

การศึกษาการผลิตสาโทจากข้าวเหนียวขาวผสมมันเทศญี่ปุ่นและเม็ดแป้งสาคุ

Study of Sato Production with Japanese Sweet Potato and Sago Palm

จิตติมา กอหรั่งกุล

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

*ผู้เขียนหลัก (Corresponding Author) E-mail: Jittima@vru.ac.th

Received: December 9,2021

Revised: December 19,2021

Accepted: December 24,2021

บทคัดย่อ

สาโทเป็นผลิตภัณฑ์จากการหมักข้าวเหนียวนึ่งสุกผสมด้วยลูกแป้งหมัก เป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่มีรสชาติหวานหอมแตกต่างกันไปตามชนิดของข้าวที่และวัตถุดิบที่นำมาผสม งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์สาโทที่เสริม กลิ่น และสีจากมันเทศญี่ปุ่นและเม็ดแป้งสาคุ และศึกษาเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์สาโท 4 สูตร ตามอัตราส่วนข้าวเหนียวขาวต่อมันเทศญี่ปุ่นและอัตราส่วนข้าวเหนียวขาวต่อเม็ดแป้งสาคุที่แตกต่างกันดังนี้คือ 80:20 และ 50:50 โดยทำการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้ในรูปกรดแลคติก ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และทำการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส กลิ่น สี รสชาติ ของผู้บริโภคที่มีต่อสาโททั้ง 4 สูตร จำนวน 3 รอบ ผลการทดลองพบว่าผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 รอบมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดอยู่ในช่วง 5.9-8.3 องศาบริกซ์ มีปริมาณแอลกอฮอล์อยู่ในช่วงร้อยละ 4.7-7.0 มีค่าปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้ในรูปกรดแลคติกอยู่ในช่วงร้อยละ 1.20-1.48 และมีค่า pH อยู่ในช่วง 2.0-2.7 โดยพบว่าสาโทที่ใช้อัตราส่วนข้าวเหนียวขาวต่อเม็ดแป้งสาคุ 80:20 และ สาโทที่ใช้อัตราส่วนข้าวเหนียวขาวต่อมันเทศญี่ปุ่น 50:50 มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดและปริมาณแอลกอฮอล์สูงที่สุดตามลำดับ ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภคพบว่า ผลิตภัณฑ์จากการหมักทั้ง 3 ครั้ง ผู้บริโภคมีความพึงพอใจสาโทสูตรที่มีอัตราส่วนข้าวเหนียวขาวต่อมันเทศญี่ปุ่น 50:50 มากที่สุด

คำสำคัญ: สาโท, ไวน์ข้าว, มันเทศญี่ปุ่น, เม็ดสาคุ

Abstract

Sato is fermented product from cooked sticky rice and look-pang. It is alcoholic beverage that has different taste and flavor according to the different kinds of rice and component added as raw material. The proposes of this study were to develop Sato addition with aroma and color from Japanese sweet potato and Sago palm and to investigate and compare 4 formulas of Sato products which have different proportion of sticky rice to Japanese sweet potato and sticky rice to Sago palm as follow, 80:20 and 50:50. The dissolved solid, alcohol, total acidity concentration and pH were analyzed. The sensory tests for consumer satisfaction were evaluated. The Sato products were divided into 3 sets. The results show that the concentration of dissolved solid, alcohol, total acidity and pH were in the range of 5.9-8.4 °Brix, 4.7-7.0%, 1.20-1.48% and 2.0-2.7, respectively. The results indicated that the formula which has the proportion of sticky rice to Sago palm 80:20 and sticky rice to Japanese sweet potato 50:50 yield the highest dissolved solid and alcohol concentration respectively. The sensory test showed that Sato that has the proportion of sticky rice to Sago Palm 50:50 was most satisfied by consumers for all three sets.

