

คุณสมบัติด้านเคมีกายภาพ และด้านประสาทสัมผัสของเส้นพาสต้าที่ทดแทนด้วยแป้งมันเทศสีม่วง

Physicochemical and Sensory Properties of Pasta Substituted with Purple Sweet Potato Flour

วิภาวดี พันธุ์หนองหว้า^{1,*}, นฤทธิ วาดเขียน¹, นันทิยา ยิ่งมีมา¹, เด่นชัย วงศรีแก้ว¹, วรณิศา กล้ากระโทก¹, สาลินี มีศิลป์¹ และ กัญญารัตน์ บุญญโกศล¹

Wipavadee Punnongwa^{1,*}, Narit Wardkean¹, Nuntiya Yingmeema¹, Denchai Wongsrikaew¹, Wannisa Klakatok¹, Salinee Meesin¹ and Kanyarat Bunyakoson¹

Received: September 5, 2025

Revised: November 26, 2025

Accepted: November 27, 2025

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ต้องการใช้แป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์พาสต้า เมื่อทำการทดสอบแป้งมันเทศสีม่วงสองชนิด (ที่ผ่านการดัดแปรด้วยความร้อนชื้นหรือการนึ่ง; MF และแป้งที่ไม่ผ่านการดัดแปร; NF) พบว่าแป้งมันเทศสีม่วงแบบ MF มีปริมาณแอนโทไซยานินสูง 2.95 ± 1.90 mg/g DW การทดแทนด้วยแป้งมันเทศสีม่วงในปริมาณที่สูงขึ้นในขณะที่ค่าสีแดง (a^*) สูงขึ้น ค่าความสว่าง (L^*) มีค่าลดลง และค่าสีเหลือง (b^*) ลดลง ร้อยละของการดูดซับน้ำลดลง (%water absorption) แต่ทำให้ค่าแรงดึงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในทางกลับกันปริมาณร้อยละการสูญเสียสูงขึ้น (%cooking loss) ส่วนค่าเวลาในการต้มสุก (cooking time) ลดต่ำลง เมื่อเพิ่มปริมาณแป้ง MF การทดสอบด้านประสาทสัมผัสวิธีการทดสอบแบบ 9-Point hedonic test โดยผู้ทดสอบชิม ที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน พบว่าคะแนนความชอบคุณภาพด้านสีสูตร P4 มีค่าสูงสุด มีค่าอยู่ในช่วง 8.03 ± 0.99 รสชาติของพาสต้าสูตร P2 P3 และ P4 มีคะแนนสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ P2 มีค่าอยู่ในช่วง 6.57 ± 1.41 P3 มีค่าอยู่ในช่วง 6.83 ± 1.53 และ P4 มีค่าอยู่ในช่วง 7.33 ± 1.12 ในขณะที่การทดสอบด้านประสาทสัมผัส ด้านกลิ่น ด้านเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อทดสอบองค์ประกอบทางเคมีของพาสต้าสูตร P4 มีปริมาณเถ้าและปริมาณเยื่อใยสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

คำสำคัญ: แป้งมันเทศสีม่วง พาสต้า คุณภาพเคมีกายภาพ คุณภาพด้านประสาทสัมผัส

ABSTRACT

The objective of this study was to substitute wheat flour with purple sweet potato starch in pasta products. Two types of purple sweet potato starch were tested: starch modified by heat-moisture treatment (MF) and native starch without modification (NF). It was found that MF starch contained a higher anthocyanin content (2.95 ± 1.90 mg/g DW). Increasing the substitution level of purple sweet potato starch resulted in an increased in redness (a^*) values, while lightness (L^*) and yellowness (b^*) values were significantly decreased. The percentage of water absorption decreased, but tensile strength also significantly decreased ($p \leq 0.05$). On the other hand, the percentage of cooking loss increased with higher levels of MF starch substitution. Sensory evaluation was conducted using a 9-point hedonic scale with 30 untrained panelists. The highest score for color quality was obtained from formula P4 (8.03 ± 0.99). For taste, formulas P2, P3, and P4 received the highest scores, with P2 scoring 6.57 ± 1.41 , P3 scoring 6.83 ± 1.53 , and P4 scoring 7.33 ± 1.12 . However, there were no significant differences ($p > 0.05$) in aroma, texture, or overall acceptability among the samples. Chemical composition analysis of formula P4 revealed that it contained the significantly highest ash and dietary fiber contents.

Keyword: purple sweet potato flour, pasta, physicochemical property, sensory property

*Corresponding Author E-mail Address : punnongwa@hotmail.com

¹คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดสุรินทร์

¹Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin Province

บทนำ

เส้นพาสต้าประกอบไปด้วย แป้งสาลี ไข่ น้ำ และเกลือ โดยมีแป้งสาลี ซึ่งเป็นส่วนผสมหลัก พาสต้ามีการรับประทานกันทั่วโลก เนื่องจากเป็นอาหารให้พลังงานหลัก และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะสารกลุ่มคาร์โบไฮเดรต และโปรตีน พาสต้าผลิตจากแป้งสาลีชนิดดรัม มีปริมาณโปรตีนปานกลาง มาผสมกับน้ำนวดให้เข้ากัน นำมารีดเป็นเส้น นิยมนำมาทำแห้ง เนื่องจากสามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลานาน ในปัจจุบันมีการผลิตพาสต้ารูปร่างต่างๆ และมีหลากหลายรูปแบบ เช่น แบบเส้นยาว เส้นเกลียว เส้นโค้ง เส้นรูปท่อน เส้นกลมแบบมีรู ล้วนผลิตขึ้นจากการใช้เครื่องเอ็กซ์ทรูชัน การพัฒนาเส้นพาสต้าจากแป้งชนิดอื่นๆ เพื่อลดปริมาณกลูเตนสำหรับผู้แพ้กลูเตนในแป้งสาลี ตลอดจนเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ [1] ด้วยการเสริมสารอาหารต่างๆ เช่น การพัฒนาผลิตภัณฑ์พาสต้าสดจากแป้งข้าวกล้อง การเสริมข้าวไรซ์เบอร์รี่และงาดำในพาสต้า การเสริมแป้งข้าวสังข์หยดในผลิตภัณฑ์พาสต้า พาสต้าทำจากแป้งข้าวเจ้าเสริมแป้งถั่วแดง [2] เป็นต้น การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งชนิดต่างๆ ในผลิตภัณฑ์เส้นพาสต้า จะส่งผลต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส และคุณภาพด้านเคมีกายภาพของเส้นพาสต้า ซึ่งตรวจสอบได้จากค่าระยะเวลาในการต้ม (cooking time) อัตราการดูดซับน้ำ (% water absorption) และร้อยละการสูญเสีย (% cooking loss) นอกจากนั้นโครงสร้างของโปรตีนส่งผลสำคัญต่อคุณลักษณะด้านกายภาพ คุณภาพด้านเนื้อสัมผัส คุณภาพด้านประสาทสัมผัสของเส้นพาสต้า [3]

มันเทศญี่ปุ่น สายพันธุ์ Japanese purple sweet lord มีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Dioscorea japonica* อยู่ในตระกูล Dioscoreaceae มันเทศ จัดเป็นพืชไร่ เป็นพืชที่ปลูกหลังนาข้าว มันเทศเป็นพืชหัวที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่อุดมไปด้วยคาร์โบไฮเดรตหรือแป้งเป็นส่วนใหญ่ มันเทศญี่ปุ่น ยังมีหลายสายพันธุ์และมีหลากหลายสี เช่น เนื้อสีเหลือง หรือเนื้อสีส้ม มักพบสารแคโรทีนอยด์ โดยเฉพาะสารเบต้าแคโรทีน ส่วนมันเทศเนื้อสีม่วงอุดมด้วยสารแอนโทไซยานิน สารประกอบฟีนอลิก และสารฟลาโวนอยด์ มีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีผล

ชะลอโรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน โรคมะเร็ง และโรคหลอดเลือดหัวใจ เป็นต้น มันเทศจึงมีความเหมาะสมในการนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่างๆ เช่น ไข่มุกมันม่วง ตลอดจนพาสต้ามันม่วง เป็นต้น ในปัจจุบัน ได้มีการใช้แป้งมันเทศสีม่วงในการแปรรูปอาหารชนิดต่างๆ อาทิ เช่น การใช้แป้งมันเทศทดแทนแป้งสาลีต่อคุณลักษณะของคุกกี้ [4] การทดแทนแป้งสาลีบางส่วนด้วยแป้งมันเทศสีม่วงต่อลักษณะทางกายภาพ คุณค่าทางโภชนาการ และทางด้านประสาทสัมผัสของแอมคลอร์ [5] การทดแทนแป้งสาลีบางส่วนด้วยแป้งมันเทศสีม่วงต่อสมบัติทางเคมีกายภาพและกิจกรรมการต้านออกซิเดชันของผลิตภัณฑ์หมั่นโถว [6]

