การพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวจากข้าวพันธุ์เหลืองปะทิวชุมพร

Development of Rice Noodle Product from Leuang Patew Chumphon Rice

ลลิตา ออมสิน,[1] รณฤทธิ์ ฤทธิรณ,[1] และศุทธหทัย โภชนากรณ์[2]*

Lalita Aomsin,[1] Ronnarit Rittiron [1*] and Suttahatai Pochanagone[2]

Received 5 April 2022, Revised 29 April 2022, Accepted 30 April 2022

ABSTRACT

The rice processing industry helps farmers to add a value of rice production. Therefore, this research aims to study the processing of noodle products (thin rice noodles) from Leuang Patew Chumphon Rice. Noodles were developed by using the rice flour not less than 50% with a ratio of rice flour to tapioca starch of 85:15, 75:25, and 50:50, respectively. It is found that when the proportion of Leuang Patew Chumphon Rice flour decreased and tapioca starch increased, the cooking time was increased to 3, 3.50, and 4 minutes, respectively. When the noodles were dried by air under sunlight for 4 hours, the average moisture content was 10.38%, 8.96%, and 10.59%, which does not exceed 12% according to the Thai Industrial Standards Institute (TISI). In addition, if the amount of Leuang Patew Chumphon Rice flour was increased, the tensile stress value was decreased significantly. The Leuang Patew Chumphon Rice flour of 85% had the lowest tensile stress value of 159.81 kPa, a toughness value of 1.33 mJ. After testing cooked noodles, it was found that the noodles had more toughness when the proportion of tapioca flour increased. The flour formular with 50% of Leuang Patew Chumphon Rice had the maximum tensile stress of 43.58 kPa, toughness value of 3.43 mJ, and a percentage of elongation is 22.92. For the sensory evaluation, noodles made from flour with 75:25 of rice and tapioca ratio then dried under sunlight for 4 hours and cooked for 3 minutes and 30 seconds resulted in the highest overall consumer preferences of 3.6 points.

Keywords: Leuang Patew Chumphon Rice**,** Leuang Patew Chumphon Rice flour**,** Thin rice noodles

บทคัดย่อ

อุตสาหกรรมแปรรูปข้าวเป็นหนทางที่จะช่วยเหลือเกษตรกรในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลผลิตข้าวได้ งานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษากระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยว (เส้นเล็ก) จากข้าวพันธุ์เหลืองปะทิวชุมพร ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ด้วยอัตราส่วนแป้งข้าวเหลืองปะทิวชุมพรและแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 85:15, 75:25 และ 50:50 ตามลำดับ พบว่าเมื่อสัดส่วนของแป้งข้าวเหลืองปะทิวชุมพรลดลงและแป้งมันสำปะหลัง

[1*] ภาควิชาวิศวกรรมการอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

Department of Food Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Kamphaeng Saen, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

[2] กองทุนพัฒนาผู้ประกอบการเทคโนโลยีและนวัตกรรม กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กรุงเทพฯ 10400

Technology and Innovation Based Enterprise Development Fund, Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation, Bangkok 10400, Thailand.

[*] Corresponding author: Tel 08-5917-1017, E-mail address: fengror@ku.ac.th

เพิ่มขึ้น มีผลให้เวลาในการทำให้สุกเพิ่มคือ 3, 3.50 และ 4 นาที ตามลำดับ เมื่อนำเส้นก๋วยเตี๋ยวไปทำให้แห้งโดยการตากแดดและผึ่งลมเป็นเวลา 4 ชั่วโมง จะให้ค่าความชื้นเฉลี่ย 10.38%, 8.96% และ 10.59% ตามลำดับ ซึ่งไม่เกินร้อยละ 12 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นอกจากนั้น ยังพบว่าปริมาณแป้งข้าวเหลืองปะทิวชุมพรที่เพิ่มขึ้น จะทำให้ค่าความเค้นสูงสุดที่ทำให้เส้นแตกหักลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยการใช้ข้าวเหลืองปะทิวชุมพรร้อยละ 85 มีค่าความเค้นสูงสุดต่ำสุดวัดได้เท่ากับ 159.81 kPa ความเหนียวของเส้นเท่ากับ 1.33 mJ และเมื่อทดสอบเส้นก๋วยเตี๋ยวทำให้สุก พบว่าเส้นจะมีความเหนียวเพิ่มเมื่อสัดส่วนของแป้งมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น โดยสูตรแป้งข้าวเหลืองปะทิวชุมพรร้อยละ 50 มีค่าความเค้นสูงสุด 43.58 kPa ความเหนียวของเส้น 3.43 mJ และค่าร้อยละการยืดตัวเท่ากับ 22.92 จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส การใช้แป้งข้าวเหลืองปะทิวชุมพรต่อแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 75:25 ด้วยการผึ่งลมและตากแดด 4 ชั่วโมง ทำสุกด้วยเวลา 3 นาที 30 วินาที ให้ผลความชอบของผู้บริโภคโดยรวมสูงสุด 3.6 คะแนน

