

Food Innovation for Communities: Study of Wort Quality from Black Glutinous Rice Leum Phua and Rice Berry

Artitiya Sansang ¹ and Piyathida Thodpakdee ^{2*}

¹ Khon Kaen Vocational College, Vocational Education Commission

² Khon Kaen Vocational College, Vocational Education Commission

* Corresponding author. E-mail: piyathida9316@gmail.com

Abstract

Study of the quality of wort from black glutinous rice, Luem Pua, and Rice berry. The objective is to study the effectiveness of black glutinous Luem Pua rice and Rice berry rice that are suitable for the Production of wort using flour balls from 2 sources: flour balls from Roi Et and Chaiyaphum. The results of the study found that the total soluble solids content of wort fermented with black glutinous Luem Pua rice, the values was in the range of 3-14°Brix (Roi Et flour balls) and 2-16°Brix (Chaiyaphum flour balls). Rice berry Values are in the range of 7-13°Brix (Roi Et flour balls) and 7.3-15.3°Brix. (Chaiyaphum Flour Ball) pH value of wort from black glutinous rice, Luem Pua. The values were in the range of 5.51-3.32 (Roi Et flour balls) and 4.06-3.25 (Chaiyaphum flour balls). Values are in the range of 5.42-3.26 (Roi Et flour balls) and 4.26-3.24 (Chaiyaphum flour balls). Alcohol in the wort from black glutinous rice, Lum Pua, values ranged from 0-10.2% (Roi Et flour ball) and 0-11.5% (Chaiyaphum flour ball). As for Rice berry rice, the values were in the range of 0-3.3% (Roi Et flour balls) and 0-4.8% (Chaiyaphum flour balls).

Keywords: Wort Quality, Black Glutinous Rice Leum Phua, Rice Berry

นวัตกรรมอาหารสู่ชุมชน: การศึกษาคุณภาพสาโทจากข้าวเหนียวดำลิ้มผั่วและข้าวไรซ์เบอร์รี่

อาธิติยา แสนแสง¹ และปิยธิดา ทอดภักดี^{2*}

¹ วิทยาลัยอาชีวศึกษาขอนแก่น สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

² วิทยาลัยอาชีวศึกษาขอนแก่น สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

* Corresponding author: E-mail: piyathida9316@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาคุณภาพสาโทจากข้าวเหนียวดำลิ้มผั่วและข้าวไรซ์เบอร์รี่ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพที่เหมาะสมต่อการผลิตสาโท โดยใช้ลูกแป้งจาก 2 แหล่ง คือ ลูกแป้งจากร้อยเอ็ด และชัยภูมิ ผลการศึกษา พบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของสาโทที่หมักด้วยข้าวเหนียวดำลิ้มผั่ว ค่าอยู่ในช่วง 3-14°Brix (ลูกแป้งร้อยเอ็ด) และ 2-16°Brix (ลูกแป้งชัยภูมิ) ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ค่าอยู่ในช่วง 7-13°Brix (ลูกแป้งร้อยเอ็ด) และ 7.3-15.3°Brix (ลูกแป้งชัยภูมิ) ค่า pH ของสาโทจากข้าวเหนียวดำลิ้มผั่ว ค่าอยู่ในช่วง 5.51-3.32 (ลูกแป้งร้อยเอ็ด) และ 4.06-3.25 (ลูกแป้งชัยภูมิ) ส่วนข้าวไรซ์เบอร์รี่ ค่าอยู่ในช่วง 5.42-3.26 (ลูกแป้งร้อยเอ็ด) และ 4.26-3.24 (ลูกแป้งชัยภูมิ) แอลกอฮอล์ในสาโทจากข้าวเหนียวดำลิ้มผั่ว ค่าอยู่ในช่วง 0-10.2% (ลูกแป้งร้อยเอ็ด) และ 0-11.5% (ลูกแป้งชัยภูมิ) ส่วนข้าวไรซ์เบอร์รี่ ค่าอยู่ในช่วง 0-3.3% (ลูกแป้งร้อยเอ็ด) และ 0-4.8% (ลูกแป้งชัยภูมิ) เมื่อเปรียบเทียบชนิดของข้าวที่ใช้ในการหมักสาโท พบว่า ข้าวเหนียวดำลิ้มผั่วมีประสิทธิภาพในการผลิตแอลกอฮอล์สูงกว่าข้าวไรซ์เบอร์รี่

คำสำคัญ: สาโท, ข้าวเหนียวดำลิ้มผั่ว, ข้าวไรซ์เบอร์รี่

© 2025 LEJ: Learning Encouragement Journal

บทนำ

ในยุคปัจจุบันที่โลกเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ๆ การศึกษาแบบดั้งเดิมที่เน้นการท่องจำและการถ่ายทอดความรู้จากครูสู่ผู้เรียนฝ่ายเดียวไม่เพียงพออีกต่อไป ผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 จำเป็นต้องมีทักษะที่หลากหลายมากกว่าการจดจำเนื้อหา โดยเฉพาะทักษะการคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา การทำงานร่วมกัน และความสามารถในการปรับตัว ด้วยเหตุนี้ การจัดการเรียนรู้โดยใช้นวัตกรรมเป็นฐาน (Innovation-based Learning) จึงเป็นแนวทางที่มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในระบบการศึกษาสมัยใหม่การจัดการเรียนรู้โดยใช้นวัตกรรมเป็นฐานคือกระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสร้างสรรค์นวัตกรรมหรือแนวคิดใหม่ๆ ผ่านกระบวนการคิด การทดลอง การแก้ปัญหา และการลงมือปฏิบัติจริง แนวทางนี้ไม่เพียงช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาวิชาได้ลึกซึ้งขึ้น แต่ยังเสริมสร้างทักษะที่จำเป็นสำหรับการงานและการดำรงชีวิตในอนาคต กิตติกาญจน์ ปฏิพันธ์ (2567) กล่าวว่าคนคิดสร้างสรรค์ประกอบไปด้วยการมีความคิดริเริ่ม (Originality) เป็นบุคคลที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์สิ่งแปลกใหม่ อยู่เสมอ มีความยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นบุคคลที่มีความสามารถในการคิดหาคำตอบได้หลายแง่มุม ตามสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างชาญฉลาด มีความคิดคล่อง (Fluency) สามารถคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่วรวดเร็วในระยะเวลาที่จำกัด สามารถตัดสินใจได้อย่างถูกต้องแม่นยำ มีความคิดละเอียดลออ (Elaboration) เป็นบุคคลที่สามารถในการคิดสุขุม รอบคอบ คิดไตร่ตรองอย่างเป็นระบบ และมีความคิดเชิงบวก (Positive Thinking) เป็นบุคคลที่มีความคิดที่หลากหลายมิติ มองเห็นโอกาสในวิกฤติเสมอ และได้กำหนดประเด็นที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้โดยใช้นวัตกรรมเป็นฐานโดยเฉพาะอาชีพด้านอาหารและโภชนาการซึ่งกำลังเป็น Soft Power ของประเทศไทย ไว้ดังต่อไปนี้ 1) แร้งบันดาลใจ มุ่งกระตุ้นให้เกิดความท้าทาย ส่งเสริมผู้เรียนให้คิดค้นสิ่งใหม่ ๆ 2) การคิดสร้างสรรค์ 3) เทคโนโลยีและแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ 4) แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริงโดยมุ่งเน้นการออกแบบนวัตกรรม และ 5) สร้างเครือข่ายแห่งการเรียนรู้ระหว่างผู้สอน และผู้เชี่ยวชาญ สอดคล้องกับ นภาพร ก้อนมณี (2568) ที่มุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้นวัตกรรมเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

โดยกำหนดองค์ประกอบที่สำคัญไว้ 5 องค์ประกอบคือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติ ทดลอง ประเมินผลจริง 2)สภาพแวดล้อม บรรยากาศที่เอื้อต่อการคิดสร้างสรรค์ 3)เทคโนโลยี และแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายมิติ 4)แรงบันดาลใจ ที่กระตุ้นให้เกิดความท้าทายและเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ อยู่เสมอ และ 5)เครือข่ายระหว่างผู้เรียน ผู้สอน ผู้เชี่ยวชาญ

ปัจจุบันคนไทยนิยมบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพเพิ่มมากขึ้น นวัตกรรมอาหารแปรรูปอาหารจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง และรัฐบาลกำลังส่งเสริมให้เป็น Soft Power ของประเทศไทย ข้าว นับเป็นอาหารหลักของคนไทย ดังนั้นในอนาคตการแปรรูปข้าวของประเทศไทยควรมุ่งเน้นไปที่การแปรรูปข้าวที่มีคุณภาพ มีคุณค่าทางโภชนาการสูงโดยข้าวเหนียวดำลิ้มผัวเป็นหนึ่งในประเภทข้าวกลุ่มตลาดเฉพาะ และจัดอยู่ในข้าวประเภทที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ลักษณะเด่นของข้าวพันธุ์นี้คือ เป็นข้าวเหนียว เมื่อสุกแล้วจะมีลักษณะนุ่ม เหนียว มีกลิ่นหอม รวมถึงมีเยื่อหุ้มเมล็ดสีดำ นับว่ามีคุณค่าโภชนาการสูงกว่าเมล็ดข้าวที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีปกติ โดยเฉพาะสารแอนโทไซยานิน (anthocyanin) ซึ่งมีคุณสมบัติทางเภสัชวิทยา และคุณสมบัติเด่นที่สุดของแอนโทไซยานิน คือมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าวิตามินซี และอี ถึง 2 เท่า (รัตติกาน เกิดผล, 2558) ข้าวไรซ์เบอร์รี่ เป็นอีกหนึ่งในประเภทข้าวกลุ่มตลาดเฉพาะข้าวไรซ์เบอร์รี่มีคุณค่าทางอาหารสูงมากที่เด่นชัด คือ ในน้ำมันรำข้าวและรำข้าวนี้มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระที่ดี อุดมไปด้วยโฟเลตในปริมาณสูง นอกจากนี้ยังอุดมไปด้วยสารอาหารอื่น ๆ ที่มีประโยชน์ต่อร่างกายเพื่อตอบสนองผู้บริโภคในกลุ่มตลาดข้าวเฉพาะ (niche market)

สาโทเป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์พื้นบ้านของไทยที่อยู่คู่กับคนไทย สังคมไทยมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน สาโทจัดอยู่ในกลุ่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ชนิดไวน์ข้าว(Rice Wine) มีรสหวาน โดยสาโทเกิดจากกระบวนการหมักด้วยภูมิปัญญาของชาวบ้าน จะทำการหมักโดยการนำข้าวเหนียวมานึ่งล้างเมื่อข้าวออกให้แห้งหมดแล้วคลุกเคล้าด้วยหัวเชื้อแห้งที่เรียกว่า ลูกแป้งที่มีกลุ่มจุลินทรีย์ราและยีสต์ โดยราจะช่วยในการย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล และยีสต์จะช่วยย่อยน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ ซึ่งจะมีแอลกอฮอล์ไม่เกิน 15 ดีกรี หมักประมาณ 10-14 วันจนได้ผลิตภัณฑ์สาโทที่มีลักษณะที่ใสหรือขาวขุ่น การทำสาโทที่ทำมาตั้งแต่สมัยโบราณตามท้องถิ่นชนบทสำหรับดื่มเองเป็นกระบวนการทำแบบชาวบ้านไม่มีการควบคุมการผลิตมากนัก จึงทำให้รสชาติของสาโทมีความแตกต่างกันออกไป นอกจากนี้ยังมีกรรมวิธีการผลิตลูกแป้ง ซึ่งเป็นหัวเชื้อในการหมักสาโท มีส่วนผสมแตกต่างกันออกไป สาโทยังมีการทำเพื่อใช้สำหรับดื่ม สามารถเก็บไว้ได้นาน และสามารถต่อยอด รสชาติของสาโทให้ถูกปากผู้ดื่มได้ โดยการปรับแต่งกลิ่นและรสชาติ เพื่อเพิ่มรสชาติมากขึ้น (ประภัสรา ศิริจันทร์แสง, 2560)

จากคุณประโยชน์ของข้าวเหนียวลิ้มผัวและข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่กล่าวมา คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการผลิตสาโทจากข้าวเหนียวลิ้มผัวและข้าวไรซ์เบอร์รี่ เพื่อศึกษาคุณภาพของสาโทจากข้าวเหนียวและข้าวเจ้า เพื่อเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่ชื่นชอบการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์อย่างไรก็ตามการบริโภคสาโทในปริมาณมากอาจมีผลเสียต่อร่างกาย แต่ถ้าบริโภคในปริมาณที่พอเหมาะจะส่งผลดีต่อสุขภาพได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของข้าวเหนียวลิ้มผัวและข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่เหมาะสมต่อการผลิตสาโท
2. เพื่อศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ ของสาโทจากข้าวเหนียวลิ้มผัวและข้าวไรซ์เบอร์รี่

แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

สาโทเป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์พื้นบ้านของไทยที่อยู่คู่กับคนไทย สังคมไทยมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน สาโทจัดอยู่ในกลุ่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ โดยสาโทเกิดจากกระบวนการหมักด้วยวิธีภูมิปัญญาของชาวบ้าน จะทำการหมักโดยการนำข้าวเหนียวมานึ่ง ปล่อยให้แห้งแล้วคลุกเคล้าด้วยหัวเชื้อแห้งที่เรียกว่า ลูกแป้ง ที่มีกลุ่มจุลินทรีย์จำพวกแบคทีเรีย รา และยีสต์ โดยราจะช่วยในการย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล และยีสต์จะช่วยย่อยน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ สาโทไม่สามารถเก็บไว้ได้นาน นิยมผลิตตามงานบุญ งานเลี้ยงต่าง ๆ ในชุมชน ซึ่งจะมีแอลกอฮอล์ไม่เกิน 15% (โดยปริมาตร) จนได้ผลิตภัณฑ์สาโทที่มีลักษณะที่ใส หรือขาวขุ่น การทำสาโทที่ทำมาตั้งแต่สมัยโบราณตามท้องถิ่นชนบทสำหรับดื่มเองเป็นกระบวนการทำแบบชาวบ้านไม่มีการควบคุมกระบวนการผลิตมากนัก (ประภัสรา ศิริจันทร์แสง และคณะ, 2560) จึงทำให้สาโทมีคุณภาพไม่แน่นอน เช่น ความ

เข้มข้นแอลกอฮอล์ไม่คงที่ รสชาติไม่แน่นอน นอกจากนี้สาโทที่ผลิตตามท้องถิ่นมักไม่คำนึงถึงคุณภาพในด้านต่าง ๆ เช่น คุณสมบัติทางเคมีหรือคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น สี กลิ่น และรสชาติ โดยทำการหมักสาโทในไห หรือโอ่ง เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักมักจะบริโภคจากไหหรือโอ่งทันที (ผกามาศ ราชนนตรี และอิสราภรณ์ สมบุญวัฒนกุล, 2564) สาโทสามารถแบ่งได้ตามคุณสมบัติทางสีของผลิตภัณฑ์ได้เป็น 2 ประเภท คือสาโทน้ำขาวได้จากการหมักข้าวเหนียวขาว และสาโทน้ำแดงได้จากการหมักข้าวเหนียวดำ