Keywords: Sato, Rice wine, Japanese sweet potato, Sago palm

บทนำ

สาโทเป็นผลิตภัณฑ์จากการหมักข้าวเหนียวหนึ่งสุกผสมด้วยลูกแป้งหมัก ซึ่งการเจริญเติบโตของเชื้อราในลูกแป้งจะเปลี่ยนแป้งในข้าวให้เป็นน้ำตาล หลังจากนั้นเติมน้ำลงไปเพื่อปรับค่าความหวานให้มีค่าประมาณ 20-22 องศาบริกซ์และเพื่อให้ยีสต์เกิดการหมักน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ โดยกำหนดให้มีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่เกิน 15 ดีกรี (ร้อยละโดยปริมาตร) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2546) สาโทไม่สามารถเก็บไว้ได้นาน นิยมผลิตตามงานบุญ งานเลี้ยงต่างๆ ในชุมชน สาโทมีรสชาติที่แตกต่างกันออกไปตามชนิดของข้าวและวัตถุดิบที่นำมาผสม จากการศึกษาการผลิตสาโทจากพันธุ์ข้าวพื้นเมืองชนิดต่างๆ พบว่าสาโทที่ผลิตจากข้าวเหนียวส่วนมากจะมีระดับคะแนนความพึงพอใจในแต่ละด้านมากกว่าสาโทที่ผลิตจากข้าวเจ้า (ชูชาติ กุดเป่ง, วิชัย เสริมผล และวรารุณ ธนะมูล, 2559) และเพื่อเป็นการเพิ่มความหลากหลายและทางเลือกรวมถึงเสริมคุณค่าทางโภชนาการได้มีการศึกษาการผลิตสาโทจากวัตถุดิบอื่นๆ ที่ไม่ใช่ข้าวเพียงอย่างเดียว อย่างเช่น การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างข้าวเหนียว

ต่อกล้วยไข่ในการหมักสาโท (บุญยกุล รัตนพันธุ์, 2549) การศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อสาโทที่หมักจากข้าวเหนียวผสมข้าวโพดข้าวเหนียว และสาโทที่หมักจากข้าวเหนียวผสมลูกเดี๋ย (จิตติมา กอหรั่งกุล, ณัฐพร ป้อมสาหร่าย, ดวงกมล แสนสระ และรัชดาพร นาถมพลอย, 2560) การศึกษาสาโทที่ผลิตจากข้าวเหนียวลิ้มผิวและกล้วยน้ำว้าดิบ (จิตติมา กอหรั่งกุล, สุปรานี ชาติงาม, มุกดาวัลย์ จิตรภิญโญ และสัตตบุษย์ พงษ์ตัน, 2561ก) การศึกษาสาโทที่ผลิตจากถั่วเขียวเลาะเปลือกและถั่วเหลือง (จิตติมา กอหรั่งกุล, กาละเกศ กำไลเงิน, จิราภรณ์ บุญเที่ยง และนันทยา คนหลัก, 2561ข) การศึกษาสาโทที่ผลิตจากแตงไทย (จิตติมา กอหรั่งกุล, มินตรา สุวรรณรงค์, ตะวัน รุ่งแสง และพัชระ อรุณพาส, 2562) และการศึกษาการผลิตสาโทจากมันเทศและเผือกหอม (จิตติมา กอหรั่งกุล, 2564)

มันเทศญี่ปุ่นหรือมันหวานญี่ปุ่นมีลักษณะเนื้อแน่น เหนียวนุ่มละเอียดและรสชาติหวานอร่อย ปัจจุบันเกษตรกรไทยมีการปลูกมันเทศญี่ปุ่นเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากเป็นพืชที่ใช้น้ำน้อย ทนแล้งได้ดีสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี และขายได้ราคาดี ทั้งนี้มันเทศญี่ปุ่นยังมีคุณค่าทางโภชนาการสูง พืชหัวที่อุดมไปด้วยคาร์โบไฮเดรต มีสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิด ได้แก่ แอนโธไซยานิน และแคโรทีนอยด์ รวมทั้งวิตามิน เอ ซี อี บีคอมเพล็กซ์ และแร่ธาตุต่างๆ อย่างโพแทสเซียม แคลเซียม และเหล็ก (สำนักงานส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรที่ 6, 2563) สาคุเป็นพืชที่สามารถเจริญได้ดีในเขตร้อนชื้นแถบทวีปเอเชียและอเมริกาใต้ เม็ดแป้งสาคุคือแป้งที่ผลิตได้จากต้นสาคุนิยมใช้สำหรับประกอบอาหารทั้งคาวหวาน ส่วนประกอบของแป้งมีคาร์โบไฮเดรตสูงร้อยละ 84.7 (พนม อินทฤทธิ์, 2561) มันเทศญี่ปุ่นและเม็ดแป้งสาคุเป็นพืชที่มีแป้งสูงหรือที่เรียกว่า Starchy vegetable จึงถูกเปลี่ยนให้เป็นน้ำตาลได้ง่ายและสามารถเกิดการหมักกลายเป็นแอลกอฮอล์ได้ต่อไป (สำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชฯ, ม.ป.ป.)