คำสำคัญ: ข้าวเหลืองปะทิวชุมพร แป้งข้าวเหลืองปะทิวชุมพร ก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็ก

คำนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจและเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญของประเทศไทย โดยประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกข้าวอันดับ 3 ของโลก รองจากอินเดียและเวียดนาม (วิจัยกรุงศรี, 2565) ปัจจุบันการผลิตและการส่งออกข้าวต้องประสบปัญหาความไม่มีเสถียรภาพของราคาและการแข่งขันจากประเทศที่มีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่า อุตสาหกรรมการแปรรูปข้าวจึงเป็นทางเลือกที่จะช่วยเพิ่มมูลค่าให้ผลผลิตข้าวได้

แนวโน้มผลิตภัณฑ์แปรรูปข้าวของไทยในอนาคตมีโอกาสขยายตัวสูง เนื่องจากปริมาณความต้องการใช้เป็นอาหารในชีวิตประจำวันเพิ่มมากขึ้นตามอัตราการขยายตัวของผู้บริโภค ประกอบกับความนิยมในตลาดต่างประเทศที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้นทั้งจากคนเอเชียที่ไปทำงานต่างทวีปและคนต่างประเทศที่หันมาบริโภคผลิตภัณฑ์จากข้าวมากขึ้น ดังนั้นประเทศไทยจึงควรให้ความสำคัญกับผลิตภัณฑ์แปรรูปข้าว เนื่องจากมีความได้เปรียบในเชิงวัตถุดิบที่มีศักยภาพการผลิตทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ นอกจากนี้ยังมีอุตสาหกรรมต่อเนื่องที่สามารถรองรับผลผลิตส่วนเกินได้อีกด้วย

หนึ่งในผลิตภัณฑ์แปรรูปที่น่าสนใจคือเส้นก๋วยเตี๋ยว เนื่องจากคนไทยนิยมบริโภคก๋วยเตี๋ยวรองจากข้าว เพราะให้พลังงานสูงและราคาถูก โดยเส้นก๋วยเตี๋ยวที่นิยมในประเทศไทยมีหลายประเภททั้งเส้นเล็ก เส้นใหญ่ และเส้นหมี่ เป็นต้น การผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวของไทยส่วนมากใช้ปลายข้าวเจ้าเป็นวัตถุดิบ ผ่านการโม่เปียก ใส่พิมพ์ และนึ่งในอุโมงค์เพื่อทำเป็นแผ่นบาง เมื่อสุกแล้วนำมาตัดเป็นแผ่นและผึ่งให้พอหมาด (วิภา, 2541)

คุณภาพทางกายภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยวตามที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม: มอก.959 (2533) กำหนด คือต้องมีขนาดเส้นใกล้เคียงกัน มีความหนาสม่ำเสมอโดยมีความหนาเฉลี่ยไม่เกิน 0.7 $\pm$0.2 mm สีขาวนวลสม่ำเสมอ มีกลิ่นรสตามธรรมชาติ ไม่มีกลิ่นหืนหรือกลิ่นไม่พึงประสงค์อื่น สีของเส้นก๋วยเตี๋ยวจะมีความแตกต่างกันขึ้นกับคุณภาพข้าวที่ใช้ในการผลิต โดยข้าวที่มีโปรตีนสูงมักจะมีสีคล้ำ ในขณะที่ข้าวมีโปรตีนต่ำจะมีสีขาวนวล สีเหลืองคล้ำเกิดจากปฏิกิริยาเคมีระหว่างกรดอะมิโนกับน้ำตาลให้สารประกอบสีน้ำตาล ซึ่งสีเหลืองจะเกิดมากขึ้นถ้าใช้น้ำที่มีคุณสมบัติเป็นด่าง การขัดข้าวมีผลต่อสีของเส้นก๋วยเตี๋ยวมาก ข้าวที่ผ่านการขัดจนขาวทำให้โปรตีนถูกกำจัดออกไปมากทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีสีขาวมากขึ้น (กล้าณรงค์ และเกื้อกูล, 2538) นอกจากนี้จะมีเส้นหักได้ไม่เกินร้อยละ 5 ของน้ำหนักสุทธิ

การผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวนั้นสามารถทำได้โดยใช้แป้งข้าวจากข้าวหลากหลายสายพันธุ์ โดยพิมพ์เพ็ญ (2533) ศึกษาการใช้แป้งมันสำปะหลังมาผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวในอัตราส่วนไม่เกิน 20% ทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีคุณภาพเนื้อสัมผัสดีขึ้น