ข้าวเหนียวดำลิ้มผิว เป็นข้าวเหนียวที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวกล้องสีดำไวต่อช่วงแสง อายุการเก็บเกี่ยวประมาณกลางเดือนตุลาคม ลักษณะทรงก่อดั้งตันแข็ง ไม่ล้มง่าย ปล้องสีเหลืองอ่อน กาบใบและใบสีเขียว ลิ้นใบสีน้ำตาลอ่อน ทุใบสีเหลืองน้ำตาล ใบธงหักลง คอรวงยาว รวงค่อนข้างแน่น เปลือกเมล็ดระยะออกรวง 50% มีสีเขียวอ่อน เมื่อระยะน้ำนมเปลือกเมล็ดเปลี่ยนสีเป็นแถบสีม่วงด้านบนพื้นสีเขียวอ่อน ต่อมาเมื่อเข้าสู่ระยะแป้งแข็งสีเปลือกเมล็ดจะเปลี่ยนเป็นสีฟาง แถบม่วงดำ และเมื่อข้าวเข้าสู่ระยะสุกแก่สีเปลือกเมล็ดเปลี่ยนเป็นสีฟางแถบดำหรือสีฟาง ความสูงเฉลี่ย 151 เซนติเมตร น้ำหนักข้าวเปลือก 10.4 กิโลกรัมต่อถัง ข้าวเปลือก 1,000 เมล็ดหนัก 38.1 กรัม เปลือก เมล็ดสีฟางแถบดำ ข้าวเปลือกยาว 10.7 มิลลิเมตร หนา 1.9 มิลลิเมตร คุณภาพการสีดีได้ข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าว 48.2 เปอร์เซ็นต์การสลายเมล็ดในด่างที่ 1.4 และ 1.7 เปอร์เซ็นต์ KOH ต่ำ อุณหภูมิแป้งสุกต่ำ อัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวสุกปกติ ระยะพักตัว 5 สัปดาห์ ลักษณะเด่นของข้าวพันธุ์นี้ คือ เมล็ดมีคุณค่าทางโภชนาการสูงโดยเฉพาะมีสารต้านอนุมูลอิสระ ข้าวกล้องเมื่อหุงสุกมีกลิ่นหอม ลักษณะสัมผัสเมื่อแรกเคี้ยวจะกรุบ หนึบ ภายในนุ่มเหนียว (รัตติกาน เกิดผล, 2558)

ข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นข้าวที่เกิดขึ้นใหม่ จากการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างข้าวเจ้าหอมนิล และข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีลักษณะเป็นข้าวเจ้าสีม่วงเข้ม ซึ่งสีม่วงเข้มที่พบในข้าวไรซ์เบอร์รี่ (Riceberry) เกิดขึ้นตามธรรมชาติมีส่วนประกอบเป็นสารแอนโทไซยานิน คือ รงควัตถุหรือสารสีที่สามารถละลายน้ำได้ดี และจัดอยู่ในกลุ่มของฟลาโวนอยด์หรือสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพสูง ข้าวไรซ์เบอร์รี่ มีเมล็ดเรียวยาว ผิวมันวาว มีกลิ่นหอมเป็นเอกลักษณ์ สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี โดยมีอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 130 วัน ปัจจุบันข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นข้าวที่เปี่ยมด้วยคุณค่าทางอาหาร และเป็นที่นิยมรับประทานกันมากขึ้นสำหรับคนรักสุขภาพ มีสารอาหารต่าง ๆ มากมายเป็นสายพันธุ์ข้าวที่มีสารต้านอนุมูลอิสระที่สูง ซึ่งช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็ง โรคหัวใจ โรคความดันโลหิตสูง โรคหลอดเลือด และช่วยบำรุงร่างกาย (สุนทร ตรีนันทวัน, 2559) จึงเหมาะกับผู้ป่วยเบาหวาน เนื่องจากมีสรรพคุณช่วยลดระดับไขมันและคอเลสเตอรอล ช่วยทำให้ระบบขับถ่ายทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น นักวิจัยจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และมหาวิทยาลัยมหิดลได้ร่วมกันศึกษาผลของการรับประทานข้าวไรซ์เบอร์รี่ ในผู้ป่วยโรคเบาหวาน พบว่าสามารถช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ดีขึ้น เนื่องจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ มีดัชนีน้ำตาลต่ำกว่าข้าวขัดสีพันธุ์เดียวกัน การทานอาหารที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำจะช่วยให้เซลล์ร่างกาย ใช้อินซูลินได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้นเซลล์จะรับน้ำตาลในเลือดไปใช้เป็นพลังงานได้มากขึ้นทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดลดต่ำลง ข้าวไรซ์เบอร์รี่จึงจัดเป็นทางเลือกใหม่เพื่อสุขภาพที่ดีสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวานและผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก (ไชยกร เก็บเงิน, 2562)

สาโทเป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์พื้นบ้านของ ไทยที่อยู่คู่กับคนไทย สังคมไทย มาตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน สาโทจัดอยู่ในกลุ่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ โดยสาโทเกิดจากกระบวนการหมักด้วยวิธีภูมิปัญญาของชาวบ้าน จะทำการหมักโดยการนำข้าวเหนียวมานึ่ง ปล่อยให้แห้งแล้วคลุกเคล้าด้วยหัวเชื้อแห้งที่เรียกว่า ลูกแป้ง ที่มีกลุ่มจุลินทรีย์จำพวกแบคทีเรีย รา และยีสต์ โดยราจะช่วยในการย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล และยีสต์จะช่วยย่อยน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ สาโทไม่สามารถเก็บไว้ได้นาน นิยมผลิตตามงานบุญ งานเลี้ยงต่าง ๆ ในชุมชน ซึ่งจะมีแอลกอฮอล์ไม่เกิน 15% (โดยปริมาตร) จนได้ผลิตภัณฑ์สาโทที่มีลักษณะที่ใส หรือขาวขุ่น การทำสาโทที่ทำมาตั้งแต่สมัยโบราณตามท้องถิ่นชนบทสำหรับดื่มเองเป็นกระบวนการทำแบบชาวบ้านไม่มีการควบคุมกระบวนการผลิตมากนัก (ประภัสรา ศิริจันทร์แสง และคณะ, 2560) จึงทำให้สาโทมีคุณภาพไม่แน่นอน เช่น ความเข้มข้นแอลกอฮอล์ไม่คงที่ รสชาติไม่แน่นอน นอกจากนี้สาโทที่ผลิตตามท้องถิ่นมักไม่คำนึงถึงคุณภาพในด้านต่าง ๆ เช่น คุณสมบัติทางเคมีหรือคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น สี กลิ่น และรสชาติ โดยทำการหมักสาโทในไห หรือโอ่ง เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักมักจะบริโภคจากไหหรือโอ่งทันที (ผกามาศ ราชนนตรี และอิสราภรณ์ สมบุญวัฒนกุล, 2564) สาโทสามารถแบ่งได้ตามคุณสมบัติทางสีของผลิตภัณฑ์ได้เป็น 2 ประเภท คือสาโทน้ำขาวได้จากการหมักข้าวเหนียวขาว และสาโทน้ำแดงได้จากการหมักข้าวเหนียวดำ

ข้าวเหนียวดำลิ้มผิว เป็นข้าวเหนียวที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวกล้องสีดำไวต่อช่วงแสง อายุการเก็บเกี่ยวประมาณกลางเดือนตุลาคม ลักษณะทรงกอตั้งต้นแข็ง ไม่ล้มง่าย ปล้องสีเหลืองอ่อน กาบใบและใบสีเขียว ล้นใบสีน้ำตาลอ่อน หูใบสีเหลืองน้ำตาล ใบธงหักลง คอรวงยาว รวงค่อนข้างแน่น เปลือกเมล็ดระยะออกรวง 50% มีสีเขียวอ่อน เมื่อระยะน้ำนมเปลือกเมล็ดเปลี่ยนสีเป็นแถบสีม่วงด้านบนพื้นสีเขียวอ่อน ต่อมาเมื่อเข้าสู่ระยะแป้งแข็งสีเปลือกเมล็ดจะเปลี่ยนเป็นสีฟางแถบดำหรือสีฟาง ความสูงเฉลี่ย 151 เซนติเมตร น้ำหนักข้าวเปลือก 10.4 กิโลกรัมต่อถัง ข้าวเปลือก 1,000 เมล็ดหนัก 38.1 กรัม เปลือก เมล็ดสีฟางแถบดำ ข้าวเปลือกยาว 10.7 มิลลิเมตร หนา 1.9 มิลลิเมตร คุณภาพการสีได้ข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าว 48.2 เปอร์เซ็นต์ การสลายเมล็ดในด่างที่ 1.4 และ 1.7 เปอร์เซ็นต์ KOH ต่ำ อุณหภูมิแป้งสุกต่ำ อัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวสุกปกติ ระยะพักตัว 5 สัปดาห์ ลักษณะเด่นของข้าวพันธุ์นี้คือเมล็ดมีคุณค่าทางโภชนาการสูงโดยเฉพาะมีสารต้านอนุมูลอิสระ ข้าวกล้องเมื่อหุงสุกมีกลิ่นหอม ลักษณะสัมผัสเมื่อแรกเคี้ยวจะกรุบ หนึบ ภายในนุ่มเหนียว (รัตติกาน เกิดผล, 2558)