แป้งในการอุตสาหกรรมอาหาร เช่น เป็นสารให้ความข้นหนืด สารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่างๆ การดัดแปรแป้งมีสองวิธีได้แก่การดัดแปรแป้งทางเคมีและทางกายภาพ การดัดแปรแป้งด้วยการใช้สารเคมีช่วยในการดัดแปรโมเลกุลแป้งเพื่อเปลี่ยนคุณสมบัติแป้งให้สามารถละลายได้ในน้ำเย็น ตลอดจนเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเคมีของแป้ง ให้สามารถใช้เป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปหลายชนิด เช่น ใส่นมหวาน น้ำเกรวี่ ใส่น้ำยา ซอสชนิดต่างๆ ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารไม่แยกชั้นน้ำออกจากโมเลกุลเมื่อตั้งบนชั้นจัดจำหน่าย หรือนำมาแช่เย็น เป็นต้น การดัดแปรแป้งแบบใช้สารเคมี เช่น กรด ฟอสเฟต สารฟอสฟอรัสออกซิคลอไรด์ วิตามินซี สารอีพิกโลไฮดริน สารไตรเมตาฟอสเฟต วิธีเอซีทิเลท (acetylation) การดัดแปรด้วยวิธีเดลิเวอร์ไทเซชัน (derivatization) เป็นต้น การดัดแปรแป้งทางกายภาพได้แก่ การให้ความร้อน การใช้เครื่องเอ็กซ์ทรูชัน การให้ความร้อนบางส่วน หรือการพรีเจลาติไนซ์เซชัน การดัดแปรแป้งด้วยความร้อนขึ้นเป็นวิธีการที่เป็นที่นิยม เนื่องจากไม่มีการใช้สารเคมีไม่ก่อให้เกิดสารพิษตกค้าง โดยการนำแป้งธรรมชาติ (native starch) มาผ่านกรรมวิธีการแช่กรดซิตริกแล้วทำการนึ่งให้ความร้อน จัดเป็นวิธีการที่ทำได้ง่าย ปลอดภัย [3] เช่น การนำแป้งมันเทศสีม่วงดัดแปรด้วยวิธีการทางกายภาพ คือ การดัดแปรด้วยความร้อนขึ้น และกรดซิตริก

*Corresponding Author E-mail Address : punnongwa@hotmail.com

¹คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดสุรินทร์

¹Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin Province

มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีแป้งมันเทศสีม่วงเป็นส่วนประกอบ [7] การใช้แป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งด้วยความร้อนขึ้นมามาทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์บิสกิตตลอดจนได้มีการนำแป้งมันเทศสีม่วงไปดัดแปรให้เป็นแป้งทนย่อย [8] การพัฒนาผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลโดยใช้แป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งสาลี [9] การทดแทนแป้งสาลีบางส่วนด้วยแป้งมันเทศสีม่วง ต่อคุณค่าทางโภชนาการ คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของสโคน [10] การดัดแปรแป้งมันเทศทางกายภาพ นอกจากช่วยปรับปรุงการเกิดเจลของแป้ง ปรับปรุงคุณสมบัติของแป้งบางประการ เช่น ทำให้แป้งมีความหนืดลดลง สามารถละลายได้ในน้ำเย็น มีความคงตัวในความเย็น นอกจากนั้นแล้วการแช่กรดซิตริก จัดเป็นการดัดแปรทางเคมี อีกทางหนึ่ง และยังช่วยลดการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลในผักและผลไม้ การดัดแปรแป้งดังกล่าว ไม่ส่งผลต่อการเกิดรีโทรเกรเดชัน แต่ส่งผลต่อลักษณะของเม็ดแป้ง การเกิดเจล การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเม็ดแป้งเล็กน้อย โดยที่ไม่ทำให้เม็ดแป้งถูกทำลาย แป้งมันเทศสีม่วงมีสีส้มสวยงาม ตลอดจนมีคุณค่าสารอาหาร อาทิ เช่น สารแอนโทไซยานิน สารฟลาโวนอยด์ สารต้านอนุมูลอิสระที่ดี [3]

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อยอดจากการศึกษาคุณสมบัติของแป้งมันเทศสีม่วงที่ผ่านการดัดแปรด้วยกรดซิตริกและความร้อนขึ้น (ไอน้ำร้อน) โดยนำแป้งมันเทศดัดแปรที่ได้ มาทดแทนแป้งข้าวสาลี เพื่อเสริมคุณค่าทางโภชนาการ ด้วยแป้งมันเทศสีม่วง และศึกษาองค์ประกอบทางเคมี ปริมาณสารแอนโทไซยานิน ลักษณะทางกายภาพ เช่น สี แรงดึงคุณภาพการหุงต้ม เช่น ร้อยละการพองตัว ร้อยละการสูญเสีย และระยะเวลาในการต้มสุก ตลอดจนคุณลักษณะด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เส้นพาสต้า

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

1. การผลิตเส้นพาสต้าสูตรพื้นฐาน

Table 1 วิธีการทำเส้นพาสต้าเส้นสด สูตร B1 ตามวิธีของ Mattar and Ratphitagsanti (2018) [11] สูตร B2 ตามวิธีของ Chaiburannon (2017) [12] และ

สูตร B3 ตามวิธีของ Eguchi *et al.* (2014) [13] ผสมแป้งสาลีและเกลือปนให้เข้ากัน ใส่ไข่แดงไข่ไก่ และน้ำสะอาด นวดผสมให้เข้ากัน จนแป้งจับตัวเป็นก้อนเนียนและไม่ติดมือ พักโดแป้งพาสต้าไว้ที่อุณหภูมิห้อง เวลา 1 ชั่วโมง นำโดแป้งพาสต้ามาแผ่ แล้วรีดให้เป็นแผ่นบางๆ ประมาณ 1 มิลลิเมตร ตัดเส้นพาสต้า หรือนำพิมพ์มาขึ้นรูปเส้นแต่ละชนิดตามต้องการผลิตภัณฑ์เส้นพาสต้า

Table 1 Formulation of pasta

Ingredient (gram)	B1	B2	B3
Wheat flour	263	280	233
Tapioca flour	17	-	-
Rice flour	-	-	47
egg	50	50	50
salt	80	80	80
water	4	4	4
CaCl ₂	3.77	3.77	3.77

2. วิเคราะห์ด้านประสาทสัมผัส สูตรพื้นฐานที่เหมาะสม

นำเส้นพาสต้า วิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัสตามวิธีของ Mattar and Ratphitagsanti (2018) [11] โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค โดยใช้เกณฑ์การประเมินการยอมรับ ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบ โดยรวม แบบวิธี 9-Point Hedonic Scale โดยคะแนนมีค่าอยู่ในช่วง 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด และคะแนนมีค่าอยู่ในช่วง 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด

3. คุณสมบัติทางกายภาพ

นำผลิตภัณฑ์เส้นพาสต้ามาวิเคราะห์คุณภาพวัดสี ตามวิธีของ Weenuttranon (2021) [14] โดยใช้เครื่องวัดสี (Hunter Lab) รุ่น Color Quest XE/ CQX 382 บริษัท Hunter Associates Laboratory, Inc. ประเทศสหรัฐอเมริกา การวิเคราะห์ค่าสีจะใช้ระบบ CIE L* a* b* โดยค่า L* หมายถึง ค่าความสว่าง ค่า a* หมายถึง ค่าของสีแดง (+) และสีเขียว (-) และค่า b* หมายถึง ค่าสีเหลือง (+) และสีน้ำเงิน (-) วัดค่าปริมาณน้ำอิสระ ด้วยเครื่องวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี (Water

*Corresponding Author E-mail Address : punnongwa@hotmail.com

¹คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดสุรินทร์

¹Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin Province

activity) รุ่น Lab Master - a_w (Novasina) วัดเนื้อสัมผัส ด้วยเครื่อง Texture analyzer รุ่นที่ TA. XT. plus บริษัท Stable Micro Systems นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ เส้นพาสต้ามาวัดเนื้อสัมผัส ด้วยเครื่อง Texture analyzer ใช้หัวทดสอบชนิด Spaghetti Tensile Rig ตั้งค่าโดยใช้ Distance 90 mm. Pre - Test speed 1.0 mm/sec, Test Speed 2.0 mm/sec, Post - Test Speed 5.0 mm/sec

4. คุณสมบัติกายภาพเคมีแป้งมันเทศสีม่วง

4.1 กระบวนการผลิตแป้งมันเทศสีม่วง

วิธีการทำผงแป้งมันเทศสีม่วงแบบผ่านการตัดแปร ด้วยกรดและความร้อนขึ้น ตามวิธีของ Rueangsukud and Punnongwa (2022) [3] โดยนำมันเทศมาทำความสะอาด ปอกเปลือก ฝานแผ่นบาง แล้วแช่น้ำเกลือ ความเข้มข้นเกลือ ร้อยละ 1 (w/v) เพื่อขจัดยางมันเทศ แช่นาน 10 นาที ล้างน้ำสะอาด จากนั้นผึ่งให้สะเด็ดน้ำ และแช่กรดซิตริก ความเข้มข้น ร้อยละ 1 (w/v) ทำให้ความเข้มข้น โดยการนึ่งเป็นเวลา 40 นาที จากนั้นนำมันเทศที่แช่กรดซิตริก และผ่านการนึ่งแล้ว มาอบแห้งที่ 60 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง ร่อนด้วย ตะแกรงขนาด 80 เมช (mesh) (MF)

วิธีการทำผงแป้งมันเทศสีม่วงแบบไม่ผ่านการตัดแปร ทำโดยนำมันเทศมาทำความสะอาด ปอกเปลือก ฝานแผ่นบาง แล้วแช่น้ำเกลือ ความเข้มข้นเกลือ ร้อยละ 1 (w/v) เพื่อขจัดยางมันเทศ แช่นาน 10 นาที ล้างน้ำสะอาด จากนั้นผึ่งให้สะเด็ด และแช่กรดซิตริก ความเข้มข้น ร้อยละ 1 จากนั้นอบแห้งที่ 60 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง ร่อนด้วยตะแกรงขนาด 80 เมช (mesh) (NF)

4.2 ปริมาณแอนโทไซยานินรวม

การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินรวมด้วย วิธี pH different ตามวิธีของ AOAC. (2005) [15] ทำโดยนำตัวอย่าง 5 กรัม มาโฮโมจีไนส์ เป็นเวลา 10 นาที เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร เติมน้ำกรดไฮโดรคลอริก ร้อยละ 75 จำนวน 20 มิลลิลิตร กรองเอาแต่ส่วนใน จากนั้นบีบตัวอย่างมา 1

มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร เติมน้ำกรดไฮโดรคลอริก 3 มิลลิลิตร (pH 1.0) และตัวอย่างละ 2 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร เติมน้ำกรดไฮโดรคลอริก 3 มิลลิลิตร (pH 4.5) นำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 และ 700 นาโนเมตร คำนวณหาปริมาณของแอนโทไซยานินรวม ตามสมการ (1)

ปริมาณแอนโทไซยานินรวม

$$= \frac{A \text{ correction} \times MW \times DF \times 1000}{\epsilon \times L} \quad (1)$$

เมื่อ

A correction

$$= (A_{520} - A_{700})_{\text{pH 1}} - (A_{520} - A_{700})_{\text{pH 4.5}}$$

A_{520} แทนค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร

A_{700} แทนค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 700 นาโนเมตร

MW แทน น้ำหนักโมเลกุลของแอนโทไซยานิน (เทียบกับ cyanidin-3-glucoside 449.2 กรัมต่อโมล)

DF แทน สัดส่วนที่ทำการเจือจาง

L แทน ช่วงความยาวที่แสงผ่านสารละลาย (cm)

ϵ แทน molar extinction coefficient ซึ่งมีค่า 26,900 ($M^{-1} \text{ cm}^{-1}$)

5. ศึกษาอัตราส่วนในการทดแทนแป้งมันเทศสีม่วงที่เหมาะสมในเส้นพาสต้า

หลังจากที่ได้สูตรที่ได้จากการคัดเลือก คือ สูตร B2 จึงได้ทำการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งมันเทศสีม่วง ในอัตราส่วนต่างๆ ตัดแปลงจากวิธีของ Mattar and Ratphitagsanti (2018) [11] โดยมีอัตราส่วน ร้อยละ 0 (P1) ร้อยละ 5 (P2) ร้อยละ 10 (P3) และร้อยละ 15 (P4) ผสมแป้งสาลี แป้งมันเทศสีม่วง และเกลือป่นให้เข้ากัน ใส่ไข่แดงไข่ไก่ และน้ำสะอาด โดยอ้างอิงจากสูตรพื้นฐานที่ได้ นวดผสมให้เข้ากันจนแป้งจับตัวเป็นก้อน เนียนและไม่ติดมือ พักโดแป้งพาสต้าไว้ที่อุณหภูมิห้อง นาน 1 ชั่วโมง นำโดแป้งพาสต้ามาแผ่แล้วรีดให้เป็นแผ่น บางๆ ประมาณ 1 มิลลิเมตร ตัดเส้นพาสต้าด้วยเครื่อง ทำพาสต้า จากนั้นนำไปอบที่ตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 3 ชั่วโมง

*Corresponding Author E-mail Address : punnongwa@hotmail.com

¹คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดสุรินทร์

¹Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin Province

6. องค์ประกอบทางเคมีพื้นฐาน

การทดลองหาปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า เยื่อใย อาหาร และคาร์โบไฮเดรตในอาหารด้วยวิธีของ AOAC. (2000) [16]

7. คุณภาพเส้นพาสต้า

7.1 อัตราการดูดซับน้ำหรือ (%water absorption)

ทำตามวิธีของ Desai et al. (2018) [2] ซึ่งน้ำหนักของ ผลิตภัณฑ์เส้นพาสต้าทดแทนด้วยแป้งมันเทศสีม่วงก่อนและหลังการให้ความร้อน จากนั้นคำนวณหาร้อยละของปริมาณที่ได้หลังการต้ม ดังสมการที่ 2

อัตราการดูดซับน้ำ

$$= \frac{\text{น้ำหนักเส้นพาสต้าหลังต้ม}}{\text{น้ำหนักเส้นพาสต้าก่อนต้ม}} \times 100\% \quad (2)$$

7.2 ร้อยละการสูญเสีย

การวัดร้อยละของการสูญเสียระหว่างต้มของ ผลิตภัณฑ์อาหารที่เป็นเส้น หรือ (%cooking loss) ตามวิธีของ Desai et al. (2018) [2] การคำนวณหาร้อยละของการสูญเสียของแข็งระหว่างการต้ม ดังสมการที่ 3

ร้อยละการสูญเสียของแข็งระหว่างการต้ม

$$= \frac{\text{น้ำหนักของแข็งที่เหลืออยู่}}{\text{น้ำหนักเส้นพาสต้าก่อนต้ม}} \times 100\% \quad (3)$$

7.3 ระยะเวลาในการต้มสุก

การทดสอบระยะเวลาในการต้มสุก (cooking time) นำเส้นพาสต้าอบแห้งต้มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ตามวิธีของ Desai et al. (2018) [2] ทำการจับเวลาที่ทำให้เส้นสุกสังเกตลักษณะที่ไม่มีแป้งสีขาวในเส้น

8. สถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Randomize in Completely block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ One way ANOVA เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

แบบรายคู่ ด้วยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นพาสต้าสูตรพื้นฐาน

1.1 การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของพาสต้าเส้นสดสูตรพื้นฐาน

Figure 1 เส้นพาสต้าสูตรพื้นฐานทั้งสามสูตร และ Table 2 ผลการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม วิธีการทดสอบแบบ 9-Point hedonic test โดยผู้ทดสอบชิม ที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน พบว่าคะแนนความชอบคุณภาพด้านสี รสชาติ และความชอบโดยรวมของเส้นพาสต้าสูตรพื้นฐานทั้งสามสูตร ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) โดยผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบด้านสี มีค่าระหว่าง 6.80-7.36 มีความชอบเล็กน้อยจนถึงชอบปานกลาง ส่วนคะแนนด้านรสชาติ มีค่าระหว่าง 6.40-6.90 ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนชอบเล็กน้อย และด้านความชอบโดยรวม มีค่าระหว่าง 7.10-7.46 อยู่ในระดับคะแนนความชอบปานกลาง จากผลการทดลอง พบว่าพาสต้าสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตรได้รับคะแนนด้านกลิ่นและเนื้อสัมผัส แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสของสูตร B2 และสูตร B3 มากกว่าสูตร B1 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยสูตร B2 และ B3 ได้คะแนน 7.00-7.60 อยู่ในระดับคะแนนความชอบปานกลาง สูตรที่ B2 มีการใช้เฉพาะแป้งสาลีเท่านั้น ไม่มีการผสมแป้งชนิดอื่นๆ เพราะแป้งสาลีมีโปรตีนไกลอะดินและกลูเตลิน นวดผสมกับน้ำทำให้เกิดโครงสร้างกลูเตน ทั้งยังในสูตรมีการเติมไข่ไก่ลงไป ซึ่งเป็นการเพิ่มโปรตีนให้กับพาสต้า และเพิ่มคุณสมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีนไข่และโปรตีนกลูเตน และกักน้ำและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ไว้ในโมเลกุลอาหาร ทำให้เส้นพาสต้าสูตรที่มีการใช้เฉพาะแป้งสาลีในสูตร B2 มีเนื้อสัมผัสที่ดี มีกลิ่นรสที่ใกล้เคียงสูตรอุตสาหกรรม ในขณะที่สูตรที่ B3 มีการใช้แป้งข้าวเจ้าในสูตรทำให้มีความหนืด เนื่องจากแป้งข้าวเจ้า มี

*Corresponding Author E-mail Address : punnongwa@hotmail.com

¹คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดสุรินทร์

¹Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin Province

ปริมาณอะไมโลสสูง ซึ่งปกติแล้วนิยมนำมาทำเส้นก๋วยเตี๋ยว ทำให้มีเนื้อสัมผัสที่เหนียวหนึบไม่ขาดง่าย คล้ายผลิตภัณฑ์เส้นที่ทำจากข้าว เช่น เส้นก๋วยเตี๋ยว เส้นก๋วยจั๊บ และเส้นขนมจีน เมื่อนำไปปรุงอาหารทำ

ให้ได้ค่าคะแนนการทดสอบชิมด้านเนื้อสัมผัสสูงกว่าสูตรที่ B1 ซึ่งใช้แป้งสาลีและแป้งมันสำปะหลังเป็นส่วนประกอบหลัก [2] [13]



Figure 1 Pasta formula for cooked pasta.

Table 2 Sensory evaluation of basic pasta.

pasta	B1	B2	B3
Color ^{ns}	6.90 ± 1.37	7.36 ± 0.92	6.80 ± 1.37
Odor	6.26 ± 1.52 ^b	7.00 ± 1.08 ^a	6.70 ± 1.17 ^{ab}
Taste ^{ns}	6.46 ± 1.35	6.90 ± 1.48	6.40 ± 1.32
Texture	6.80 ± 1.42 ^b	7.60 ± 0.93 ^a	7.00 ± 1.57 ^{ab}
Overall acceptance ^{ns}	7.13 ± 1.10	7.46 ± 1.04	7.10 ± 1.20

Note: Values are presented as mean ± SD. Values with different superscripts within the same row are statistically significantly different ($p \leq 0.05$)

^{ns} Values are presented as mean ± SD. Values with different superscripts within the same column are not statistically significantly different ($p > 0.05$).