(อรอนงค์ และคณะ, 2536) ทดลองการใช้แป้งข้าวเจ้าและแป้งดัดแปรในปริมาณที่เท่ากัน (ร้อยละ 50) ร่วมกับการทำแห้งโดยใช้ตู้อบธรรมดา ส่งผลให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีความนุ่มและยืดหยุ่นได้ดีที่สุด (ถาวร, 2563) ได้ศึกษาการแปรรูปเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทำจากแป้งข้าวกล้องงอกจากข้าวสังข์หยดเสริมไข่ขาว ที่ผู้บริโภคให้การยอมรับระดับที่ดี (อริสรา, 2553) ได้ค้นพบว่าผู้บริโภคยอมรับเส้นก๋วยเตี๋ยวที่แปรรูปโดยการใช้แป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งข้าวเจ้า อัตราส่วนร้อยละ 25 อย่างไรก็ดีในการบริโภคเส้นก๋วยเตี๋ยวนั้น จะต้องทำการลวกเส้นก๋วยเตี๋ยวอบแห้งให้คืนตัวก่อนรับประทาน ทำให้พบว่าการลวกมีผลทำให้ขนาดของเส้นขยายใหญ่ขึ้นประมาณร้อยละ 11-12 มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 1.8-2.8 เท่า หากใช้เวลาลวก 1-5 นาที เส้นก๋วยเตี๋ยวอบแห้งที่ผ่านการลวกมาแล้ว 2 นาทีจะมีน้ำหนักเท่ากับก๋วยเตี๋ยวสด เมื่อลวกประมาณ 1 นาทีจะมีน้ำหนักประมาณร้อยละ 84 ของน้ำหนักสด (ณรงค์, 2538) อย่างไรก็ตาม ข้าวสายพันธุ์หนึ่งที่น่าสนใจในการนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวคือ ข้าวพันธุ์เหลืองปะทิวชุมพร

ข้าวเหลืองปะทิวชุมพรเป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่เพาะปลูกเป็นจำนวนมากในจังหวัดชุมพร เป็นข้าวเจ้าที่มีปริมาณอะมิโลสสูงถึงร้อยละ 29 – 32 (กรมการข้าว, 2551) เมื่อหุงสุกจะมีลักษณะร่วนแข็งและไม่จับตัวเป็นก้อน ด้วยปริมาณอะมิโลสที่สูงและมีสารอาหารไนอะซีนหรือวิตามินบี 3 ปริมาณ 9.32% ซึ่งสูงกว่าข้าวกล้องจากข้าวพันธุ์อื่น ๆ ทำให้ข้าวพันธุ์เหลืองปะทิวชุมพรสามารถนำมาแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าได้

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษากระบวนการแปรรูปเส้นก๋วยเตี๋ยว (เส้นเล็ก) จากข้าวพันธุ์เหลืองปะทิวชุมพรไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ตลอดจนสนับสนุนให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนตำบลบางสน อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร มีรายได้เสริมจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวจากข้าวเหลืองปะทิวชุมพร

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมแป้งข้าวเปลืองปะทิวชุมพร

ข้าวเหลืองปะทิวชุมพรที่ใช้ในงานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนตัวอย่างจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนตำบลบางสน อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร ประเทศไทย เป็นข้าวที่มีอายุหลังการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือกประมาณ 4 เดือนเป็นต้นไป ผ่านการขัดสีเป็นข้าวสารขาวที่มีความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 12.09

เตรียมแป้งข้าวเหลืองปะทิวชุมพร โดยการนำข้าวมาคัดสิ่งสกปรกออก แล้วนำไปอบแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 8 ชั่วโมง จากนั้นนำไปบดให้ละเอียดโดยใช้ Hammer mill ร่อนด้วยตะแกรงขนาด Mesh 80 แล้วบรรจุลงถุงพลาสติก ไว้ใช้สำหรับการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวต่อไป

2. การผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว

ในการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวจะใช้แป้งข้าวเหลืองปะทิวชุมพรที่มีอนุภาคขนาด 80 Mesh มาผสมกับแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งในงานวิจัยนี้จะทำการทดลองผลิต 3 สูตร ตามอัตราส่วนดัง Table 1

Table 1 Ratio of Leuang Patew Chumphon Rice flour to tapioca starch for rice noodle production

Formular	Leuang Patew Chumphon Rice flour (%)	Tapioca starch (%)
1	85	15
2	75	25
3	50	50

