบมาก คิดเป็นร้อยละ 76 มีคะแนนความชอบเฉลี่ย 7.02 คะแนน

**คำสำคัญ :** โยเกิร์ตพร้อมดื่ม ลูกเดือย แบคทีเรียกรดแลกติก

*Corresponding Author, e-mail: Suteera.s@yru.ac.th

**Abstract**

This research paper aimed at developing Job's tears drinking yoghurts in order to enhance the healthy benefits and nutrition. Five drinking yoghurts formulas have been developed. The different ratios of Job's tears yoghurts and syrup were composed as follows 30:70, 40:60, 50:50, 60:40 and 70:30. Sensory evaluation was carried out by using 9-point Hedonic scale method, among 30 panelists. According to the Analysis of Variance (ANOVA), the mean scores of five formulas were significantly different ($p \leq 0.05$). The ratio of Job's tears yoghurts and syrup (70:30) reached the highest mean score at 7.06 (Like Moderately). Then, its physical, chemical, and microbiological properties were determined. The results showed that viscosity was at 133.3 cP, L* value was at 76.27, a* value was -2.32, b* value was at 11.37, total soluble solid was at 29 °brix, pH was at 5.56, acidity was 0.42%, protein was 2.32%, moisture was 70.55%, and lactic acid bacteria was at $1.58\times10^7$ cfu/ml. After distributing Job's tears drinking yoghurts consumer test, the target group was 200 persons. The study showed that the consumer acceptance was at Like Moderately level to Like Very Much (79%) level. In other words, the mean score of consumer acceptance are at 7.02.

**Keywords**: Drinking yoghurts, Job's tears, Lactic acid bacteria

**บทนำ**

โยเกิร์ต (Yoghurt) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักนมโดยเชื้อจุลินทรีย์ (Culture product) โดยโยเกิร์ตทำจากน้ำนม อาจเป็นนมสด นมพร่องมันเนย นมคืนรูปจากนมพร่องมันเนย หมักด้วยจุลินทรีย์ นิยมใช้เชื้อผสมของ Lactic acid bacteria ที่ผ่านการคัดเลือกแล้ว คือ *Lactobacillus bulgaricus* กับ *Streptococcus thermophilus* โดยจุลินทรีย์จะเปลี่ยนน้ำตาลในนม คือ แลคโตสให้เป็นกรดแลคติก (Lactic acid) ที่ทำให้โปรตีนตกตะกอน มีลักษณะเป็นลิ่มค่อนข้างนุ่ม (Soft curd) คือมีเนื้อสัมผัสกึ่งแข็งกึ่งเหลว โดยทั่วไปมีสีขาวถึงขาวนวล มีกลิ่นหอมอ่อนๆ เฉพาะตัว รสชาติเปรี้ยว เนื่องจากมีกรดค่อนข้างสูง และมีจุลินทรีย์ที่มีชีวิตอยู่ปริมาณมาก (ศุภลักษณ์ สารพันธ์ และสุมาพร เพาะผล, 2549) ปัจจุบันนี้มีการนำโยเกิร์ตมาพัฒนาหลากหลายรูปแบบ โดยเฉพาะโยเกิร์ตพร้อมดื่ม ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำโยเกิร์ตไปปั่นจนมีลักษณะเป็นน้ำ หรือของเหลว สามารถดื่มได้ทันที ในทางอุตสาหกรรมนิยมเติมน้ำนม

น้ำเชื่อม หรือน้ำผลไม้ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน เพื่อให้มีรสชาติที่ดีขึ้น นอกจากนี้ยังมีการเติมสารให้ความหวานและกลิ่นรสต่างๆ ลงไปด้วย กล่าวได้ว่าโยเกิร์ตพร้อมดื่มจัดเป็นโยเกิร์ตแบบคนหรือแบบกวนที่มีความหนืดต่ำ (จิรเดช มณีรัตน์, 2553)

