วารสารแก่นเกษตร
THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

Journal Home Page : https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agkasetkaj

# การพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตนมแพะพร้อมดื่มผสมน้ำตาลสดเพื่อสร้างอัตลักษณ์สินค้าเกษตรของจังหวัดเพชรบุรี

# The product development of ready-to-drink goat milk yogurt mixed with palm juice to create an identity of agricultural products of Phetchaburi province

**ภูธฤทธิ์ วิทยาพัฒนานุรักษ์ รักษาศิริ[1]*, กีรตยา กันทรรศยศ[1], คมกฤช ทองคล้าย[1], วัชรา ปิ่นทอง[1], มนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี[1], ศิวพร แพงคำ[2] และ ณนนท์ แดงสังวาลย์[3]**

Bhutharit Vittayaphattananurak Raksasiri[1]*, Kreerataya Kantatyod[1], Komkrit Thongklai[1], Watchara Pinthong[1], Manatsanun Nopparatmaitree[1], Siwaporn Paengkoum[2] and Nanoln Dangsungwal[3]

[1] *คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร, ชะอำ, เพชรบุรี, 76120*
[1] *Faculty of Animal sciences and Agricultural Technology, Silpakorn University, Cha-am, Phetchaburi, 76120*
[2] *โปรแกรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา, เมือง นครราชสีมา, 30000*
[2] *Program in Agriculture, Faculty of Science and Technology, Nakhonratchasima Rajabhat University 30000*
[3] *คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, พระนคร, กรุงเทพมหานคร, 10300*
[3] *Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Bangkok, 10300*

**บทคัดย่อ:** การพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตนมแพะพร้อมดื่มผสมน้ำตาลสดเพื่อสร้างอัตลักษณ์สินค้าเกษตรของจังหวัดเพชรบุรี วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ประกอบด้วย 2 การทดลอง การทดลองที่ 1 ศึกษาช่วงเวลาของการบ่มต่อการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ การทดลองที่สองศึกษาการใช้สารให้ความหวานแตกต่างกัน ได้แก่ นมข้นหวาน นมข้นหวานร่วมกับนมอัลมอลด์ นมข้นหวานร่วมกับน้ำตาลสด นมอัลมอลด์ร่วมกับน้ำตาลสด นมอัลมอลด์ และน้ำตาลสด รวมถึงการยอมรับของผู้บริโภค การศึกษาระยะการบ่ม พบว่า ค่าความหวานมีค่าลดลงในระยะเวลาการบ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในขณะที่ค่าความหนืดและค่าความแข็งของโยเกิร์ตมีค่าสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาการบ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต ($P<0.05$) ค่าความเป็นกรดด่างของในกลุ่มทดลองที่ 4 5 และ 6 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ขณะที่ค่าความหวาน ในวันที่ 28 ในกลุ่มทดลองที่ใช้น้ำตาลสดมีค่าความหวานสูงกว่า กลุ่มที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ค่าการสะท้อนกลับของแสงสีแดง (a*) และค่าความหนืด กลุ่มทดลองที่ใช้น้ำตาลสดมีค่าสูงกว่ากลุ่มทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และการศึกษาการยอมรับได้ของผู้บริโภค พบว่า การยอมรับสี กลิ่น และรสชาติของโยเกิร์ตที่ใช้น้ำตาลสดมากกว่ากลุ่มที่ 1 4 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในขณะที่เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับกลุ่มที่ใช้น้ำตาลสดมากกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) อย่างไรก็ดีผู้บริโภคให้การยอมรับ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และการยอมรับโดยรวมในกลุ่มทดลองที่ใช้น้ำตาลสดในระดับชอบมาก (5.30-6.15)
**คำสำคัญ:** โยเกิร์ตพร้อมดื่ม; นมแพะ และน้ำตาลสด

**ABSTRACT:** The product development of ready-to-drink goat milk yogurt mixed with palm juice to create an identity of agricultural products of Phetchaburi province. A completely randomized design (CRD) was used, with two experiments. The first experiment was determination of the ageing period on the physical and chemical properties of ready-to-drink goat milk yogurt mixed with palm juice. The second experiment was evaluation of physical

* Corresponding author: Raksasiri_b@silpakorn.edu

Received: date; May 5, 2021 Accepted: date; July 30, 2021 Published: date; December 5, 2021

chemical and biological properties, and consumer acceptability of ready-to-drink goat milk yogurt using different sweeteners, including sweetened condensed milk (T1), sweetened condensed milk with almond milk (T2), sweetened condensed milk with palm juice (T3), almond milk with palm juice (T4), almond milk and palm juice (T5). The first experiment indicated that the sweetness scale significantly decreased with the ageing period ($P<0.05$). The viscosity and hardness of yogurt significantly increased with the aging period ($P<0.05$). The second experiment showed that the pH of T4, T5 and T6 were reduced significantly ($P<0.05$). However, the sweetness of 28-day of T6 yogurt was higher than T4 and T5 with statistical significance ($P<0.05$) but did not differ from T1, T2 and T3. The reflection of red light (a*) and viscosity of yogurt palm juice (T6) were statistically significantly higher than other groups ($P<0.05$). The consumers accepted the color, odor and taste of yogurt using palm juice as sweetener (T6) more than T1, T4 and T5 ($P<0.05$). However, the consumers showed more acceptance of the texture and overall acceptance of yogurt with palm sugar (T6) than other groups ($P<0.05$). The consumers showed acceptance of the color, odor, texture, taste and overall acceptance of yogurt using palm juice as a sweetener in the 'Like' level (5:30 to 6:15).