1.2 ค่าสีของพาสต้าเส้นสดสูตรพื้นฐาน

ผลิตภัณฑ์พาสต้าเส้นสดสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร (Table 3) ทำการวัดค่าสี พบว่า พาสต้าเส้นสดสูตรพื้นฐานที่ไม่ผ่านการปรุงสุก มีค่าความสว่าง (L^*) อยู่ระหว่าง 48.75–52.04 และพาสต้าเส้นสดสูตรพื้นฐานที่ผ่านการปรุงสุก มีค่า L^* อยู่ระหว่าง 57.95–59.14 พาสต้าเส้นสดสูตรพื้นฐานที่ไม่ผ่านการปรุงสุก มีค่าสีแดง (a^*) อยู่ระหว่าง 2.82–4.75 และพาสต้าเส้นสดสูตรพื้นฐานที่ผ่านการปรุงสุก มีค่า a^* อยู่ระหว่าง 1.83–3.59 แสดงให้เห็นว่าพาสต้าสูตรพื้นฐานที่ไม่ผ่านการปรุงสุก มีค่า a^* เป็นบวก หมายถึง สีแดงที่สูงกว่าเส้นที่ปรุงสุกแล้ว และพาสต้าเส้นสดสูตรพื้นฐานที่ไม่ผ่านการปรุงสุก มีค่าสีเหลือง (b^*) อยู่ระหว่าง 16.77–20.10 และพาสต้าเส้น

สดสูตรพื้นฐานที่ผ่านการปรุงสุก มีค่า b^* อยู่ระหว่าง 15.89–20.19 แสดงให้เห็นว่า b^* เป็นบวก หมายถึง สีเหลือง ซึ่งพาสต้าเส้นสดสูตรพื้นฐานที่ไม่ผ่านการปรุงสุก มีค่าสีเหลืองมากกว่าพาสต้าเส้นสดสูตรพื้นฐานที่ผ่านการปรุงสุก จากการทดลองพบว่า การเปลี่ยนแปลงค่าสี a^* และ b^* ที่ลดลงเกิดจากผลของความร้อนระหว่างการต้มและวัตถุดิบที่มีปริมาณแป้งสาลี แป้งข้าวเจ้า และแป้งมันสำปะหลังที่แตกต่างกัน ทำให้ค่าสีเหลืองและค่าสีแดงลดลง (Figure 1) เนื่องจากในผลิตภัณฑ์พาสต้ามีการเติมไข่ไก่ โดยเฉพาะส่วนของไข่แดง หากเมื่อนำมาปรุงสุกสีของไข่แดงจะเกิดสีที่ซีดจางลงเนื่องจากเม็ดสีถูกความร้อนทำลาย โดยก่อนการให้ความร้อนผลิตภัณฑ์มีสีเหลือง และเมื่อนำมาต้มที่อุณหภูมิสูงทำให้

*Corresponding Author E-mail Address : punnongwa@hotmail.com

¹คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดสุรินทร์

¹Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin Province

ค่าสีลดลงกว่าพาสต้าเส้นสดที่ไม่ผ่านการปรุงสุก สอดคล้องกับงานวิจัยของ Milde et al. (2021) [17] ได้ทำการทดลองใช้แป้งมันสำปะหลัง เพื่อทำพาสต้าปลอดกลูเตนผสมแทนแทนกัม และมีการเติมโปรตีนไข่ที่ 1.5 กรัม/100 กรัม ช่วยเพิ่มคุณภาพเส้นพาสต้าด้านการ

ปรุงสุกได้ดีขึ้น และช่วยเพิ่มลักษณะเนื้อสัมผัสพาสต้าให้ดีขึ้นด้วยการทดสอบชิม และเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส โดยเฉพาะเพิ่มความหนืดให้เส้นพาสต้า และการผสมไข่ไก่ทำให้เส้นพาสต้ามีสีเหลืองเข้มขึ้น

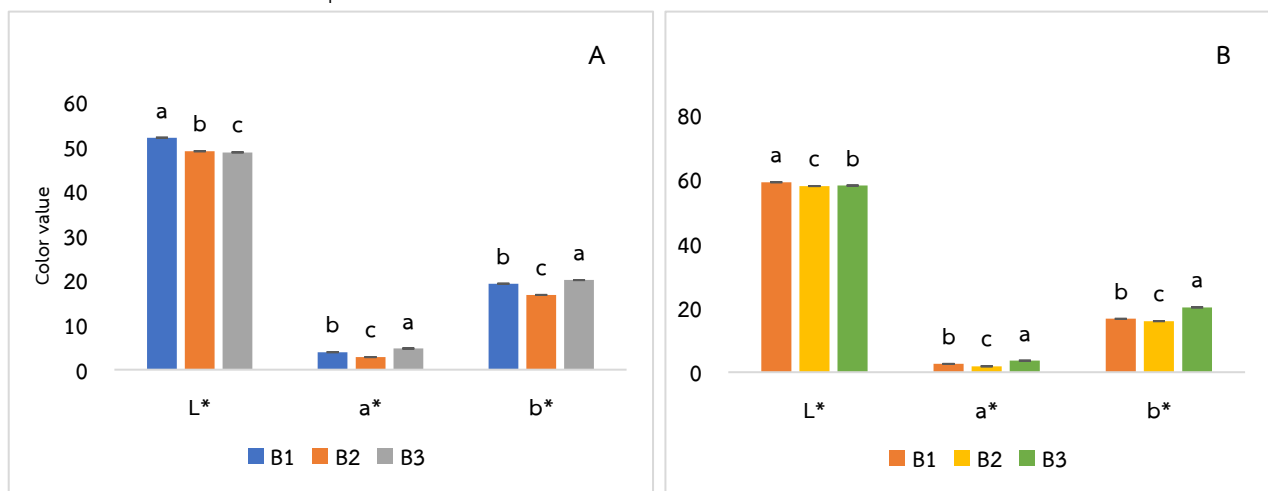


Figure 2 Color of basic pasta formular A; raw pasta B; cooked pasta. Values are presented as mean $\pm$ SD (n = 3). Bars with different notations are statistically different ($p \leq 0.05$).

2. คุณสมบัติของแป้งมันเทศสีม่วงแบบธรรมชาติและแบบดัดแปร

2.1 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งมันเทศสีม่วง

การวิเคราะห์ร้อยละองค์ประกอบทางเคมีของแป้งมันเทศสีม่วงแบบดัดแปร (MF) Table 3 พบว่ามีปริมาณความชื้น ร้อยละ 6.11 ไขมัน ร้อยละ 0.27 เถ้า ร้อยละ 2.36 เยื่อใย ร้อยละ 6.75 โปรตีน ร้อยละ 2.29 คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 81.30 และค่าพลังงาน 343.45 กิโลแคลอรี ส่วนการวิเคราะห์ร้อยละองค์ประกอบทางเคมีของแป้งมันเทศสีม่วงแบบธรรมชาติ (NF) พบว่า มีปริมาณความชื้น ร้อยละ 6.94 ไขมัน ร้อยละ 0.42 เถ้า ร้อยละ 2.64 เยื่อใย ร้อยละ 6.25 โปรตีน ร้อยละ 3.83 คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 81.25 และค่าพลังงาน 342 กิโลแคลอรี เมื่อนำไปวิเคราะห์ค่าสารสีม่วงแดงหรือสารแอนโทไซยานิน พบว่าตัวอย่างแป้งมันเทศแบบดัดแปร (MF) มีปริมาณแอนโทไซยานิน คือ 2.95 มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง ในปริมาณสูง

กว่าแป้งแบบธรรมชาติ (NF) เพราะตัวอย่างแป้งมันเทศสีม่วงแบบดัดแปร มีกระบวนการกระตุ้นด้วยความร้อนขึ้น และการแช่กรดซิตริก และการให้ความร้อนขึ้นหรือการนิ่งให้ความร้อน โดยความร้อนขึ้นช่วยกระตุ้นการปลดปล่อยสารแอนโทไซยานินในส่วนผนังเซลล์ได้มากขึ้น รวมทั้งยังช่วยให้สีม่วงแดงของสารแอนโทไซยานินมีความเสถียรมากขึ้น [3] ได้มีการกล่าวรายงานของ [18] พบว่าแป้งมันเทศสีม่วงสายพันธุ์ 16 มีปริมาณองค์ประกอบทางเคมี ความชื้น ร้อยละ 62.8-69.4 เถ้า ร้อยละ 2.4-4.2 โปรตีน ร้อยละ 3.2-7.2 ไขมัน ร้อยละ 1.1-2.1 คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 63.1-77.3 เยื่อใย ร้อยละ 1.9-3.5 ในขณะที่แป้งมันเทศสีม่วงแบบนิ่งให้สุก (การดัดแปรด้วยความร้อนขึ้น) มีปริมาณความชื้น ร้อยละ 62.3-67.0 เถ้า ร้อยละ 2.2-2.6 โปรตีน ร้อยละ 4.7-5.0 ไขมัน พบน้อย คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 49.2 -57.4 เยื่อใย ร้อยละ 2.5-2.8 ตามลำดับ

*Corresponding Author E-mail Address : punnongwa@hotmail.com

¹คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดสุรินทร์

¹Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin Province

Table 3 Chemical content of native - purple sweet potato flour (NF) and modified - purple sweet potato flour (MF).

Formula	Moisture (%)	Fat (%)	Ash (%)	Fiber (%)	Protein (%)	CHO ^{ns} (%)	Energy (Kcal)	Anthocyanin (mg/g DW)
MF	6.11±0.16	0.27±0.10	2.36±0.03	6.75±0.85*	2.29±0.09	81.30±1.50	343.45±6.90	2.95±1.90*
NF	6.94±0.04*	0.42±0.03*	2.64±0.02	6.25±0.99	3.83±0.22*	81.25±2.26	342±7.37	1.50±0.54

Note: Values are presented as mean±SD. Values with different superscripts within the same column are statistically significantly different ($p \leq 0.05$) (t-test).

Values are presented as mean±SD. * Values are indicated a statistically significant difference as determined by a t-test.