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำมันเทศญี่ปุ่นและเม็ดแป้งสาคุมาผสมกับข้าวเหนียวขาวเพื่อผลิตสาโทเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์สาโทชนิดใหม่ที่มีคุณภาพดี เป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภค และช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับข้าวเหนียวขาวมันเทศญี่ปุ่นและเม็ดแป้งสาคุ

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษากระบวนการผลิตสาโทจากข้าวเหนียวขาวผสมมันเทศญี่ปุ่น และข้าวเหนียวขาวผสมเม็ดแป้งสาคุที่อัตราส่วนแตกต่างกัน 4 สูตร และเปรียบเทียบปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ปริมาณแอลกอฮอล์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้ในรูปกรดแลคติก รวมถึงทดสอบความพึงพอใจด้าน กลิ่น สี รสชาติ และการยอมรับโดยรวม ของผู้บริโภคที่มีต่อสาโททั้ง 4 สูตร

วิธีการวิจัย

1. การหมักสาโท

ทำการผลิตสาโทโดยการหมักข้าวเหนียวขาวร่วมกับมันเทศญี่ปุ่น และเมล็ดแป้งสาคุ ที่ผ่านการให้ความร้อนและนึ่งในอัตราส่วนดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อัตราส่วนระหว่างข้าวเหนียวขาวกับมันเทศญี่ปุ่นและข้าวเหนียวขาวกับเมล็ดแป้งสาคุ

สูตรที่	วัตถุดิบ
1	ข้าวเหนียวขาวต่อมันเทศญี่ปุ่น 50 : 50
2	ข้าวเหนียวขาวต่อมันเทศญี่ปุ่น 80 : 20
3	ข้าวเหนียวขาวต่อเมล็ดแป้งสาคุ 50 : 50
4	ข้าวเหนียวขาวต่อเมล็ดแป้งสาคุ 80 : 20

1.1. การเตรียมวัตถุดิบ

การเตรียมข้าว

นำข้าวเหนียวขาวไปล้างด้วยน้ำสะอาดเพื่อกำจัดกากข้าวและสิ่งสกปรกที่ติดมากจากข้าว น้ำข้าวที่ทำความสะอาดแล้วไปแช่ในน้ำสะอาดเพื่อให้เมล็ดข้าวนุ่มและอืดัวเป็นเวลาประมาณ 12 ชั่วโมง จากนั้นนำข้าวที่แช่ไว้ล้างด้วยน้ำสะอาดอีก 1-2 ครั้ง นำไปนึ่งให้สุกเป็นเวลา 40-60 นาที นำข้าวที่นึ่งสุกแล้วไปล้างเอายางออกให้หมดจนข้าวไม่ติดกัน จากนั้นผึ่งให้ข้าวสะเด็ดน้ำประมาณ 5 นาที

การเตรียมมันเทศญี่ปุ่นและเมล็ดแป้งสาคุ

ล้างสิ่งสกปรกหรือเศษต่างๆ ออกจากมันเทศญี่ปุ่น จนผิวสะอาดหมดจด ปอกเปลือก หั่นหัวท้าย และหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดประมาณลูกเต๋า 1x1x1 เซนติเมตร จากนั้นตั้งหม้อหนึ่งให้น้ำเดือด ใส่มันเทศญี่ปุ่นและเมล็ดแป้งสาคุลงไปในแต่ละหม้อ ใช้เวลาหนึ่งประมาณ 30-40 นาที เมื่อนึ่งสุกแล้วผึ่งให้สะเด็ดน้ำประมาณ 5 นาที

1.2. วิธีการหมัก

สาโทที่ผลิตในการทดลองนี้แบ่งออกเป็น 4 สูตร ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยใช้วัตถุดิบรวมกันให้มีน้ำหนักเริ่มต้น 2 กิโลกรัม

นำลูกแป้งที่ได้มาจากอำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษซึ่งมีลักษณะเป็นก้อนไปบดให้ละเอียด โดยขังให้ได้ 20 กรัม ต่อส่วนผสม 2 กิโลกรัม นำส่วนผสมที่เตรียมไว้มาคลุกผสมกับลูกแป้งที่บดละเอียดให้ทั่วและพรมน้ำเล็กน้อยระหว่างทำการคลุก จากนั้นบรรจุลงในโถดินเผาขนาด 6 ลิตร ที่ผ่านการลวกฆ่าเชื้อด้วยน้ำร้อน ปิดด้วยผ้าขาวบาง 4 ชั้นมัดด้วยเชือกให้แน่น ตັงบ่มทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน จากนั้นทำการผ่านน้ำ (เติมน้ำ) ที่ต้มฆ่าเชื้อแล้วโดยใช้น้ำ 0.7 ลิตร และตັงบ่มต่อไปที่

อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน เมื่อครบกำหนดทำการกรองสาโทที่ได้ และนำไปวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ปริมาณแอลกอฮอล์ ค่า pH และปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้ในรูปกรดแลคติก โดยทำการทดลองสามซ้ำ จากนั้นนำสาโทที่ผ่านการกรองแล้วเติมโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟด์ (KMS) 200 มิลลิกรัมต่อลิตรทำการบรรจุขวด (ไพบูลย์ ตำนาวิรุทัย และ พัฒนา เหล่าไพบูลย์, 2549) และนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส กลิ่น สี รสชาติ และการยอมรับโดยรวม

2. การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาล ปริมาณแอลกอฮอล์ และปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้ในรูปกรดแลคติก

การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (ปริมาณน้ำตาล) โดยใช้เครื่อง Hand refractometer (พัฒนา เหล่าไพบูลย์ และ พรเทพ ถนนวนแก้ว, 2549) ค่าที่อ่านได้มีหน่วยเป็นองศาบริกซ์ ทำการวัดค่าความเป็น กรด-ด่าง (pH) ด้วยเครื่อง pH meter (พัฒนา เหล่าไพบูลย์ และ พรเทพ ถนนวนแก้ว, 2549) วิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์โดยใช้เครื่อง Ebulliometer (คณิต วิจิตพันธ์, 2548) ค่าที่อ่านได้มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ การวิเคราะห์ปริมาณกรดโดยใช้วิธีการ total acidity (Zoecklein et al., 1995) และคำนวณร้อยละของกรดทั้งหมดได้จากสูตร

$$\text{ร้อยละกรดทั้งหมด} = \frac{90 \times \text{ปริมาตร NaOH ที่ใช้} \times \text{ความเข้มข้นของ NaOH} \times 100}{1,000 \times \text{ปริมาตรของตัวอย่างที่ใช้}}$$

3. การทดสอบทางประสาทสัมผัสและการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สาโท

นำผลิตภัณฑ์สาโท 4 สูตรที่ได้จากการทดลอง มาทดสอบทางประสาทสัมผัส กลิ่น สี รสชาติ และการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภค โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นกลุ่มคนที่ไม่ได้มีความเชี่ยวชาญทางด้านเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ โดยมีการทำแบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสซึ่งกำหนดตั้งแต่ระดับคะแนน 1-5 และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS version 23 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.05$)

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษากระบวนการหมักสาโททั้ง 4 สูตร ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งทำการทดลอง 3 รอบ โดยใช้ข้าวจากชุดการเก็บเกี่ยวเดียวกัน ส่วนผสม ปังจ๊ายแวล้อมโดยควบคุมอุณหภูมิในการหมัก และระยะเวลาในการหมักเหมือนกัน ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 2 และตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ผลการวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดและปริมาณแอลกอฮอล์ ของผลิตภัณฑ์สาโทที่ได้จากการทำการทดลองทั้ง 3 รอบ

สาโท	รอบที่ 1		รอบที่ 2		รอบที่ 3		ค่าเฉลี่ย	
สูตร	ปริมาณ ของแข็ง ที่ ละลาย น้ำได้ ทั้งหมด (ปริกซ์)	แอลกอฮอล์ (ร้อยละ)	ปริมาณ ของแข็ง ที่ ละลาย น้ำได้ ทั้งหมด (ปริกซ์)	แอลกอฮอล์ (ร้อยละ)	ปริมาณ ของแข็ง ที่ ละลาย น้ำได้ ทั้งหมด (ปริกซ์)	แอลกอฮอล์ (ร้อยละ)	ปริมาณ ของแข็งที่ ละลายน้ำ ได้ทั้งหมด (ปริกซ์)	แอลกอฮอล์ (ร้อยละ)
1	7.3	7	7.4	7	5.9	6	7.03±0.81	6.67±0.58
2	8.0	7	8.1	6	6.5	6.3	7.53±0.89	6.43±0.51
3	7.7	6.8	8	6.4	6.2	4.7	7.30±0.96	5.97±0.92
4	7.8	6.9	8.2	8.2	6.7	6.8	7.40±0.75	7.30±0.78

ตารางที่ 3 ผลการวัดปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้ในรูปกรดแลคติกและค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของผลิตภัณฑ์สาโทที่ได้จากการทำการทดลองทั้ง 3 รอบ