**Keywords:** ready-to-drink yogurt; goat milk; palm juice

**บทนำ**

แนวคิดการพัฒนาประเทศไทยในฐานะเป็นประเทศกำลังพัฒนานั้น ก็ได้ให้ความสำคัญของการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อมไปพร้อม ๆ กัน ซึ่งหลักการที่สำคัญอย่างยิ่งคือการพัฒนาเศรษฐกิจกระแสหลักในระดับมหภาค ไปพร้อม ๆ กับเศรษฐกิจกระแสรองในระดับจุลภาคหรือหน่วยระดับครัวเรือนให้เกิดความสมดุลอย่างยั่งยืน ปัจจุบันประเทศไทยเผชิญกับปัญหาสถานการณ์การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม อันเนื่องมาจากผลกระทบจากปัญหาการแพร่ระบาดของไวรัส Covid-19 ที่สร้างผลกระทบกับประชากรทั้งประเทศ ซึ่งหน่วยงานต่างๆ ต้องแก้ปัญหากับภาวะวิกฤตของการแพร่ระบาดที่สร้างปัญหาในวงกว้าง ซึ่งประเทศไทยต้องเร่งรีบในการกระตุ้นให้เศรษฐกิจให้กิจกรรม ต่าง ๆ ในสังคมกลับเข้ามาสู่ภาวะปกติโดยเร็ว โดยเครื่องมือที่สำคัญอย่างหนึ่งที่สำคัญเร่งด่วนกับการกระตุ้นเศรษฐกิจทั้งนโยบายการเงินและนโยบายการคลัง คือการส่งเสริมการท่องเที่ยวทุกระดับให้สามารถขับเคลื่อนเศรษฐกิจระดับประเทศและระดับครัวเรือน ที่จะนำไปสู่การกระตุ้นให้เกิดการฟื้นตัวของระบบเศรษฐกิจได้ในอีกระยะหนึ่ง ทั้งนี้จังหวัดเพชรบุรีเป็นศูนย์กลางเขตพื้นที่ท่องเที่ยวชายฝั่งทะเลตะวันตกและมีแหล่งท่องเที่ยวที่หลากหลาย อีกทั้งยังเป็นจังหวัดที่มีความหลากหลายในเอกลักษณ์ด้านอาหารพื้นถิ่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารรสหวานจากน้ำตาลโตนด ซึ่งน้ำตาลสดจากตาลโตนดเป็นพืชพื้นถิ่นที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะของจังหวัด ดังจะเห็นได้ว่ามีการผลิตขนมหวานหลากหลายชนิด และเป็นของขึ้นชื่อของจังหวัดเพชรบุรี และน้ำตาลสดยังเป็นสารให้ความหวานที่มีคุณค่าทางโภชนาการและสามารถปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารได้ เช่น การทำให้สีของอาหารเข้มขึ้น กลิ่นของอาหารที่เป็นเอกลักษณ์ และรสชาติอาหารที่มีความหวานที่เป็นเอกลักษณ์ ในขณะที่น้ำตาลโตนดสดประกอบไปด้วยปริมาณน้ำตาลทั้งหมดหรือที่เรียกน้ำตาลอินเวอร์ท ร้อยละ 11.55 น้ำตาลซูโครส ร้อยละ 13-17 น้ำตาลกลูโคส ร้อยละ 0.79 โปรตีน ร้อยละ 0.03-0.04 ค่า pH ประมาณ 4.71 ปริมาณกรดทั้งหมดเท่ากับ ร้อยละ 0.097 และค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เท่ากับ 13.94° บริกซ์ (ภูธฤทธิ์, 2563) อย่างไรก็ดีจังหวัดเพชรบุรี ยังเป็นอีกหนึ่งจังหวัดที่มีการประกอบอาชีพด้านเลี้ยงสัตว์ เช่น โคเนื้อ โคพื้นเมือง และแพะ เป็นต้น โดยเฉพาะการผลิตแพะนมเป็นอีกอาชีพที่มีการส่งเสริมในระดับจังหวัด ด้วยคุณสมบัติของนมแพะที่ให้คุณค่าทางโภชนาการสูง และเป็นรงควัตถุทางอาหารที่สามารถดูดซึมไปใช้ในระดับเซลล์ได้ดีกว่านมสัตว์ชนิดอื่น ตลอดจนยังให้พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในรูปแบบของ Calories (70 cal/100 g) ซึ่งมีค่าสูงกว่านมโคอีกด้วย (Sandra, 2010; ปราโมทย์, 2555) ทั้งนี้ปัจจุบันการผลิตแพะนมในจังหวัดเพชรบุรีมีการลดจำนวนลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งข้อมูลสถิติผู้เลี้ยงแพะนมในจังหวัดเพชรบุรี ปี 2564 พบว่า มีเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะนมทั้งสิ้น 34 ราย จำนวนแพะนม 773 ตัว อย่างไรก็ตามมีการเลิกเลี้ยงแพะนมแล้วจำนวน 3 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมืองเพชรบุรี อำเภอบ้านลาด และอำเภอท่ายาง (ฐานข้อมูลเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์จังหวัดเพชรบุรี ประจำปี พ.ศ. 2564, สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดเพชรบุรี) ด้วยระบบการจัดการที่ยุ่งยากและสถานการณ์ทางด้านการตลาดมีจำนวนผู้รับซื้อน้อย ทำให้เกษตรกรผู้ผลิตไม่สามารถหาตลาดได้ ส่งผลให้เกษตรกรบางส่วนตัดสินใจเลิกอาชีพการเลี้ยงแพะ กอรบกับสถานการณ์แพร่ระบาดของเชื้อไวรัส COVID-19 (ในปี 2563-2564) ส่งผลให้สินค้าเกษตรและสินค้าแปรรูปทางการเกษตรประสบปัญหาด้านการตลาดอย่างมาก ดังนั้นการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ใหม่จึงเป็นอีกทางเลือกในการส่งเสริมและช่วยเหลือเกษตรกรในสภาวะวิกฤตทางเศรษฐกิจของพื้นที่ ตลอดจนการสร้างความ

ร่วมมือของหน่วยงานต่างๆ ที่มีบทบาททั้งภาครัฐและเอกชนจึงเป็นสิ่งสำคัญเร่งด่วน การวิจัยครั้งนี้เป็นการนำวัตถุดิบพื้นถิ่นมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสร้างอัตลักษณ์ของจังหวัดเพชรบุรี นำไปสู่การสร้างแนวคิด (story doing) ของผลผลิตต้นแบบผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตนมแพะพร้อมดื่มที่ใช้น้ำตาลสดเป็นองค์ประกอบ เพื่อเป็นกรณีศึกษาและทดแทนการใช้สารให้ความหวานที่มีการใช้ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มทางการค้า เช่น นมข้นหวาน หรือนมอัลมอลด์ (ซึ่งการใช้นมอัลมอลด์เป็นสารให้ความหวานนิยมในกลุ่มผู้บริโภคโยเกิร์ตพร้อมดื่มแบบ Homemade หรือผู้บริโภคที่เน้นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ) โดยมีการศึกษาข้อมูลคุณภาพทางกายภาพ เคมีและชีวภาพ รวมไปถึงการทดสอบการยอมรับได้ของผู้บริโภค เพื่อใช้สื่อสารกับผู้บริโภคในการทำการตลาด การรักษาจุดยืนของผลลิตภัณฑ์และการขยายตลาดเพื่อเพิ่มยอดขายผลิตภัณฑ์ในอนาคต

## วิธีการศึกษา

### แผนการทดลอง

แบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลองคือ การทดลองที่ 1 การศึกษาช่วงเวลาของการบ่มต่อลักษณะทางกายภาพและเคมีของโยเกิร์ตนมแพะพร้อมดื่มผสมน้ำตาลสด เพื่อศึกษาระยะเวลาการบ่มที่เหมาะสมสำหรับโยเกิร์ตที่ใช้น้ำตาลสดเป็นสารให้ความหวาน (สืบเนื่องจากการทดสอบก่อนการทดลอง (Preliminaries) พบว่าโยเกิร์ตไม่เกิด weak curd ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของโยเกิร์ตพร้อมดื่ม) วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) โดยแบ่งเป็นการบ่มที่ระยะเวลา 12, 16, 18, 20, 22 และ 24 ชั่วโมง และการทดลองที่ 2 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ และการยอมรับได้ของผู้บริโภคโยเกิร์ตนมแพะพร้อมดื่มที่ใช้สารให้ความหวานแตกต่างกัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) โดยมีกลุ่มทดสอบของแต่ละกลุ่ม สูตรการผลิตการให้ความหวานที่แตกต่างกัน 6 กลุ่ม กลุ่มทดลองละ 10 ซ้ำดังนี้ กลุ่มที่ 1 การผลิตโยเกิร์ตนมแพะพร้อมดื่มโดยใช้นมข้นหวาน กลุ่มที่ 2 การผลิตโยเกิร์ตนมแพะพร้อมดื่มโดยใช้นมข้นหวานร่วมกับนมอัลมอลด์ อัตราส่วน 50:50 กลุ่มที่ 3 การผลิตโยเกิร์ตนมแพะพร้อมดื่มโดยใช้นมข้นหวานร่วมกับน้ำตาลสด อัตราส่วน 50:50 กลุ่มที่ 4 การผลิตโยเกิร์ตนมแพะพร้อมดื่มโดยใช้นมอัลมอลด์ ร่วมกับน้ำตาลสด อัตราส่วน 50:50 กลุ่มที่ 5 การผลิตโยเกิร์ตนมแพะพร้อมดื่มโดยใช้นมอัลมอลด์ และกลุ่มที่ 6 การผลิตโยเกิร์ตนมแพะพร้อมดื่มโดยใช้น้ำตาลสด