ข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นข้าวที่เกิดขึ้นใหม่ จากการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างข้าวเจ้าหอมนิล และข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีลักษณะเป็นข้าวเจ้าสีม่วงเข้ม ซึ่งสีม่วงเข้มที่พบในข้าวไรซ์เบอร์รี่ (Riceberry) เกิดขึ้นตามธรรมชาติมีส่วนประกอบเป็นสารแอนโทไซยานิน คือ รงควัตถุหรือสารสีที่สามารถละลายน้ำได้ดี และจัดอยู่ในกลุ่มของฟลาโวนอยด์หรือสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพสูง ข้าวไรซ์เบอร์รี่ มีเมล็ดเรียวยาว ผิวมันวาว มีกลิ่นหอมเป็นเอกลักษณ์ สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี โดยมีอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 130 วัน ปัจจุบันข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นข้าวที่เปี่ยมด้วยคุณค่าทางอาหาร และเป็นที่นิยมรับประทานกันมากขึ้นสำหรับคนรักสุขภาพ มีสารอาหารต่าง ๆ มากมายเป็นสายพันธุ์ข้าวที่มีสารต้านอนุมูลอิสระที่สูง ซึ่งช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็ง โรคหัวใจ โรคความดันโลหิตสูง โรคหลอดเลือด และช่วยบำรุงร่างกาย (สุนทร ตรีนันทวัน, 2559) จึงเหมาะกับผู้ป่วยเบาหวาน เนื่องจากมีสรรพคุณช่วยลดระดับไขมันและคอเลสเตอรอล ช่วยทำให้ระบบขับถ่ายทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น นักวิจัยจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และมหาวิทยาลัยมหิดลได้ร่วมกันศึกษาผลของการรับประทานข้าวไรซ์เบอร์รี่ ในผู้ป่วยโรคเบาหวาน พบว่าสามารถช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ดีขึ้น เนื่องจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ มีดัชนีน้ำตาลต่ำกว่าข้าวขัดสีพันธุ์เดียวกัน การทานอาหารที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำจะช่วยให้เซลล์ร่างกาย ใช้อินซูลินได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้นเซลล์จะรับน้ำตาลในเลือดไปใช้เป็นพลังงานได้มากขึ้นทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดลดต่ำลง ข้าวไรซ์เบอร์รี่จึงจัดเป็นทางเลือกใหม่เพื่อสุขภาพที่ดีในระยะยาวสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก (ไชยกร เก็บเงิน, 2562) ลูกแบ่งนับเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นที่น่าสนใจ ซึ่งมีผลอย่างมากต่อคุณภาพของลูกแบ่งโดยตรง ในลูกแบ่งประกอบด้วยจุลินทรีย์หลายชนิด ได้แก่ รากลุ่ม *Amylomyces* sp. *Rhizopus* sp. และ *Aspergillus* sp. ส่วนยีสต์เป็นกลุ่ม *Saccharomyces* sp. เป็นต้น แบคทีเรียที่ทำให้คุณภาพสาโทลดลงและไม่เป็นที่ต้องการได้แก่ กลุ่ม *Acetobacter* sp. และ *Bacillus* sp. เป็นจุลินทรีย์ที่ทำให้รสชาติสาโทเปรี้ยวมากเป็นผลจากการปนเปื้อน จากการเก็บรักษาลูกแบ่งและจากวัตถุดิบที่ใช้ในการปั้นลูกแบ่ง ในทางปฏิบัติการลดการปนเปื้อนแบคทีเรียกลุ่มนี้ นิยมใช้สมุนไพร ซึ่งมีประวัติการใช้และอัตราส่วนแตกต่างกันไปตามท้องถิ่น ในปริมาณที่เหมาะสมจะส่งผลต่อคุณภาพของสาโทให้มีคุณภาพที่ดี และมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวของสี มีกลิ่นและรสชาติที่ดี (วีระสิทธิ์ กัลป์ยาภฤต และคณะ, ม.ป.ป.)

ประภาพันท์ ศิริจันทร์แสง (2563) ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่องการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีประสาทสัมผัสและการต้านอนุมูลอิสระของสาโทข้าวเจ้า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมี ประสาทสัมผัส และการต้านอนุมูลอิสระของสาโทข้าวเจ้า 3 ชนิด คือข้าวจีบ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ และข้าวผกาอำปิล โดยใช้ลูกแบ่ง 10 กรัม ต่อข้าว 3 กิโลกรัม และผ่านน้ำโดยการเติมน้ำเชื่อมความเข้มข้น 12 องศาบริกซ์ ปริมาตร 1.50 ลิตรต่อข้าว 1 กิโลกรัม ผลการทดลอง การหมักสาโทเป็นเวลา 7 วัน พบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอยู่ระหว่าง 10.00-19.60 องศาบริกซ์ ปริมาณแอลกอฮอล์ 1.20-11.00 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตร น้ำตาลรีดิวซ์ 0.13 ± 0.01 - 1.13 ± 0.12 กรัมต่อลิตร น้ำตาลทั้งหมด 1.46 ± 0.09 - 9.28 ± 0.20 กรัมต่อลิตร ปริมาณกรดทั้งหมด 4.50 ± 0.00 - 10.65 ± 0.00 กรัมต่อลิตร จากการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ พบว่า ในสาโทข้าวจีบ สาโทข้าวไรซ์เบอร์รี่ และสาโทข้าวผกาอำปิล มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระอยู่ในช่วง 79.91 ± 0.49 ถึง 87.25 ± 0.00 , 78.14 ± 0.73 ถึง 86.85 ± 0.57 และ 75.16 ± 9.32 ถึง 87.14 ± 0.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การทดสอบคุณภาพ

ทางประสาทสัมผัส พบว่า ค่าคะแนนความชอบโดยรวมของสาโทข้าวจีบมีค่ามากที่สุด คือ 11.90 ± 4.16 คะแนน รองลงมา คือ สาโทข้าวไรซ์เบอร์รี่ และสาโทข้าวผกาอำปี้ล ซึ่งมีค่าคะแนนเท่ากับ 10.47 ± 4.52 และ 9.70 ± 5.27 คะแนน ตามลำดับ

ผกามาศ ราชนนตรี และอิสราภรณ์ สมบุญวัฒนกุล (2564) ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์สาโทมะม่วงและแยมมะม่วง เพื่อเพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตรในท้องถิ่น อำเภอนาเชือก จังหวัดมหาสารคาม มีวัตถุประสงค์ในการศึกษากระบวนการผลิตสาโทและแยมมะม่วงมหาชนก โดยการแปรรูปปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต คือ ปริมาณหัวเชื้อตั้งต้น (ลูกแป้ง) อัตราส่วนของมะม่วงมหาชนกต่อน้ำ ที่ใช้เป็นน้ำผ่าในกระบวนการผลิตสาโทมะม่วงมหาชนก และปริมาณเพคตินที่มีผลต่อคะแนนความพึงพอใจและคุณลักษณะของแยมมะม่วงมหาชนก ผลการวิจัย พบว่า ปริมาณลูกแป้งตั้งต้น 0.06, 0.12, 0.18 และ 0.24% (โดยน้ำหนัก) ให้ปริมาณแอลกอฮอล์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 9.00-10.25% และที่อัตราส่วนมะม่วงมหาชนก ต่อน้ำเท่ากับ 1:5 มีค่าคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น รสชาติและความชอบโดยรวมสูงกว่าน้ำมะม่วงอัตราส่วน 1:3 และชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนปริมาณเพคตินที่เหมาะสมต่อการผลิตแยมมะม่วงมหาชนกเท่ากับ 1% (โดยน้ำหนัก) ทำให้แยมมีค่าความหนืดเท่ากับ 21,971.00 cP ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับแยมมะม่วงที่ใช้เป็นตัวควบคุม และมีคะแนนความพึงพอใจต่อลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ การปาดทา (ความหนืด) เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีคะแนนอยู่ระหว่าง 5.64 – 6.82 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยจนถึงชอบปานกลาง นอกจากนี้ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาสาโทและแยมมะม่วงมหาชนกที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 60 วัน พบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด แบคทีเรียโคลิฟอร์มและ *E. coli* ยีสต์และรา มีความปลอดภัยตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์สาโทและแยม ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขและมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

วิธีดำเนินการวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัยครั้งนี้ใช้การวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) มีวิธีดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษาประสิทธิภาพของข้าวเหนียวดำลิ้มผิวและข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่เหมาะสมต่อการผลิตสาโท ทำการหมักสาโทโดยใช้ข้าวเหนียวดำลิ้มผิวและข้าวไรซ์เบอร์รี่ โดยใช้ลูกแป้งจาก 2 แหล่ง คือ ลูกแป้งจากจังหวัดร้อยเอ็ด และจังหวัดชัยภูมิ วิธีการดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณข้าวทั้ง 2 ชนิด และลูกแป้งทั้ง 2 แหล่ง ในการทำสาโท

การทดลองที่	ชนิดของข้าว	ปริมาณ (กรัม)	ชนิดลูกแป้ง	ปริมาณ (กรัม)
1	ข้าวเหนียวลิ้มผิว	1,500	ร้อยเอ็ด	3
2	ข้าวไรซ์เบอร์รี่	1,500	ร้อยเอ็ด	3
3	ข้าวเหนียวลิ้มผิว	1,500	ชัยภูมิ	3
4	ข้าวไรซ์เบอร์รี่	1,500	ชัยภูมิ	3

หมายเหตุ : ดัดแปลงวิธีการจาก ชูชาติ กุดเป่ง (2559)

การศึกษาประสิทธิภาพของข้าวเหนียวดำลิ้มผิวและข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่เหมาะสมต่อการผลิตสาโท ทำการหมักสาโทโดยใช้ข้าวเหนียวดำลิ้มผิวและข้าวไรซ์เบอร์รี่ โดยใช้ลูกแป้งจาก 2 แหล่ง คือ ลูกแป้งจากจังหวัดร้อยเอ็ด และจังหวัดชัยภูมิ วิธีการ ดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณข้าวทั้ง 2 ชนิด และลูกแบ่งทั้ง 2 แหล่ง ในการทำสาโท

การทดลองที่	ชนิดของข้าว	ปริมาณ (กรัม)	ชนิดลูกแบ่ง	ปริมาณ (กรัม)
1	ข้าวเหนียวลิ้มผัว	1,500	ร้อยเอ็ด	3
2	ข้าวไรซ์เบอร์รี่	1,500	ร้อยเอ็ด	3
3	ข้าวเหนียวลิ้มผัว	1,500	ชัยภูมิ	3
4	ข้าวไรซ์เบอร์รี่	1,500	ชัยภูมิ	3

หมายเหตุ : ดัดแปลงวิธีการจาก ชูชาติ กุดเป่ง (2559)

- นำข้าวเหนียวดำลิ้มผัวแช่น้ำ 4-6 ชั่วโมง หรือข้ามคืน แล้วนำไปนึ่งจนสุก
 - นำข้าวไรซ์เบอร์รี่มาหุงให้สุก
 - นำข้าวสุกปริมาณ 1500 กรัม ใส่ลงขวดแก้วขนาด 5 ลิตร ปิดจุกด้วยสำลี นำไปฆ่าเชื้อในหม้อ Autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส (°C) เป็นเวลา 15 นาที พักไว้ให้เย็น
 - นำลูกแบ่งบดละเอียดปริมาณ 3 กรัม มาคลุกเคล้าให้เข้ากันด้วยวิธีการปลอดเชื้อ ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 วัน
 - เมื่อครบ 4 วัน เติมน้ำที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วปริมาตร 1500 มิลลิลิตร แล้วหมักต่อเป็นระยะเวลา 14 วัน ในระหว่างการหมัก ทำการสุ่มตัวอย่างวัดค่า pH , ค่าของแข็งที่ละลายได้ (%TSS) และปริมาณแอลกอฮอล์
 - เมื่อครบ 14 วัน ทำการตกตะกอนด้วยไข่ขาว คนไข่ขาวในสาโทที่หมักเสร็จ ปริมาณ 4 ฟอง ต่อสาโท 4.5 ลิตร แล้วนำไปต้มที่อุณหภูมิ 60 °C เวลา 15-30 นาที ทิ้งไว้ 1 วัน ให้ตกตะกอนแล้วแยกส่วนใส่ออก
2. การศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ ของสาโทจากข้าวเหนียวดำลิ้มผัวและข้าวไรซ์เบอร์รี่
- ทำการศึกษาคุณสมบัติด้านต่าง ๆ โดยการสุ่มตัวอย่างจากข้อ 2.5 มาวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณแอลกอฮอล์ ในระหว่างการหมักสาโท (ทำการวิเคราะห์ทุก 2 วัน ระยะเวลา 14 วัน)
- 2.1 วิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Soluble Solid, TSS) วิเคราะห์ด้วยเครื่อง Hand refractometer โดยใช้หลอดหยดดูดสารตัวอย่างที่ต้องการวัดหยดลงบนแผ่นปริซึม 1-2 หยด ปิดฝาครอบ และอ่านค่าตรงระดับเส้นรอยต่อที่ตัดกับพื้นสีฟ้า
 - 2.2 วิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง
วัดค่าด้วยเครื่อง pH meter ยี่ห้อ BANTE รุ่น PHS 3BW
 - 2.3 วิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์
วิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ด้วยเครื่อง Ebulliometer โดยการหาจุดเดือดของน้ำกลั่นเปรียบเทียบกับจุดเดือดของสาโท

สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

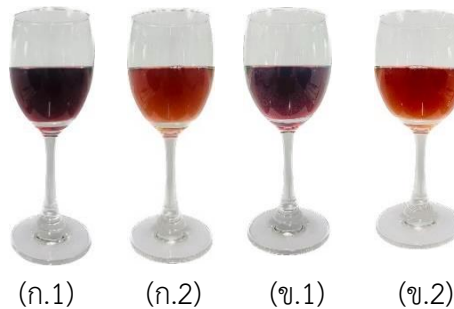
ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาประสิทธิภาพของข้าวเหนียวดำลิ้มผัวและข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่เหมาะสมต่อการผลิตสาโท

ผลของการหมักสาโทโดยใช้ข้าวเหนียวดำลิ้มผัวและข้าวไรซ์เบอร์รี่ โดยใช้ลูกแบ่งจาก 2 แหล่ง คือ ลูกแบ่งจากจังหวัดร้อยเอ็ด และลูกแบ่งจากจังหวัดชัยภูมิ ลักษณะปรากฏดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ข้าวเหนียวดำลิ้มผิว (ก) และข้าวไรซ์เบอร์รี่ (ข)



ภาพที่ 2 สาโทจากข้าวเหนียวดำลิ้มผิว (ก.1,ข.1) และข้าวไรซ์เบอร์รี่ (ก.2,ข.2) ลูกแป้งร้อยเอ็ด (ก) ลูกแป้งชัยภูมิ(ข)

จากภาพที่ 2 คุณลักษณะทางกายภาพของสาโทจากข้าวทั้ง 2 ชนิด ที่ผลิตจากลูกแป้งร้อยเอ็ดและลูกแป้งชัยภูมิ พบว่า สาโทมีความใส และความขุ่นเป็นไปตามลักษณะของข้าวแต่ละชนิด มีสีเป็นไปตามธรรมชาติของข้าวที่ใช้หมักสาโท โดยข้าวเหนียวดำลิ้มผิวมีสีม่วงเข้ม ส่วนข้าวไรซ์เบอร์รี่จะมีสีแดงอมม่วง

2. การศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ ของสาโทจากข้าวเหนียวดำลิ้มผิวและข้าวไรซ์เบอร์รี่

จากการศึกษาประสิทธิภาพของข้าวที่เหมาะสมในการผลิตสาโทจากข้าวเหนียวดำลิ้มผิวและข้าวไรซ์เบอร์รี่ ผลของข้าวทั้ง 2 ชนิด และลูกแป้ง 2 แหล่ง คือ ลูกแป้งจังหวัดร้อยเอ็ดและลูกแป้งจังหวัดชัยภูมิ แสดงผลปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ($^{\circ}\text{Brix}$) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณแอลกอฮอล์ (ร้อยละโดยปริมาตร) แสดงดังภาพที่ 4.3-4.5

2.1 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของข้าวเหนียวดำลิ้มผิวและข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่เหมาะสมต่อการผลิตสาโท

