# การใช้กรดอินทรีย์เพื่อปรับปรุงสีของแป้งกล้วยไข่และการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ซาลาเปา

# Utilization of organic acid for improvement of unripe banana “Kluai Khai” flour color quality and the application in steamed stuff bun products “Salapao”

หยาดรุ้ง สุวรรณรัตน์[1*] และ ถาวร ฉิมเลี้ยง[1]

Yardrung Suwannarat[1*] and Thaworn Chimliang[1]

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของกรดอินทรีย์ที่มีต่อคุณภาพสีของแป้งกล้วยไข่และวิเคราะห์คุณสมบัติของแป้งกล้วยไข่ที่ได้ การทดลองเริ่มจากนำกล้วยไข่ดิบลวกในน้ำเดือดเป็นเวลา 45 วินาที แช่ในน้ำเย็นปอกเปลือก หั่นกล้วยเป็นชิ้นความหนา 2.0 มิลลิเมตร และแช่ในน้ำสะอาด เป็นเวลา 10 นาที ก่อนพักชิ้นกล้วยให้สะเด็ดน้ำ เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นแช่กล้วยในกรดซิตริก กรดแอสคอร์บิก และกรดแลคติก ที่ความเข้มข้น 10 15 20 25 และ 30 กรัมต่อลิตร เป็นเวลา 10 20 และ 30 นาที นำกล้วยพักให้สะเด็ดน้ำ เป็นเวลา 10 นาที และทำแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง บดและร่อนกล้วยอบแห้งผ่านตะแกรงขนาด 150 ไมโครเมตร พบว่าการแช่กล้วยไข่ด้วยกรดแลคติกที่ความเข้มข้น 30 กรัมต่อลิตร เป็นเวลา 10 นาที ได้แป้งกล้วยไข่ที่มีสีเหลืองครีมไม่ต่างจากการแช่ที่นานขึ้น จึงนำแป้งกล้วยไข่ที่ได้มาวิเคราะห์คุณสมบัติ ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าแป้งกล้วยไข่เป็นแหล่งของแป้งที่ต้านทานการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ มีกำลังการพองตัวและค่าการละลายใกล้เคียงกับแป้งสาลี และมีความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ เมื่อนำแป้งกล้วยไข่ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ซาลาเปาบางส่วนและทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าแป้งกล้วยไข่สามารถใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ซาลาเปาได้ถึงร้อยละ 20 และผู้ทดสอบชิมมีความชอบโดยรวมที่ระดับชอบปานกลาง

**คำสำคัญ:** แป้งกล้วยไข่, กรดอินทรีย์, ซาลาเปา

[1] หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาเทคโนโลยีการเกษตร) คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จังหวัดจันทบุรี 22000

[1] Master of Science Program (Agricultural Technology), Faculty of Agricultural Technology, Rambhai Barni Rajabhat University, Chanthaburi province 22000

*Corresponding author e-mail: yardrung17@gmail.com

## Abstract

The research aimed to study the effect of organic acid on the color quality of unripe banana "Kluai Khai" flour and to analyze the obtained "Kluai Khai" flour. The experiment was started by branching unripe banana in boiling water for 45 s, cooling, peeling, cutting into pieces with a thickness of 2.0 mm and soaked banana pieces in water for 10 min prior to the desiccation for 10 min. After that, banana pieces were soaked in citric acid, ascorbic acid and lactic acid at the concentration of 10, 15, 20, 25 and 30 g/l for 10, 20 and 30 min. After soaking, banana pieces were desiccated for 10 min and dried in oven at 60 $^{o}$C for 24 h. Dried banana pieces were milled and sieved via 150 µm sieve size. The results found that the utilization of lactic acid at the concentration of 30 g/l to soaked banana pieces for 10 min gave a creamy yellow color flour which was not different from soaking at longer time. The obtained Kluai Khai flour was analyzed some properties and the results revealed that Kluai Khai flour was a source of resistant starch, the swelling power and solubility were similar to wheat flour and had the antioxidant ability. The obtained Kluai Khai flour was partly used to substitute wheat flour in steamed stuff bun products "Salapao" and evaluated the sensory characteristics of products by the panelists. The results showed that Kluai Khai flour could be used to substitute wheat flour in the Salapao products up to 20% and the panelists had overall acceptance of the products at the moderately like level.


**Keywords:** Kluai Khai flour, Organic acid, Salapao

## บทนำ

กล้วยไข่เป็นผลไม้เศรษฐกิจที่นิยมรับประทานและส่งออกต่างประเทศ เพราะมีเนื้อแน่น เปลือกบาง มีกลิ่นหอม และมีคุณค่าทางอาหารสูง แต่เกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไข่ ยังประสบปัญหาขายได้ราคาต่ำ เนื่องจากกล้วยไข่มีเปลือกบาง เกิดตำหนิได้ง่าย ทำให้คุณภาพกล้วยไข่ไม่ตรงตามมาตรฐานส่งออก กล้วยไข่ที่ไม่ได้มาตรฐานหรือตกเกรด ขายได้ในราคาต่ำกว่าผลผลิตที่ได้มาตรฐาน 8–10 เท่า กล้วยไข่มีปริมาณเส้นใยและกากอาหารมากจึงช่วยในการขับถ่ายให้เป็นปกติและยังสามารถเป็นยาระบาย แก้อาการท้องผูก มีสารที่ช่วยลดกรดตามธรรมชาติที่มีผลอาการเสียดท้อง การกินกล้วยไข่จึงช่วยคลายอาการเสียดท้องได้ นอกจากนั้นกล้วยไข่ยังเป็นแหล่งของธาตุเหล็กที่ช่วยกระตุ้นการผลิตฮีโมโกลบินและบรรเทาภาวะโลหิตจาง และมีโพแทสเซียมสูงที่ช่วยลดความดันเลือด (blood pressure) ช่วยรักษาสมดุลของน้ำในร่างกาย ควบคุมการหดตัวของกล้ามเนื้อและควบคุมจังหวะการเต้นของหัวใจ กล้วยไข่เป็นแหล่งของกรดอะมิโนทริปโตเฟน (สรจักร ศิริบริรักษ์, 2544) เมื่อร่างกายได้รับจะเปลี่ยนเป็นเซโรโทนิน สร้างความผ่อนคลายและช่วยปรับอารมณ์ให้ดีขึ้น นอกจากนั้นกล้วยไข่ยังเป็นแหล่งของวิตามินหลากหลายชนิด ได้แก่ วิตามินเอ วิตามินซี วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินบี 3 วิตามินบี 5 วิตามินบี 6 วิตามินบี 9 ในกล้วยไข่ 100 กรัม มีปริมาณเบต้าแคโรทีน ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระสูง ด้วยเหตุที่ราคาของกล้วยไข่มักมีราคาตกต่ำ เกษตรกรจึงต้องการที่จะแปรรูปกล้วยไข่เป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ โดยเฉพาะแป้งกล้วย