ทำน้ำแป้งสูตรละ 30 ตัวอย่าง โดยใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวเหลืองปะทิวชุมพรและแป้งมันสำปะหลังตาม Table 1 ด้วยอัตราส่วนของปริมาณแป้งร้อยละ 40 ต่อปริมาณน้ำร้อยละ 60 (อรอนงค์, 2540) ในการทำน้ำแป้งจะนำแป้งข้าวเหลืองปะทิวชุมพรไปแช่ในน้ำเป็นเวลา 4 ชั่วโมงก่อน เมื่อครบเวลาค่อยใส่แป้งมันสำปะหลังตามลงไป จากนั้นเตรียมถาดที่ใช้สำหรับขึ้นรูปเส้นขนาดกว้าง x ยาว เท่ากับ 17.5 x 17.5 cm โดยการใช้น้ำมันพืชเช็ดที่ถาดเพื่อไม่ให้แป้งติดถาด เทน้ำแป้งลงบนถาดในปริมาณ 50 g เพื่อให้แผ่นแป้งที่ได้มีความหนาที่เหมาะสมและใช้เวลาในการทำสุกไม่มากเกินไป จากนั้นนำไปนึ่งเป็นเวลา 5 นาที แล้วพักให้เย็น ต่อมาทำการบ่มในผ้าดิบที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำแผ่นแป้งมาตัดให้เป็นเส้นเล็ก แล้วผึ่งลมตากแดดเป็นเวลา 4 ชั่วโมง

3. การวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยว

เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผ่านการแปรรูปแล้วจะถูกนำมาวิเคราะห์คุณภาพดังนี้

3.1 ความชื้นหลังการอบแห้ง

นำเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผ่านการอบแห้งแล้วทั้ง 3 สูตร มาวัดค่าความชื้นฐานเปียก (Wet basis) ด้วยเครื่องวัดค่าความชื้นแบบอินฟราเรดยี่ห้อ sartorius รุ่น MA40-000V2 โดยจะทำการสุ่มตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยวมาวัดความชื้นจำนวน 10 ตัวอย่างต่อสูตร แล้วนำมาหาค่าความชื้นเฉลี่ย

3.2 การคืนรูปเส้นก๋วยเตี๋ยว

นำเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผ่านการอบแห้งแล้วทั้ง 3 สูตรมาทดสอบการคืนรูปโดยการต้มให้สุกด้วยน้ำเปล่าที่อุณหภูมิน้ำเดือด (ประมาณ 100°C) ทดลองซ้ำสูตรละ 10 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 50 g เพื่อหาระยะเวลาเหมาะสมที่จะทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวสุกแบบพอดี มีความเหนียวและความยืดหยุ่นไม่แข็งกระด้างและไม่เละจนเกินไป

3.3 ค่าคุณภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Profile Analysis) (ยุทธนา, 2546)

3.3.1 ค่าความแข็ง (Hardness) ของเส้นอบแห้ง

นำเส้นอบแห้งยาว 10 cm มาวัดค่าความแข็งของเส้นด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสยี่ห้อ Lloyd รุ่น LR 5K โดยใช้หัวทดสอบทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 mm กดลงด้วยความเร็ว 20 mm/m บันทึกค่างาน (Work) และค่าความเค้นสูงสุด (Tensile stress) ที่ทำให้เส้นแตกหักโดยคำนวณจากแรงกดสูงสุดต่อพื้นที่ 1 mm2 ทำการวิเคราะห์ค่าความแข็งในแต่ละสูตรทั้งหมด 8 ซ้ำ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

3.3.2 ค่าความเหนียว (Toughness) ของเส้นที่ทำให้สุก

นำเส้นที่ทำให้สุกแล้วมาพักให้เส้นสะเด็ดน้ำเป็นเวลา 3 นาที จากนั้นนำตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยวมาใส่กล่องเก็บตัวอย่างพร้อมปิดฝาเพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้น นำเส้นมาวัดความเหนียวด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสยี่ห้อ Lloyd รุ่น LR 5K โดยการนำเส้นก๋วยเตี๋ยวยาว 10 cm มาหนีบจับกับหัววัดแล้ววัดแรงดึง โดยมีระยะห่างระหว่างหัววัดบนและล่างเท่ากับ 8 cm ดึงตัวอย่างขึ้นด้วยความเร็ว 3 mm/s บันทึกค่าความเหนียวของเส้น (Toughness) และค่าความเค้นสูงสุดที่ดึงให้เส้นขาดออกจากกัน (Tensile stress) โดยคำนวณจากแรงดึงสูงสุดต่อพื้นที่ 1 cm^2 ทำการวิเคราะห์ค่าความเหนียวในแต่ละสูตรทั้งหมด 8 ซ้ำ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

3.4 ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสจะใช้ผู้ทดสอบจำนวน 20 คน มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเปรียบเทียบเส้นก๋วยเตี๋ยวทำสุกทั้ง 3 สูตร ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 1 ถึง 5 คะแนน (5 point hedonic scale) โดย 1 คะแนนสำหรับไม่ชอบมากที่สุด และ 5 คะแนนสำหรับชอบมากที่สุด โดยจะทำการ

ประเมินคุณภาพในด้านลักษณะปรากฏ สี ลักษณะเนื้อสัมผัส กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม

ผลและวิจารณ์

1. ขนาดของเส้นก๋วยเตี๋ยวแห้ง

สุ่มตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยวหลังอบแห้งทั้ง 3 สูตร มาวัดความหนาและความกว้างของเส้นอบแห้งด้วยเวอร์เนียคาลิปเปอร์ ได้ความหนาเฉลี่ย 0.80±0.07 mm ความกว้างเฉลี่ย 3.6±0.2 mm ซึ่งความหนาของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ได้เป็นไปตามมาตรฐาน มีความหนาสม่ำเสมอเฉลี่ยไม่เกิน 0.7±0.2 mm (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2548)

2. การคืนรูปเส้นก๋วยเตี๋ยว

จากการนำเส้นก๋วยเตี๋ยวอบแห้งทั้ง 3 สูตร มาทดสอบการคืนรูปจากการต้มให้สุกด้วยน้ำเปล่า ซึ่งเส้นที่ได้ต้องสุกกำลังดีไม่แข็งกระด้างหรือเละ โดยการนำตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยวตัวอย่างละ 50 g ไปต้ม ทำซ้ำสูตรละ 10 ตัวอย่าง พบว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวจากแป้งข้าวเหลืองปะทิวชุมพรร้อยละ 85 ใช้เวลาทำให้เส้นสุกนาน 3 นาที เส้นก๋วยเตี๋ยวจากแป้งข้าวเหลืองปะทิวชุมพรร้อยละ 75 ใช้เวลาทำให้เส้นสุกนาน 3 นาที 30 วินาที เส้นก๋วยเตี๋ยวจากแป้งข้าวเหลืองปะทิวชุมพรร้อยละ 50 ใช้เวลาทำให้เส้นสุกนาน 4 นาที เมื่อสัดส่วนของแป้งข้าวเหลืองปะทิวชุมพรลดลงและสัดส่วนของแป้งมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้เวลาที่ใช้ในการทำให้เส้นสุกเพิ่มขึ้นด้วย เนื่องจากแป้งที่มีส่วนผสมของแป้งมันสำปะหลังที่เพิ่มขึ้นจะมีอุณหภูมิเจลาติไนซ์เพิ่มสูงขึ้นและมีความหนืดสูงสุดลดลง เมื่อเพิ่มอัตราส่วนการทดแทนให้มากขึ้นความหนืดสูงสุดจะยิ่งลดลง

3. ความชื้นหลังการอบแห้ง

เมื่อนึ่งแผ่นแป้งเสร็จแล้ว ทำการบ่มในผ้าดิบเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อให้ความชื้นในเส้นก๋วยเตี๋ยวค่อย ๆ ระเหยออกอย่างช้า ๆ ทำให้เกิดกระบวนการรีโทกราเดชั่นเป็นช่วง ๆ ส่งผลให้ผลึกโครงสร้างใหม่ของแป้งที่สร้างขึ้นไม่แข็งจนเกินไป เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ได้จะมีคุณภาพดีกว่าการทำแห้งอย่างรวดเร็ว ซึ่งการทำแห้งอย่างรวดเร็วจะทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีความแข็งกระด้างและใช้เวลาในการทำให้สุกนาน จากนั้นจะทำการตัดเส้นก๋วยเตี๋ยวเป็นเส้นเล็กด้วยเครื่องตัดเส้น นำไปตากแดดผึ่งลมเป็นเวลา 4 ชั่วโมง แล้วทำการวัดความชื้นเป็นจำนวน 10 ซ้ำ ค่าความชื้นเฉลี่ยแสดงดัง Table 2

Table 2 Moisture content of dried rice noodle

Leuang Patew Chumphon Rice flour : Tapioca starch	Average of moisture content (%)
85:15	$10.38^{a} \pm 2.09$
75:25	$8.96^{a} \pm 1.66$
50:50	$10.59^{a} \pm 2.04$

Note: * The mean difference is significant at the 0.05 level by Duncan's multiple range test.

จาก Table 2 พบว่าการตากแดดผึ่งลมเป็นเวลา 4 ชั่วโมง เป็นวิธีการหนึ่งที่ทำให้ค่าความชื้นหลังการอบแห้งนั้นเป็นไปตามมาตรฐาน นั่นคือต้องไม่เกินร้อยละ 12 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม: มอก.959, 2533) โดยค่าความชื้นเฉลี่ยของเส้นก๋วยเตี๋ยวอบแห้งทั้ง 3 สูตร ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$)

4. ค่าคุณภาพลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Profile Analysis)

4.1 ค่าความแข็งของเส้นอบแห้ง

จากการวิเคราะห์ความแข็งของเส้นอบแห้ง พบว่าเมื่อสัดส่วนของข้าวเหลืองประทิวชุมพรลดลงจากร้อยละ 85 เป็น 75 จะทำให้ค่าความเค้นสูงสุดที่ทำให้เส้นแตกหัก (Tensile stress) และ