ผลของการหมักสาโทโดยใช้ข้าวเหนียวดำลิ้มผิวและข้าวไรซ์เบอร์รี่ โดยใช้ลูกแป้งจาก 2 แหล่ง คือ ลูกแป้งจากจังหวัดร้อยเอ็ด และลูกแป้งจากจังหวัดชัยภูมิ ลักษณะปรากฏดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ข้าวเหนียวดำลิ้มผิว (ก) และข้าวไรซ์เบอร์รี่ (ข)



ภาพที่ 4 สาโทจากข้าวเหนียวดำลิ้มผัว (ก.1,ข.1) และข้าวไรซ์เบอร์รี่ (ก.2,ข.2) ลูกแป้งร้อยเอ็ด (ก) ลูกแป้งชัยภูมิ(ข)

จากภาพที่ 4 คุณลักษณะทางกายภาพของสาโทจากข้าวทั้ง 2 ชนิด ที่ผลิตจากลูกแป้งร้อยเอ็ดและลูกแป้งชัยภูมิ พบว่า สาโทมีความใส และความขุ่นเป็นไปตามลักษณะของข้าวแต่ละชนิด มีสีเป็นไปตามธรรมชาติของข้าวที่ใช้หมักสาโท โดยข้าวเหนียวดำลิ้มผัวมีสีม่วงเข้ม ส่วนข้าวไรซ์เบอร์รี่จะมีสีแดงอมม่วง

2.2 การศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ ของสาโทจากข้าวเหนียวดำลิ้มผัวและข้าวไรซ์เบอร์รี่

จากการศึกษาประสิทธิภาพของข้าวที่เหมาะสมในการผลิตสาโทจากข้าวเหนียวดำลิ้มผัวและข้าวไรซ์เบอร์รี่ ผลของข้าวทั้ง 2 ชนิด และลูกแป้ง 2 แหล่ง คือ ลูกแป้งจังหวัดร้อยเอ็ดและลูกแป้งจังหวัดชัยภูมิ แสดงผลปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ($^{\circ}\text{Brix}$) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณแอลกอฮอล์ (ร้อยละโดยปริมาตร) แสดงดังภาพที่ 3-4

2.2.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในสาโทจากข้าวเหนียวดำลิ้มผัว และข้าวไรซ์เบอร์รี่ โดยใช้ลูกแป้ง 2 แหล่ง ผลการทดลองดังภาพที่ 3 (ก) ลูกแป้งร้อยเอ็ด พบว่า ค่าเริ่มต้นของข้าวเหนียวดำลิ้มผัว มีค่าเท่ากับ 3°Brix ข้าวเหนียวดำลิ้มผัว มีค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอยู่ในช่วง $3-14^{\circ}\text{Brix}$ (ตลอดระยะเวลาการหมัก 14 วัน) ซึ่งในวันที่ 2 ของการหมัก พบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 14°Brix และมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาในการหมักจนถึงวันที่ 14 มีค่าเท่ากับ 7°Brix ส่วนข้าวไรซ์เบอร์รี่ มีค่าอยู่ในช่วง $7-13^{\circ}\text{Brix}$ (ตลอดระยะเวลาการหมัก 14 วัน) โดยพบว่าในวันที่ 0 มีค่าเท่ากับ 7°Brix ในวันที่ 2 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 13°Brix และมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาในการหมักจนถึงวันที่ 14 มีค่าเท่ากับ 7°Brix ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายได้ที่หมักด้วยลูกแป้งชัยภูมิ พบว่า ค่าเริ่มต้นของข้าวเหนียวดำลิ้มผัวมีค่าเท่ากับ 2°Brix ตลอดระยะเวลาในการหมัก 14 วัน ของข้าวเหนียวดำลิ้มผัวมีค่าอยู่ในช่วง $2-16^{\circ}\text{Brix}$ โดยพบว่า ในวันที่ 2 ของการหมักมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 16°Brix และมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาในการหมักจนถึงวันที่ 14 ของการหมัก มีค่าเท่ากับ 7°Brix ส่วนข้าวไรซ์เบอร์รี่ มีค่าอยู่ในช่วง $7.3-15.3^{\circ}\text{Brix}$ โดยพบว่าในวันที่ 2 ค่าบริกซ์ มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 15.3°Brix และมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาในการหมักจนถึงวันที่ 14 มีค่าเท่ากับ 7.3°Brix

2.2.2 ผลการวิเคราะห์ค่า pH ในสาโทตั้งแต่วันที่ 0 ถึงวันที่ 14 ของการหมัก พบว่า ลูกแป้งร้อยเอ็ดที่หมักด้วยข้าวเหนียวดำลิ้มผัวในวันที่ 0 มีค่า pH สูงที่สุดเท่ากับ 5.51 และข้าวไรซ์เบอร์รี่ในวันที่ 0 มีค่า pH สูงที่สุดเท่ากับ 5.42 พบว่า ในวันที่ 2-14 ของการหมัก ค่า pH ของข้าวทั้ง 2 ชนิด มีแนวโน้มไปทางเดียวกัน และมีค่า pH ใกล้เคียงกัน ลูกแป้งชัยภูมิที่หมักด้วยข้าวเหนียวดำลิ้มผัว ในวันที่ 0 มีค่า pH สูงที่สุดเท่ากับ 4.06 และข้าวไรซ์เบอร์รี่ในวันที่ 0 มีค่า pH สูงที่สุดเท่ากับ 4.26 โดยพบว่าในวันที่ 2-14 ของการหมักค่า pH ของข้าวทั้ง 2 ชนิด มีแนวโน้มไปทางเดียวกัน ซึ่งค่าที่ได้ใกล้เคียงกัน

2.2.3 ผลการวัดปริมาณแอลกอฮอล์ในสาโทตั้งแต่วันที่ 0 ถึงวันที่ 14 ของการหมัก พบว่า ลูกแป้งร้อยเอ็ดที่หมักด้วยข้าวเหนียวดำลิ้มผัวในวันที่ 0 และวันที่ 2 ยังไม่มีการผลิตแอลกอฮอล์ โดยวันที่ 4, 6, 8, 10, 12 และ 14 มีค่าเท่ากับ 1.5%, 5.5%, 6%, 7.5%, 10% และ 10.2% ตามลำดับ ส่วนข้าวไรซ์เบอร์รี่ในวันที่ 0 และวันที่ 2 ยังไม่มีการผลิตแอลกอฮอล์เช่นกัน โดยวันที่ 4, 6, 8, 10, 12 และ 14 มีค่าเท่ากับ 1.5%, 1.8%, 2.8%, 3%, 3% และ 3.3% ตามลำดับ การหมักด้วยลูกแป้งชัยภูมิตั้งแต่วันที่ 0 ถึงวันที่ 14 ของการหมัก พบว่า ข้าวเหนียวดำลิ้มผัวในวันที่ 0 และวันที่ 2 ยังไม่มีการผลิตแอลกอฮอล์ โดยวันที่ 4, 6, 8, 10, 12 และ 14 มีค่าเท่ากับ 2%, 6.5%, 7%, 8.9%, 10.5% และ 11.5% ตามลำดับ ส่วนข้าวไรซ์เบอร์รี่ในวันที่ 0 และวันที่ 2 ยังไม่มีการผลิตแอลกอฮอล์เช่นเดียวกับลูกแป้งร้อยเอ็ด โดยวันที่ 4, 6, 8, 10, 12 และ 14 มีค่าเท่ากับ 1.5%, 2.2%, 3%, 4.1%, 4.5% และ 4.8%

อภิปรายผล

การวิจัย เรื่องการศึกษาคุณภาพสาโทจากข้าวเหนียวดำลิ้มผั่วและข้าวไรซ์เบอร์รี่ จากการทดลองมีประเด็นสำคัญที่ควรนำมาอภิปรายผล ดังต่อไปนี้