สาโท	รอบที่ 1		รอบที่ 2		รอบที่ 3		ค่าเฉลี่ย	
สูตร	ค่าความ เป็น กรด-ด่าง pH	กรดทั้งหมดที่ ไตเตรทได้ใน รูปกรดแลคติก (ร้อยละ)	ค่าความ เป็น กรด-ด่าง pH	กรดทั้งหมดที่ ไตเตรทได้ใน รูปกรดแลคติก (ร้อยละ)	ค่าความ เป็น กรด-ด่าง pH	กรดทั้งหมดที่ ไตเตรทได้ใน รูปกรดแลคติก (ร้อยละ)	ค่าความเป็น กรด-ด่าง pH	กรดทั้งหมดที่ ไตเตรทได้ใน รูปกรดแลคติก (ร้อยละ)
1	2.46	1.21	2.42	1.32	2.68	1.45	2.52±0.14	1.33±0.12
2	2.55	1.20	2.28	1.18	2.70	1.48	2.51±0.21	1.29±0.17
3	2.32	1.44	2.27	1.41	2.21	1.34	2.27±0.06	1.40±0.05
4	2.00	1.26	2.52	1.27	2.51	1.41	2.34±0.30	1.31±0.08

จากตารางที่ 2 และตารางที่ 3 ผลการทดลองทั้งสามรอบพบว่าผลิตภัณฑ์สาโทในรอบที่ 1 มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดอยู่ในช่วง 7.3-8 องศาปริกซ์ มีปริมาณแอลกอฮอล์อยู่ในช่วงร้อยละ 6.8-7 มีค่าปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้ในรูปกรดแลคติกอยู่ในช่วงร้อยละ 1.2-1.44 และมีค่า pH อยู่ในช่วง 2-2.55 ส่วนผลิตภัณฑ์รอบที่ 2 มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดอยู่ในช่วง 7.4-8.2 องศาปริกซ์ มีปริมาณแอลกอฮอล์อยู่ในช่วงร้อยละ 6-8.2 มีค่าปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้ในรูปกรดแลคติกอยู่ในช่วงร้อยละ 1.18-1.41 และมีค่า pH อยู่ในช่วง 2.27-2.52 และผลิตภัณฑ์รอบที่ 3 มีปริมาณของแข็งที่ละลาย

น้ำได้ทั้งหมดอยู่ในช่วง 5.9-6.7 องศาบริกซ์ มีปริมาณแอลกอฮอล์อยู่ในช่วงร้อยละ 4.7-6.8 มีค่าปริมาณกรดทั้งหมดที่ไเตรตได้ในรูปกรดแลคติกอยู่ในช่วงร้อยละ 1.34-1.48 และมีค่า pH อยู่ในช่วง 2.21-2.7 และยังพบว่าผลิตภัณฑ์ในสูตรเดียวกันที่ได้จากการทดลองทั้งสามรอบมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ปริมาณแอลกอฮอล์ และปริมาณกรดทั้งหมดที่ไเตรตได้ในรูปกรดแลคติกใกล้เคียงกันและเป็นไปในแนวทางเดียวกัน

จากผลการทดลองพบว่าอัตราส่วนระหว่างปริมาณข้าวเหนียวขาวกับปริมาณมันเทศญี่ปุ่นและเม็ดแป้งสาคุมีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (บริกซ์) และปริมาณร้อยละแอลกอฮอล์ในสาโท เมื่อพิจารณาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดพบว่าสาโทที่หมักด้วยอัตราส่วนปริมาณข้าวเหนียวขาวต่อปริมาณมันเทศญี่ปุ่น และข้าวเหนียวขาวต่อปริมาณเม็ดแป้งสาคุ 80:20 (สูตรที่ 2 และ สูตรที่ 4) มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดและปริมาณแอลกอฮอล์สูงกว่าสูตรที่ใช้มันเทศญี่ปุ่นและเม็ดแป้งสาคุต่อปริมาณข้าวเหนียวขาว 50:50 เนื่องจากปริมาณข้าวเหนียวที่สูงจะทำให้เกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงให้เป็นน้ำตาลได้มากกว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดของสาโทเกิดขึ้นเนื่องมาจากผลของจุลินทรีย์ในลูกแป้งที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงในเมล็ดข้าวให้เป็นน้ำตาลคือ *Aspergillus* spp. และ *Rhizopus* spp. (เกศินี จันทโรสมณ, 2545) จากนั้นปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดจะลดลงเมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นเนื่องจากจุลินทรีย์ *Saccharomyces cerevisiae* ในลูกแป้งทำการเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์โดยใช้เอนไซม์ zymase ในการเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ (ไพโรจน์ วิริยจารี, 2534) เนื่องจากมันเทศญี่ปุ่นและเม็ดแป้งสาคุที่ถูกทำให้สุกแล้วมีคุณสมบัติเป็น Resistance starch ชนิดที่ 3 (RS₃) หรือแป้งที่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ และพบว่าเมื่อนำไปย่อยด้วยเอนไซม์ α -amylase จาก *Aspergillus oryzae* ให้ปริมาณกลูโคสที่ต่ำ (จิรนาถ บุญคง, 2553) จากงานวิจัยของจากรูรณ บางแวก (2555) ซึ่งศึกษาชนิดและปริมาณน้ำตาลที่ย่อยได้ในแป้งพืช พบว่าแป้งพืช ได้แก่ ถั่วต่างๆ บัว เผือก เต้าฮวย ถั่วเขียว ถั่วแดง เป็นต้น เป็นแป้งประเภทที่มีโปรตีน ไขมัน เส้นใยสูง คาร์โบไฮเดรตมีลักษณะเป็นแป้งที่ย่อยยาก ในการย่อยจะได้ปริมาณน้ำตาลกลูโคสต่ำกว่าแป้งข้าว ดังนั้นจึงคาดว่าสาโทสูตรที่มีอัตราส่วนของมันเทศญี่ปุ่นและเม็ดแป้งสาคุมากอาจจะทำให้อัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นน้ำตาลของเชื้อราเกิดขึ้นได้น้อยลงจึงทำให้มีปริมาณน้ำตาลที่น้อยรวมถึงมีปริมาณแอลกอฮอล์ที่ลดลงตามไปด้วย