ลูกเดือย (Job's tears) เป็นธัญพืชที่มีคุณค่าทางด้านโภชนาการ และปริมาณองค์ประกอบสูงกว่าธัญพืชอื่นๆ โดยในแป้งลูกเดือย (Flour) พบว่า ในแป้งลูกเดือยมีปริมาณโปรตีน ร้อยละ 14 -16 ไขมัน ร้อยละ 5-6 เถ้า ร้อยละ 1-2 เยื่อใย ร้อยละ 0.2-0.3 คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 77-78 และสตาร์ช ร้อยละ 56-57 ขณะที่สตาร์ชลูกเดือยมีปริมาณโปรตีน ร้อยละ 2.79 ไขมัน ร้อยละ 0.78 เถ้า ร้อยละ 0.29 อะไมโลส ร้อยละ 10.85 และอะไมโลเพคติน ร้อยละ 89.15 (ทัศนีย์ พรกิจประสาน, 2530) ซึ่งมีความเชื่อสมัยโบราณของชาวจีนและญี่ปุ่นได้กล่าวไว้ว่า ลูกเดือยเป็นอาหารเพื่อบำรุงสุขภาพ ในประเทศญี่ปุ่นได้มีการนำลูกเดือยทำเป็นเครื่องดื่มประเภทข้าวหมักชื่อว่า dzu ยาต้มโจ๊กชาสำหรับชงดื่ม และใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับหมักทำเป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ปัจจุบันมีแนวโน้มที่จะนำลูกเดือยมาผลิตเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ (Health food) มากขึ้น นอกจากนี้ยังมีการนำลูกเดือยมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ อีก เช่น มิโซ (Miso) ซีอิ๊ว (Soy sauce) แครกเกอร์ ขนมปังบิสกิต และอื่นๆ ซึ่งจากรายงาน พบว่า ปริมาณของการผลิตผลิตภัณฑ์จากลูกเดือยมีปริมาณเพิ่มขึ้นในทุกปี สารสำคัญด้านเภสัชวิทยาในลูกเดือยคือสารโคอิกโซล (Coixol) มีฤทธิ์ช่วยคลายอาการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อ ป้องกันการชัก ลดความดันโลหิตได้ชั่วขณะ ลดน้ำตาลในเลือด และลดไข้ (สุนันทา ทาทอง, 2554)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงใช้ลูกเดือย ซึ่งมีคุณค่าทางอาหารสูง เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตโยเกิร์ต และพัฒนาเป็นโยเกิร์ตพร้อมดื่ม เพื่อเพิ่มรสชาติ และความหลากหลายให้กับผลิตภัณฑ์ อีกทั้งยังเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับบริโภค

**วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

1. เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของโยเกิร์ตน้ำนมลูกเดือยต่อน้ำเชื่อมในการผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่มจากน้ำนมลูกเดือย
2. เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ของโยเกิร์ตพร้อมดื่มจากน้ำนมลูกเดือย
3. เพื่อศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อโยเกิร์ตพร้อมดื่มจากน้ำนมลูกเดือย

**วิธีดำเนินการวิจัย**

**1. ศึกษาอัตราส่วนของโยเกิร์ตน้ำนมลูกเดือยต่อน้ำเชื่อมที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่มจากน้ำนมลูกเดือย**

1.1 ผลิตโยเกิร์ตน้ำนมลูกเดือย

นำเมล็ดลูกเดือย มาแช่น้ำนาน 6 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำมาปั่นให้ละเอียดแล้วเติมน้ำสะอาดในอัตราส่วนธัญพืชบดต่อน้ำ เท่ากับ 1:2 คั้นผสมให้เข้ากัน จากนั้นนำไปกรองด้วยผ้าขาวบาง แล้วนำไปต้มจนสุกเป็นเวลา 10 นาที โดยใช้ไฟปานกลาง (ปริญญพันธุ์ เพชรจรัส และคณะ, 2553) นำน้ำนมลูกเดือยที่ได้มาพาสเจอไรส์ที่อุณหภูมิประมาณ 70 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที เติมนมผงรสจืดร้อยละ 10 ลงไปกวนให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดลงเหลือ 45 องศาเซลเซียส เติมหัวเชื้อทางการค้า (โยเกิร์ตรสธรรมชาติ) ลงไปร้อยละ 5 กวนให้เข้ากัน ปิดปากถ้วยให้สนิท บ่มที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง จนกระทั่งน้ำนมเป็นโยเกิร์ต

1.2 ศึกษาอัตราส่วนของโยเกิร์ตน้ำนมลูกเดือยต่อน้ำเชื่อม

นำโยเกิร์ตน้ำนมลูกเดือยที่ได้ มาเติมน้ำเชื่อม (ความเข้มข้น 60° Brix) โดยอัตราส่วนโยเกิร์ตต่อน้ำเชื่อม คือ 30:70 40:60 50:50 60:40 และ 70:30 ตามลำดับ จากนั้นนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบ 30 คน เพื่อทดสอบหาความชอบของคุณลักษณะด้าน สี รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความเนียนละเอียด) ความหนืด และความชอบรวม ด้วยวิธี 9-point hedonic scale กำหนดให้คะแนน 1 หมายถึง ชอบน้อยที่สุด และ 9 ชอบมากที่สุด วางแผนการทดสอบแบบ RCBD เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองด้วยวิธี DMRT แล้วนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อหาสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด

**2. การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์**

นำโยเกิร์ตสูตรพัฒนาที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด มาศึกษาคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยา ดังนี้

2.1 คุณภาพทางกายภาพ

ทำการวิเคราะห์ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) โดยใช้เครื่องวัดสี hunter lab และวัดความหนืดโดยใช้เครื่อง Brookfield

2.2 คุณภาพลักษณะทางเคมี

ทำการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด โดยใช้ Hand refractometer วิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยนำโยเกิร์ต 10 กรัม เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน วัดค่า pH โดยใช้เครื่อง pH-meter วิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด (เทียบผลจากกรดแลกติก) โดยนำโยเกิร์ต 10 กรัม ใส่ลงในฟลาสก์ขนาด 125 มิลลิลิตร และเติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร นำมาไตเตรทกับ 0.1 N. NaOH โดยใช้ phenolphthalein (ร้อยละ 1) เป็นอินดิเคเตอร์ จนกระทั่งถึงจุดยุติจะเป็นสีชมพู จากนั้นนำปริมาตรของ 0.1 N. NaOH ที่ใช้ไปมาคำนวณหาปริมาณกรดแลกติก วิเคราะห์ปริมาณความชื้น และปริมาณโปรตีน (A.O.A.C., 2000)

2.3 คุณภาพทางจุลชีววิทยา

ปริมาณ Lactic acid bacteria โดยทำการชั่งโยเกิร์ต 25 กรัมใส่ลงใน Peptone water ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ปริมาตร 225 มิลลิลิตร นำไปทำให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องตีปั่น (Stomacher) เป็นเวลา 2 นาที เตรียมความเจือจางให้เหมาะสมในการตรวจหาเชื้อแบคทีเรียแลคติก นำตัวอย่าง 0.1 มิลลิลิตรเพาะเลี้ยงบนอาหารแข็ง Man Rogosa Sharp (MRS Agar) บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง คำนวณจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกแล้วรายงานเป็น Colony Forming Unit (CFU/ml) (A.O.A.C., 2000)

**3. ศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์**

ทำการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมลูกเดือยพร้อมดื่มสูตรพัฒนา ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 200 คน ทดสอบเพื่อหาข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถามพฤติกรรมการบริโภคโยเกิร์ตน้ำนมลูกเดือยพร้อมดื่ม และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัส ใช้วิธี 9-point hedonic scale (กำหนดให้คะแนน 1 หมายถึง ไม่ยอมรับมากที่สุด และ 9 ยอมรับมากที่สุด) ประเมินโดยหาค่าร้อยละจากคะแนนการประเมินของผู้บริโภค

**4. การวางแผนการทดลอง และการวิเคราะห์ทางสถิติ**

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวางแผนการทดลองแบบ Complete randomized design (CRD) และทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสใช้การวางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ One way ANOVA และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's new multiple range test

**ผล**

**1. ผลการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของโยเกิร์ตน้ำนมลูกเดือยต่อน้ำเชื่อมในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มจากน้ำนมลูกเดือย**

โดยนำโยเกิร์ตน้ำนมลูกเดือยที่ผลิตได้ มาเติมน้ำเชื่อม (ความเข้มข้น 60° Brix) ตามอัตราส่วนร้อยละโยเกิร์ตน้ำนมลูกเดือยต่อน้ำเชื่อม 5 ระดับ ได้แก่ 30:70 40:60 50:50 60:40 และ 70:30 ตามลำดับ จากนั้นนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน เพื่อทดสอบหาความชอบของคุณลักษณะด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความเนียนละเอียด) ความหนืด และ ความชอบรวม ด้วยวิธี 9-point hedonic scale กำหนดให้คะแนน 1 หมายถึง ไม่ยอมรับมากที่สุด และ 9 ยอมรับมากที่สุด ตารางที่ 1 พบว่า โยเกิร์ตน้ำนมลูกเดือยผสมน้ำเชื่อม ด้านสี ด้านรสชาติ ด้านเนื้อสัมผัส (ความเนียนละเอียด) ความหนืด และความชอบรวม มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยโยเกิร์ตพร้อมดื่มจากน้ำนมลูกเดือยที่มีการเติมน้ำเชื่อมในปริมาณ ร้อยละ 70:30 มีคะแนนความชอบสูงสุดโดยมีคะแนน 7.10 7.03 7.06 6.96 และ