### วิธีการทดลอง

วัตถุดิบนมแพะสด นำมาทำการพาสเจอร์ไรซ์ด้วยวิธี Low temperature long time, LTLT ด้วยการต้มที่อุณหภูมิน้ำ 65 องศาเซลเซียส และคงที่อยู่ 30 นาที ทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (พรรณิภา, 2545) การเตรียมน้ำตาลสด โดยการต้มน้ำตาลสดที่อุณหภูมิ 85-90 องศาเซลเซียส นาน 45-50 นาที แล้วลดอุณหภูมิทันทีที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (ภูธฤทธิ์, 2563) นำสารให้ความหวาน (นมข้นหวาน, นมอัลมอลด์ และน้ำตาลสด) มาปรับระดับความหวานด้วยน้ำต้มสุกให้ได้ความหวานที่ 28-30 Brix ทำการตวงปริมาตร 380 ml. ใส่ภาชนะสำหรับต้ม (อุณหภูมิ 40-45 องศาเซสเซียส) นาน 4-5 นาที เติมนมแพะที่ผ่านการพลาสเจอร์ไรด์แล้ว 3,200 ml. ทำการคนให้ส่วนผสมของนมเข้ากัน เติมหัวเชื้อโยเกิร์ต (รสธรรมชาติ) 4 ถ้วย ทำการคนให้ส่วนผสมเข้ากัน นำส่วนผสมทั้งหมดตัดใส่ภาชนะที่เตรียมไว้ ประมาณ ¾ ของภาชนะปิดฝาให้สนิท นำโยเกิร์ตที่บรรจุภาชนะปิด สนิทไปทำการพาสเจอร์ไรซ์ด้วยวิธี High temperature shot time, HTST ด้วยการต้มที่อุณหภูมิน้ำไม่ต่ำกว่า 75-80 องศาเซลเซียส และคงที่อยู่ 15-18 วินาที ทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (พรรณิภา, 2545) แล้วนำไปบ่มในอ่างควบคุมอุณหภูมิ หรือภาชนะที่ทนความร้อน (ตั้งอุณหภูมิ 40-42 องศาเซลเซียส) นาน 6-12 ชั่วโมง แล้วนำโยเกิร์ตที่ได้มาลดอุณหภูมิที่ ที่ 4-5 องศาเซลเซียส และตรวจสอบคุณภาพด้านกายภาพ (ภูธฤทธิ์, 2563)

การวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH) ตามวิธีของ AOAC (2006) ด้วยเครื่องวัดค่า pH meter (Mettler Toledo model SG-2, Switzerland) วัดค่าสี L* (lightness), a* (redness), b* (yellowness) ตามระบบ CIE system ด้วยเครื่องวัดสี Hunter Lab Mini Scan EZ 4000L (Hunter Lab Inc, Reston, VA, USA) การวัดค่าความสดใส (Chroma) และค่าองศาของสี (Hue angle) ตามวิธีการคำนวณของ Saricoban *et al.* (2010) โดยนำค่า L*, a* และ b* ที่ทำการวัดด้วยเครื่องวัดสี Colorimeter Mini Scan EZ 4000L

คำนวณหาค่าความสดใสและองศาของสีจากสูตร Chroma = (a*2/b*2) Hue angle = tan-1 (b*/a*) วิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (Total bacteria) โดยวิธี Aerobic plate count (บุญเลี้ยง และคณะ, 2560) ปริมาณกรดแลคติก โดยวิธี Titratable acidity ตามวิธีใน AOAC (1995) วัดเปอร์เซ็นต์ Syneresis โดยวิธีการของ Tan and Korel (2007) โดยใช้เครื่อง Brookfield DV-I Digital Viscometer (Model LVDV-I,USA) การตรวจนับแบคทีเรียแลคติก ตามวิธี AOAC (1998) ตรวจนับแบคทีเรียแลคติก ตามวิธี AOAC (1998) ค่าความหนืด ค่าที่บอกคุณสมบัติความต้านการไหลในตัวของเหลว ของเหลวที่มีความหนืดสูงจะไหลได้ช้ากว่าของเหลวที่มีค่าความหนืดต่ำ ยิ่งของเหลวมีค่าความหนืดต่ำมากเท่าไหรจะยิ่งมีความสามารถในการเปลี่ยนรูปได้มากเท่านั้น (INDUSTRY PRO, 2019) การวัดลักษณะของ Texture Profile ประกอบด้วยค่าความแข็ง (Hardness) ค่าความสามารถในการยึดเกาะ (Cohesiveness) ค่าความยืดหยุ่น (Springness) ค่าความเหนียว (Gumminess) ตามวิธีการของ ธัญญาภรณ์ (2550) และการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีตามวิธีของ AOAC (2006) การวัดความหวานอาหารด้วยเครื่องวัดหวาน Brix Refractometer แบบดิจิตอล PAL-1 Atago วัดปริมาณโปรตีน ด้วยวิธี AOAC (2002) และการตรวจสอบโดยใช้ผู้ชิม (Sensory panel method) แบบ Affective method (consumer method) หมายถึง วิธีการตรวจสอบการตอบสนองของผู้บริโภคในแง่การยอมรับหรือไม่ยอมรับ โดยใช้ผู้ชิมประมาณ 50-100 คน ซึ่งการวิเคราะห์การทดสอบความเป็นเอกพันธ์ (Test of homogeneity) และนำข้อมูลมาวิเคราะห์เชิงอัตรภาคชั้น โดยมีระดับคะแนนความชอบ 7 ระดับคือ 7 = ชอบมากที่สุด (6.16-7.00), 6 = ชอบมาก (5.30-6.15), 5 = ชอบ (4.44-5.29), 4 = เฉยๆ (3.58-4.43), 3 = ไม่ชอบ (2.72-3.57), 2 = ไม่ชอบมาก (1.86-2.71), และ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด (1.00-1.85) ดัดแปลงจาก (ภูธฤทธิ์, 2563)

**การวิเคราะห์ทางสถิติ**

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และ เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองด้วยวิธี DMRT (Duncan's new multiple rang test) จากโปรแกรม R version 3.3.1 กำหนดค่านัยสำคัญที่ใช้ในการทดลองที่ $P<0.05$

**ผลการศึกษา**

การศึกษาช่วงเวลาของการบ่มต่อลักษณะทางกายภาพและเคมีของโยเกิร์ตนมแพะพร้อมดื่มผสมน้ำตาลสด ที่ระยะเวลาที่ 12 16 18 20 22 และ 24 ชั่วโมง พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าความสว่างของแสง ค่าการสะท้อนกลับของแสงสีแดง ค่าการสะท้อนกลับของแสงสีเหลือง ค่าความเข้มของสี (Chroma) ค่าความอิ่มตัวของสี (Hue angle) เปอร์เซ็นต์โปรตีน เปอร์เซ็นต์เถ้า เปอร์เซ็นต์ไขมัน เปอร์เซ็นต์คาร์โบไฮเดรต เปอร์เซ็นต์ความชื้น ค่าความแข็ง ค่าการยึดเกาะ ค่าความยืดหยุ่น จำนวนแบคทีเรียรวม จำนวนแบคทีเรียผลิตกรดแล็คติก ค่าปริมาณกรดทั้งหมดในโยเกิร์ต ไม่มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่ ค่าความหวานในกลุ่มที่ระยะเวลาการบ่ม 12 16 18 และ 20 ชั่วโมง มีค่าสูงกว่า กลุ่มที่ระยะเวลาการบ่ม 22 และ 24 ชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 21.23 20.77 20.45 20.17 19.68 และ 18.79 ตามลำดับ ในกลุ่มที่ 1 2 3 4 5 และ 6 ตามลำดับ ค่าความหนืด ในกลุ่มทดลองที่ระยะเวลาการบ่ม 20 22 และ 24 ชั่วโมง มีค่าสูงกว่า กลุ่มทดลองที่ระยะเวลาการบ่ม 12 16 และ 18 ชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 3530.03 3537.64 3551.77 3588.11 3609.72 และ 3695.06 ตามลำดับ และค่ายืดหยุ่น ในกลุ่มทดลองที่ระยะเวลาการบ่ม 22 และ 24 ชั่วโมง มีค่าสูงกว่า กลุ่มทดลองที่การบ่มที่ระยะเวลา 12 16 18 และ 20 ชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีค่า 28.40 28.42 28.53 28.65 28.63 และ 28.74 ในกลุ่มที่ 1 2 3 4 5 และ 6 ตามลำดับ **(Table 1)**

การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ และการยอมรับได้ของผู้บริโภคโยเกิร์ตนมแพะพร้อมดื่ม ได้แก่ นมข้นหวาน (T1) นมข้นหวานร่วมกับนมอัลมอลด์ (T2) นมข้นหวานร่วมกับน้ำตาลสด (T3) นมอัลมอลด์ร่วมกับน้ำตาลสด (T4) นมอัลมอลด์ (T5) และน้ำตาลสด (T6)ที่ใช้สารให้ความหวานแตกต่างกัน พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของวันที่ 1 7 14 และ 21 ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่ ค่าความกรด-ด่างของวันที่ 28 พบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 2 และ 3 มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ 4 5 และ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 4.30 4.26 4.25 4.22 4.24 และ 4.17 ตามลำดับ และค่าความหวานของวันที่ 1 7 14 และ 21 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ขณะที่ค่าความหวานของวันที่ 28 พบว่า การทดลองที่ 1 2 3 และ 6 มีค่าสูงกว่า การทดลองที่ 4 และ 5