ผลิตภัณฑ์สาโททั้งสามรอบมีปริมาณแอลกอฮอล์สอดคล้องกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนสาโท คือ มีปริมาณแอลกอฮอล์อยู่ในช่วง 5-15 ดีกรี (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2546) และมีค่า pH อยู่ในช่วง 2.0 -2.7 ซึ่งหากมีค่า pH สูงมากอาจเกิดการปนเปื้อนของแบคทีเรียและทำให้รสชาติของสาโทเปลี่ยนแปลงไป (สุราไทย, ม.ป.ป.) ผลิตภัณฑ์มีปริมาณกรดที่เกิดขึ้นอยู่ในช่วงร้อยละ 1.18-1.48 ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากจุลินทรีย์ในลูกแป้งใช้น้ำตาลแล้วสร้างกรดออกมาและเกิดจากการเจริญของยีสต์ซึ่งจะสร้างแอลกอฮอล์และมีผลพลอยได้ออกมาเป็นกรดต่างๆ (สุวนา ว่องเกื้อกุล และอรุณรัตน์ บัณฑิต, 2544)

การทดสอบทางประสาทสัมผัส กลิ่น สี รสชาติและการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นกลุ่มนักศึกษาที่ไม่มีความเชี่ยวชาญในด้านเครื่องต้มแอลกอฮอล์ มีความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์สาโททั้ง 3 สูตร ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัส กลิ่น สี รสชาติ และการยอมรับโดยรวม ของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์สาโท

สาโทสูตร	ค่าเฉลี่ยคะแนนประเมินทางประสาทสัมผัส			
	กลิ่น	สี	รสชาติ	การยอมรับโดยรวม
1	3.17±0.75 ^b	3.77±0.82 ^a	3.07±0.83 ^b	3.13±0.63 ^a
2	3.67±0.81 ^a	3.83±0.79 ^a	2.87±0.78 ^b	3.10±0.76 ^a
3	2.73±0.89 ^c	3.90±0.80 ^a	3.60±0.62 ^a	3.37±0.77 ^b
4	3.27±0.83 ^b	3.40±0.72 ^b	2.57±0.86 ^c	2.87±0.86 ^c

a,b,c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันจากแถวแนวตั้งเดียวกันแสดงถึงข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส สี กลิ่น รสชาติ และการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์สาโท ทั้ง 4 สูตร พบว่าการทดสอบประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่น รสชาติ และการยอมรับโดยรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) สาโทสูตรที่ 3 ที่มีอัตราส่วนของข้าวเหนียวขาวต่อเม็ดแป้งสาคู 50:50 ได้คะแนนทางด้านกลิ่น สี รสชาติ และการยอมรับโดยรวมสูงกว่าสูตรอื่นๆ โดยได้คะแนนอยู่ในระดับความชอบปานกลาง การที่สาโทสูตรที่ 3 ได้รับคะแนนความพึงพอใจของผู้บริโภคสูงกว่าสูตรอื่นๆ อาจเนื่องมาจากสาโทสูตรนี้มีความหวานและมีปริมาณแอลกอฮอล์อยู่ในระดับที่เหมาะสมทำให้ได้สาโทที่ดื่มง่าย จากการสอบถามพบว่าสาโทที่ได้มีรสชาติค่อนข้างเปรี้ยวซึ่งอาจเนื่องมาจากการเปิดภาชนะหมักเพื่อเก็บตัวอย่างไปวิเคราะห์ในช่วงระหว่างเวลาหมักโดยไม่ระมัดระวังอย่างเพียงพอทำให้มีอากาศเข้าไปส่งผลให้ยีสต์เปลี่ยนแอลกอฮอล์ให้เป็นกรดอะซิติกทำให้สาโทที่ได้มีรสเปรี้ยว (สุราไทย, ม.ป.ป.)