7.06 ตามลำดับ อยู่ในระดับความชอบปานกลาง ขณะที่การเติมน้ำเชื่อมที่ร้อยละ 60:40 50:50 40:60 และ 30:70 มีคะแนนลดลง ตามลำดับ ดังตารางที่ 1

ดังนั้นในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมลูกเดือยพร้อมดื่มที่มีอัตราส่วนโยเกิร์ตต่อน้ำเชื่อม 70:30 ซึ่งมีคะแนนทางประสาทสัมผัสสูงสุด จึงใช้เป็นโยเกิร์ตน้ำนมลูกเดือยพร้อมดื่มสูตรพัฒนาและนำไปศึกษาในขั้นต่อไป

**2. การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์**

2.1 คุณภาพทางกายภาพ

จากการศึกษา ค่าสีของโยเกิร์ตน้ำนมลูกเดือยพร้อมดื่ม แสดงรูปของค่า L* a* และ b* โดยค่า L* หมายถึง ค่าความสว่าง ค่า a* (เป็นบวก) หมายถึง ความเป็นสีแดง a* (เป็นลบ) หมายถึง ความเป็นสีเขียว และค่า b* (เป็นบวก) หมายถึง ความเป็นสีเหลือง b* (เป็นลบ) หมายถึง ความเป็นสีน้ำเงิน พบว่า ผลิตภัณฑ์มี ค่า L* มีค่าเท่ากับ 76.27 ค่า a* มีค่าเท่ากับ -2.32 และค่า b* มีค่าเท่ากับ 11.37 ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีสีขาวนวล ดังภาพที่ 1 และจากการทดสอบความหนืดในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมลูกเดือยพร้อมดื่ม พบว่า ความหนืดมีค่าเท่ากับ 133.3 เซนติพอยด์ ซึ่งมีค่าความหนืดต่ำ ดังตารางที่ 2

2.2. คุณภาพทางเคมี

จากการทดสอบปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในโยเกิร์ตน้ำนมลูกเดือยพร้อมดื่ม พบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายได้หมดอยู่ที่ระดับ 29 °Brix ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีค่าเท่ากับ 5.56 ขณะที่ปริมาณกรดทั้งหมด โดยเทียบจากกรดแลกติกในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมลูกเดือยพร้อมดื่ม มีค่าร้อยละ 0.42 ปริมาณโปรตีน พบว่า มีค่าโปรตีนร้อยละ 2.32 และปริมาณความชื้น มีค่าร้อยละ 70.55 ดังตารางที่ 3

2.3 คุณภาพทางจุลชีววิทยา

จากการตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์แบคทีเรียกรดแลกติก (Lactic acid Bacteria) พบว่า แบคทีเรียกรดแลกติก มีปริมาณ $1.58x10^7$ โคโลนี/มิลลิลิตร

**3. ศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์**

โดยผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อโยเกิร์ตน้ำนมลูกเดือยพร้อมดื่ม กำหนดให้ระดับ 9 คือชอบมากที่สุด และระดับ 1 คือชอบน้อยที่สุด พบว่า ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มจากน้ำนมลูกเดือยที่ระดับชอบปานกลาง จนถึงระดับชอบมากที่สุด (ระดับ 7-9) ร้อยละ 76 ขณะที่ผู้บริโภคยอมรับในระดับชอบมากคิดเป็นร้อยละ 35 และชอบเล็กน้อยคิดเป็นร้อยละ 17 รองลงมาตามลำดับ ดังภาพที่ 2

**ตารางที่ 1** คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตน้ำนมลูกเดือยต่อน้ำเชื่อมทั้ง 5 ระดับในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มจากน้ำนมลูกเดือย

| โยเกิร์ตน้ำนมลูกเดือย | คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ต่อน้ำเชื่อม (ร้อยละ) | สี | รสชาติ | เนื้อสัมผัส | ความหนืด | ความชอบรวม |
| 30:70 | $5.70^{c}$±1.90 | $5.70^{b}$±1.86 | $5.80^{b}$±1.88 | $5.56^{b}$±1.83 | $6.23^{ns}$±1.86 |
| 40:60 | $5.40^{c}$±1.92 | $5.80^{b}$±1.84 | $5.66^{b}$±2.00 | $5.56^{b}$±1.83 | $6.33^{ns}$±1.72 |
| 50:50 | $5.90^{bc}$± 1.81 | $5.86^{b}$±1.57 | $5.66^{ab}$±2.00 | $6.26^{ab}$±1.33 | $6.50^{ns}$±1.50 |
| 60:40 | $6.60^{ab}$±1.81 | $6.56^{ab}$±1.52 | $6.16^{b}$±1.64 | $6.43^{a}$±1.30 | $6.86^{ns}$±1.65 |
| 70:30 | $7.10^{a}$±0.96 | $7.03^{a}$±0.89 | $7.06^{a}$±0.78 | $6.96^{a}$±0.96 | $7.06^{ns}$±1.20 |