ผลการศึกษาประสิทธิภาพของข้าวเหนียวดำลิ้มผั่วและข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่เหมาะสมต่อการผลิตสาโทลักษณะปรากฏของสาโทจากข้าวทั้ง 2 ชนิด และลูกแป้งจาก 2 แหล่ง พบว่า สาโทที่หมักด้วยข้าวทั้ง 2 ชนิด มีความใส และความขุ่นเป็นไปตามลักษณะของข้าวแต่ละชนิด มีสีเป็นไปตามธรรมชาติของข้าวที่ใช้หมักสาโท มีกลิ่นหอมของแอลกอฮอล์ ลักษณะปรากฏด้านสี ข้าวเหนียวดำลิ้มผั่วจะมีสีเข้มกว่าข้าวไรซ์เบอร์รี่ เมื่อพิจารณาคุณสมบัติต่าง ๆ ของสาโทจากข้าวเหนียวดำลิ้มผั่วและข้าวไรซ์เบอร์รี่ พบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของสาโทจากข้าวเหนียวดำลิ้มผั่ว ตลอดระยะเวลาในการหมัก 14 วัน ค่าอยู่ในช่วง 3-14°Brix (ลูกแป้งร้อยเอ็ด) และค่าอยู่ในช่วง 2-16°Brix (ลูกแป้งชัยภูมิ) ส่วนข้าวไรซ์เบอร์รี่ ตลอดระยะเวลาในการหมัก 14 วัน ค่าอยู่ในช่วง 7-13°Brix (ลูกแป้งร้อยเอ็ด) และค่าอยู่ในช่วง 7.3-15.3°Brix (ลูกแป้งชัยภูมิ) โดยค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดจะสูงที่สุดในวันที่ 2 ของการหมัก (ข้าวทั้ง 2 ชนิด และลูกแป้ง 2 แหล่ง มีความสอดคล้องกัน) หลังจากนั้นค่าจะลดลงตลอดระยะเวลาของการหมัก อาจเนื่องมาจากกระบวนการหมัก เนื่องจากช่วงแรกของการหมักเชื้อราในลูกแป้งสาโทจะย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาลส่งผลให้ค่าของแข็งที่ละลายได้สูงขึ้น หลังจากกระบวนการย่อยแป้งกลายเป็นน้ำตาลสิ้นสุดลง ยีสต์จะทำหน้าที่ต่อจากเชื้อราโดยการใช้น้ำตาลแล้วสร้างแอลกอฮอล์และคาร์บอนไดออกไซด์ จึงส่งผลให้ค่าของแข็งที่ละลายได้ลดลงตลอดระยะเวลาของการหมัก จากผลการทดลองสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชูชาติ กุดเป่ง และคณะ (2559) ที่ได้ทำการศึกษากการผลิตสาโทจากพันธ์ข้าวพื้นเมืองชนิดต่าง ๆ ในจังหวัดนครราชสีมา ปริมาณบrix จากการวิเคราะห์พบว่าจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงวันที่ 6 ของการหมัก หลังจากนั้นจะลดลงเรื่อย ๆ โดยข้าวหอมภูพานจะให้ปริมาณบrix สูงสุดเท่ากับ 17.20 องศาบrix รองลงมา คือ ข้าว กข.6 ข้าวลิ้มผั่ว ข้าวหอมมะลิ 105 ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ข้าวหอมมะลิ ดอย และข้าวหอมนิล 16.80, 14.80, 7.80, 6.00, 5.80 และ 5.60 องศาบrix ตามลำดับ และพบว่าข้าวเหนียวจะมีปริมาณบrix มากกว่าข้าวเจ้า

และยังพบว่า ค่า pH ของสาโทจากข้าวเหนียวดำลิ้มผั่ว ตลอดระยะเวลาในการหมัก 14 วัน ค่าอยู่ในช่วง 5.51-3.32 (ลูกแป้งร้อยเอ็ด) และค่าอยู่ในช่วง 4.06-3.25 (ลูกแป้งชัยภูมิ) ส่วนข้าวไรซ์เบอร์รี่ ตลอดระยะเวลาในการหมัก 14 วัน ค่าอยู่ในช่วง 5.42-3.26 (ลูกแป้งร้อยเอ็ด) และค่าอยู่ในช่วง 4.26-3.24 (ลูกแป้งชัยภูมิ) โดยค่า pH สูงที่สุดในวันที่ 0 ของการหมัก (ข้าวทั้ง 2 ชนิด และลูกแป้ง 2 แหล่ง มีความสอดคล้องกัน) ค่า pH พบว่า ข้าวเหนียวดำลิ้มผั่วที่หมักด้วยลูกแป้งร้อยเอ็ดมีค่า pH สูงที่สุดเท่ากับ 5.51 และมีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 3.32 (ในวันที่ 14 ของการหมัก) ส่วนข้าวไรซ์เบอร์รี่มีค่า pH สูงที่สุดเท่ากับ 5.42 และมีค่าต่ำที่สุด เท่ากับ 3.26 ในวันที่ 14 ของการหมักเช่นกัน ส่วนข้าวเหนียวดำลิ้มผั่ว และข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่หมักด้วยลูกแป้งชัยภูมิ พบว่า ค่า pH สูงที่สุดในวันที่ 0 ของการหมัก ค่าเท่ากับ 4.06 และ 4.26 ตามลำดับ และค่า pH ต่ำที่สุดในวันที่ 14 ของการหมัก เท่ากับ 3.25 และ 3.24 ตามลำดับ ซึ่งค่า pH ที่วัดได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชูชาติ กุดเป่ง และคณะ (2559) ที่ได้ทำการศึกษากการผลิตสาโทจากพันธ์ข้าวพื้นเมืองชนิดต่าง ๆ ในจังหวัดนครราชสีมา จำนวน 7 ชนิด มีค่า pH ที่ได้อยู่ในช่วง 3.35 - 3.88 ซึ่งการวัดค่า pH เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญอย่างหนึ่งที่มีผลต่อการหมัก และการผลิตแอลกอฮอล์

นอกจากนี้ แอลกอฮอล์ในสาโทจากข้าวเหนียวดำลิ้มผั่วตลอดระยะเวลาในการหมัก 14 วัน ค่าอยู่ในช่วง 0-10.2% (ลูกแป้งร้อยเอ็ด) และค่าอยู่ในช่วง 0-11.5% (ลูกแป้งชัยภูมิ) ส่วนข้าวไรซ์เบอร์รี่ ตลอดระยะเวลาในการหมัก 14 วัน ค่าอยู่ในช่วง 0-3.3% (ลูกแป้งร้อยเอ็ด) และค่าอยู่ในช่วง 0-4.8% (ลูกแป้งชัยภูมิ) เมื่อเปรียบเทียบชนิดของข้าวที่ใช้ในการหมักสาโท พบว่า ข้าวเหนียวดำลิ้มผั่วมีประสิทธิภาพในการผลิตแอลกอฮอล์สูงกว่าข้าวไรซ์เบอร์รี่ เนื่องจากผลที่ปรากฏโดยการหมักจากลูกแป้งทั้ง 2 แหล่งมีปริมาณแอลกอฮอล์ใกล้เคียงกัน คือ 10.2 และ 11.5% ส่วนข้าวไรซ์เบอร์รี่มีประสิทธิภาพในการผลิตแอลกอฮอล์น้อยกว่า เมื่อหมักด้วยลูกแป้งทั้ง 2 แหล่ง ปริมาณแอลกอฮอล์ใกล้เคียงกัน คือ 3.3 และ 4.8% ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชูชาติ กุดเป่ง และคณะ (2559) ที่ได้ทำการศึกษากการผลิตสาโทจากพันธ์ข้าวพื้นเมืองชนิดต่าง ๆ ในจังหวัดนครราชสีมาปริมาณแอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมัก พบว่าปริมาณแอลกอฮอล์จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงวันที่ 14 ของการหมัก โดยข้าวหอมภูพาน มีปริมาณแอลกอฮอล์สูงสุด ร้อยละ 15.30 รองลงมา คือ ข้าวลิ้มผั่ว ข้าว

หอมมะลิ 105 ข้าวขาว.6 ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ข้าวหอมมะลิติดอย และข้าวหอมนิล มีปริมาณแอลกอฮอล์ ร้อยละ 14.80, 14.30, 14.20, 13.10, 12.70 และ 11.90 ตามลำดับ และพบว่าข้าวเหนียวจะให้ปริมาณแอลกอฮอล์สูงกว่าข้าวเจ้า สรุปผลการทดลองที่ได้สาโทข้าวเหนียวดำลิ้มผิวและข้าวไรซ์เบอร์รี่มีแรงแอลกอฮอล์ไม่เกิน 15% ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่ผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.3/2546)