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 21.70 20.33 21.37 19.43 19.30 และ 21.34 ตามลำดับ และ จำนวนแบคทีเรียรวมของวันที่ 1 7 14 21 และ 28 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่จำนวนแบคทีเรียผลิตกรดแล็คติกและค่าปริมาณกรดทั้งหมดในโยเกิร์ต ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยคุณสมบัติทางกายภาพ ทางชีวภาพ พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าความสว่างของแสง ค่าการสะท้อนกลับของแสงสีเหลือง ค่าความเข้มของสี (Chroma) ค่าความอิ่มตัวของสี (Hue angle) เปอร์เซ็นต์โปรตีน เปอร์เซ็นต์เถ้า เปอร์เซ็นต์ไขมัน เปอร์เซ็นต์คาร์โบไฮเดรต เปอร์เซ็นต์ความชื้น ค่าความแข็ง ค่าการยืดเกาะ ค่าความยืดหยุ่น จำนวนแบคทีเรียรวม จำนวนแบคทีเรียผลิตกรดแล็คติก ค่าปริมาณกรดทั้งหมดในโยเกิร์ต ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ขณะที่ ค่าการสะท้อนกลับของแสงสีแดง ในกลุ่มการทดลองที่ 3 4 และ 6 มีค่าสูงกว่า กลุ่มการทดลองที่ 1 2 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 1.53 1.58 1.73 1.71 1.51 และ 1.88 ตามลำดับ และ ค่าความหนืดของกลุ่มการทดลองที่ 6 มีค่าสูงกว่ากลุ่มการทดลองที่ 1 2 3 4 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 3541.07 3533.07 3558.26 3534.04 3529.52 และ 3649.98 ตามลำดับ **(Table 2)** และการศึกษาการยอมรับได้ของผู้บริโภค พบว่า ลักษณะปรากฏ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ในขณะที่การยอมรับได้ของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับลักษณะสี กลิ่น และรสชาติของโยเกิร์ตที่ใช้น้ำตาลสดมากกว่ากลุ่มที่ 1 4 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 4.49 4.80 5.03 4.59 4.61 และ 5.69; 4.94 5.22 5.17 4.17 4.39 และ 5.27; 4.92 5.17 5.33 4.30 4.45 และ 5.50 ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับกลุ่มที่ใช้น้ำตาลสดสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 4.47 4.69 4.72 4.39 4.47 และ 5.42; 4.69 4.83 5.19 4.30 4.31 และ 5.41 ตามลำดับ และการประเมินความชอบของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตนมแพะพร้อมดื่มในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และการยอมรับโดยรวมในกลุ่มการทดลองที่ใช้นมข้นหวาน นมข้นหวานร่วมกับนมอัลมอลด์ นมข้นหวานร่วมกับน้ำตาลสด เป็นองค์ประกอบอยู่ในระดับชอบ (4.44-5.29) โดยมีค่าเท่ากับ 4.61 4.49 4.94 4.47 4.92 และ 4.69; 4.61 4.80 5.22 4.69 5.17 และ 4.83 ตามลำดับ กลุ่มการทดลองที่ใช้นมข้นหวานร่วมกับน้ำตาลสดผู้บริโภคให้การยอมรับลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม อยู่ในระดับชอบ (4.44-5.29) โดยมีค่าเท่ากับ 4.78 5.03 5.17 4.72 และ 5.09 ตามลำดับ ในขณะที่รสชาติผู้บริโภคให้การยอมรับ ในระดับชอบมาก (5.30-6.15) โดยมีค่าเท่ากับ 5.33 กลุ่มทดลองที่ใช้นมอัลมอลด์ร่วมกับน้ำตาลสด ผู้บริโภคให้การยอมรับในลักษณะปรากฏ กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และการยอมรับโดยรวม ในระดับเฉยๆ (3.58-4.43) โดยมีค่าเท่ากับ 4.22 4.17 4.39 4.30 และ 4.30 ตามลำดับ ในขณะที่สี ผู้บริโภคให้การยอมรับในระดับชอบ (4.44-5.29) โดยมีค่าเท่ากับ 4.59 กลุ่มทดลองที่ใช้นมอัลมอลด์ ผู้บริโภคให้การยอมรับในลักษณะปรากฏ กลิ่น และการยอมรับโดยรวม ในระดับเฉยๆ (3.58-4.43) โดยมีค่าเท่ากับ 4.19 4.39 และ 4.31 ตามลำดับ ในขณะที่ สี เนื้อสัมผัส และรสชาติ ผู้บริโภคให้การยอมรับ ในระดับชอบ (4.44-5.29) โดยมีค่าเท่ากับ 4.61 4.47 และ 4.45 ตามลำดับ และกลุ่มทดลองที่ใช้น้ำตาลสดผู้บริโภคให้การยอมรับ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และการยอมรับโดยรวม ในระดับชอบมาก (5.30-6.15) โดยมีค่าเท่ากับ 5.19 5.69 5.32 5.42 5.50 และ 5.41 ตามลำดับ **(Table 3)**

**Figure 1** Show characteristics of ready-to-drink goat milk yogurt at a shelf life of 28 days.

**Table 1** Assessment of aging period on physical and chemical properties of yogurt goat milk

| Assessed characteristics | Experimental group | | | | | | SEM | P-value |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 12 hr. (N=12) | 16 hr. (N=12) | 18 hr. (N=12) | 20 hr. (N=12) | 22 hr. (N=12) | 24 hr. (N=12) | | |
| pH (Day 1) | 4.57±0.01 | 4.54±0.03 | 4.43±0.02 | 4.44±0.02 | 4.34±0.01 | 4.13±0.03 | 0.01 | 0.026 |
| Sweetness Scale 1 (Brix) | 21.23$^{a}$±0.25 | 20.77$^{a}$±0.53 | 20.45$^{ab}$±0.32 | 20.17$^{ab}$±0.17 | 19.68$^{b}$±0.31 | 18.79$^{b}$±0.92 | 0.17 | 0.018 |
| L* (lightness) | 89.03±0.38 | 87.93±2.25 | 86.52±1.49 | 86.75±2.93 | 86.71±4.61 | 87.18±2.47 | 0.96 | 0.085 |
| a* (redness) | 1.62±0.54 | 1.62±0.35 | 1.61±0.16 | 1.60±0.27 | 1.64±0.07 | 1.72±0.07 | 0.09 | 0.197 |
| b* (yellowness) | 8.12±0.28 | 8.21±0.42 | 8.23±0.41 | 8.18±0.26 | 8.46±0.29 | 8.56±0.29 | 0.13 | 0.542 |
| Chroma | 0.20±0.07 | 0.20±0.05 | 0.19±0.03 | 0.20±0.04 | 0.19±0.02 | 0.20±0.02 | 0.02 | 0.100 |
| Hue angle | 5.54±2.39 | 5.24±1.25 | 5.16±0.73 | 5.22±1.06 | 5.16±0.36 | 4.99±0.37 | 0.42 | 0.079 |
| Protein (%) | 3.13±0.05 | 3.11±0.02 | 3.14±0.07 | 3.15±0.05 | 3.16±0.06 | 3.17±0.09 | 0.02 | 0.128 |
| Ash (%) | 0.49±0.01 | 0.51±0.05 | 0.51±0.02 | 0.51±0.52 | 0.53±0.17 | 0.54±0.07 | 0.14 | 0.679 |
| Fat (%) | 2.16±0.11 | 2.16±0.57 | 2.16±0.25 | 2.17±0.25 | 2.17±0.11 | 2.17±0.57 | 0.31 | 0.767 |
| Carbohydrate (%) | 12.47±0.05 | 12.43±0.15 | 12.42±0.13 | 12.37±0.06 | 12.30±0.12 | 12.30±0.05 | 0.04 | 0.291 |
| Moisture (%) | 81.62±0.14 | 81.62±0.06 | 81.57±0.08 | 81.61±0.06 | 81.56±0.17 | 81.46±0.25 | 0.05 | 0.167 |
| Vicosity (cP) | 3,530.03$^{b}$±131.75 | 3,537.64$^{b}$±241.27 | 3,551.77$^{b}$±146.87 | 3,588.11$^{ab}$±196.22 | 3,609.72$^{ab}$±78.62 | 3,695.06$^{a}$±474.65 | 86.37 | 0.046 |
| Hardness (N) | 8.46±0.19 | 8.46±0.36 | 8.47±0.02 | 8.52±0.06 | 8.54±0.07 | 8.54±0.16 | 0.06 | 0.083 |
| Cohesiveness (ratio) | 0.38±0.02 | 0.38±0.02 | 0.39±0.03 | 0.40±0.03 | 0.41±0.02 | 0.41±0.02 | 0.01 | 0.381 |
| Springiness (mm) | 20.89$^{b}$±0.33 | 21.08$^{b}$±0.57 | 21.11$^{b}$±0.34 | 21.07$^{b}$±0.21 | 21.31$^{ab}$±0.19 | 21.88$^{a}$±0.04 | 0.11 | 0.047 |
| Gumminess (N) | 2.64±0.28 | 2.68±0.37 | 2.69±0.14 | 2.70±0.28 | 2.70±0.09 | 2.71±0.05 | 0.08 | 0.099 |
| Syneresis (%) | 28.40$^{b}$±0.74 | 28.42$^{b}$±0.37 | 28.53$^{ab}$±0.63 | 28.65$^{ab}$±0.16 | 28.63$^{ab}$±0.23 | 28.74$^{a}$±0.33 | 0.17 | 0.048 |
| Microbe- Totalplate count (log CFU/g) | 8.44±0.10 | 8.38±0.12 | 8.43±0.09 | 8.38±0.05 | 8.41±0.02 | 8.44±0.02 | 0.03 | 0.081 |
| Lactic acid bacteria (log CFU/g) | 8.47±0.11 | 8.52±0.05 | 8.49±0.14 | 8.53±0.09 | 8.49±0.07 | 8.53±0.19 | 0.27 | 0. 459 |
| Treatable acidity (%) | 0.93±0.01 | 0.94±0.10 | 0.94±0.15 | 0.95±0.10 | 0.95±0.05 | 0.96±0.57 | 0.16 | 0.208 |