**หมายเหตุ :** $^{ns}$ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)
ค่าเฉลี่ยตามอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

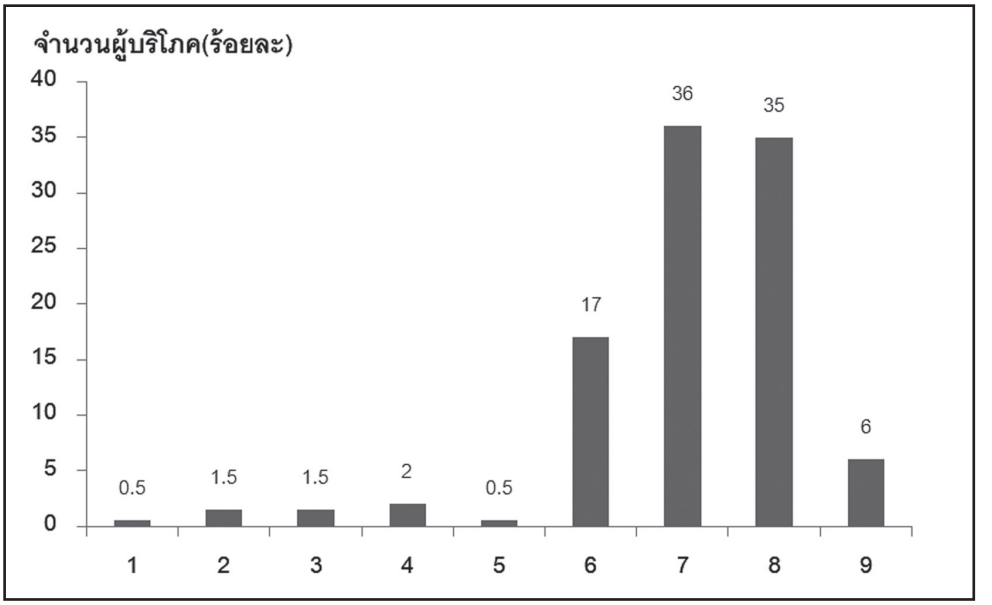
**ตารางที่ 2** คุณลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มจากน้ำนมลูกเดือยสูตรพัฒนา

| โยเกิร์ตพร้อมดื่มจากน้ำนมลูกเดือยสูตรพัฒนา | คุณลักษณะทางกายภาพ |
|---|---|
| ค่าสี L* | 76.27±0.02 |
| a* | -2.32±0.01 |
| b* | 11.37±0.05 |
| ค่าความหนืด (cP) | 133.3±1.05 |

**ตารางที่ 3** คุณลักษณะทางเคมีของโยเกิร์ตพร้อมดื่มจากน้ำนมลูกเดือยสูตรพัฒนา

| โยเกิร์ตพร้อมดื่มจากน้ำนมลูกเดือยสูตรพัฒนา | คุณลักษณะทางเคมี |
|---|---|
| ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°Brix) | 29.00±0.00 |
| ความเป็นกรด – ด่าง (pH) | 5.56±0.09 |
| ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลกติก (ร้อยละ) | 0.42±0.02 |
| ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ) | 2.32±0.01 |
| ปริมาณความชื้น (ร้อยละ) | 70.56±0.12 |

**ภาพที่ 1** โยเกิร์ตพร้อมดื่มจากน้ำนมลูกเดือยสูตรพัฒนา




**ภาพที่ 2** ระดับการยอมรับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมลูกเดือยพร้อมดื่มของผู้บริโภคทั่วไป โดย 1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = เฉยๆ 6 = ชอบเล็กน้อย 7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด

**อภิปรายผล**

โยเกิร์ตพร้อมดื่มจากน้ำนมลูกเดือย มีลักษณะสีขาวนวล มีกลิ่นหมักเฉพาะตัว โดยในการผลิตเลือกใช้ลูกเดือยพันธุ์ขาว และในกระบวนการผลิตน้ำนมลูกเดือย มีการสกัดส่วนของแป้งหรือน้ำนม ที่ต้องผ่านกระบวนการแช่น้ำเป็นระยะเวลานาน เนื่องจากลูกเดือยเป็นธัญพืช ซึ่งคุณลักษณะของแป้งลูกเดือยจะมีปริมาณอะไมโลสต่ำ และมีผลึกแป้งมาก ส่งผลให้มีกำลังการพองตัวต่ำ ทำให้ต้องใช้เวลาในการดูดน้ำนาน แต่เมื่อนำลูกเดือยมาผ่านความร้อนโดยการต้ม แป้งที่อยู่ในลูกเดือยจะมีกำลังการพองตัวสูงขึ้นรวมทั้งแป้งละลายได้ดีขึ้น (สุนันทา ทาทอง, 2554) น้ำแป้ง หรือน้ำนมลูกเดือยที่ได้จึงมีลักษณะขาวนวล โดยจากการศึกษาของสุนันทา ทาทอง (2554) พบว่า ในลูกเดือยพันธุ์ขาว มีค่าโปรตีนร้อยละ 13.57 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับโปรตีนธัญพืชอื่นๆ แบบเต็มเมล็ด เช่น ข้าวโพดพบ ร้อยละ 9-13 ข้าวสาลีพบร้อยละ 14-20 และข้าวบาร์เลย์พบ ร้อยละ 15-19 จะเห็นได้ว่า ลูกเดือยมีปริมาณโปรตีนใกล้เคียงกับธัญพืชอื่นๆ ซึ่งโปรตีนที่พบจะส่งผลให้โปรตีนอัลบลูมิน และโกลบูลินในเมล็ดในเกิดการเสียสภาพแล้วตกตะกอน รวมตัวกับเคซีนจากนมผง เกิดเป็นร่างแห ส่งผลให้โยเกิร์ตมีความหนืด เช่นเดียวกับน้ำนมทั่วไป จากตารางที่ 1 ในการผลิตมีการเติมนมผงลงไป ร้อยละ 10 เพื่อปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน (Solid non fat) ซึ่งจะช่วยให้โยเกิร์ตมีความคงตัวมากขึ้น ลดการแยกชั้นของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต เนื่องจากหากมีปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่ไขมันน้อย อาจส่งผลให้โยเกิร์ตแยกชั้นได้ (ศุภลักษณ์ สารพันธ์ และสุมาพร เพาะผล, 2549) อีกทั้งเมื่อนำน้ำนมลูกเดือยที่ผสมน้ำเชื่อม ในอัตราส่วน 70:30 จะได้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มที่มีรสชาติเปรี้ยวอมหวานจากรสชาติของเนื้อโยเกิร์ตลูกเดือยและน้ำเชื่อม มีความเข้มข้นของกลิ่นรสลูกเดือย เนื้อสัมผัสและความหนืดจะลดลง ส่งผลให้ผู้บริโภครับประทานง่ายและเป็นที่ยอมรับ

เมื่อพิจารณาสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ ดังตารางที่ 2 พบว่าโยเกิร์ตพร้อมดื่มจากน้ำนมลูกเดือย มีสีที่ใกล้เคียงกับการผลิตโยเกิร์ตจากน้ำนม ซึ่งสอดคล้องกับโยเกิร์ตที่ผลิตจากนมโค ของจิระเดช มณีรัตน์ (2553) ทำการศึกษาโยเกิร์ตสับปะรดจากน้ำนมแพะผสมน้ำนมวัว พบว่า ค่า L* a* และ b* มีค่าเท่ากับ 86.02-0.31 และ 11.06 ตามลำดับ และการศึกษาของศุภลักษณ์ สารพันธ์ และสุมาพร เพาะผล (2549) ที่ศึกษาปริมาณสละที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ต พบว่า โยเกิร์ตที่ไม่มีการเติมสละเชื่อม มีค่าสี $L^*$ $a^*$ และ $b^*$ มีค่าเท่ากับ 82.70-2.92 และ 55.01 ตามลำดับ ด้านความหนืดของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มจากน้ำนมลูกเดือย ปกติโยเกิร์ตน้ำนมลูกเดือยจะมีความหนืดสูง เนื่องจากน้ำแป้งได้รับความร้อนจะดูดซึมน้ำและพองตัวขยายใหญ่ น้ำบริเวณรอบๆ เม็ดแป้งเหลือน้อย ทำให้เม็ดแป้งเคลื่อนไหวได้ยาก เกิดความหนืดขึ้น ปรากฏการณ์นี้ เรียกว่า การเกิดเจลาติไนเซชัน (กล้าณรงค์ ศรีรอด และ

เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ, 2546) แต่เมื่อนำมาเติมน้ำเชื่อมทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความหนืดลดลง เนื่องจากน้ำเชื่อมเป็นตัวทำละลาย ส่งผลให้โยเกิร์ตมีลักษณะเหลวเพิ่มขึ้นและง่ายต่อการรับประทาน

จากตารางที่ 3 สมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดหรือความหวานของโยเกิร์ตน้ำนมลูกเดือยพร้อมดื่มเกิดจากการเติมน้ำเชื่อมลงไปร้อยละ 30 ซึ่งน้ำเชื่อมเป็นสารให้ความหวาน เมื่อเติมน้ำเชื่อมลงไปในโยเกิร์ตแล้ว ส่งผลให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเพิ่มขึ้น ค่า pH ของผลิตภัณฑ์เกิดจากกรดแลกติก โดยกรดแลกติก เกิดจากแบคทีเรียกรดแลกติก จะทำปฏิกิริยากับน้ำตาลในน้ำนมลูกเดือย เกิดเป็นกรดแลกติก ส่งผลให้ค่า pH ลดลง และความเป็นกรดเพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยอุษามาส จริยวรานุกุล (2552) ศึกษาผลของสารให้ความหวานต่อคุณภาพของโยเกิร์ต พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ต่ำลง ปริมาณกรดแลกติกจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยมีค่า pH เท่ากับ 5.91 และ ปริมาณกรดแลกติกร้อยละ 0.21 เช่นเดียวกับ ปาลิดา ตั้งอนุรัตน์ และคณะ (2557) ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์คล้ายโยเกิร์ตพร้อมดื่มจากข้าวกล้องหอมนิลงอกพบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) อยู่ในช่วง 5.6 ถึง 4.2 และพบปริมาณกรดทั้งหมดสูงสุดร้อยละ 1.56 ในอัตราส่วนของข้าวกล้องหอมนิลงอกสุกต่อน้ำ 1:6

ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก) ฉบับ 3209 (พ.ศ. 2547) เรื่อง นมเปรี้ยว โดยทั่วไปกำหนดให้โยเกิร์ตจากน้ำนมมีค่าโปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 3 ซึ่งมีแหล่งโปรตีนมาจากน้ำนม ขณะที่ในโยเกิร์ตพร้อมดื่มจากน้ำนมลูกเดือย พบปริมาณโปรตีนน้อย โดยมีค่าร้อยละ 2.32 แต่อย่างไรก็ตามโปรตีนที่พบมากที่สุดในลูกเดือยคือ โคอิซิน (Coixin) ซึ่งเป็นโปรตีนโปรลามีนชนิดหนึ่ง โดยมีชื่อเรียกเฉพาะในลูกเดือยว่า คอยซิน (Coixin) จัดเป็นสารที่สำคัญด้านเภสัชวิทยา (มยุรกาญจน์ เดชกุญชร, 2551) เมื่อร่างกายได้รับจะมีฤทธิ์ช่วยคลายอาการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อ ป้องกันการชัก ลดความดันโลหิตได้ชั่วขณะ ลดน้ำตาลในเลือด และลดไข้ (สุนันทา ทาทอง, 2554) จึงนับว่าเป็นโปรตีนชนิดที่มีประโยชน์กับร่างกาย ขณะที่สมบัติทางจุลชีววิทยาของโยเกิร์ตพร้อมดื่มจากน้ำนมลูกเดือย มีปริมาณแบคทีเรียกรดแลกติก ไม่เกินมาตรฐานตามคุณลักษณะทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก) ฉบับ 3209 (พ.ศ. 2547) เรื่อง นมเปรี้ยว โดยกำหนดให้โยเกิร์ต และนมเปรี้ยวพร้อมดื่ม มีปริมาณจุลินทรีย์กรดแลกติก ไม่น้อยกว่า $1x10^7$ โคโลนี/กรัม โดยจิระเดช มณีรัตน์ (2553) ได้กล่าวว่า เชื้อจุลินทรีย์ในโยเกิร์ต เป็นเชื้อที่มีประโยชน์ต่อระบบลำไส้ของมนุษย์ จะช่วยปรับสมดุลของจุลินทรีย์ในลำไส้ ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์ในโยเกิร์ต มีประมาณ $10^7$-$10^8$ เซลล์ต่อกรัมของโยเกิร์ต แต่จะให้ผลดีต่อการบริโภค ควรมีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ ที่ยังมีชีวิตประมาณ $10^{10}$ โคโลนีต่อกรัม ถ้ากรดแลกติกมีมากเกินไป จะทำให้โยเกิร์ตมีกลิ่นรส และลักษณะไม่ดี