3. ผลของการทดแทนแป้งมันเทศสีม่วงดัดแปรในเส้นพาสต้า

3.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของพาสต้าเส้นแห้งเสริมแป้งมันเทศสีม่วงดัดแปร

Table 4 การวิเคราะห์ร้อยละองค์ประกอบทางเคมีของพาสต้าแห้งเสริมแป้งมันเทศสีม่วงแบบดัดแปร สูตรควบคุม P1 พบว่า มีปริมาณความชื้นมากที่สุดคือสูตรที่ P2 ร้อยละ 8.58 ไขมันมากที่สุดคือสูตรควบคุมหรือสูตรที่ P1 ร้อยละ 4.73 ถั่วมากที่สุดคือสูตรที่ P3 และสูตรที่ P4 ร้อยละ 2.51 และ 2.42 เยื่อใยสูตรที่ P2 สูตรที่ P3 และสูตรที่ P4 มีปริมาณต่ำกว่าสูตรที่ P1 ($p \leq 0.05$) โปรตีนสูตรที่ P1 มีปริมาณสูงสุดร้อยละ 11.21 คาร์โบไฮเดรตไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ($p > 0.05$) และค่าพลังงานสูตรที่ P1 หรือสูตรควบคุมมีปริมาณสูงสุด คือ 389.35 กิโลแคลอรีเนื่องจากปริมาณองค์ประกอบทางเคมีของแป้งมันเทศสีม่วงแบบหนึ่ง มีปริมาณเยื่อใยสูงกว่าแป้งมันเทศสีม่วงแบบไม่หนึ่ง และปริมาณโปรตีนของแป้งสาขามีปริมาณสูง

เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งมันเทศสีม่วงสูงขึ้น ปริมาณเยื่อใยหรือเถ้าของเส้นพาสต้าสูงขึ้น เนื่องจากความร้อนช่วยกระตุ้นให้ผนังเซลล์พืชปลดปล่อยสารกลุ่มเซลลูโลสแทนนิน เยื่อใยออกจากผนังเซลล์พืช ทำให้แร่ธาตุและปริมาณเยื่อใยมีปริมาณเพิ่มขึ้น และเนื่องจากแป้งมันเทศสีม่วงยังไม่มีสารสกัดสารอื่นๆ นอกจากการไม่แปรรูปและจัดเป็นพืชที่มีปริมาณเถ้าและเยื่อใยสูง จึงทำให้ในสูตรที่ 2 สูตรที่ 3 และ สูตรที่ 4 มีปริมาณเยื่อใยสูงขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งมันเทศสีม่วงแบบหนึ่งสูงขึ้น [3] สอดคล้องกับงานวิจัยของ [19] ได้ทำการทดลองผลิตพาสต้าจากแป้งข้าวโพดผสมแป้งมันเทศสีส้มแบบแห้ง พบว่าที่ระดับการผสมของแป้งข้าวโพด ร้อยละ 80 ต่อแป้งมันเทศสีส้ม ร้อยละ 20 พบว่า องค์ประกอบทางเคมีของพาสต้ามีความชื้นร้อยละ 6.29 โปรตีน ร้อยละ 7.66 เถ้า ร้อยละ 1.42 ไขมัน ร้อยละ 0.69 ตามลำดับ พาสต้าทางการค้ามีความชื้น ร้อยละ 9.21 โปรตีน ร้อยละ 9.64 เถ้า ร้อยละ 0.27 และไขมัน ร้อยละ 0.42 ตามลำดับ

Table 4 Chemical composition of pasta with MF (dry pasta)

Formula	Moisture (%)	Fat (%)	Ash (%)	Fiber (%)	Protein (%)	CHO ^{ns} (%)	Energy (Kcal)
P1	6.38±0.29 ^c	4.73±0.02 ^a	2.37±0.11 ^b	6.04±0.63 ^b	11.21±0.86 ^a	75.72±0.09	389.35±3.03 ^a
P2	8.58±0.21 ^a	4.66±0.00 ^{ab}	2.35±0.02 ^b	7.20±0.76 ^a	10.07±0.28 ^b	75.74±0.77	385.06±3.03 ^b
P3	7.78±0.23 ^b	4.60±0.13 ^{ab}	2.42±0.01 ^{ab}	7.97±0.40 ^a	9.87±0.00 ^b	75.23±0.54	380.05±1.04 ^c
P4	8.32±0.11 ^a	4.40±0.14 ^{ab}	2.51±0.02 ^a	8.22±0.25 ^a	9.64±0.24 ^b	74.79±0.78	382.10±2.33 ^{bc}

Note: Values are presented as mean ± SD. Values with different superscripts within the same column are significantly different ($p \leq 0.05$).

^b ^{ns} Values are presented as mean ± SD. Values with different superscripts within the same column are not significantly different ($p > 0.05$).

*Corresponding Author E-mail Address : punnongwa@hotmail.com

¹คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดสุรินทร์

¹Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin Province

3.2 ลักษณะทางเคมีกายภาพของเส้นพาสต้าทดแทนด้วยแป้ง MF แบบอบแห้ง

Table 5 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของพาสต้าเส้นแห้งสูตรควบคุม ทดแทนด้วยแป้งมันเทศสีม่วง ร้อยละ 0 และสูตรเสริมแป้งมันเทศสีม่วงแบบหนึ่ง ร้อยละ 5, 10 และ 15 ตามลำดับ พบว่า สูตรควบคุมมีค่าความสว่างมากที่สุด ($p \leq 0.05$) มีค่าอยู่ในช่วง 73.46 และสูตรที่เสริมแป้งมันเทศสีม่วงแบบหนึ่ง ร้อยละ 5, 10 และ 15 ตามลำดับ มีค่าความสว่างลดลง มีค่าอยู่ในช่วง 52.41 – 63.71 ซึ่งทำให้เห็นว่าสูตรควบคุมมีค่าความสว่างมากกว่าสูตรเสริมแป้งมันเทศสีม่วงแบบหนึ่ง ร้อยละ 5, 10 และ 15 ตามลำดับ พาสต้าเส้นแห้งสูตรควบคุมมีค่าสีแดง (a^*) อยู่ในช่วง 1.85 และสูตรที่เสริมแป้งมันเทศสีม่วงแบบหนึ่ง ร้อยละ 5, 10 และ 15 ตามลำดับ มีค่าสีแดงในสูตรพาสต้าสูตรที่ 4 มีค่าสีแดง (a^*) สูงที่สุด มีค่าอยู่ในช่วง 7.49 ค่าสีแดงมีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณการเติมแป้งมันเทศสีม่วงที่สูงขึ้น เนื่องจากสีของมันเทศสีม่วงเกิดจากสารแอนโทไซยานินที่มีสีม่วงแดงนั่นเอง พาสต้าเส้นแห้งสูตรควบคุมมีค่าสีเหลือง (b^*) มากที่สุด คือสูตรควบคุมคือไม่มีการเติมแป้งมันเทศแบบหนึ่งในสูตรมีค่าสูงสุด ($p \leq 0.05$) มีค่าสีเหลือง (b^*) อยู่ในช่วง 11.45 และมีค่าสีเหลือง (b^*) ลดลงตามการเพิ่มปริมาณแป้งมันเทศสีม่วงแบบหนึ่ง เนื่องจากเส้นพาสต้าเปลี่ยนเป็นสีม่วงแดงตามปริมาณแอนโทไซยานิน ส่วนปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของพาสต้าเส้นแห้งสูตรควบคุม และสูตรเสริมแป้งมันเทศสีม่วงแบบหนึ่ง ร้อยละ 5, 10 และ 15 ตามลำดับ สูตรควบคุมมีค่า (a_w) อยู่ในช่วง 0.61 และ สูตรที่ 2, 3 และ 4 มีค่าอยู่ในช่วง 0.64 – 0.70 พบว่า สูตรเสริมแป้งมันเทศสีม่วงแบบหนึ่ง ร้อยละ 5, 10 และ 15 ตามลำดับ มีค่าปริมาณแอนโทไซยานินมากกว่าพาสต้าเส้นแห้ง ปริมาณแอนโทไซยานินในเส้นพาสต้าแห้งสูตรที่ 4 มีค่ามากที่สุด ($p \leq 0.05$) โดยมีปริมาณ 105.84 มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง และมีปริมาณลดลงตามจำนวนการเติมแป้งมันเทศ

สีม่วงที่ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ [20] เส้นพาสต้าปราศจากกลูเตนจากข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำ โดยใช้เทคนิคการขึ้นรูปแบบเส้นด้วยโมเลกุลาร์แกสโตรโนมี และเมื่อนำมาเสริมงาดำผง 4 ระดับ (ร้อยละ 6, 8, 10 และ 12) พบว่า ปริมาณงาดำที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าสว่าง (L^*) ค่าสีเหลือง (b^*) มีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ค่าสีแดง (a^*) เพิ่มขึ้น เนื่องจากมีสารสีแอนโทไซยานินมากขึ้นนั่นเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Tiprugsa and Nuduangkaeo (2009) [1] ซึ่งทำการทดลองนำพาสต้าจากแป้งถั่วแดงหลวงทดแทนแป้งเซโมลินาบางส่วน โดยแปรปริมาณแป้งถั่วแดงหลวงที่ระดับร้อยละ 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 (โดยน้ำหนักแป้ง) เมื่อวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์พาสต้าจากแป้งถั่วแดงหลวง พบว่าค่าความสว่าง (L^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ลดลง ในขณะที่ค่าสีแดง (a^*) เพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณแป้งถั่วแดงหลวงที่ใช้ทดแทนเพิ่มขึ้น การทดลองของ Rueangsukud and Punnongwa (2022) [3] พบว่าปริมาณสารแอนโทไซยานินทั้งหมดของแป้งมันม่วงญี่ปุ่น มีปริมาณสารแอนโทไซยานินรวมอยู่ในช่วง 266 ± 19.34 มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง นอกจากนั้นแล้ว ยังพบอนุพันธ์ของสารกลุ่มแอนโทไซยานินในมันเทศสีม่วง เช่น peonidin 3-caffeoyl sophoroside-5-glucoside, cyanidin 3 - caffeoyl-p-hydroxybenzoyl sophoroside-5-glucoside, cyanidin-3-(600-caffeoyl sophoroside) -5-glucoside และ peonidin-3-(600-caffeoylsophoroside)-5-glucoside ตามลำดับ [21-24] นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าสารแอนโทไซยานินในมันเทศมีความเสถียรต่อการดัดแปรด้วยความร้อนขึ้น และกรดซิตริก เนื่องมาจากความร้อนไปกระตุ้นให้เซลล์ของมันเทศปลดปล่อยสารแอนโทไซยานิน และให้มีความเสถียรมากขึ้น เนื่องจากความร้อนสามารถช่วยทำลายผนังเซลล์ผักและผลไม้ ทำให้ปลดปล่อยสารให้สีมากขึ้น เช่น สารแอนโทไซยานิน การให้ความร้อนขึ้นด้วยการนึ่งทำให้แป้งมันม่วงญี่ปุ่นมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และสารฟลาโวนอยด์สูงขึ้น [3]