**Table 2** Assessment of physical and chemical properties of yogurt goat milk

| Assessed characteristics | Experimental group | | | | | | SEM | P-value |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | T1 (N=12) | T2 (N=12) | T3 (N=12) | T4 (N=12) | T5 (N=12) | T6 (N=12) | | |
| pH (Day 1) | 4.21±0.03 | 4.16±0.01 | 4.18±0.01 | 4.13±0.03 | 4.16±0.01 | 4.18±0.01 | 0.04 | 0.058 |
| pH (Day 7) | 4.24±0.01 | 4.21±0.02 | 4.17±0.02 | 4.15±0.01 | 4.17±0.01 | 4.08±0.02 | 0.04 | 0.072 |
| pH (Day 14) | 4.27±0.02 | 4.23±0.03 | 4.23±0.02 | 4.18±0.02 | 4.18±0.01 | 4.14±0.02 | 0.05 | 0.192 |
| pH (Day 21) | 4.28±0.01 | 4.25±0.01 | 4.24±0.01 | 4.20±0.01 | 4.20±0.01 | 4.15±0.02 | 0.03 | 0.093 |
| pH (Day 28) | $4.30^{a}$±0.01 | $4.26^{a}$±0.02 | $4.25^{a}$±0.01 | $4.22^{ab}$±0.02 | $4.24^{a}$±0.01 | $4.17^{b}$±0.02 | 0.04 | 0.033 |
| Sweetness Scale 1 (Brix) | 21.73±0.32 | 19.43±0.29 | 20.20±0.30 | 19.00±0.26 | 18.37±0.38 | 19.47±0.38 | 0.79 | 0.102 |
| Sweetness Scale 7 (Brix) | 22.00±0.46 | 19.47±0.57 | 20.00±0.26 | 18.80±0.36 | 18.03±0.57 | 19.90±0.20 | 0.99 | 0.451 |
| Sweetness Scale 14 (Brix) | 22.03±0.15 | 20.13±2.39 | 20.50±0.30 | 19.10±1.04 | 18.17±0.93 | 20.73±0.50 | 2.17 | 0.219 |
| Sweetness Scale 21 (Brix) | 21.85±0.98 | 20.50±1.39 | 20.07±0.06 | 18.97±0.68 | 18.47±0.45 | 21.27±1.09 | 1.89 | 0.186 |
| Sweetness Scale 28 (Brix) | $21.70^{a}$±0.53 | $20.33^{ab}$±0.85 | $21.37^{a}$±0.85 | $19.43^{b}$±2.84 | $19.30^{b}$±0.69 | $21.34^{a}$±1.42 | 2.93 | 0.046 |
| Microbe-total plate count (D.1) | 8.43±0.09 | 8.38±0.09 | 8.46±0.08 | 8.42±0.07 | 8.41±0.10 | 8.41±0.05 | 0.19 | 0.385 |
| Microbe-total plate count (D.7) | 7.81±0.16 | 7.70±0.12 | 7.77±0.18 | 7,76±0.09 | 7.74±0.12 | 7.76±0.09 | 0.31 | 0.243 |
| Microbe-total plate count (D.14) | 6.86±0.15 | 6.68±0.13 | 6.68±0.11 | 6.79±0.09 | 6.77±0.09 | 6.76±0.09 | 0.27 | 0.146 |
| Microbe-total plate count (D.21) | 6.23±0.41 | 6.18±0.27 | 6.16±0.26 | 6.21±0.22 | 6.21±0.21 | 6.16±0.29 | 0.68 | 0.196 |
| Microbe-total plate count (D.28) | 5.59±0.77 | 5.66±0.61 | 5.54±0.52 | 5.63±0.42 | 5.65±0.38 | 5.50±0.60 | 1.35 | 0. 699 |
| Lactic acid bacteria (log CFU/g) | 8.47±0.11 | 8.52±0.05 | 8.49±0.14 | 8.53±0.09 | 8.49±0.07 | 8.53±0.19 | 0.27 | 0.145 |
| Treatable acidity (%) | 0.95±0.01 | 0.94±0.01 | 0.96±0.01 | 0.96±0.01 | 0.95±0.01 | 0.96±0.01 | 0.02 | 0.151 |