แป้งกล้วยสามารถผลิตได้จากจากกล้วยหลายชนิด เช่น กล้วยน้ำว้า กล้วยหอมและกล้วยไข่ เป็นต้น แป้งกล้วยเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำผลกล้วยมาปอกเปลือก อาจนึ่งหรือลวกก่อนปอกเปลือก หั่นเป็นชิ้นบาง ทำให้แห้งโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์หรือแหล่งพลังงานอื่น บดให้ละเอียด ร่อนผ่านตะแกรง (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2563) แป้งกล้วยจะมีกลิ่นเฉพาะตัว มีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีรวมตัวกับน้ำได้ดี คือ เมื่อได้รับความร้อนจะพองตัวใส เมื่อปล่อยให้เย็นจะเกิดลักษณะคล้ายวุ้น เนื่องจากเป็นแป้งที่มีอะไมโลสสูง จึงทำให้มีคุณสมบัติพิเศษเหมาะที่จะนำมาทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมอบได้ดี บางชนิดของผลิตภัณฑ์สามารถทดแทนได้สูงถึงร้อยละ 80 โดยคุณภาพของแป้งกล้วย จะขึ้นอยู่กับกรรมวิธีการผลิต ความสะอาด และความสุกของกล้วยเป็นสำคัญ กล้วยดิบจะมีปริมาณแป้งและแทนนินสูง ปริมาณน้ำตาลน้อย การสุกของกล้วยทำให้คุณค่าทางอาหารเปลี่ยนแปลงไป แป้งกล้วยที่ผลิตโดยกรรมวิธีอบแห้ง หรือผึ่งแดดจนแห้งที่อุณหภูมิ 55 – 60 องศาเซลเซียส สีของแป้งที่ได้จะไม่ขาวเหมือนแป้งจากธัญพืชประเภทหัว เนื่องจากไม่ได้ผ่านกระบวนการฟอกสี สีของแป้งกล้วยที่มีสีไม่ขาวอาจมีผลต่อการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารบางชนิด ซึ่งส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค ดังนั้นจึงใช้แป้งกล้วยในการทำผลิตภัณฑ์ที่มีสีค่อนไปทางสีน้ำตาล เช่น ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ การที่แป้งกล้วยมีสีน้ำตาลเป็นปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (enzymatic browning reaction) สำหรับในแป้งกล้วยเกี่ยวข้องกับเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (polyphenol oxidase: PPO) ที่ไปเร่งให้สารประกอบฟีนอลในผักและผลไม้ เกิดการออกซิเดชั่นกับออกซิเจนในอากาศ โดยเอนไซม์นี้พบได้ใน แครอท อโวคาโด แอปเปิ้ล มันฝรั่ง และกล้วย เป็นต้น (Selvarajoh, *et.al*, 2000) ซึ่งจะเกิดขึ้นหลังการปอกเปลือกและการลดขนาดผักและผลไม้ การเกิดสีน้ำตาลทำให้เกิดกลิ่นรสผิดปกติและส่งผลเสียต่อคุณค่าทางอาหาร การเกิดสีน้ำตาลปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นได้มีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ สารประกอบฟีนอล (phenolic compounds) เอนไซม์ ออกซิเจน และค่าความเป็นกรด–ด่าง ที่เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์ฟีนอเลส ระหว่าง 5–7 มีรายงานการใช้สารในการป้องกันการเกิดสีน้ำตาลในแป้งกล้วย โดยใช้ น้ำ สารละลายโซเดียมคลอไรด์และสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ จากการทดลองพบว่า กล้วยน้ำว้าที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์มีค่าความสว่างมากที่สุด (ณัฐฐพร สุบรรณมณี, 2563)

คุณสมบัติที่ดีของแป้งกล้วยที่ดีต่อสุขภาพ คือ แป้งกล้วยดิบมีสมบัติเป็นแป้งที่ต้านทานการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ (Resistant starch, RS) คุณสมบัตินี้เหมือนกับเส้นใยอาหารที่มีประโยชน์ต่อระบบขับถ่ายและระบบหมุนเวียนเลือด แป้งที่ต้านทานการย่อยสลายด้วยเอนไซม์นี้จะไม่ถูกย่อยสลายด้วยเอนไซม์ในลำไส้เล็ก แต่จะผ่านมาถึงลำไส้ใหญ่และถูกหมักโดยจุลินทรีย์ได้เป็นกรดไขมันสายสั้น ๆ เช่น อะซิเตท บิวทิเรต และโพรพิโอเนต ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อจุลินทรีย์กลุ่มโพรไบโอติก (Sajilata, *et.al*, 2006) กรดไขมันที่เกิดขึ้นสามารถถูกดูดซึมภายในลำไส้ใหญ่และขนส่งไปยังตับ กรดไขมันจะไปยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค เพิ่มปริมาณของเหลว และปรับสภาวะความเป็นกรด–ด่าง ในลำไส้ใหญ่ให้ต่ำลง โดยมีรายงานบทบาทของกรดไขมันบิวทิเรต ที่ช่วยปรับสภาวะลำไส้ใหญ่ส่วนปลายให้ดีขึ้น โดยจะยับยั้งการเจริญของเซลล์ที่ถูกทำให้เปลี่ยนไป (transformed cell) ซึ่งมีบทบาทในการป้องกันมะเร็งลำไส้ใหญ่ (Alexander, 1995; Ferguson, *et.al*, 2000) การบริโภคอาหารที่มีส่วนประกอบของแป้งที่ต้านทานการย่อยสลายด้วยเอนไซม์จะช่วยป้องกันหรือลดสภาวะโรคอ้วน มีบทบาทในการลดคลอเรสเตอรอลในเส้นเลือด ลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคไขมันอุดตันในเส้นเลือด โรคหัวใจและโรคเบาหวาน (กุหลาบ สิทธิสวนจิ, 2553) แป้งที่ต้านทานการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ เป็นแป้งที่เหมาะกับผู้บริโภคที่ใส่ใจในสุขภาพ ผู้ที่มีปัญหาเกี่ยวกับระบบขับถ่ายและผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก มีการนำแป้งชนิดนี้มาทำเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน เนื่องจากมีสมบัติการย่อยสลายได้ช้าในระบบทางเดินอาหาร มีอัตราการย่อยแป้งและค่าดัชนีน้ำตาล (glycemic index) ต่ำ ส่งผลให้ระดับน้ำตาลในเลือดอยู่ในสภาวะที่ควบคุมได้ โดยไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว (กุหลาบ สิทธิสวนจิ, 2553; จิรนาถ บุญคง , 2553) จึงทำให้ผู้ป่วยสามารถรักษาระดับน้ำตาลในเลือดได้ นอกจากนั้นแป้งกล้วยมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูล

อิสระเช่นเดียวกัน จากรายงานการเปรียบเทียบการต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของแป้งกล้วยไข่ กล้วยหอมทอง กล้วยน้ำว้า และกล้วยหักมุก (กุหลาบ สิทธิสวนจิกและขวัญชัย ศรีรักษา, 2556) พบว่าแป้งกล้วยไข่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าแป้งกล้วยชนิดอื่น เช่นเดียวกับรายงานของ อัจฉรา เพ็งภู่ และขวัญดาว แจ่มแจ้ง (2559) รายงานการผลิตแป้งกล้วยน้ำว้า กล้วยไข่ กล้วยหอมและกล้วยเล็บมือนาง และศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของแป้งที่ผลิตได้ ผลการทดลองพบว่า กล้วยไข่แห้งมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด

เนื่องจากแป้งกล้วยมีสีไม่ขาวจึงนิยมนำไปทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่หรือผลิตภัณฑ์ประเภทเส้น เช่น การใช้แป้งกล้วยน้ำว้าทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์บราวนี่ โดยพบว่าการทดแทนด้วยแป้งกล้วยน้ำว้าที่ปริมาณร้อยละ 50 มีคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมสูงสุด และมีคะแนนความชอบด้านสี กลิ่นรส รส ความนุ่ม และ ความชุ่มฉ่ำไม่แตกต่างจากสูตรที่ใช้แป้งสาลีล้วน (ณนนท์ แดงสังวาลย์ และคณะ, 2554) การนำแป้งกล้วยหินและกล้วยหักมุกทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่สด ซึ่งพบว่าการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยหินและกล้วยหักมุกที่ร้อยละ 32 ทำให้การทดสอบทางประสาทสัมผัสของเส้นบะหมี่สดยังเป็นที่ยอมรับ (นฤมล ลอยแก้ว และ ชิตสุดา ชัยศักดานุกูล, 2559)