*Corresponding Author E-mail Address : punnongwa@hotmail.com

¹คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดสุรินทร์

¹Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin Province

Table 5 Color, water activity (a_w) and anthocyanins of pasta with MF (dry pasta)

Formula	Color			a_w	Anthocyanin (mg/g DW)
	L*	a*	b*		
P1	73.46±1.18 ^a	1.85±0.01 ^c	11.45±0.10 ^a	0.61±0.00 ^c	-
P2	63.71±0.50 ^b	3.89±0.09 ^b	7.44±0.01 ^b	0.64±0.02 ^{ab}	61.85±0.00 ^c
P3	52.41±0.50 ^d	4.11±0.04 ^b	4.22±0.01 ^c	0.65±0.01 ^{ab}	98.97±16.36 ^b
P4	61.54±0.99 ^c	7.49±0.98 ^a	3.36±0.18 ^d	0.70±0.00 ^a	105.84±43.23 ^a

Note: Values are presented as mean ± SD. Values with different superscripts within the same column are significantly different ($p \leq 0.05$).

^{ns} Values are presented as mean ± SD. Values with different superscripts within the same column are not significantly different ($p > 0.05$).

3.3 คุณภาพหลังการต้มสุกของพาสต้าทดแทนด้วยแป้ง MF แบบอบแห้ง

Table 6 จากการวิเคราะห์คุณภาพของพาสต้าเส้นแห้งหลังการต้ม ได้แก่ ร้อยละการดูดซับน้ำ (%water absorption) และร้อยละการสูญเสียระหว่างการต้ม (%cooking loss) พบว่าสูตรควบคุม P1 มีร้อยละการดูดซับน้ำหลังการต้มมากที่สุด มีค่าอยู่ในช่วง 252.66 กรัม และเมื่อเสริมผงมันม่วงแบบหนึ่งในปริมาณมากขึ้น ทำให้พาสต้ามี %water absorption ลดลง มีค่าอยู่ในช่วง 210.66–252.66 เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งมันเทศสีม่วง พบว่าอัตราการดูดซับน้ำลดลงมากที่สุด ในสูตร P4 (มีการทดแทนด้วยแป้งมันเทศสีม่วง ร้อยละ 15) และยังทำให้ค่าแรงดึงของเส้นพาสต้ามีค่าลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งมันเทศสีม่วง ในทางกลับกัน การเพิ่มปริมาณแป้งมันเทศสีม่วงทำให้เกิดร้อยละการสูญเสียของแข็งหรือ %cooking loss มีค่ามากขึ้น และทำให้ระยะเวลาในการปรุงสุกของพาสต้ามีค่ามากขึ้น ($p \leq 0.05$) แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มการทดแทนด้วยแป้งมันเทศสีม่วงแบบหนึ่ง ทำให้เส้นมีความเหนียวลดลง เนื่องจากแป้งมันเทศสีม่วงแบบหนึ่ง มีปริมาณอะไมโลสต่ำกว่าแป้งสาลี ทำให้มีความสามารถในการเกิดโดต่ำกว่แป้งสาลี ซึ่งแป้งสาลีมีกลูเตนสูงที่ประกอบจากโปรตีนสองชนิดได้แก่โปรตีนกลูเตนิน และไกลอะดินสามารถจับกับน้ำในปริมาณที่สูงด้วยพันธะไดซัลไฟด์ ทำให้เกิดโครงสร้างกลูเตนสามารถกักน้ำไว้ในโมเลกุลโครงสร้างทำให้เส้นพาสต้ามีความเหนียวนุ่มไม่ขาดง่าย [25] ซึ่ง

การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งมันเทศสีม่วงในปริมาณที่สูงขึ้น ยิ่งทำให้มีปริมาณกลูเตนลดต่ำลง รวมถึงปริมาณอะไมโลสลดต่ำลงเช่นกัน ซึ่งแป้งมันเทศสีม่วงแบบหนึ่งมีปริมาณอะไมโลสมีค่าอยู่ในช่วง 0.32 ± 0.02 มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง นับว่ามีปริมาณต่ำมากหากเทียบกับแป้งชนิดอื่นๆ การใช้แป้งทดแทนแป้งด้วยวิธีทางกายภาพสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การให้ความร้อนขึ้น หรือการนึ่งด้วยไอน้ำ จัดเป็นการช่วยทำให้สมบัติของแป้งบางประการดีขึ้นบางประการ เช่น การละลาย การพองตัว การเปลี่ยนแปลงความหนืด ความคงตัวต่อการแช่แข็ง การแช่เย็นของผลิตภัณฑ์อาหาร นอกจากนั้น ยังมีกระบวนการดัดแปรทางเคมี ในอุตสาหกรรมนิยมใช้สารเคมีในการดัดแปรโมเลกุลแป้งเพื่อเปลี่ยนคุณสมบัติแป้งให้สามารถละลายได้ในน้ำเย็น ความหนืดลดลง และมีความสามารถคงตัวต่อความร้อน เป็นต้น การดัดแปรแป้งทางเคมีทำได้หลายวิธี เช่น การดัดแปรด้วยกรด ซึ่งส่งผลต่อการเกิดเจล [3] ทำให้มีความสามารถในการดูดซับน้ำของสูตรควบคุมหรือสูตรที่ไม่มีการเติมแป้งมันเทศสีม่วงแบบหนึ่งมีค่าสูงสุด และมีค่าร้อยละการสูญเสียต่ำที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ [1] พาสต้าจากแป้งถั่วแดงหลวงทดแทนแป้งเซโมลินาบางส่วน โดยแปรปริมาณแป้งถั่วแดงหลวงที่ระดับร้อยละ 5, 10, 15, 20, 25, และ 30 (โดยน้ำหนักแป้ง) เมื่อปริมาณแป้งถั่วแดงหลวงที่ใช้ทดแทนเพิ่มขึ้น ร้อยละของน้ำหนักที่หายไปในการต้ม (cooking loss) เพิ่มขึ้น (4.20-5.01%) โดยสูตรที่ทดแทนแป้งถั่วแดงหลวงปริมาณร้อยละ 10 มี

*Corresponding Author E-mail Address : punnongwa@hotmail.com

¹คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดสุรินทร์

¹Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin Province

ค่า cooking loss ต่ำสุด ค่าการพองตัวจะลดลงตามปริมาณแป้งแห้งหลวงที่ใช้ทดแทนมากขึ้น จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ทดแทนด้วยแป้งแห้งหลวงที่ระดับร้อยละ 20 ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด มีค่าความแข็งแรงมากกว่าและระยะขาดของเส้นน้อยกว่าสูตรมาตรฐาน โดยให้ปริมาณโปรตีน เส้นใย และเถ้าสูงกว่าสูตรมาตรฐาน [26] ได้ทำการทดลองใช้แป้งมันเทศสีม่วงที่ผ่านการสกัดด้วยต่างทดแทนด้วยโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นที่ระดับ 0 15 30 และ 45 กรัม/100 กรัม พบว่าผลการทดแทนด้วยแป้งมันม่วงที่ผ่านการสกัดด้วยต่าง มีร้อยละการสูญเสียร้อยละน้อยที่สุด (%cooking loss) มีค่าความแข็งแรงสูงสุด 1.8 นิวตัน จะมีการสูญเสียสูงขึ้นถ้าเพิ่มปริมาณโปรตีนถั่วเหลือง ค่าความสว่างสูงขึ้น แต่ค่าความเป็นสีแดงลดต่ำลง มีค่าความแน่นเนื้อลดต่ำลง ตลอดจนค่าการเกาะติด ค่าความยืดหยุ่นมีค่าลดลง [19] ได้ทำการทดสอบใช้แป้งมันเทศสีส้มในผลิตภัณฑ์พาสต้า

ที่ผ่านกระบวนการเอ็กทราเดอร์ ร้อยละ 100 ร้อยละ 50 ร้อยละ 70 และร้อยละ 80 ต่อแป้งข้าวโพด พบว่ายิ่งเพิ่มแป้งมันเทศ ยิ่งทำให้เกิดร้อยละการสูญเสียมากขึ้น ตลอดจนค่าการดูดซับน้ำ (water absorption) และปริมาณเยื่อใยอาหารสูงขึ้น และอาหารมีสารเบต้าแคโรทีนสูง ซึ่งพบว่าสามารถเป็นผลิตภัณฑ์ปลอดกลูเตนได้ดี [27] ได้ทำการทดแทนแป้งมันเทศสีม่วงต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์พาสต้า พบว่าการใช้แป้งมันเทศต่อแป้งถั่วเหลือง น้ำ กัมอะราบิก และคาร์บอกซิลเมทิลเซลลูโลส ส่งผลต่อคุณภาพเส้นพาสต้า ด้วยเทคนิควิธีแบบผิวสะท้อน (response surface methodology) พบว่าการใช้แป้งถั่วเหลืองและกัมส่งผลต่อค่าด้านทดสอบประสาทสัมผัส สูงสุดที่ใช้แป้งมันเทศ 195 กรัม/กิโลกรัม น้ำ 110 กรัม แป้งถั่วเหลือง 10.6 กรัม/กิโลกรัม กัมอะราบิก 10.1 กรัม เส้นพาสต้ามีร้อยละการสูญเสียต่ำที่สุด (solids loss 16.6%) และยังให้ค่าความแข็งแรงมากที่สุด

Table 6 Cooking quality of pasta replaced with MF (dry pasta)

Formula	%Water Absorption	%Cooking loss	Tensile strength (N)	Cooking time (mins)
P1	252.66 ± 6.42 ^a	4.00 ± 0.00 ^b	13.55 ± 1.82 ^c	10.14 ± 0.12 ^c
P2	224.00 ± 4.00 ^b	7.33 ± 1.15 ^a	15.83 ± 0.31 ^a	11.85 ± 0.31 ^b
P3	218.66 ± 6.11 ^{bc}	7.33 ± 1.15 ^a	14.27 ± 4.06 ^{ab}	12.63 ± 0.29 ^a
P4	210.66 ± 2.30 ^c	8.00 ± 2.00 ^a	8.85 ± 0.32 ^d	12.80 ± 0.40 ^a

Note: Values are presented as mean±SD. Values with different superscripts within the same column are statistically significantly different ($p \leq 0.05$).