**Table 2** Assessment of physical and chemical properties of yogurt goat milk (Continued)

| Assessed characteristics | Experimental group | | | | | | SEM | P-value |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | T1 (N=12) | T2 (N=12) | T3 (N=12) | T4 (N=12) | T5 (N=12) | T6 (N=12) | | |
| L* (lightness) | 86.80±3.44 | 87.89±1.69 | 86.74±3.68 | 86.78±2.38 | 87.73±1.63 | 86.39±2.06 | 6.07 | 0.092 |
| a* (redness) | 1.53$^{b}$±0.44 | 1.58$^{b}$±0.41 | 1.73$^{ab}$±0.25 | 1.71$^{ab}$±0.25 | 1.51$^{b}$±0.25 | 1.88$^{a}$±0.16 | 0.72 | 0.039 |
| b* (yellowness) | 7.97±0.45 | 8.64±0.38 | 8.35±0.38 | 7.99±0.64 | 8.35±0.26 | 8.28±0.38 | 1.01 | 0.163 |
| Chroma | 0.20±0.06 | 0.18±0.05 | 0.21±0.03 | 0.22±0.05 | 0.18±0.03 | 0.22±0.02 | 0.09 | 0.412 |
| Hue angle | 1.37±0.07 | 1.39±0.06 | 1.37±0.23 | 1.36±0.04 | 1.39±0.12 | 1.35±0.22 | 0.12 | 0.101 |
| Syneresis (%) | 28.37±1.09 | 28.50±0.27 | 28.59±0.61 | 28.82±0.76 | 28.53±0.48 | 28.54±0.47 | 1.50 | 0. 409 |
| Protein (%) | 3.14±0.06 | 3.12±0.03 | 3.13±0.04 | 3.14±0.04 | 3.15±0.05 | 3.15±0.07 | 0.12 | 0.800 |
| Ash (%) | 0.53±0.05 | 0.57±0.04 | 0.56±0.06 | 0.55±0.03 | 0.55±0.03 | 0.57±0.02 | 0.09 | 0. 359 |
| Fat (%) | 2.15±0.02 | 2.17±0.02 | 2.16±0.03 | 2.18±0.01 | 2.16±0.02 | 2.18±0.01 | 0.04 | 0.164 |
| Carbohydrate (%) | 12.37±0.31 | 12.32±0.19 | 12.35±0.15 | 12.36±0.16 | 12.29±0.09 | 12.33±0.06 | 0.39 | 0. 899 |
| Moisture (%) | 81.81±1.46 | 81.51±0.31 | 81.64±0.35 | 81.43±0.32 | 81.33±0.31 | 81.54±0.20 | 1.20 | 0.804 |
| Viscosity (cP) | 3,541.07$^{b}$±398.75 | 3,533.07$^{b}$±218.77 | 3,558.26$^{b}$±130.47 | 3,534.04$^{b}$±153.81 | 3,529.52$^{b}$±111.17 | 3,646.98$^{a}$±120.13 | 462.59 | 0.048 |
| Hardness (N) | 8.73±0.36 | 8.43±0.27 | 8.51±0.17 | 8.48±0.07 | 8.46±0.12 | 8.44±0.08 | 0.44 | 0.218 |
| Cohesiveness (ratio) | 0.39±0.03 | 0.39±0.02 | 0.41±0.03 | 0.39±0.03 | 0.41±0.02 | 0.41±0.02 | 0.06 | 0. 390 |
| Springiness (mm) | 21.24±0.47 | 21.13±0.37 | 21.17±0.34 | 21.26±0.26 | 21.22±0.17 | 21.38±0.25 | 0.76 | 0. 587 |
| Gumminess (N) | 2.51±0.54 | 2.48±0.37 | 2.49±0.28 | 2.63±0.23 | 2.59±0.17 | 2.62±0.09 | 0.69 | 0496 |

$^{a,b}$ Mean in the same row with different superscript differ (P<0. 05); T1= sweetened condensed milk, T2= sweetened condensed milk with almond milk, T3= sweetened condensed milk with palm juice, T4=almond milk with palm juice, T5=almond milk and T6=palm juice

**Table 3** Effect of sensory panel method on consumption properties of yogurt goat milk, total number of testers 225 people (no gender and age limit)

| Assessed characteristics | Experimental group | | | | | | SEM | P-value |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | T1 (N=12) | T2 (N=12) | T3 (N=12) | T4 (N=12) | T5 (N=12) | T6 (N=12) | | |
| Appearance | 4.61±0.21 | 4.61±0.48 | 4.78±0.13 | 4.22±0.18 | 4.19±0.09 | 5.19±0.19 | 0.52 | 0.061 |
| Color | $4.49^{b}$±0.14 | $4.80^{ab}$±0.25 | $5.03^{a}$±0.09 | $4.59^{b}$±0.29 | $4.61^{b}$±0.24 | $5.69^{a}$±0.17 | 0.48 | 0.014 |
| Odour | $4.94^{ab}$±0.42 | $5.22^{a}$±0.21 | $5.17^{a}$±0.29 | $4.17^{b}$±0.09 | $4.39^{b}$±0.35 | $5.32^{a}$±0.17 | 0.62 | 0.023 |
| Texture | $4.47^{b}$±0.35 | $4.69^{b}$±0.09 | $4.72^{b}$±0.38 | $4.39^{b}$±0.09 | $4.47^{b}$±0.38 | $5.42^{a}$±0.09 | 0.56 | 0.049 |
| Taste | $4.92^{b}$±0.25 | $5.17^{ab}$±0.25 | $5.33^{a}$±0.09 | $4.30^{b}$±0.21 | $4.45^{b}$±0.21 | $5.50^{a}$±0.08 | 0.44 | 0.027 |
| Overall score | $4.69^{b}$±0.34 | $4.83^{b}$±0.17 | $5.09^{ab}$±0.32 | $4.30^{b}$±0.5 | $4.31^{b}$±0.43 | $5.41^{a}$±0.29 | 0.65 | 0.024 |

$^{a,b}$ Mean in the same row with different superscript differ ($P<0.05$); T1= sweetened condensed milk, T2= sweetened condensed milk with almond milk, T3= sweetened condensed milk with palm juice, T4=almond milk with palm juice, T5=almond milk and T6=palm juice