จากราคากล้วยไข่ที่ตกต่ำและเกษตรกรผู้ปลูกไข่ต้องการให้มีการปรับปรุงสีของแป้งกล้วยไข่เพื่อการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพิ่มมูลค่า ดังนั้นทีมวิจัยจึงมีแนวคิดที่จะแก้ไขปัญหานี้โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษาผลของกรดอินทรีย์ที่มีต่อคุณภาพสีของแป้งกล้วยไข่ และเพื่อพัฒนาแป้งกล้วยไข่เป็นผลิตภัณฑ์ซาลาเปา

## วัตถุประสงค์ในการศึกษา

1. เพื่อศึกษาผลของกรดอินทรีย์ที่มีต่อคุณภาพสีของแป้งกล้วยไข่
2. เพื่อพัฒนาแป้งกล้วยไข่เป็นผลิตภัณฑ์ซาลาเปา

## วิธีวิทยาการวิจัย

### 1. การเตรียมแป้งกล้วยไข่

นำกล้วยไข่จากสวนเกษตรกร บ้านศรีประชา ตำบลชำฆ้อ อำเภอเขาชะเมา จังหวัดระยอง มาทำเป็นแป้งกล้วยไข่ (ดัดแปลงจากวิธีของ Anyasi *et al.*, 2018) นำกล้วยไข่ลวกในน้ำเดือดเป็นเวลา 45 วินาที และแช่ในน้ำเย็นทันที หลังจากนั้นนำกล้วยไข่มาปอกเปลือกกล้วยและหั่นเป็นชิ้นหนา 2 มิลลิเมตร แช่ในน้ำสะอาดอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที นำชิ้นกล้วยขึ้นพักให้สะเด็ดน้ำ เป็นเวลา 10 นาที นำกล้วยไข่ที่เตรียมได้ไปทดลองในขั้นต่อไป

### 2. การศึกษาผลของกรดอินทรีย์ที่มีผลต่อคุณภาพของแป้งกล้วยไข่

นำกล้วยไข่ที่เตรียมได้แช่ในสารละลายกรดซิตริก กรดแอสคอร์บิก และกรดแลคติก ที่ความเข้มข้น 10 กรัมต่อลิตร เป็นเวลา 10 นาที เมื่อครบเวลานำกล้วยขึ้นให้สะเด็ดน้ำ เรียงในถาดและทำแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปบด แล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 150 ไมโครเมตร ได้แป้งกล้วยไข่ คำนวณปริมาณร้อยละของผลผลิต จากสมการ [1] ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000) และค่าสีด้วยระบบ L* a* b* ด้วยเครื่องวัดสี คัดเลือกชนิดของกรดอินทรีย์ที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

$$\text{ปริมาณผลผลิตแป้งกล้วย (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักแป้งกล้วย (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักกล้วยปอกเปลือก (กรัม)}} \quad [1]$$

**3. การศึกษาผลของความเข้มข้นของกรดอินทรีย์ที่มีผลต่อคุณภาพของแป้งกล้วยไข่**

นำกล้วยไข่ที่เตรียมได้แช่ในสารละลายกรดอินทรีย์ชนิดที่เหมาะสม ที่ระดับความเข้มข้น 10 15 20 25 และ 30 กรัมต่อลิตร เป็นเวลา 10 นาที เมื่อครบเวลานำกล้วยขึ้นให้สะเด็ดน้ำ เรียงในถาดและทำแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปบด แล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 150 ไมโครเมตร จะได้แป้งกล้วยไข่ คำนวณปริมาณร้อยละของผลผลิต จากสมการ [1] ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000) และค่าสีด้วยระบบ L* a* b* ด้วยเครื่องวัดสี คัดเลือกความเข้มข้นของกรดอินทรีย์ที่เหมาะสมในการแช่กล้วยไข่เพื่อใช้ในการทดลอง ขั้นต่อไป

**4. การศึกษาระยะเวลาการแช่กรดอินทรีย์ที่มีผลต่อคุณภาพของแป้งกล้วยไข่**

นำกล้วยไข่ที่เตรียมได้แช่ในสารละลายกรดอินทรีย์ชนิดและความเข้มข้นที่เหมาะสม เป็นเวลา 10 20 และ 30 นาที เมื่อครบเวลานำกล้วยขึ้นให้สะเด็ดน้ำ เรียงในถาดและทำแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปบด แล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 150 ไมโครเมตร จะได้แป้งกล้วยไข่ คำนวณปริมาณร้อยละของผลผลิต จากสมการ [1] ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000) และค่าสีด้วยระบบ L* a* b* ด้วยเครื่องวัดสี

นำแป้งกล้วยไข่ที่เตรียมได้จากการแช่ในกรดอินทรีย์ที่ชนิด ความเข้มข้นและเวลาที่เหมาะสม ไปวิเคราะห์ปริมาณแป้งที่ต้านทานการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ กำลังการพองตัวและร้อยละการละลาย ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดและคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของแป้งกล้วยไข่

**5. การวิเคราะห์คุณสมบัติของแป้งกล้วยไข่**

นำแป้งกล้วยไข่ที่ผลิตได้จากการแช่ในกรดอินทรีย์ที่ชนิด ความเข้มข้นและเวลาที่เหมาะสม มาวิเคราะห์คุณสมบัติต่าง ๆ ดังนี้

**5.1 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งกล้วยไข่**

วิเคราะห์หาปริมาณความชื้น โปรตีน เถ้า ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต ตามวิธีของ AOAC 2000

**5.2 ปริมาณแป้งที่ต้านทานการย่อยสลายด้วยเอนไซม์**

การหาปริมาณแป้งที่ต้านทานการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ (Resistant starch, RS) ดัดแปลงจาก AOAC Method 2002.02 (McCleary & Monaghan, 2002) และ AACC Method 32-40 (McCleary *et al.*, 2013) คำนวณปริมาณแป้งที่ต้านทานการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ จากสมการ [2]

$$RS\ (g/100g\ sample,\ \%w/w) = \Delta A \times F \times (100/0.1) \times (1/1000) \times (100/W) \times (162/180) \qquad [2]$$

$Abs_{510nm}$ of glucose/100 µg = 1.0733, F = 93.1749, RS control sample (CRS) = 47.4%

โดยที่

| | | |
|---|---|---|
| $\Delta A$ | = | ค่าการดูดกลืนแสงเมื่ออ่านเทียบกับแบลงค์ |
| F | = | Factor ที่ใช้เปลี่ยนหน่วยจากค่าการดูดกลืนแสงเป็นไมโครกรัมของน้ำตาลกลูโคส |
| 100/0.1 | = | volume correction (0.1 มิลลิลิตร จาก 100 มิลลิลิตร) |
| 1/1000 | = | ค่าการเปลี่ยนหน่วยจากไมโครกรัมเป็นมิลลิกรัม |
| W | = | น้ำหนักแห้งของตัวอย่างในหน่วยมิลลิกรัม |
| | = | น้ำหนัก x [(100 – ปริมาณความชื้น)/100] |
| 100/W | = | ค่าการเปลี่ยนหน่วยเป็นร้อยละ |
| 162/180 | = | factor สำหรับเปลี่ยน fee D-glucose เป็น anhydro-glucose |