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษากระบวนการหมักสาโททั้ง 4 สูตร ซึ่งมีอัตราส่วนข้าวเหนียวขาวต่อมันเทศญี่ปุ่นและเม็ดแป้งสาคู ที่แตกต่างกันดังนี้ 50:50 และ 80:20 ทำการทดลอง 3 รอบโดยใช้ส่วนผสม ป้างยัดขวดลอม และระยะเวลาในการหมักเหมือนกัน พบว่าอัตราส่วนที่ต่างกันของข้าวเหนียวขาวต่อมันเทศญี่ปุ่นและเม็ดแป้งสาคูมีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณกรดทั้งหมดที่ได้ออก

ได้ในรูปกรดแลคติก และค่า pH ที่แตกต่างกัน ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้ทั้ง 3 รอบมีปริมาณแอลกอฮอล์และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดใกล้เคียงและเป็นไปในแนวทางเดียวกันคือ สาโทที่มีอัตราส่วนข้าวเหนียวขาวต่อมันเทศญี่ปุ่นและข้าวเหนียวขาวต่อเม็ดแป้งสาคุ 80:20 มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดและปริมาณแอลกอฮอล์สูงกว่าสูตรที่มีอัตราส่วนข้าวเหนียวขาวต่อมันเทศญี่ปุ่นและข้าวเหนียวขาวต่อเม็ดแป้งสาคุ 50:50 นอกจากนี้ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่ามันเทศญี่ปุ่นและเม็ดแป้งสาคุสามารถใช้เป็นวัตถุดิบร่วมในการผลิตสาโทได้ เนื่องจากมันเทศญี่ปุ่นและเม็ดแป้งสาคุซึ่งเป็นพืชที่ปริมาณแป้งที่สูงสามารถนำมาเป็นวัตถุดิบในการหมักสาโทได้ อีกทั้งมันเทศญี่ปุ่นและเม็ดแป้งสาคุยังมีคุณสมบัติช่วยเสริมร่างกายในหลายๆ ด้านทำให้ได้สาโทที่เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่เป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภค อีกทั้งยังช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับมันเทศญี่ปุ่นและเม็ดแป้งสาคุอีกด้วย และจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส กลิ่น สี รสชาติ และการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภคพบว่าผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกๆ ด้าน โดยผู้บริโภคมีความชอบสาโทที่มีอัตราส่วนข้าวเหนียวขาวต่อเม็ดแป้งสาคุ 50:50 มากที่สุดในระดับความชอบปานกลาง

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์และช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากหลักสูตรนวัตกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์ และศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ตลอดจนอุปกรณ์ในการวิจัยครั้งนี้ และงานวิจัยนี้ยังได้รับความร่วมมือจาก นางสาวภัทรวดี จานงค์หมู่ นางสาวศิวพร จาดสกุล นางสาวพลอย นลิน พันธะชัย และนายปรวัตร มณีวรรณ นักศึกษาคณะครุศาสตรบัณฑิต สาขาชีววิทยาและวิทยาศาสตร์ทั่วไป ในการร่วมทำการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- เกศินี จันทรโสภณ. (2545). *การวิจัยและพัฒนาการผลิตสาโทขึ้นคุณภาพดีจากข้าวเม่า*. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- คณิต วิจิตพันธุ์. (2548). *การวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์*. เอกสารประกอบการสัมมนา เรื่อง หลักและเทคนิคที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตสุรา ถิ่นจากข้าว: ขอนแก่น.
- จารุวรรณ บางแว. (2555). *โครงการวิจัยพัฒนาและการใช้ประโยชน์จากแป้งพืชศักยภาพ* (รายงานการวิจัย). กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร.
- จิตติมา กอหรั่งกุล, ญัฐพร ป้อมสาหร่าย, ดวงกมล แสนสระ และรัชดาพร นาแกมพลอย. (2560). การศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สาโทจากข้าวเหนียวขาวผสมธัญพืช. ใน *การ*

- ประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระหว่างสถาบัน ครั้งที่ 5* (น.20-24). กรุงเทพฯ: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม.
- จิตติมา กอหรั่งกุล, สุปรานี ชาติงาม, มุกดาวัลย์ จิตรภิญโญ และสัตตบุษย์ พงษ์ตัน. (2561ก). การศึกษาการผลิตสาโทจากข้าวเหนียวลิ้มผิวและกล้วยน้ำว้าดิบ. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระหว่างสถาบัน ครั้งที่ 6* (น.307-312). สมุทรปราการ: มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ.
- จิตติมา กอหรั่งกุล, กาละเกศ กำไลเงิน, จิราภรณ์ บุญเที่ยง และนันทยา คนหลัก. (2561ข). การศึกษาการผลิตสาโทจากถั่วเขียวเลาะเปลือกและถั่วเหลือง. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏกลุ่มศรีอยุธยา ครั้งที่ 9 “วิจัยและนวัตกรรมเพื่อสังคม”* (น.525-533). ปทุมธานี: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์.
- จิตติมา กอหรั่งกุล, มินตรา สุวรรณรงค์, ตะวัน รุ่งแสง และพัชระ อรุณพาส. (2562). การศึกษาการผลิตสาโทจากแดงไทย. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติ “ราชภัฏกรุงเก่า”* (น.350-354). อยุธยา: มหาวิทยาลัยราชภัฏอยุธยา.
- จิตติมา กอหรั่งกุล. (2564). การศึกษาการผลิตสาโทจากข้าวเหนียวขาวผสมมันเทศและเผือกหอม. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏกลุ่มศรีอยุธยา ครั้งที่ 11 “งานวิจัยและนวัตกรรม เพื่อพัฒนาชุมชนเชิงพื้นที่”* (น.646-652). ฉะเชิงเทรา: มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์.
- จิรนาถ บุญคง. (2553). Resistant starch แป้งที่มีบทบาทต่อสุขภาพ. *วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม*, 4(1), 1-8.
- ชูชาติ กุดเป่ง, วิชัย เสริมผล, วรารุช ธนะมูล. (2559). การศึกษาการผลิตสาโทจากพันธุ์ข้าวพื้นเมืองชนิดต่างๆ ในจังหวัดนครราชสีมา. ใน *การประชุมวิชาการ The national and international graduate research conference 2016* (น. 371-380). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- บุญยกฤต รัตนพันธุ์. (2549). การศึกษาการผลิตสาโทกล้วยไข่. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 12(1), 64-75.
- พนม อินทฤทธิ์. (2561). *การผลิตและแปรรูปแป้งสาโทในจังหวัดนครศรีธรรมราช ตรัง และพัทลุง* (รายงานการวิจัย). นครศรีธรรมราช: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.
- พัฒนา เหล่าไพบูลย์ และ พรเทพ ถนนวนแก้ว. (2549). การวิเคราะห์องค์ประกอบในน้ำผลไม้. ใน ไพบูลย์ ดำเนิงวิทย, พัฒนา เหล่าไพบูลย์ (บรรณาธิการ), *ไวน์ผลไม้และสาโทผลิตด้วยความมั่นใจได้อย่างไร*. (58-52) พิมพ์ครั้งที่ 2. ขอนแก่น: คลังน่านาวิทยา
- ไพบูลย์ ดำเนิงวิทย และ พัฒนา เหล่าไพบูลย์. (2549). กระบวนการผลิตสาโท. ใน ไพบูลย์ ดำเนิงวิทย, พัฒนา เหล่าไพบูลย์ (บรรณาธิการ), *ไวน์ผลไม้และสาโท ผลิตด้วยความมั่นใจได้อย่างไร*. (268-

- 269) พิมพ์ครั้งที่2. ขอนแก่น:คลังนานาวิทยา.
- ไพโรจน์ วิริยจारी. (2534). *วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการหมัก*. เชียงใหม่: ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สุราไทย. (ม.ป.ป.). *การผลิตสุรากลั่นชุมชน*. สืบค้นจาก <https://surathai.wordpress.com/2011/05/15/thaidisti>
- สุวัฒนา ว่องเกื้อกุล และอรรพรรณ ป่องวิเศษ. (2544). *การทำสาโทเพื่อเพิ่มปริมาณแอลกอฮอล์* (วิทยานิพนธ์). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2546). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์สาโท (มผช. 3/2546)*. สืบค้นจาก http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps3_.46pdf
- สำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. (ม.ป.ป.). *พืชให้แป้งหรือน้ำตาล*. สืบค้นจาก www.rspg.or.th/plants_data/use/powder_sugar.htm
- สำนักงานส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรที่ 6. (2563). รายงานผลการวิจัย เรื่อง ศึกษาการปลูกมันเทศญี่ปุ่น 5 พันธุ์. สืบค้นจาก <http://www.ndoae.doe.go.th/assets/images/article/93abe4ee99ad250b212e3508d64ca852.pdf>
- Zoecklein BW, Fugelsang KC, Gump B H and Nury FS. (1995). *Wine Analysis and Production*. New York: Chapman & Hall.