องค์ความรู้ใหม่จากการวิจัย

การจัดการเรียนรู้โดยใช้นวัตกรรมเป็นฐาน (Innovation-Based Learning) เป็นแนวทางการศึกษาที่เน้นให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา การออกแบบและพัฒนานวัตกรรม โดยเฉพาะในด้านนวัตกรรมอาหาร ซึ่งเป็นการผสมผสานระหว่างองค์ความรู้ด้านอาหาร เทคโนโลยี และความคิดสร้างสรรค์ ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบนวัตกรรม การทดลอง และการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่มีเอกลักษณ์ ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค นวัตกรรมอาหารที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบนี้มีศักยภาพสูงในการพัฒนาเป็น Soft Power หรืออำนาจละมุนของประเทศ เนื่องจากอาหารเป็นส่วนสำคัญของวัฒนธรรมที่สามารถสร้างความประทับใจและการยอมรับจากนานาชาติ เมื่อนวัตกรรมอาหารได้รับการพัฒนาให้มีเอกลักษณ์เฉพาะถิ่น ผสมผสานกับเทคโนโลยีสมัยใหม่ จะสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ ดึงดูดความสนใจจากต่างประเทศ และเสริมสร้างภาพลักษณ์ที่ดีให้กับประเทศ นำไปสู่การเพิ่มอรรถิพลทางวัฒนธรรม การท่องเที่ยว และการค้าระหว่างประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของสาโทที่หมักด้วยข้าวเหนียวดำลิ้มผิว ค่าอยู่ในช่วง 3-14°Brix (ลูกแบ่ง ร้อยเอ็ด) และ 2-16°Brix (ลูกแบ่งชัยภูมิ) ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ค่าอยู่ในช่วง 7-13°Brix (ลูกแบ่งร้อยเอ็ด) และ 7.3-15.3°Brix (ลูกแบ่งชัยภูมิ) ค่า pH ของสาโทจากข้าวเหนียวดำลิ้มผิว ค่าอยู่ในช่วง 5.51-3.32 (ลูกแบ่งร้อยเอ็ด) และ 4.06-3.25 (ลูกแบ่งชัยภูมิ) ส่วนข้าวไรซ์เบอร์รี่ ค่าอยู่ในช่วง 5.42-3.26 (ลูกแบ่งร้อยเอ็ด) และ 4.26-3.24 (ลูกแบ่งชัยภูมิ) แอลกอฮอล์ในสาโทจากข้าวเหนียวดำลิ้มผิว ค่าอยู่ในช่วง 0-10.2% (ลูกแบ่งร้อยเอ็ด) และ 0-11.5% (ลูกแบ่งชัยภูมิ) ส่วนข้าวไรซ์เบอร์รี่ ค่าอยู่ในช่วง 0-3.3% (ลูกแบ่งร้อยเอ็ด) และ 0-4.8% (ลูกแบ่งชัยภูมิ) เมื่อเปรียบเทียบชนิดของข้าวที่ใช้ในการหมักสาโท พบว่าข้าวเหนียวดำลิ้มผิวมีประสิทธิภาพในการผลิตแอลกอฮอล์สูงกว่าข้าวไรซ์เบอร์รี่

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาอายุการเก็บรักษา และการเปลี่ยนแปลงรสชาติของสาโทในสภาวะต่าง ๆ ของการเก็บรักษา
2. ควรมีการพัฒนารสชาติสาโทที่หมักด้วยข้าวเหนียวดำลิ้มผิวเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ ดึงดูดความสนใจจากต่างประเทศ และเสริมสร้างภาพลักษณ์ที่ดีให้กับประเทศ

เอกสารอ้างอิง

- กิตติกาญจน์ ปฏิพันธ์. (2567). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้นวัตกรรมเป็นฐาน*. สืบค้นเมื่อวันที่ 7 พ.ย. 2567. www.konsangsan.com/ibl.pdf
- กิตติกาญจน์ ปฏิพันธ์. (2567). *ความคิดสร้างสรรค์*. http://www.konsangsan.com/2019kitt/pdf/Unit1_Creativity.pdf
- ชูชาติ กุดเป่ง และคณะ. (2559). *การศึกษาการผลิตสาโทจากพันธ์ข้าวพื้นเมืองชนิดต่างๆ ในจังหวัดนครราชสีมา*. การประชุมวิจัยระดับชาติและนานาชาติ, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ไชยกร เก็บเงิน. (2562). *การพัฒนาเครื่องดื่มผงขงพร้อมดื่มจากน้ำข้าวข้าวไรซ์เบอร์รี่*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.
- นภาพร ก้อนมณี. (2568). *รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้นวัตกรรมเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์*. *วารสารครุศาสตร์ปัญญา*, 4(1), 57-67.

- ประภัสรา ศิริจันทร์แสง และคณะ. (2560). ผลของสาโทข้าวต่างสีต่อการยับยั้งเชื้อ Escherichia coli และ Staphylococcus aureus. *วารสารวิทยาศาสตร์คชสาลัน*, 39(1), 121-135.
https://science.srru.ac.th/kochasarn-files/files/10_160-k2m6ovbcHVDiapQJlhHzoB7axscVCXvPxelYcJilBp2HfzN1Vg.pdf.
- ประภัสรา ศิริจันทร์แสง และคณะ. (2560). ผลของสาโทข้าวต่างสีต่อการยับยั้งเชื้อ Escherichia coli และ Staphylococcus aureus. *วารสารวิทยาศาสตร์คชสาลัน*, 39(1), 123.
https://science.srru.ac.th/kochasarn-files/files/10_160-k2m6ovbcHVDiapQJlhHzoB7axscVCXvPxelYcJilBp2HfzN1Vg.pdf
- ประภัสรา ศิริจันทร์แสง และคณะ. (2560). ผลของสาโทข้าวต่างสีต่อการยับยั้งเชื้อ Escherichia coli และ Staphylococcus aureus. *วารสารวิทยาศาสตร์คชสาลัน*, 39(1), 121.
https://science.srru.ac.th/kochasarn-files/files/10_160-k2m6ovbcHVDiapQJlhHzoB7axscVCXvPxelYcJilBp2HfzN1Vg.pdf
- ประภาพันท์ ศิริจันทร์แสง และคณะ. (2563). การศึกษาคุณสมบัติทางเคมี ประสาทสัมผัส และการต้านอนุมูลอิสระของสาโทข้าวเจ้า. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, 26(2), 1067. <https://ojs.lib.buu.ac.th/index.php/science/article/view/7462>.
- ผกามาศ ราชมนตรี และคณะ. (2564). การพัฒนาผลิตภัณฑ์สาโทมะม่วง และแยมมะม่วงเพื่อเพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตรในท้องถิ่น. <http://research.rmu.ac.th/rdi-mis/upload/fullreport/1632295427.pdf>.
- ผกามาศ ราชมนตรี และคณะ. (2564). การพัฒนาผลิตภัณฑ์สาโทมะม่วง และแยมมะม่วงเพื่อเพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตรในท้องถิ่น. <http://research.rmu.ac.th/rdi-mis/upload/fullreport/1632295427.pdf>
- รัตติกาน เกิดผล. (2558). การปรับปรุงพันธุ์ข้าวเจ้าต้นเตี้ยให้มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีดำและกลื่น หอมโดยใช้แหล่งพันธุกรรมจากข้าวเหนียวดำลิ้มผิว. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิภาดา มุรินทร์นพมาศ. (2561). การหมักให้เกิดแอลกอฮอล์. ใน รุ่งลาวัณย์ จันทรัตน, (บ.ก.) หลักการแปรรูปและถนอมอาหาร (1), (น. 10). ศูนย์ส่งเสริมการทำผลงานวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา: สหมิตรพัฒนาการพิมพ์.
- วีระสิทธิ์ กัลยาณฤต และคณะ. (มปป.). การศึกษาการใช้จุลินทรีย์หัวเชื้อผสมเพื่อการผลิตลูกแป้งสาโท. https://agkb.lib.ku.ac.th/ku/search_detail/download_digital_file/12670/101785
- สำนักงานกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม. (2562). *เชื้อยีสต์*. <https://researchcafe.tsri.or.th/%E0%B8%A2%E0%B8%B5%E0%B8%AA%E0%B8%95%E0%B9%8C-yeasts/>
- สุนทร ตรีนันทวัน. (2559). *ข้าวไรซ์เบอร์รี่*. <https://www.scimath.org/article-science/item/4807-2016-04-04-07-25-40>