**5.3 กำลังการพองตัวและร้อยละการละลาย**

การหากำลังการพองตัวและร้อยละการละลาย ตามวิธีของ Schoch (1964) โดยชั่งตัวอย่างแป้งกล้วยไข่ 0.1 กรัม คิดเป็นน้ำหนักแป้งแห้ง (A) นำตัวอย่างแป้งใส่หลอดเหวี่ยงที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2.5 เซนติเมตร เติมน้ำกลั่นปริมาณ 15 มิลลิลิตร นำหลอดปั่นเหวี่ยงแช่ในอ่างน้ำร้อนที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 80 85 90 และ 95 องศาเซลเซียส กวนตลอดเวลา เป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ความเร็วรอบ 2,200 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที ดูดน้ำใสตอนบนใส่ภาชนะอลูมิเนียมสำหรับหาความชื้น (moisture can) นำไปอบแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จนแห้ง นำไปเก็บในโถดูดความชื้น (desiccators) ทิ้งให้เย็น ชั่งน้ำหนัก ทำซ้ำจนกว่าน้ำหนักคงที่ คำนวณค่าน้ำหนักส่วนที่ละลายได้ (B) โดยนำค่าน้ำหนักที่วัดได้ลบน้ำหนักของภาชนะอลูมิเนียมสำหรับหาความชื้น ส่วนแป้งเปียกที่อยู่ในหลอด นำไปคำนวณหาน้ำหนักแป้งที่พองตัวแล้ว (C) โดยชั่งน้ำหนักทั้งหลอดและหักลบน้ำหนักหลอดเปล่าออก คำนวณกำลังการพองตัวและร้อยละของการละลาย ดังสมการ [3] และ [4]

$$\text{การละลาย (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักแป้งส่วนที่ละลายน้ำ (B)} \times 100}{\text{น้ำหนักแป้งเริ่มต้น (A)}} \quad [3]$$

$$\text{กำลังการพองตัว (กรัมต่อกรัม)} = \frac{\text{น้ำหนักแป้งที่พองตัวแล้ว (C)} \times 100}{\text{น้ำหนักแป้งเริ่มต้น (A)} \times (100 - \text{ร้อยละการละลาย})} \quad [4]$$

**5.4 ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดของแป้งกล้วยไข่**

วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ดัดแปลงจากวิธีของ Chidambara, *et al.* (2002) เตรียมแป้งกล้วยไข่ให้มีความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร นำแป้งกล้วยไข่ที่เตรียมได้ปริมาณ 0.25 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 3 มิลลิลิตร เติมสารละลาย Folin–Ciocateu reagent 0.25 มิลลิลิตร และสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้นร้อยละ 7 ปริมาตร 2.5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันและเก็บไว้ในที่มืด ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงของแป้งกล้วยไข่ไปคำนวณหาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด เทียบกับกราฟมาตรฐานของสารละลายกรดแกลลิก คำนวณปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในรูปมิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อกรัมแป้งกล้วยไข่

**5.5 คุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ**

การทดสอบคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ ตามวิธี DPPH radical scavenging assay และวิธี ABTS radical scavenging assay ในตัวอย่างแป้งกล้วยไข่จากแหล่งต่าง ๆ ดังนี้

**5.5.1 วิธี DPPH radical scavenging**

ทดสอบคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging ดัดแปลงจากวิธีของ Singhatong, *et al.* (2010) โดยปิเปตตัวอย่างแป้งกล้วยไข่ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เติมสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด เป็นเวลา 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร โดยใช้กรดแอสคอร์บิก ความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นสารมาตรฐานและสร้างกราฟมาตรฐาน คำนวณความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเป็นร้อยละของการยับยั้ง ตามสมการที่ [5] ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระรายงานผลเป็นค่า $IC_{50}$ คือ ความเข้มข้นของสารที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50

ร้อยละการยับยั้ง = [(A0–As)/A0] x 100 [5]

โดย A0 = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างควบคุม และ As = ค่าการดูดกลืนแสงหลังจากเติมสารตัวอย่าง

**5.5.2 วิธี ABTS radical scavenging assay**

ทดสอบคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS radical scavenging assay ดัดแปลงจากวิธีของ Re, *et al.* (1999) เตรียมสารละลาย ABTS โดยผสม ABTS ความเข้มข้น 7 มิลลิโมลาร์ และสารละลายโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต อัตราส่วน 1:0.5 ทิ้งไว้ในที่มืด เป็นเวลา 12–16 ชั่วโมง ก่อนนำไปใช้ เจือจางสารละลาย ABTS ด้วยเอทานอล ให้มีค่าการดูดกลืนแสงอยู่ในช่วง 0.7–0.9 ที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร ปิเปตตัวอย่างแป้งกล้วยไข่ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เติมสารละลาย ABTS ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วทิ้งไว้ในที่มืด เป็นเวลา 5 นาที และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร โดยใช้แอสคอร์บิกความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นสารมาตรฐานและสร้างกราฟมาตรฐาน คำนวณความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเป็นร้อยละของการยับยั้ง ตามสมการที่ [6] ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระรายงานผลเป็นค่า $IC_{50}$ คือ ความเข้มข้นของสารที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50

ร้อยละการยับยั้ง = [(A0–As)/A0] x 100 [6]

โดย A0 = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างควบคุม และ As = ค่าการดูดกลืนแสงหลังจากเติมสารตัวอย่าง

**5.6 การประยุกต์ใช้แป้งกล้วยไข่ในผลิตภัณฑ์ซาลาเปา**

สูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ซาลาเปา ประกอบด้วย แป้งสาลี 525 กรัม น้ำตาลทราย 150 กรัม ยีสต์ผง 12 กรัม เกลือ 5 กรัม ผงฟู 5 กรัม น้ำมันถั่วเหลือง 50 กรัม น้ำ 240 กรัม ขั้นตอนการทำผลิตภัณฑ์ซาลาเปา ทำได้โดยนำแป้งสาลีปริมาณ 375 กรัม น้ำตาลทราย 15 กรัม ยีสต์ 12 กรัม และน้ำ 200 กรัม ผสมในภาชนะนวดแป้ง ใช้พายคนให้เข้ากัน นวดมือหยาบๆ ใช้ผ้าข้าวบางชุบน้ำหมาดๆ หรือแผ่นพลาสติกคลุมแป้งไว้ พักแป้ง เป็นเวลา 40 นาที ใส่ส่วนผสมที่เหลือและนวดต่อจนไม่ติดมือ ตัดแบ่งแป้งชั่งก้อนละ 30 กรัม เรียงใส่ถาด ใช้ผ้าข้าวบางชุบน้ำหมาดๆ หรือแผ่นพลาสติกคลุมแป้งไว้ พักแป้ง เป็นเวลา 5 นาที รีดขอบแป้งเป็นแผ่นบางประมาณ 2 มิลลิเมตร ให้ตรงกลางเนื้อแป้งหนาเล็กน้อย ใส่ไส้ (ตามที่ต้องการ) แล้วห่อจีบแป้งวางบนกระดาษรอง วางเรียงในถาด ใช้ผ้าข้าวบางชุบน้ำหมาดๆ หรือแผ่นพลาสติกคลุมแป้งไว้ พักแป้ง เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 40 นาที แป้งซาลาเปาจะมีลักษณะขึ้นฟูใหญ่ขึ้น นำไปนึ่งในน้ำเดือด เป็นเวลา 10 นาที จะได้ผลิตภัณฑ์ซาลาเปา นำแป้งแป้งกล้วยไข่ที่ได้ไปทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 0 10 20 30 และ 40 ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ซาลาเปาแป้งกล้วยตามขั้นตอนเหมือนกับสูตรพื้นฐาน นำผลิตภัณฑ์ซาลาเปาไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบชิม จำนวน 20 คน ด้วยวิธี 9 – point hedonic scaling โดยคะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และ คะแนน 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด

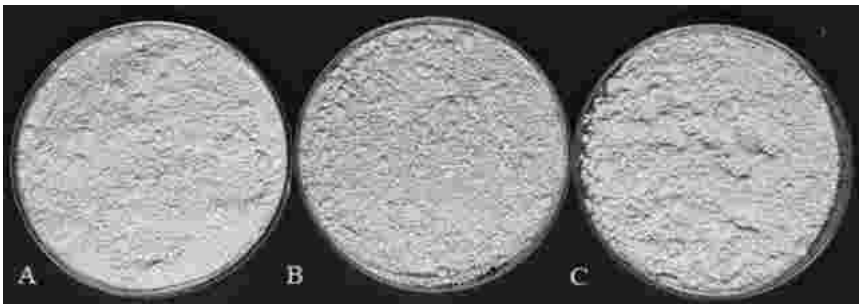
**5.7 การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ทางสถิติ**

การทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแป้งกล้วยและการวิเคราะห์คุณสมบัติของแป้งกล้วยวางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) และการทดสอบทางประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมทางสถิติเพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้ Duncan's multiple range test (DMRT)

## ผลการศึกษา

### 1. ผลของชนิดกรดอินทรีย์ที่มีผลต่อคุณภาพแป้งกล้วยไข่

จากการนำกล้วยไข่แช่ในกรดซิตริก กรดแอสคอร์บิก และกรดแลคติก ความเข้มข้น 10 กรัมต่อลิตร เป็นเวลา 10 นาที นำกล้วยขึ้นให้สะเด็ดน้ำ เรียงในถาดและทำแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 150 ไมโครเมตร คำนวณร้อยละผลผลิต ความชื้นและวัดค่าสี ได้ผลดังภาพที่ 1 และตารางที่ 1




**ภาพที่ 1** ลักษณะสีของแป้งกล้วยไข่ที่ได้จากการแช่ในสารละลายกรดอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ (A) กรดซิตริก (B) กรดแอสคอร์บิก และ (C) กรดแลคติก

จากลักษณะปรากฏของแป้งกล้วยไข่และการวัดค่าสี พบว่าการใช้กรดแลคติกแช่กล้วยไข่จะได้แป้งที่มีความสว่างมากกว่าการใช้กรดซิตริกและกรดแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้นและเวลาในการแช่เดียวกัน โดยค่าความสว่างของแป้งกล้วยไข่ที่ใช้กรดแลคติกในการแช่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการใช้กรดแอสคอร์บิก ($P \leq 0.05$) แต่มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญกับการใช้กรดซิตริก ($P > 0.05$) ค่าสีแดงและค่าสีเหลืองของแป้งกล้วยไข่ที่ใช้กรดแลคติกในการแช่จะมีค่าน้อยกว่าค่าที่วัดได้จากแป้งกล้วยไข่ที่ใช้กรดซิตริกและกรดแอสคอร์บิก ปริมาณผลผลิตและปริมาณความชื้นของแป้งกล้วยไข่ที่ได้จากการใช้กรดอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยปริมาณผลผลิตของแป้งกล้วยไข่มีค่าระหว่าง 21.58±1.58 ถึง 22.99±1.48 และความชื้นอยู่ระหว่าง 7.84±0.55 ถึง 8.77±0.81 จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าแป้งกล้วยไข่ที่ใช้กรดอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด มีปริมาณผลผลิตและความชื้นไม่แตกต่างกัน แต่แป้งกล้วยไข่มีคุณภาพสีดีกว่าเมื่อใช้กรดแลคติก จึงเลือกใช้กรด แลคติกในการทดลองหาความเข้มข้นที่เหมาะสม

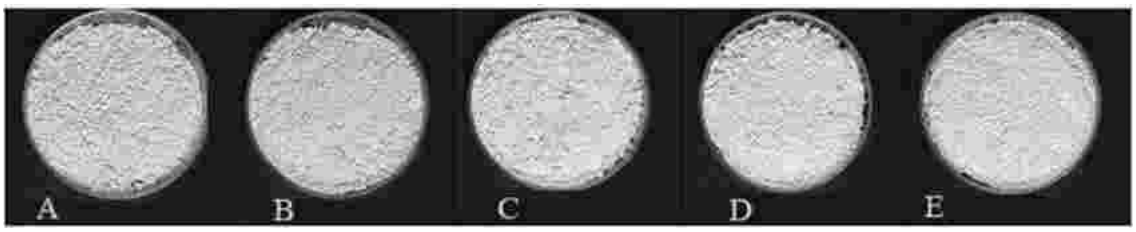
**ตารางที่ 1** ค่าเฉลี่ยผลผลิต ความชื้นและค่าสีของแป้งกล้วยไข่ที่แช่ด้วยกรดอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ความเข้มข้น 10 กรัมต่อลิตร เป็นเวลา 10 นาที

| ชนิดกรดอินทรีย์ | ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ผลผลิต (ร้อยละ)$^{ns}$ | ความชื้น (ร้อยละ)$^{ns}$ | ค่าสี | | |
| | | | L* | a* | b* |
| กรดซิตริก | 21.58±1.58 | 7.98±1.48 | 76.54±0.31$^{a}$ | 6.10±0.12$^{a}$ | 5.88±1.01$^{b}$ |
| กรดแอสคอร์บิก | 22.99±1.48 | 7.84±0.55 | 75.02±0.41$^{b}$ | 6.12±0.06$^{a}$ | 9.64±0.92$^{a}$ |
| กรดแลคติก | 22.81±0.42 | 8.77±0.81 | 77.06±1.00$^{a}$ | 5.99±0.08$^{b}$ | 5.29±0.31$^{b}$ |

**หมายเหตุ :** อักษร ab ในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)
อักษร ns ค่าต่าง ๆ ในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

**2. ผลของความเข้มข้นของกรดอินทรีย์**

จากการนำกล้วยไข่มาแช่ในกรดแลคติกความเข้มข้นต่าง ๆ ได้แก่ 10 20 และ 30 กรัมต่อลิตร เป็นเวลา 10 นาที นำกล้วยไข่ขึ้นผึ่งให้สะเด็ดน้ำ เรียงในถาดและทำแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 150 ไมโครเมตร คำนวณร้อยละผลผลิต ความชื้นและวัดค่าสี ได้ผลดังภาพที่ 2 และตารางที่ 2




**ภาพที่ 2** ลักษณะสีของแป้งกล้วยไข่ที่ได้จากการแช่ในสารละลายกรดแลคติกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ความเข้มข้น 10 กรัมต่อลิตร (B) ความเข้มข้น 15 กรัมต่อลิตร (C) ความเข้มข้น 20 กรัมต่อลิตร (D) ความเข้มข้น 25 กรัมต่อลิตร และ (E) ความเข้มข้น 30 กรัมต่อลิตร