**วิจารณ์**

การศึกษาช่วงเวลาของการบ่มต่อลักษณะทางกายภาพและเคมีของโยเกิร์ตนมแพะพร้อมดื่มผสมน้ำตาลสด ที่ระยะเวลาที่ 12 16 18 20 22 และ 24 ชั่วโมงพบว่า ค่าความหวานในกลุ่มที่ระยะเวลาการบ่มที่นานขึ้น (22 และ 24 ชั่วโมง) มีค่าต่ำลง แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาการบ่มมีผลทำให้ความหวานในโยเกิร์ตลดลง ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์ของโยเกิร์ตเป็นการใช้จุลินทรีย์ *Lactobacillus bulgaricus* ซึ่งเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 40-45 องศาเซลเซียส โดยจะทำการเปลี่ยนรงควัตถุประเภทน้ำตาลให้กลายเป็นกรดแล็คติกและสามารถเปลี่ยนกรดแล็คติกเป็นแอซีทาลดีไฮด์ (acetaldehyde) ซึ่งส่งผลให้เกิดกลิ่น และรสชาติของโยเกิร์ต และสร้างเอนไซม์โปรติเอส (protease) ซึ่งจะย่อยโปรตีน (protein) ในน้ำนม เพื่อที่จะเปลี่ยนน้ำตาลให้ได้กรดอมิโน (amino acid) (Michayloya et al., 2007; พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2561) แต่จากผลการทดลองพบว่า ระยะเวลาของการบ่มที่นานขึ้นยังส่งให้ค่าความหนืด ซึ่งเป็นคุณลักษณะเฉพาะของโยเกิร์ตมีค่าสูงขึ้นเช่นกัน ทั้งนี้ค่าความหนืดของของเหลว (viscosity of liquid) เป็นดัชนีชี้วัดความเข้มข้นหรือความเหนียวข้นของของเหลวต่างๆ ซึ่งหากของเหลวชนิดใดๆ มีค่าความหนืดสูงบ่งบอกถึงความหนืดหรือความเหนียวที่มากขึ้น (INDUSTRY PRO, 2019) การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ และการยอมรับได้ของผู้บริโภคโยเกิร์ตนมแพะพร้อมดื่ม ที่ใช้สารให้ความหวานแตกต่างกัน ได้แก่ นมข้นหวาน นมข้นหวานร่วมกับนมอัลมอลด์ นมข้นหวานร่วมกับน้ำตาลสด นมอัลมอลด์ร่วมกับน้ำตาลสด นมอัลมอลด์ และน้ำตาลสด พบว่าการใช้สารให้ความหวานประเภทนมอัลมอลด์และน้ำตาลสด มีผลให้ระดับความเป็นกรด-ด่างลดลง ซึ่งแสดงว่าชนิดของน้ำตาลในสารให้ความหวานมีผลต่อการเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นกรดของแบคทีเรียกลุ่มแลคติก ทั้งนี้ค่า pH ในการผลิตโยเกิร์ตเป็นสิ่งสำคัญทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพสม่ำเสมอ ซึ่งเกิดจากการหมักนมด้วยเชื้อแบคทีเรีย *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* ส่วนผสมของนมและแบคทีเรียจะถูกบ่มเพื่อให้สามารถเปลี่ยนแลคโตสไปเป็นกรดแลคติคได้ การลดลงของความเป็นกรด – ด่างทำให้โปรตีนเคซีนในนมแข็งตัวและเกิดการตกตะกอนทำให้เนื้อคล้ายโยเกิร์ต และการผลิตโยเกิร์ตเสร็จสิ้นลงเมื่อโยเกิร์ตมีระดับ pH ถึงระดับที่กำหนด โดยค่า pH ที่เหมาะสมจะอยู่ระหว่าง pH 4.0-4.6 ในช่วงของ pH นี้มีปริมาณกรดแลคติคที่เหมาะสำหรับโยเกิร์ตทำให้มีลักษณะตึงช่วยในการทำให้หนาขึ้นและทำหน้าที่เป็นสารกันบูดสำหรับแบคทีเรียที่ไม่พึงประสงค์ (Discover Food Tech, 2018; ภูธฤทธิ์, 2563) อย่างไรก็ตามการทำโยเกิร์ตพร้อมดื่มนิยมบ่มที่ระยะเวลา 6-12 ชั่วโมง ทั้งนี้เพื่อวัตถุประสงค์ 2 ประการ ได้แก่ เพื่อไม่ให้น้ำตาลหรือสารให้ความหวานประเภทน้ำตาลแปรสภาพเป็นกรดมากเกินไป และเพื่อไม่ให้เกิดความหนืดมากเกินไปเพราะหากโยเกิร์ตมีความข้นเหนียวหรือหนืดเกินไปจะไม่สะดวกต่อการบริโภคแบบยกดื่ม (ภูธฤทธิ์, 2563) อย่างไรก็ดีจากผลการทดลอง ค่าความเป็นกรด-ด่าง ในการใช้สารให้ความหวานทั้ง 3 ชนิด ยังอยู่ในค่ามาตรฐานของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต ขณะที่ในการเป็นรักษาโยเกิร์ตที่อุณหภูมิไม่เกิน 10 องศาเซลเซียสนาน 28 วันพบว่าการใช้น้ำตาลสดเป็นสารให้ความหวานในโยเกิร์ตไม่มีความแตกต่างกับการใช้นมข้นหวาน แต่การใช้นมอัลมอลด์กลับมีค่าที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าการใช้สารธรรมชาติประเภทน้ำตาลสดเพื่อทดแทนนมข้นหวานจึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจ อีกทั้งน้ำตาลสดจะมีรสชาติหวาน อร่อย กลิ่นที่หอม มีสารต้านอนุมูลอิสระ 7,000 หน่วย/100 กรัม (น้ำตาลทรายขาวมีน้อยกว่า 21 หน่วย/100 กรัม) ช่วยลดความเสี่ยงต่อโรคหลายโรค เช่น โรคมะเร็ง โรคเบาหวาน โรคหัวใจ โรคสมอง มีส่วนประกอบของเกลือธรรมชาติ ช่วยให้ร่างกายสดชื่น มีธาตุเหล็ก ช่วยในกระบวนการสร้างเม็ดเลือดแดง และมีแคลเซียมช่วยเสริมสร้างความแข็งแรงของกระดูกและฟัน เป็นต้น (มูลนิธิชีวิตไท, 2561) ซึ่งสารให้ความหวานหรือที่เรียกว่า Sweetener มักเติมในการผลิต fruit/flavored yogurt หรือใน “Sweet” natural yogurt โดยอาศัยการเติมสารให้ความหวานลงไปในของผสมโยเกิร์ตหรือเติมผลไม้ที่มีความหวานลงไป ทั้งนี้วัตถุประสงค์หลักในการเติมเพื่อลดความเปรี้ยวในโยเกิร์ต อย่างไรก็ตามก็ต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ชนิดของสารให้ความหวานที่ใช้ ความชอบของผู้บริโภคชนิดของผลไม้ที่ใช้ ผลที่อาจยับยั้งหัวเชื้อได้เนื่องจากผลของ adverse osmotic ของสารถูกละลายในน้ำและผลของ water activity ในโยเกิร์ต โดยทั่วไปปริมาณน้ำตาลที่เติมลงไปในโยเกิร์ตไม่ควรเกินร้อยละ 10 สารให้ความหวานที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมได้แก่ น้ำตาลซูโครส กลูโคส ฟรุคโตส comsyrup glucose/galactose syrup หรือพวก sorbitol และ saccharin เป็นต้น (สุรัตน์ และคณะ, 2558) และจากการทดลองพบว่าการใช้นมอัลมอลด์และน้ำตาลสด ส่งผลให้ค่าการสะท้อนกลับของสารสีแดงในผลิตภัณฑ์สูงขึ้นอีกด้วย โดยค่าการสะท้อนกลับของแสงสีแดง (a*) แสดงถึงการสะสมและความหนาแน่นของรงควัตถุที่มีสีเขียวถึงสีแดง ซึ่งในผลิตภัณฑ์อาหารมักจะใช้แสดงถึงรงควัตถุที่เป็นโภชนะ ได้แก่ เม็ดสี โปรตีน แร่ธาตุต่างๆ เป็นต้น (ภูธฤทธิ์, 2563) อย่างไรก็ตามจากการทดลองพบว่าผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มที่มีการใช้นมข้นหวาน และนมอัล

มอลด์เป็นองค์ประกอบมีการแยกชั้นอย่างชัดเจนในอายุการเก็บรักษาที่ 21-28 วัน ในขณะที่กลุ่มทดลองที่ใช้น้ำตาลสดเป็นองค์ประกอบยังเป็นเนื้อเดียวกัน และการศึกษาการยอมรับได้ของผู้บริโภค พบว่า ลักษณะปรากฏของโยกร์ตไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ในขณะที่การยอมรับได้ของผู้บริโภคให้การยอมรับด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และการยอมรับโดยรวมของโยเกิร์ตที่ใช้น้ำตาลสดสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการประเมินความชอบของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตนมแพะพร้อมดื่มทั้งในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และการยอมรับโดยรวมในกลุ่มการทดลองที่ใช้น้ำตาลสดผู้บริโภคให้การ ในระดับชอบมาก (5.30-6.15) อย่างไรก็ตามการใช้น้ำนมแพะเป็นองค์ประกอบหลักในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากน้ำนมแพะมีโครงสร้างโปรตีนนมขนาดเล็ก ซึ่งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการยึดเกาะกับความชื้นและไขมันในรูปแบบของตัวประสาน และโมเลกุลไขมันขนาดเล็กซึ่งจะสามารถดูดซึมไปใช้ในระดับเซลล์ได้ดี นอกจากนี้อัตราส่วนของ β-casein/αs1-casein ratio (70%/30%) ของโปรตีนจากนมแพะมีความคล้ายคลึงกับนมมนุษย์ซึ่งส่งผลให้ย่อยได้มากกว่าเมื่อเทียบกับนมวัวเมื่อเทียบกับความไวของ β-casein ที่สูงขึ้น เอนไซม์โปรตีเอส แลคโตสเป็นคาร์โบไฮเดรตหลักของนมทุกชนิดและมีปริมาณในนมแพะต่ำกว่าชนิดอื่น ๆ ในทางตรงกันข้ามนมแพะมีโอลิโกแซ็กคาไรด์ที่มีความสำคัญในการป้องกันอันตรายจากเชื้อโรคในระบบทางเดินอาหาร นอกจากยังมีแร่ธาตุบางชนิดในปริมาณที่สูงขึ้นแล้วความสามารถในการดูดซึมสูงกว่าแร่ธาตุในนมโคอีกด้วย (ปราโมทย์, 2555; Turkmen, 2017; ภูธฤทธิ์, 2563) โยเกิร์ตนมแพะสามารถทำได้ในลักษณะเดียวกันกับโยเกิร์ตนมวัว แต่มักจะพบปัญหาหลักในการผลิตโยเกิร์ตนมแพะคือระดับความเปรี้ยวต่ำและขาดความสม่ำเสมอของความหนืดเมื่อเทียบกับโยเกิร์ตนมวัว เนื่องจากความแตกต่างของโปรตีนเคซีนระหว่างนมทั้งสองชนิด (Park and Guo, 2006) อีกทั้งการผลิตโยเกิร์ตโดยใช้นมแพะเป็นส่วนผสมช่วยลดค่าดัชนีความเป็นหลอดเลือดและการเกิดลิ่มเลือดได้ ผลการศึกษาให้ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการผลิตเครื่องดื่มนมหมักคุณภาพใหม่ที่มีกรดไขมันที่ ดีต่อสุขภาพของคน (Voblikova et al., 2020) ประกอบกับน้ำตาลสดซึ่งมีกลิ่นหอมและรสชาติที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว ซึ่งสามารถกระตุ้นความสนใจของผู้บริโภคได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามมาตรฐานของโยเกิร์ตขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ เช่น ปริมาณของไขมัน ปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน (Solid Non Fat, SNF) หรือปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total Solid, TS) ตามมาตรฐานของ FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) / WHO (World Health Organization) กำหนดให้แบ่งชนิดของโยเกิร์ตตามปริมาณไขมัน คือ โยเกิร์ตไขมันสูง (Full Fat Yogurt) มีปริมาณไขมันมากกว่า ร้อยละ 3.0 โยเกิร์ตไขมันปานกลาง (Medium Fat Yogurt) มีปริมาณไขมัน ร้อยละ 0.5 - 3.0 และโยเกิร์ตไขมันต่ำ (Low Fat Yogurt) มีปริมาณไขมัน น้อยกว่า ร้อยละ 0.5 ตลอดจนคุณภาพของโยเกิร์ตควรมีลักษณะดังนี้ จะต้องมีโปรตีนอย่างน้อย ร้อยละ 1.5 ของน้ำหนัก ไม่มีเชื้อแบคทีเรียชนิด *Escherichai coli* ในอาหาร 0.1 กรัม ไม่ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาล ไม่ใช้วัตถุกันเสีย ไม่มีจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคและไม่มีสารพิษที่จากจุลินทรีย์ในปริมาณที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ (รัฐกฤษฎ์ และคณะ, 2558)