ค่างาน (Work) เพิ่มขึ้นโดยไม่มีนัยสำคัญ แต่เมื่อลดลงจนเหลือร้อยละ 50 จะมีความแตกต่างอย่างมีอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งหมายความว่าการใช้ข้าวเหลืองปะทิวชุมพรในปริมาณมาก จะทำให้โครงสร้างของเส้นก๋วยเตี๋ยวมีความแข็งและแตกหักได้ง่าย เนื่องจากคุณลักษณะของข้าวเหลืองปะทิวนั้นมีลักษณะร่วน ไม่จับตัวเป็นก้อน มีผลทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ได้ใช้แรงกดเพียงเล็กน้อยก็เกิดการแตกหัก โดยสูตรที่ใช้แป้งข้าวเหลืองปะทิวชุมพรร้อยละ 85 มีค่าความเค้นสูงสุดที่วัดได้เท่ากับ 159.81 kPa สอดคล้องกับค่างานที่แสดงถึงความเหนียวของเส้นมีค่าเท่ากับ 1.33 mJ แสดงดัง Table 3

Table 3 Hardness of dried rice noodle made with different ratios of Leuang Patew Chumphon Rice flour and tapioca starch

	Leuang Patew Chumphon Rice flour : Tapioca starch		
Texture Profile Analysis	85 : 15	75 : 25	50 : 50
Tensile stress (kPa)	159.81^{a} ± 29.81	226.32^{ab} ± 26.35	304.12^{b} ± 21.15
Work (mJ)	1.33^{a} ± 0.79	1.89^{a} ± 0.71	2.32^{a} ± 0.88

Note: * The mean difference is significant at the 0.05 level by Duncan's multiple range test.

4.2 ค่าความเหนียวของเส้นที่ทำให้สุก

เมื่อนำเส้นอบแห้งมาทำให้สุกแล้วนำมาวัดค่าความเหนียวของเส้น พบว่าเมื่อสัดส่วนของข้าวเหลืองประทิวชุมพรลดลงจากร้อยละ 85 เป็น 75 มีค่าความเค้นสูงสุดที่ทำให้เส้นขาดออกจากกัน (Tensile stress) และค่าความเหนียว (Toughness) เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยและไม่มีนัยสำคัญ แต่เมื่อลดลงจนเหลือร้อยละ 50 จะมีความแตกต่างอย่างมีอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนค่าร้อยละของการยืดตัว (Elongation) ของเส้นทำสุกทั้ง 3 สูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งหมายความว่าเมื่อเพิ่มสัดส่วนของปริมาณแป้งมันสำปะหลังและลดปริมาณแป้งข้าวเหลืองปะทิวชุมพรลง จะทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีความเหนียวเพิ่มขึ้น โดยปริมาณแป้งข้าวเหลืองปะทิวชุมพรร้อยละ 50 ต่อแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 50 มีค่าความเค้นสูงสุด 43.58 kPa ค่างาน 3.43 mJ และร้อยละการยืดตัวเท่ากับ 22.92 ดังแสดงใน Table 4

Table 4 Toughness of cooked rice noodle made with different ratios of Leuang Patew Chumphon Rice flour and tapioca starch

	Leuang Patew Chumphon Rice flour : Tapioca starch		
Texture Profile Analysis	85 : 15	75 : 25	50 : 50
Tensile stress (kPa)	22.16^{a} ± 6.18	27.94^{ab} ± 4.26	43.58^{b} ± 7.84
Toughness (mJ)	2.26^{a} ± 0.22	2.67^{ab} ± 0.63	3.43^{b} ± 0.66
Elongation (%)	11.48^{a} ± 1.25	14.54^{b} ± 1.58	22.92^{c} ± 1.25

Note: * The mean difference is significant at the 0.05 level by Duncan's multiple range test.

จากการทดสอบคุณภาพของลักษณะเนื้อสัมผัสในหัวข้อ 4.1 และ 4.2 สามารถอธิบายได้ว่า แป้งข้าวเหลืองปะทิวชุมพรมีปริมาณอะมิโลสสูงถึงร้อยละ 28 มีผลทำให้คุณลักษณะและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวมีความร่วนและไม่นุ่ม เมื่อนำแป้งมันสำปะหลังที่มีปริมาณอะมิโลสต่ำ เฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 18-23.5 เป็นส่วนผสมของการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว จึงทำให้น้ำแป้งที่จะใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว

มีความหนืดและใสมากขึ้น เมื่อให้ความร้อนกับน้ำแป้งจะมีสภาวะที่มีการจัดเรียงโมเลกุลภายในเม็ดแป้งอย่างมีระเบียบไปสู่สภาวะที่ไม่เป็นระเบียบ เรียกสภาวะนี้ว่า “สภาวะเจลาติไนเซชั่น” หรือกระบวนการทำให้เม็ดแป้งเกิดการแตกตัว (กล้าณรงค์ และเกื้อกูล, 2546; วิภา, 2541) หลังจากเกิดกระบวนการเจลาติไนเซชั่นแล้วปล่อยน้ำแป้งให้เย็นตัวลง โมเลกุลอะมิโลสจะเกิดการเรียงตัวขึ้นใหม่ด้วยพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลทำให้เกิดโครงสร้างใหม่ แป้งจะมีความหนืดและคงตัวมากขึ้นจนเกิดเจลเหนียวขุ่น เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า การเกิด “รีโทรเกรเดชั่น” หรือการคืนตัวเมื่อลดอุณหภูมิให้ต่ำลงรวมถึงความชื้นจากการบ่ม ทำให้ลักษณะการจัดเรียงตัวของโครงสร้างแน่นมากขึ้น มีผลต่อคุณภาพของลักษณะเนื้อสัมผัสและการยอมรับของผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยว

5. คุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่มีต่อเส้นก๋วยเตี๋ยวปรุงสุก โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 20 คน พบว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีอัตราส่วนของแป้งข้าวเหลืองปะทิวชุมพรต่อปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่เติมลงไป มีผลต่อความชอบเฉลี่ยด้านรสชาติและความเหนียวนุ่มของเส้นก๋วยเตี๋ยว ถึงแม้ว่าสูตรที่ใช้แป้งข้าวเหลืองปะทิวชุมพรต่อแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 50:50 จะให้ค่าความเหนียวสูงสุด แต่กลับพบว่าผู้ที่ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสมีความชอบต่อสูตรที่ใช้แป้งข้าวเหลืองปะทิวชุมพรต่อแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 75:25 มากที่สุด จากการวิเคราะห์ทางสถิติของผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในแต่ละด้านทั้ง 3 สูตรไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนั้นยังพบว่าปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการลวกและปริมาณของแป้งข้าวเหลืองปะทิวชุมพรใช้เวลาในการลวกไม่เท่ากัน (Table 5) สามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

5.1 ลักษณะปรากฏ มีคะแนนการประเมินในส่วนของสูตรที่มีอัตราส่วนของแป้งข้าวเหลืองปะทิวชุมพรร้อยละ 75 มากที่สุด โดยคะแนนการประเมินเฉลี่ยอยู่ที่ 3.7 คะแนน

5.2 สี มีคะแนนการประเมินทั้งสามอัตราส่วนไม่ต่างกันมาก นั่นแสดงว่าทั้งสามอัตราส่วนเมื่อมองลักษณะสีแล้ว เป็นสีขาวนวล ออกไปทางขุ่น

5.3 ลักษณะเนื้อสัมผัส กลิ่น รสชาติและความชอบโดยรวม พบว่าสูตรที่มีอัตราส่วนแป้งข้าวเหลืองปะทิวชุมพรในร้อยละ 75 ผู้บริโภคให้คะแนนด้านดังกล่าวมากที่สุด โดยจากงานวิจัยของ (พิมพ์เพ็ญ, 2533) ได้กล่าวว่า การใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นส่วนผสมในการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวในอัตราส่วนร้อยละ 20 – 30 จะทำให้คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวดีขึ้น และมีคุณภาพไม่ต่างจากเส้นจันทน์

5.4 คะแนนเฉลี่ยรวม พบว่าสูตรเส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีอัตราส่วนแป้งข้าวเหลืองปะทิวชุมพรต่อแป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วนร้อยละ 75:25 มีความชอบโดยรวมเฉลี่ยสูงสุด 3.6 คะแนน รองลงมาคือสูตรเส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีอัตราส่วนแป้งข้าวเหลืองปะทิวชุมพรต่อแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 50:50 มีความชอบโดยรวมเฉลี่ย 3.2 และสูตรเส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีอัตราส่วนแป้งข้าวเหลืองปะทิวชุมพรต่อแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 85:15 มีความชอบโดยรวมเฉลี่ย 3.1

Table 5 Sensory quality of cooked rice noodle made with different ratios of Leuang Patew Chumphon Rice flour and tapioca starch

Parameters	Leuang Patew Chumphon Rice flour : Tapioca starch		
	85:15	75:25	50:50
Appearance^{ns}	3.5 ± 0.97	3.7 ± 0.67	3.6 ± 0.84
Color^{ns}	3.4 ± 0.70	3.4 ± 0.84	3.5 ± 0.71
Texture^{ns}	3.3 ± 0.82	3.6 ± 0.84	2.9 ± 1.45
Smell^{ns}	2.9 ± 0.84	3.4 ± 0.52	3.0 ± 1.05
Taste^{ns}	2.9 ± 0.57	3.6 ± 0.52	3.1 ± 1.10
Overall satisfaction^{ns}	3.1 ± 0.57	3.6 ± 0.70	3.2 ± 1.32

Note: * The mean difference is significant at the 0.05 level by Duncan’s multiple range test.