จากลักษณะปรากฏของแป้งกล้วยและการวัดค่าสีพบว่าการใช้กรดแลคติกแช่กล้วยที่ความเข้มข้น 30 กรัมต่อลิตร จะได้แป้งที่มีความสว่างมากกว่าการใช้กรดแลคติกที่ความเข้มข้นอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แป้งกล้วยไข่ที่ใช้ความเข้มข้นของกรดสูงในการแช่จะมีค่าค่อนไปทางสีเหลืองมากกว่าเมื่อใช้กรดความเข้มข้นต่ำ ในขณะเดียวกันจะมีค่าสีแดงน้อยกว่าด้วย สำหรับปริมาณผลผลิตของแป้งกล้วยไข่ที่ได้จากการแช่ด้วยกรดแลคติกความเข้มข้น 30 กรัมต่อลิตร มีปริมาณผลผลิตมากกว่าเมื่อใช้ความเข้มข้นอื่น ๆ โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเมื่อแช่กล้วยด้วยกรดแลคติก ความเข้มข้น 10 และ 15 กรัมต่อลิตร ส่วนปริมาณความชื้นของแป้งกล้วยไข่ที่แช่ด้วยกรดแลคติกแต่ละความเข้มข้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากผลการทดลองพบว่า เมื่อแช่กล้วยไข่ด้วยกรดแลคติกที่ความเข้มข้น 30 กรัมต่อลิตร จะได้แป้งกล้วยไข่ที่มีสีดีกว่าการแช่ด้วยความเข้มข้นอื่น ๆ จึงเลือกใช้ที่ความเข้มข้นนี้ไปทดลองระยะเวลาในการแช่ต่อไป

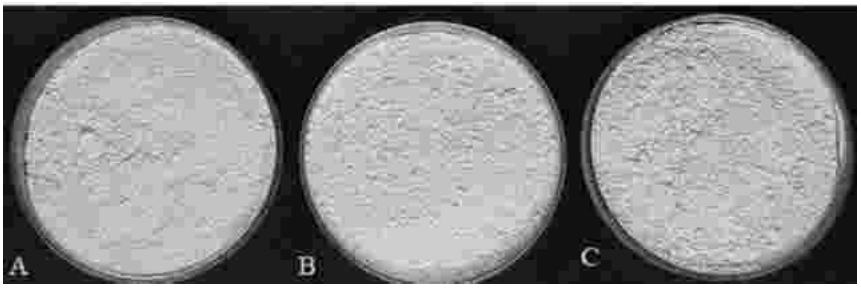
**ตารางที่ 2** ค่าเฉลี่ยผลผลิต ความชื้นและค่าสีของแป้งกล้วยไข่ที่แช่ด้วยกรดแลคติกความเข้มข้นต่าง ๆ

| ความเข้มข้นของกรด (กรัมต่อลิตร) | ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ผลผลิต (ร้อยละ) | ความชื้น (ร้อยละ) ns | ค่าสี | | |
| | | | L* | a* | b* |
| 10 | 23.71±1.60$^{c}$ | 7.99±0.10 | 73.63±1.33$^{d}$ | 6.09±0.05$^{a}$ | 6.27±0.21$^{b}$ |
| 15 | 26.13±1.91$^{bc}$ | 8.20±0.32 | 73.63±1.20$^{d}$ | 6.05±0.09$^{a}$ | 5.74±0.33$^{c}$ |
| 20 | 27.26±2.21$^{ab}$ | 8.17±0.00 | 75.87±1.66$^{c}$ | 5.81±0.17$^{b}$ | 6.99±0.53$^{a}$ |
| 25 | 28.53±1.25$^{ab}$ | 8.17±0.00 | 77.19±1.50$^{b}$ | 5.57±0.04$^{c}$ | 7.01±0.34$^{a}$ |
| 30 | 29.31±0.76$^{a}$ | 8.17±0.00 | 80.62±0.68$^{a}$ | 5.44±0.16$^{d}$ | 7.18±0.61$^{a}$ |

**หมายเหตุ :** อักษร abcd ในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)
อักษร ns ค่าต่าง ๆ ในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

**3. ผลของเวลาที่ใช้ในการแช่ในสารละลายกรดอินทรีย์**

จากการนำกล้วยไข่มาแช่ในกรดแลคติก ความเข้มข้น 30 กรัมต่อลิตร ที่เวลาต่าง ๆ ได้แก่ 10 20 และ 30 นาที นำกล้วยขึ้นให้สะเด็ดน้ำ เรียงในถาดและทำแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 150 ไมโครเมตร คำนวณร้อยละผลผลิต และวัดค่าสี ได้ผลดังภาพที่ 3 และตารางที่ 3




**ภาพที่ 3** ลักษณะสีของแป้งกล้วยไข่ที่ได้จากการแช่ในสารละลายกรดแลคติกที่ความเข้มข้น 30 กรัมต่อลิตร ที่เวลาต่าง ๆ (A) 10 นาที (B) 20 นาที (C) 30 นาที

จากลักษณะปรากฏของแป้งกล้วยไข่และการวัดค่าสีพบว่าการใช้กรดแลคติกแช่กล้วยไข่ที่ความเข้มข้น 30 กรัมต่อลิตร ที่เวลา 30 นาที จะได้แป้งกล้วยไข่ที่มีความสว่างมากกว่าที่แช่ด้วยกรดแลคติกที่เวลา 20 นาที อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีความสว่างมากกว่าการแช่เป็นเวลา 10 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) แต่ค่าสีเหลืองของแป้งกล้วยไข่ที่แช่ด้วยกรดอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนแป้งกล้วยไข่ที่แช่ด้วยกรดแลคติกเป็นเวลา 10 นาที มีสีค่อนทางสีแดงมากกว่าเมื่อแช่ด้วยกรดเป็นเวลา 20 และ 30 นาที สำหรับปริมาณผลผลิต พบว่าแป้งกล้วยไข่ที่แช่ด้วยกรดแลคติกที่เวลา 10 20 และ 30 นาที ไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนค่าความชื้น พบว่า แป้งกล้วยไข่ที่แช่ด้วยกรดแลคติก เป็นเวลา 30 นาที มีความชื้นต่ำกว่า ที่แช่ด้วยเวลา 10 และ 20 นาที ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) จากค่าปริมาณผลผลิต ความชื้น และค่าสี จะเห็นว่าเมื่อใช้กรดแลคติกแช่กล้วยไข่เป็นเวลา 30 นาที จะให้ผลดีกว่าเมื่อแช่เป็นเวลา 10 และ 20 นาที อย่างไรก็ตามเมื่อคำนึงถึงการใช้แป้งกล้วยไข่ในผลิตภัณฑ์อาหาร ถ้ามีการแช่เป็นเวลานานจะส่งผลให้แป้งกล้วยไข่มีรสชาติเปรี้ยว และจะส่งผลในผลิตภัณฑ์อาหาร จึงเลือกใช้การแช่สารที่เวลา 10 นาที ซึ่งเป็นการลดเวลา ในขั้นตอนการผลิตแป้งกล้วยไข่ด้วย