**สรุป**

การพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตนมแพะพร้อมดื่มผสมน้ำตาลสดเพื่อสร้างอัตลักษณ์สินค้าเกษตรของจังหวัดเพชรบุรี พบว่าระยะเวลาของการบ่มโยเกิร์ตนมแพะพร้อมดื่มที่ใช้น้ำตาลสดเป็นองค์ประกอบที่ 20-24 ชั่วโมงมีผลให้ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตดีขึ้น การศึกษาเปรียบเทียบสารให้ความหวานพบว่า การใช้น้ำตาลสดส่งผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลง (ในระดับมาตรฐาน) แต่ระดับความหวานไม่ต่างจากการใช้นมข้นหวาน และพบว่าค่าการสะท้อนกลับของแสงสีแดงสูงขึ้น ในขณะที่การใช้น้ำตาลสดยังส่งผลให้ความหนืดที่เป็นคุณลักษณะสำคัญของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตสูงขึ้นด้วย อย่างไรก็ดีจากการศึกษาพบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตนมแพะพร้อมดื่มที่ใช้น้ำตาลสดเป็นองค์ประกอบ ทั้งในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และการยอมรับโดยรวมในกลุ่มการทดลองที่ใช้น้ำตาลสดผู้บริโภคให้การ ในระดับชอบมาก (5.30-6.15) ดังนั้น การใช้น้ำตาลสดเป็นสารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตนมแพะพร้อมดื่มจึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์สินค้าเกษตรที่แสดงถึงอัตลักษณ์ของจังหวัดเพชรบุรี

**คำขอบคุณ**

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี สนับสนุนทุนวิจัยภายใต้แผนบูรณาการพัฒนาศักยภาพ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัยและนวัตกรรม ชมรมแพะ-แกะ โคราช และร้านพันธุ์สุข ที่ให้การสนับสนุนวัตถุดิบเกษตรเพื่อการวิจัย

**เอกสารอ้างอิง**

ธัญญาภรณ์ ศิริเลิศ. 2550. การประเมินลักษณะเนื้อสัมผัสในอาหาร. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม. 3(1): 6-13.

บุญเลี้ยง สพิมพ์ ปิยะพงษ์ชุมศรี และอรทัย ปานเพชร. 2560. คุณภาพด้านจุลชีววิทยาของอาหารปรุงสำเร็จในโรงอาหารมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 19(ฉบับพิเศษ 1): 72-81.

ปราโมทย์ แพงคำ. 2555. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก. สาขาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ สำนักวิชา เทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

พรรณิภา ศิวพิรุฬเทพ. 2545. เอกสารประกอบการสอนวิชาเทคโนโลยีผลผลิตจากสัตว์. ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2561. Yogurt / โยเกิร์ต, ศูนย์เครือข่ายข้อมูลอาหารครบวงจร. แหล่งข้อมูล: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1077/yogurt. ค้นเมื่อ 6 กุมภาพันธ์ 2564.

ภูธฤทธิ์ วิทยาพัฒนานุรักษ์ รักษาศิริ. 2563. การแปรรูปและการจัดการผลิตภัณฑ์จากปศุสัตว์. คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร.

มูลนิธิชีวิตไทย. 2561. “น้ำตาลโตนด” วิถีเกษตรเชิงนิเวศภาคกลาง คุณค่าที่มากกว่าความหวาน. แหล่งข้อมูล: https://www.landactionthai.org/2012-05-18-03-24-45/article/item/2166-2018-07-10-03-21-28.html. ค้นเมื่อ 13 กุมภาพันธ์ 2564.

รัฐกฤษฎ์ อภิวัฒน์ดำรงค์ เจนจิรา ศรีราจันทร์ ชิตชนันท์ เถาน้อย และจีรวุฒิ ประภาวุฒิพงศ์. 2556. การผลิตโยเกิร์ตรสมะเขือเทศโดยใช้เวย์ทดแทนนมขาดมันเนย. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.

สุรัตน์ วังพิกุล สมพร มูลมั่งมี วิรัชนีย์ แก่นแสนดี และปริยาภรณ์ อิศรานุวัฒน์. 2558. การพัฒนาและเพิ่มศักยภาพผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด ด้วยโปรไบโอติกแลคติกแอสิดแบคทีเรีย. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.

AOAC. 1995. Official Method of Analysis of Association of official Analysis Chemisis. 16th ed. Washington D. C. Association of Official Analysis Chemists.

AOAC. 1998. 112th AOAC INTERNATIONAL ANNUAL MEETINg & EXPOSITION. The Scientific Association Dedicated to Analytical Excellence.

AOAC. 2002. Guidelines for single Laboratory Validation of Chemical Methods for Dietary Supplements and Botanical.

AOAC. 2006. AOAC. In Hoewitz, W. and Latimer, G.W. Official methods of analysis of AOAC international. Maryland: AOAC international.

Discover Food Tech. 2018. pH of Yogurt – Is It Basic or Acidic?. Available: https://discoverfoodtech.com/ph-of-yogurt-is-it-basic-or-acidic/. Accessed Oct. 23, 2020.

INDUSTRY PRO. 2019. The viscosity of the liquid. Available: https://industrypro.co.th/viscosity-of-liquid/. Accessed Oct. 23, 2020.

Michaylova M., S. Minkova, K. Kimura, T. Sasaki, and K. Isawa. 2007. Isolation and characterization of *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* from plants in Bulgaria. FEMS Microbiology Letters. 269(1): 160–169.

Park, Y. W., and M. R. Guo. 2006. Goat Milk, its products and nutrition. pp. 447-486. In: Handbook of Food products manufacturing. Y. H. Hui. Ed., John Wiley & Sons, Inc., New York, U.S.

Sandra G. Solaiman. 2010. Goat Science and Production. Wiley-Blackwell A John & Sons, Inc., Publication. Lowa 50014-8300, USA.

Saricoban, C., and M. T. Yilmaz. 2010. Modelling the effects of processing factors on the changes in colour parameters ofcooked meatballs using response surface methodology. World Applied Science Journal. 9 (1): 14-22.

Tan G., and F. G. Korel. 2007. QUALITY OF FLAVORED YOGURT CONTAINING ADDEDCOFFEE AND SUGAR. Journal of Food Quality. 30: 342–356.

Turkme N. 2017. The Nutritional Value and Health Benefits of Goat Milk Components. pp. 441-449. In: Nutrients in Dairy and their Implications on Health and Disease.

Voblikova T., A. Permyakov, A. Rostova, G. Masyutina, and A. Eliseeva. 2020. Study of fatty-acid composition of goat and sheep milk and its transformation in the production of yogurt. pp. 742– 751. In: KnE Life Sciences / International Applied Research Conference «Biological Resources Development and Environmental Management.