สรุป

จากการศึกษาคุณภาพเส้นก๋วยเตี๋ยวข้าวเหลืองปะทิวชุมพรที่ทดลองผลิตทั้ง 3 สูตร โดยมีปริมาณแป้งข้าวเหลืองปะทิวชุมพรต่อแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 85:15, 75:25 และ 50:50 ตามลำดับ ภายใต้อัตราส่วนของปริมาณแป้งร้อยละ 40 ต่อปริมาณน้ำร้อยละ 60 พบว่าสูตรและกรรมวิธีที่เหมาะสม คือการใช้ปริมาณแป้งข้าวเหลืองปะทิวชุมพรร้อยละ 75 โดยมีอัตราส่วนของแป้งร้อยละ 40 ต่อน้ำร้อยละ 60 กรรมวิธีอบแห้งที่เหมาะสมคือการตากแดดผึ่งลมเป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง ให้ปริมาณความชื้นร้อยละ 8.96 โดยเฉลี่ย ใช้เวลาในการทำเส้นให้สุก 3 นาที 30 วินาที จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสมีผลความชอบโดยรวมของผู้บริโภคสูงสุด 3.6 คะแนน จากคะแนนเต็ม 5

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ นายตะวัน คำจันทร์ นิสิตภาควิชาวิศวกรรมการอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม ที่เป็นผู้ช่วยดำเนินการวิจัยนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมการข้าว. (2551). *ข้าวเหลืองปะทิวชุมพร. ประกาศโฆษณาการรับทะเบียนสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ ใบประกาศเลขที่ 30. ปีที่ 4 เล่มที่ 1: เลขที่คำขอ 50100041.* (น. 5). กรุงเทพฯ: กรมทรัพย์สินทางปัญญา กระทรวงพาณิชย์.

กล้าณรงค์ ศรีรอด, และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. (2546). *การปรับปรุงคุณภาพข้าวสารเพื่อบริโภคและส่งออก*. เอกสารฝึกอบรมหลักสูตรการวิเคราะห์คุณภาพข้าวทางเคมี. (น.23). กรุงเทพฯ: ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ณรงค์ นิยมวิทย์. (2538). *ธัญชาติและพืชหัว*. (น.235). กรุงเทพฯ: คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ถาวร จันทโชติ. (2563). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวจากแป้งข้าวกล้องงอกจากข้าวสังข์หยดเสริมไข่ขาว*. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยทักษิณ.

พิมพ์เพ็ญ ถิรพร. (2533). *ผลของการใช้แป้งมันสำปะหลังผสมแป้งข้าวเจ้าต่อคุณภาพเส้นก๋วยเตี๋ยว*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

ยุทธนา พิมลศิริผล. (2546). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวอบแห้งจากแป้งข้าวเจ้าผสมแป้งมันเทศ*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

วิจัยกรุงศรี. (2565). *แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรม 2565-2567: อุตสาหกรรมข้าว*. สืบค้น 15 มีนาคม 2565, สืบค้นจาก https://www.krungsri.com/th/research/industry/industry-outlook/agriculture/rice/io/io-rice-2022

วิภา สุโรจนะเมธากุล. (2541). *คุณสมบัติของข้าวและการเปลี่ยนแปลงระหว่างกระบวนการผลิตก๋วยเตี๋ยวและเส้นหมี่*. เอกสารประกอบคำบรรยายโครงการฝึกอบรมเรื่องการพัฒนาเพื่อยกระดับอุตสาหกรรมก๋วยเตี๋ยวและขนมจีนโดยใช้เทคโนโลยีสะอาด. (น.33-48). กรุงเทพฯ: สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2533). มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมก๋วยเตี๋ยว (มอก.959-2533).

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2548). มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมก๋วยเตี๋ยว (มอก.832-2548).

อรอนงค์ นัยวิกุล, จิตธนา แจ่มเมฆ, สินีนาถ จริยโชติเลิศ, นุชฤดี ศิริบุญ, ณรงค์ เอื้อวัฒนะชาคร, และนรินทร ชิโนสุนทรากร. (2536). ก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่กึ่งสำเร็จรูป. *วารสารเกษตรศาสตร์*, *27,* 74-78.

อรอนงค์ นัยวิกุล. (2540). เทคโนโลยีการผลิตและการพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวสดและอบแห้ง. *วารสารอุตสาหกรรมเกษตร*, *8*(3): 18, 58-66.

อริสรา รอดมุ้ย. (2553). การผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวจากแป้งข้าวหอมนิล. *วารสารเทคโนโลยีการอาหาร*, *5*(1), 64-71.