**ตารางที่ 3** ค่าเฉลี่ยผลผลิต ความชื้นและค่าสีของแป้งกล้วยไข่ที่แช่ด้วยกรดแลคติกความเข้มข้น 30 กรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาต่าง ๆ

| ระยะเวลาแช่กรด (นาที) | ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ผลผลิต (ร้อยละ) $^{ns}$ | ความชื้น (ร้อยละ) | ค่าสี | | |
| | | | L* | a* | b* $^{ns}$ |
| 10 | 28.67±2.23 | 7.28±0.11$^{a}$ | 79.40±0.71$^{b}$ | 5.57±0.08$^{a}$ | 5.40±0.37 |
| 20 | 30.49±1.34 | 7.18±0.08$^{a}$ | 80.47±0.44$^{a}$ | 5.35±0.21$^{ab}$ | 5.60±0.62 |
| 30 | 30.50±2.88 | 6.52±0.38$^{b}$ | 80.49±0.46$^{a}$ | 5.31±0.33$^{b}$ | 5.74±0.35 |

**หมายเหตุ :** อักษร ab ในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)
อักษร ns ค่าต่าง ๆ ในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

**4. ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของแป้งกล้วยไข่**

นำแป้งกล้วยไข่ที่ผลิตได้จากการแช่ในสารละลายกรดแลคติกที่ความเข้มข้น 30 กรัมต่อลิตร เป็นเวลา 10 นาที มาวิเคราะห์คุณสมบัติ พบว่าแป้งกล้วยไข่มีโปรตีนร้อยละ 3.86±0.25 ไขมันร้อยละ 0.67±0.02 เถ้าร้อยละ 2.50±0.08 ความชื้นร้อยละ 7.28±0.11 คาร์โบไฮเดรตทั้งหมดร้อยละ 85.69±0.00 ปริมาณแป้งที่ต้านทานการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ร้อยละ 53.30±0.57 ค่าการละลายและการพองตัวเพิ่มมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 4) โดยแป้งกล้วยไข่ที่เตรียมได้มีการละลายและการพองตัวสูงสุดที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส

**ตารางที่ 4** การละลายและการพองตัวของแป้งกล้วยไข่ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

| อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) | การละลาย (ร้อยละ) | การพองตัว (กรัมต่อกรัม) |
|---|---|---|
| 80 | 12.40±0.33$^{c}$ | 13.24±0.90$^{d}$ |
| 85 | 15.56±1.04$^{b}$ | 17.69±0.75$^{c}$ |
| 90 | 17.73±0.81$^{b}$ | 21.54±0.58$^{b}$ |
| 95 | 24.79±2.69$^{a}$ | 27.12±0.69$^{a}$ |

**หมายเหตุ :** อักษร abc ในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เมื่อนำแป้งกล้วยไข่มาวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และ ผลการทดลองพบว่าแป้งกล้วยไข่ที่ได้มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด 0.4160±0.0278 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิคต่อกรัมแป้งกล้วยไข่ สำหรับการวิเคราะห์คุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของแป้งกล้วยไข่ ด้วยวิธี DPPH radical scavenging assay และ ABTS radical scavenging assay และรายงานผลเป็นค่า $IC_{50}$ พบว่าแป้งกล้วยไข่ที่ได้มีค่า $IC_{50}$ เท่ากับ 0.3388±0.0754 และ 0.4659±0.2328 มิลลิกรัมต่อมิลลิตร ตามลำดับ

**5. ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ซาลาเปาที่ใช้แป้งกล้วยไข่**

เมื่อนำแป้งกล้วยไข่ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ซาลาเปา โดยทดแทนแป้งสาลีในสูตรทำซาลาเปาร้อยละ 0 10 20 30 และ 40 ได้ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ดังตารางที่ 5 และภาพที่ 4 จากตารางพบว่า ลักษณะปรากฏและสีของผลิตภัณฑ์ซาลาเปาสูตรที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยไข่ร้อยละ 10 20 30 และ 40 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ใช้แป้งสาลีอย่างเดียว ($P \leq 0.05$) โดยเมื่อทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยไข่ร้อยละ 10 ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ซาลาเปาด้านลักษณะปรากฏและสีมากกว่าที่ทดแทนด้วยแป้งกล้วยไข่ในระดับที่เพิ่มขึ้น ซึ่งผู้ทดสอบชิมให้คะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏและสี 7.68±0.75 และ 7.28±1.10 คะแนน ตามลำดับ สีของผลิตภัณฑ์ซาลาเปามีสีน้ำตาลเข้มมากขึ้นเมื่อทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยไข่ที่ระดับที่เพิ่มขึ้นดังภาพที่ 4

สำหรับกลิ่นและรสชาติของผลิตภัณฑ์ซาลาเปาสูตรที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยไข่ ร้อยละ 10 และ 20 ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ซาลาเปาแตกต่างจากสูตรที่ใช้แป้งสาลีเพียงอย่างเดียวอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ซาลาเปาด้านกลิ่นเมื่อทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยไข่ร้อยละ 10 และ 20 เท่ากับ 6.48±1.45 และ 6.36±1.29 คะแนน ตามลำดับ ส่วนด้านรสชาติ ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ซาลาเปาเมื่อทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยไข่ร้อยละ 10 และ 20 เท่ากับ 7.20±1.26 และ 6.68±1.31 คะแนน ตามลำดับ

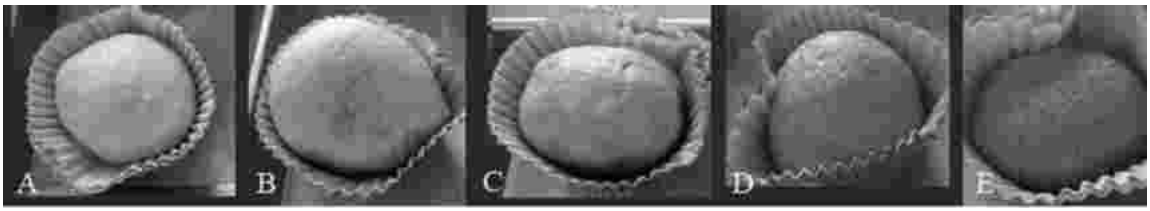
ส่วนด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซาลาเปาสูตรที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยไข่ร้อยละ 10 ผู้ทดสอบให้การยอมรับที่แตกต่างจากสูตรที่ใช้แป้งสาลีอย่างเดียวอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับด้านลักษณะเนื้อสัมผัสมากกว่าเมื่อทดแทนแป้งกล้วยไข่ด้วยระดับที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) ซึ่งผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ซาลาเปาสูตรที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยไข่ร้อยละ 10 ด้านลักษณะเนื้อสัมผัส 7.40±1.12 คะแนน จากภาพที่ 4 จะเห็นว่าผลิตภัณฑ์ซาลาเปาที่ทดแทนด้วยแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยไข่ร้อยละ 40 ผลิตภัณฑ์ซาลาเปาไม่ขึ้นฟู

เมื่อพิจารณาความชอบโดยรวม พบว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ซาลาเปาสูตรที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยไข่ร้อยละ 10 20 30 และ 40 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) กับสูตรที่ใช้แป้งสาลีอย่างเดียว แต่ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับสูตรที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยไข่ร้อยละ 10 และ 20 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยผู้ทดสอบชิมมีความชอบผลิตภัณฑ์ซาลาเปาโดยรวมที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยไข่ร้อยละ 10 และ 20 เท่ากับ 7.20±0.91 และ 6.80±1.16 ตามลำดับ