^{ns} Values are presented as mean±SD. Values with different superscripts within the same column are not statistically significantly different ($p > 0.05$).

3.4 การทดสอบด้านประสาทสัมผัสของเส้นพาสต้าทดแทนด้วยแป้ง MF แบบอบแห้ง

Figure 4 ผลการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของพาสต้าอบแห้งและนำไปทำให้สุกเวลา 12 นาทีที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม วิธีการทดสอบแบบ 9-Point hedonic test โดยผู้ทดสอบชิม ที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน พบว่า คะแนน

ความชอบคุณภาพด้านสีสูตร P4 มีค่าสูงสุด มีค่าอยู่ในช่วง 8.03 ± 0.99 รสชาติของพาสต้าสูตร P2 P3 และ P4 มีคะแนนสูงสุด P2 มีค่าอยู่ในช่วง 6.57 ± 1.41 P3 มีค่าอยู่ในช่วง 6.83 ± 1.53 และ P4 มีค่าอยู่ในช่วง 7.33 ± 1.12 ในขณะที่การทดสอบด้านประสาทสัมผัส ด้านกลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) เนื่องจากพาสต้าที่ทดแทนด้วยแป้งมันเทศสีม่วงแบบดัดแปรนั้นมีสีส้มสวยงาม เนื่องจากสารแอนโทไซยานินที่

*Corresponding Author E-mail Address : punnongwa@hotmail.com

¹คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จังหวัดสุรินทร์

¹Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin Province

อยู่ในแป้งมันเทศ ส่งผลให้สีของพาสต้ามีสีม่วงสวยงามตาม Figure 4 และเนื้อแป้งมันเทศที่สูงขึ้นให้กลิ่นหอมของมันเทศงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง [1] พาสต้าจากแป้งข้าวแดงหลวงทดแทนแป้งเซโมลินาบางส่วนพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวแดงหลวงที่ระดับร้อยละ 20 ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด มีค่าความแข็งมากกว่าและระยะขาดของเส้นน้อยกว่าสูตรมาตรฐาน โดยให้ปริมาณโปรตีน เส้นใย และเถ้าสูงกว่าสูตรมาตรฐาน

[28] เส้นสปาเก็ตตี้ข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำผงร้อยละ 10 มีแนวโน้มคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด (6.17-6.93) อยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง นอกจากนี้เส้นสปาเก็ตตี้ข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่พัฒนาขึ้นมีปริมาณพลังงาน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เส้นใย วิตามินบีหนึ่ง บีสองและแคลเซียมเพิ่มขึ้นกว่าเส้นสปาเก็ตตี้ทางการค้า

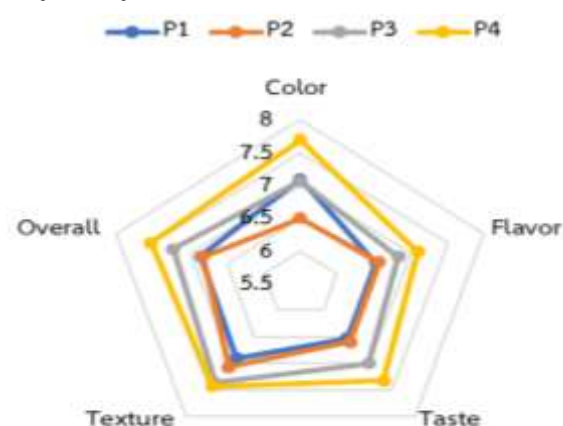


Figure 4 Sensory evaluation score of pasta replaced with purple sweet potato flour (MF) (cooked pasta)

Kolarič et al. (2020) [29] ได้พัฒนาเส้นพาสต้าเสริมแป้งมันเทศ และแป้งทนต่อการย่อยต่อคุณสมบัติด้านเนื้อสัมผัส ค่าแรงเคียน ด้านประสาทสัมผัส การเติมแป้งมันเทศสีม่วงดัดแปร ส่งผลให้การดูดซึมน้ำและระยะเวลาการพัฒนาของแป้งลดลง และความคงตัวของแป้งก็ลดลงด้วยเช่นกัน เวลาที่เหมาะสมในการหุงพาสต้าลดลงเล็กน้อย แต่ดัชนีการพองตัวกลับเพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลต่อความแน่น (firmness) ของผลิตภัณฑ์ การเพิ่มปริมาณแป้งมันเทศสีม่วงดัดแปร ยัง

ทำให้ค่าความเหนียวติด (stickiness) ของพาสต้าสูงขึ้นอีกด้วย เมื่อแทนที่แป้งสาลีสูงสุดร้อยละ 20 สีของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปมีความน่ารับประทานลดลง สอดคล้องกับผลการทดลองของ Weenuttranon (2021) [14] ได้ทำการใช้แป้งมันเทศผสมในผลิตภัณฑ์เส้นพาสต้าด้วยวิธีการทดลองแบบเทคนิคผิวสะท้อน (Response surface methodology; RSM) พบว่าพาสต้ามีระดับการใช้แป้งมันเทศที่เหมาะสมคือ 195 กรัม/กิโลกรัม ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุด

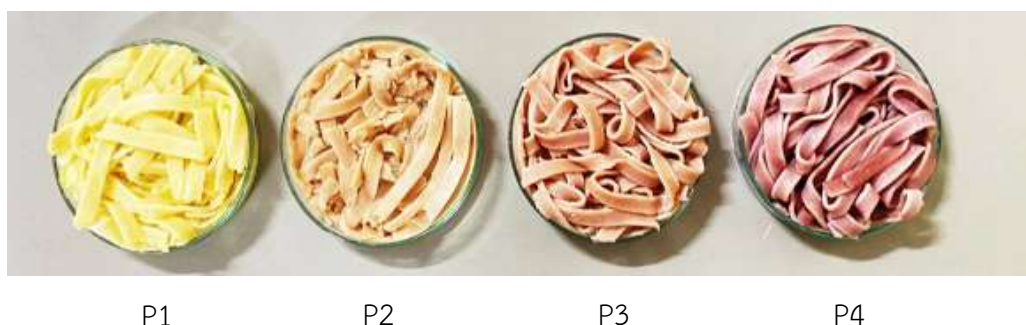


Figure 5 pasta replaced with purple sweet potato flour (MF) (cooked pasta)

*Corresponding Author E-mail Address : punnongwa@hotmail.com

¹คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดสุรินทร์

¹Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin Province

สรุปผล

การคัดเลือกสูตรเส้นพาสต้าสูตรพื้นฐานได้ทำการคัดเลือกสูตรที่ประกอบไปด้วย แป้งสาลีเนกประสงค์ ไข่ไก่ น้ำ เกลือ และแคลเซียมคลอไรด์ ทำให้มีค่าคะแนนทดสอบชิมคะแนนด้านเนื้อสัมผัสสูง แรงดึงสูงสุด ความชื้นต่ำสุด เนื่องจากในสูตรมีการใช้แป้งสาลีเนกประสงค์ ทำให้เกิดโครงสร้างของกลูเตนระหว่างโปรตีนกลูเตนินและโปรตีนไกลอะดิน เรียกว่า การเกิดโดมีลักษณะเหนียว ยืดหยุ่น และไม่ละลายน้ำ จับกับน้ำด้วยพันธะไดซัลไฟด์กักเก็บน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ไว้ในโครงสร้างโมเลกุล ทำให้มีความยืดหยุ่นสูงส่งผลให้สูตร B2 มีเนื้อสัมผัสที่ดีที่สุด และความชื้นต่ำที่สุด แป้งมันเทศสีม่วงที่ผ่านการดัดแปรด้วยกรดซิตริกและความร้อนขึ้น (MF) หรือการนึ่ง มีปริมาณเถ้า และเยื่อใยสูงกว่าแป้งที่ไม่ผ่านการดัดแปร (NF) นอกจากนั้นแล้วแป้งมันเทศที่ผ่านการนึ่งมีความหนืดสูงกว่าแป้งมันเทศที่ไม่ดัดแปร เนื่องจากการดัดแปรแป้งด้วยความร้อนขึ้น เป็นการดัดแปรทางกายภาพ ส่งผลต่อความหนืดและการพองตัวของแป้งมันเทศสีม่วง ทำให้เกิดเจลที่ดี การดัดแปรแป้งด้วยความร้อนขึ้น หรือการนึ่ง ยังส่งผลทำให้มีปริมาณสารแอนโทไซยานินสูงขึ้น ทำให้มีสีม่วงสดใสกว่าแป้งมันเทศที่ไม่ผ่านการนึ่ง พาสต้าสูตรที่มีการทดแทนด้วยแป้งมันเทศสีม่วง มีค่าร้อยละการดูดซับน้ำ (%water absorption) ลดลงตามจำนวนการเพิ่มของแป้งมันเทศสีม่วง มีค่าร้อยละของการสูญเสีย (%cooking loss) สูงขึ้น เนื่องจากการเพิ่มปริมาณแป้งมันเทศสีม่วงส่งผลให้ปริมาณกลูเตนในเส้นพาสต้าลดลง และการดูดซับน้ำไว้ในโมเลกุลลดลงตามไปด้วย พาสต้าที่ทำการทดแทนด้วยแป้งมันเทศสีม่วงร้อยละ 15 (P4) มีเนื้อสัมผัสที่ดี แรงดึงสูงไม่ขาดง่าย และยังเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์เส้นพาสต้า เช่น มีปริมาณเถ้า เยื่อใย สารแอนโทไซยานินสูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งสารแอนโทไซยานิน มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระช่วยป้องกันโรค เช่น ป้องกันโรคหัวใจ โรคมะเร็ง เป็นต้น ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่าการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งมันเทศสีม่วงแบบดัดแปรด้วยความร้อนขึ้น ร้อยละ 15 เหมาะต่อการนำมาเป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ช่วย

เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของอาหาร เช่น เพิ่มปริมาณสารแอนโทไซยานิน สารต้านอนุมูลอิสระ เยื่อใยอาหารเหมาะต่อการใช้เป็นอาหารสุขภาพต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนวิจัยโครงการด้านวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม ประเภททุนสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund; FF67) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2567 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

เอกสารอ้างอิง

- [1] Tiprugsa, J. and Nuduangkaeo, S. (2009). Pasta supplemented dietary fiber from red kidney bean flour. *Journal of Food Technology, Siam University*. 4(1): 16-22. (in Thai).
- [2] Desai, A., Brennan, M.A. and Brennan, C.S. (2018). The effect of semolina replacement with protein powder from fish (*Pseudophycis bachus*) on the physicochemical characteristics of pasta. *LWT-Food Science and Technology*. 89: 52-57. doi:10.1016/j.lwt.2017.10.023
- [3] Rueangsuksud, P. and Punnongwa, W. (2022). Physicochemical properties and antioxidant activity of Japanese purple sweet potato starch modified by acid and heat treatments. *Journal of Science and technology, Ubon Ratchathani University*. 24(2): 72-80. (in Thai).
- [4] Sukboonyasatit, D. Ruangsak, B., Srithong, W. and Cheungkuntod, S. (2017). Effect of sweet potato flour as wheat flour substitution on the characteristics of cookies. *Khon Kaen Agriculture Journal*. 45(1): 1060-1065.

*Corresponding Author E-mail Address : punnongwa@hotmail.com

¹คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดสุรินทร์

¹Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin Province

- [5] Leepathamakul, H. and Khumkhom, S. (2019). Effect of partial replacement of wheat flour with purple sweet potato flour on physical, nutritional and sensory characteristics of éclair. *VRU Research and Development Journal Science and Technology*. 14(3): 72-84. (in Thai).
- [6] Khumkhom, S. (2020). Effect of partial replacement of wheat flour with purple sweet potato flour on physicochemical properties and antioxidant activities of steamed bun (Mantou). *Burapha science Journal* 25 (2): 664-679. (in Thai).
- [7] Punngongwa, W., Wangpen, S. and Kutawan, S. (2023). Development of starch ball containing Japanese purple sweet potato flour as an ingredient. *Journal of Science and Technology, Ubon Ratchathani University*. 26(1): 13-22. (in Thai).
- [8] Sukkhown, P., Nitayanont, P. and Boonpan, A. (2023). Development of healthy biscuits from purple sweet potato containing high resistant starch. *Journal of Food Technology, Siam University*. 18(1): 21-38. (in Thai).
- [9] Pancharoen, S. (2024). Development of waffle product using purple sweet potato flour substitute for wheat flour. *Journal of Roi Kaensarn Academi*. 9(11): 133-147. (in Thai).
- [10] Petcharaporn, K., Moolwong, J., Prathengjit, N., Saiam, K. and Wongsongja, N. (2024). Partial substitution levels of wheat flour with purple sweet potato for their nutritional, physical and chemical properties of scones. *Christian University Journal* 30(3): 15-29. (in Thai).
- [11] Mattar, C. and Ratphitagsanti, W. (2018). Development of calcium enriched rice pasta by extrusion process. *Journal of Food Science and Technology*. 4: 79-85.
- [12] Chaiburannon, Y. (2017). Product development of spaghetti enriched with *Suaeda Maritima*. Thesis in Master degree of home economics. Home economics department, Faculty of Home economics Technology. Rajamangala University of Technology Phra Nakhon. p 23-24. (in Thai).
- [13] Eguchi, S., Kitamoto, N., Nishinari, K. and Yoshimura, M. (2014). Effects of esterified tapioca starch on the physical and thermal properties of Japanese white salted noodles prepared partly by residual heat. *Food Hydrocolloids*. 34:198-208. doi:10.1016/j.foodhyd.2013.05.012.
- [14] Weenuttranon, J. (2021). Textural properties of pasta using composite cassava flour as a substitute of wheat flour. *Thai Science and Technology Journal*. 30(2): 14-22. (in Thai).
- [15] AOAC. (2005). Official methods of analysis (1st ed). The Association of Official Analytical Chemists, Maryland.
- [16] AOAC. (2000). Official methods of analysis (16th ed). The Association of Official Analytical Chemists, Maryland.
- [17] Milde, L.B., Rivero, D.A., Paola Soledad Chigal, P.S., Zubreski, E., Chade, M. and Brumovsky, L.A. (2021). Changes in the physical, textural and chemical properties of the enriched pasta elaborated with cassava starch.

*Corresponding Author E-mail Address : punngongwa@hotmail.com

¹คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดสุรินทร์¹Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin Province

- International Journal of Gastronomy and Food Science. 25. 100396. doi: 10.1016/j.ijgfs.2021.100396
- [18] Wang, S., Nie, S. and Zhu, F. (2016). Review Chemical constituents and health effects of sweet potato. Food Research International. 89:90116. doi:10.1016/j.foodres.2016.08.032
- [19] Baah, R.O., Duodu, K.G. and Emmambux, M.N. (2022). Cooking quality, nutritional and antioxidant properties of gluten-free maize– Orange-fleshed sweet potato pasta produced by extrusion. LWT-Food Science and Technology. 162: 113415. doi: 10.1016/j.lwt.2022.113415
- [20] Dholvitayakhun, A., Pronrakan, J., Kerdkaew, C., Boonsree, W., Sukkla, S. and Jammor, S. (2021). Development of spaghetti from rice berry rice composite black sesame by using spaghetti forming molecular gastronomy techniques. Journal of Science and Technology. 5(1):23-33. (in Thai).
- [21] Im, Y.R., Kim, I. and Lee, J. (2021). Phenolic composition and antioxidant activity of purple sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.): varietal comparisons and physical distribution. Antioxidants (Basel). 16;10(3):462. doi:10.3390/antiox10030462.
- [22] Wicaksono, L.A., Yuniarta, Y. and Widyaningsih, T.D. (2016). Anthocyanin extraction from purple sweet potato cultivar antin-3 (*Ipomoea batatas* L.) using maceration, microwave assisted extraction, ultrasonic assisted extraction and their application as anti-hyperglycemic agents in alloxan-induced wistar rat. International Journal of PharmTech Research. 9(3): 181-192.
- [23] Xu, J., Su, X., Lim, S., Griffin, J., Carey, E., Katz, B., Tomich, J., Smith, S. and Wang, W. (2015). Characterisation and stability of anthocyanins in purple-fleshed sweet potato P40. Food Chemistry. 186: 90-96. doi:10.1016/j.foodchem.2014.08.123
- [24] Montilla, E.C., Hillebrand, S., Butschbach, D., Baldermann, S., Watanabe, N. and Winterhalter, P. (2010). Preparative isolation of anthocyanins from Japanese purple sweet potato. (*Ipomoea batatas* L.) varieties by high-speed countercurrent chromatography. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 58: 9899-9904. doi:10.1021/jf101898j
- [25] Belitz W., Grosch, P. and Schieberle. (2009). Food Chemistry. (4thed.). Berlin Heidelberg. Springer-Verlag. pp 861.
- [26] Limroongreungrat, K. and Huang, Y.W. (2007). Pasta products made from sweet potato fortified with soy protein. LWT - Food Science and Technology. 40(2): 200-206. doi:10.1016/j.lwt.2005.09.012
- [27] Singh, S., Raina, C.S., Amrinder Singh Bawa, A.S. and Saxena, D.D. (2004). Sweet potato-based pasta product: optimization of ingredient levels using response surface methodology. International Journal of Food Science and Technology. 39(2): 191–200. doi:10.1046/j.0950-5423.2003.00764.x
- [28] Dholvitayakhun, A., Pronrakan, J., Kerdkaew, C., Boonsree, W. Sukkla, S. and Jammor, S. (2021). Development of spaghetti from riceberry rice composite black

*Corresponding Author E-mail Address : punnongwa@hotmail.com

¹คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดสุรินทร์¹Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin Province

sesame by using spaghetti forming molecular gastronomy techniques. Journal of Science and Technology RMUTSB. 5(1):23-33. (in Thai).

- [29] Kolarič, L., Minarovičová, L., Lauková, M., Karovičová, J. and Kohajdová, Z. (2020). Pasta noodles enriched with sweet potato starch: impact on quality parameters and resistant starch content. Journal of Texture Studies. 51(3):464-474. doi:10.1111/jtxs.12489

*Corresponding Author E-mail Address : punnongwa@hotmail.com

¹คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดสุรินทร์

¹Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin Province