**สรุป**

การผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่มจากน้ำนมลูกเดือย เป็นการนำน้ำนมลูกเดือยมาหมัก จนได้เป็นโยเกิร์ตน้ำนมลูกเดือย จากนั้นนำมาผลิตเป็นโยเกิร์ตพร้อมดื่มจากน้ำนมลูกเดือย โดยการเติมน้ำเชื่อม ซึ่งอัตราส่วนของโยเกิร์ตน้ำนมลูกเดือยต่อน้ำเชื่อมที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุด คือ 70:30 เมื่อนำมาศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มจากน้ำนมลูกเดือย พบว่า ค่าสี โดยค่า L* a* และ b* เท่ากับ 76.27-2.32 และ 11.37 ตามลำดับ และค่าความหนืด เท่ากับ 133.3 เซนติพอยด์ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้หมดอยู่ที่ระดับ 29 องศาบริกซ์ (°Brix) ค่าความเป็นกรด–ด่าง เท่ากับ 5.56 และปริมาณกรดทั้งหมด โดยเทียบผลจากกรดแลกติก โปรตีน ความชื้น เท่ากับร้อยละ 0.42 2.32 และ 70.55 ตามลำดับ จากการตรวจสอบคุณลักษณะทางจุลินทรีย์ พบว่า ปริมาณแบคทีเรียกรดแลกติก (Lactic acid bacteria) เท่ากับ $1.58\times10^{7}$ โคโลนี/กรัม จากนั้นศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค 200 คน ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มจากน้ำนมลูกเดือย ที่มีคะแนนความชอบเฉลี่ย 7.02 คะแนน ระดับความชอบปานกลาง จนถึงระดับความชอบมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 76

**เอกสารอ้างอิง**

กระทรวงอุตสาหกรรม. (2547). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เรื่อง นมเปรี้ยว (มอก. 2146-2546).*

กล้าณรงค์ ศรีรอด และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. (2546). *เทคโนโลยีของแป้ง*. (พิมพ์ครั้งที่ 3), กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จิระเดช มณีรัตน์. (2553). *การเปรียบเทียบคุณภาพของการผลิตโยเกิร์ตจากน้ำนมแพะผสมน้ำนมนมโค.* ปทุมธานี : คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ทัศนีย์ พรกิจประสาน และอรอนงค์ นัยวิกุล. (2530). การเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ ของแป้งและสตาร์ชลูกเดือย. *วารสารเกษตรศาสตร์ (วิทย.)*, *21*, 371-377.

ปริญญพันธุ์ เพชรจรัส อุมาพร วรรณเขตร์ และสุริยาพร สารกุล. (2553). การศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีของโยเกิร์ตที่ผลิตจากน้ำธัญพืชกับน้ำนมวัว. *วิทยาศาสตร์เกษตร, 41*(3/1)(พิเศษ), 585-588.

ปาลิดา ตั้งอนุรัตน์ แสงทิพย์ ยอดคา ณัฐนิช สร้อยยอดทอง และปิ่นทอง เม่งกิจ. (2557). การพัฒนาผลิตภัณฑ์คล้ายโยเกิร์ตพร้อมดื่มจากข้าวกล้องหอมนิลงอก. *วิทยาศาสตร์เกษตร, 45*(2)(พิเศษ), 565-568.

มยุรกาญจน์ เดชกุญชร. (2551). *สมบัติของสตาร์ชและแป้งลูกเดือยและผลของโปรตีนคอยซีนต่อสมบัติเคมีเชิงฟิสิกส์ของแป้งลูกเดือยเชิงประกอบ.* วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศุภลักษณ์ สารพันธ์ และสุมาพร เพาะผล. (2549). *งานวิจัยเรื่องศึกษาปริมาณสละที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ต*. จันทบุรี : สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก.

สุนันทา ทาทอง. (2554). *องค์ประกอบและคุณสมบัติของแป้งลูกเดือยเพื่อเป็นส่วนผสมอาหารเพื่อสุขภาพ.* นครราชสีมา : สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

อุษามาส จริยวรานุกูล (2552). ผลของสารให้ความหวานต่อคุณภาพของโยเกิร์ต. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, 29*(4), 105-111.

A.O.A.C. (2000). *Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists.* (17$^{th}$ ed). Washinton DC.: The Association of Official Analytical Chemists Inc,