**ตารางที่ 5** ค่าเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของซาลาเปาจากแป้งกล้วยไข่ทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่าง ๆ

| การทดแทน (ร้อยละ) | ค่าการทดสอบทางประสาทสัมผัส (คะแนน) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ลักษณะปรากฏ | สี | กลิ่น | รสชาติ | ลักษณะเนื้อสัมผัส | ความชอบโดยรวม |
| 0 | 8.40±0.87$^{a}$ | 8.56±0.65$^{a}$ | 6.56±1.58$^{a}$ | 7.28±1.37$^{a}$ | 7.88±1.01$^{a}$ | 7.80±1.04$^{a}$ |
| 10 | 7.68±0.75$^{b}$ | 7.28±1.10$^{b}$ | 6.48±1.45$^{a}$ | 7.20±1.26$^{a}$ | 7.40±1.12$^{ab}$ | 7.20±0.91$^{b}$ |
| 20 | 6.84±1.18$^{c}$ | 6.68±1.11$^{c}$ | 6.36±1.29$^{ab}$ | 6.68±1.31$^{ab}$ | 7.20±1.00$^{b}$ | 6.80±1.16$^{b}$ |
| 30 | 6.32±1.41$^{c}$ | 5.80±1.35$^{d}$ | 5.84±1.38$^{b}$ | 6.20±1.73$^{b}$ | 6.32±1.35$^{c}$ | 5.92±1.50$^{c}$ |
| 40 | 3.72±2.17$^{d}$ | 4.00±1.73$^{e}$ | 4.56±1.47$^{c}$ | 3.28±1.99$^{c}$ | 3.72±1.40$^{d}$ | 3.44±1.61$^{d}$ |

**หมายเหตุ :** อักษร abcd ในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)




**ภาพที่ 4** ลักษณะของซาลาเปาจากแป้งกล้วยไข่ทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่าง ๆ (A) ร้อยละ 0 (B) ร้อยละ 10 (C) ร้อยละ 20 (D) ร้อยละ 30 (E) ร้อยละ 40

## สรุปผลและอธิปรายผล

จากผลการทดลองพบว่ากรดแลคติกทำให้สีของแป้งมีสีเหลืองครีม มีความสว่างมากกว่าการใช้กรดซิตริกและกรดแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้นและเวลาแช่เดียวกัน ซึ่งสีของแป้งที่แช่กล้วยไข่ด้วยกรดซิตริกและกรดแลคติกมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนสีของแป้งที่แช่กล้วยไข่ด้วยกรดแอสคอร์บิกมีค่าความสว่างน้อยกว่า แต่มีค่าสีเหลืองและสีแดงมากกว่าการแช่ด้วยกรดซิตริกและกรดแลคติก ทั้งนี้เป็นเพราะกรดซิตริกและกรดแลคติกมีคุณสมบัติเป็นสารเพิ่มความเป็นกรดในอาหาร (acidulant) ส่วนกรดแอสคอร์บิกมีคุณสมบัติเป็นสารที่ให้อิเล็กตรอน (reducing agent) (Martinez & Whitaker, 1995) เป็นผลให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดแอสคอร์บิกเกิดเป็นสารดีโฮโดร-แอสคอร์บิกและทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีแดง และมีความสว่างน้อยกว่าเมื่อใช้กรดอีก 2 ชนิด การใช้กรดอินทรีย์เป็นการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เกิดจากการทำงานของเอนไซม์ (Mahloko, *et al.*, 2019) การทำให้เอนไซม์เสียสภาพธรรมชาติจึงสามารถช่วยป้องกันการเกิดสีน้ำตาลได้ เช่น การใช้ความร้อนโดยการลวก การใช้สารซัลไฟต์ และการใช้กรดเพื่อปรับความเป็นกรด-ด่าง เป็นต้น นอกจากนั้นการเพิ่มความเข้มข้นของกรดแต่ละชนิดและเวลาแช่ให้นานขึ้นทำให้ค่าความสว่างเพิ่มมากขึ้นด้วย (พรรณจิรา วงศ์สวัสดิ์ และคณะ, 2556) ปริมาณผลผลิตของแป้งกล้วยไข่ที่ได้อยู่ระหว่างร้อยละ 21–30 ซึ่งสอดคล้องกับการผลิตแป้งกล้วยน้ำว้าที่มีปริมาณผลผลิตอยู่ในช่วงใกล้เคียงกัน (ณนนท์ แดงสังวาลย์ และคณะ, 2554; รสพร เจียมจริยธรรม และคณะ, 2563) สำหรับปริมาณความชื้นของแป้งกล้วยไข่ พบว่าแป้งกล้วยไข่มีความชื้นอยู่ระหว่างร้อยละ 6–7 ซึ่งตรงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแป้งกล้วยที่กำหนดไว้ต้องไม่เกินร้อยละ 12 โดยน้ำหนัก (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2563)

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของแป้งกล้วยไข่ที่ได้ พบว่าองค์ประกอบทางเคมีส่วนใหญ่ของแป้งกล้วยไข่เป็นคาร์โบไฮเดรต และเป็นแหล่งของแป้งที่ต้านทานการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ซึ่งมีอยู่ปริมาณร้อยละ 53.30±0.57 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจิรนาถ บุญคง และคณะ (2557) ที่ศึกษาปริมาณแป้งที่ต้านทานการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ที่เตรียมจากกล้วยน้ำว้าดิบ กล้วยหอมทองดิบและแป้งกล้วยไข่ดิบ ซึ่งพบว่าในแป้งกล้วยไข่ดิบมีปริมาณแป้งที่ต้านทานการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ร้อยละ 53.44 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับที่วิเคราะห์ได้ โดยแป้งที่ต้านทานการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ที่พบมากในแป้งกล้วยดิบเป็นชนิดที่ 2 (Leszczynski, 2004) เนื่องจากโครงสร้างเม็ดสตาร์ชมีขนาดใหญ่ทำให้จำกัดพื้นที่ของโครงสร้างที่ทำปฏิกิริยากับเอนไซม์อัลฟาแอมิเลส (Ring, *el,al.*, 1988) นอกจากนั้นแป้งกล้วยดิบมีการจัดเรียงตัวของอะมิโลสและอะมิโลเพกตินอย่างเป็นระเบียบหนาแน่นจนเกิดเป็นโครงสร้างผลึก ซึ่งทำให้เอนไซม์อัลฟาแอมิเลสย่อยได้ยาก จึงทำให้เม็ดสตาร์ชที่พบในแป้งกล้วยทนต่อการย่อยของเอนไซม์อัลฟาแอมิเลส (Quingley, *et.al*, 1988)

กำลังการพองตัวและค่าการละลายของแป้งกล้วยไข่มีค่าสูงขึ้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิจาก 80 องศาเซลเซียส ถึง 95 องศาเซลเซียส โดยกำลังการพองตัวของแป้งกล้วยไข่มีกำลังการพองตัวใกล้เคียงกับแป้งสาลี แต่มีค่าการละลายต่ำกว่า จึงสามารถนำมาใช้ทดแทนแป้งสาลีได้บางส่วน ทั้งนี้การพองตัวและการละลายจะสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายชนิด ได้แก่ ชนิดของแป้ง ความแข็งแรงของโครงสร้าง ปริมาณน้ำในสารละลายแป้ง สิ่งเจือปนภายในเม็ดแป้งที่ไม่ใช่คาร์โบไฮเดรต และลักษณะร่างแหภายในเม็ดแป้ง (กล้าณรงค์ ศรีรอตและเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ, 2550)

เมื่อนำแป้งกล้วยไข่มาทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ พบว่าแป้งกล้วยไข่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสอดคล้องงานวิจัยของอัจฉรา เพ็งภู่ และขวัญดาว แจ่มแจ้ง (2559) ที่มีการทดสอบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของแป้งกล้วยน้ำว้า กล้วยไข่ กล้วยหอมและกล้วยเล็บมือนาง และพบว่าแป้งกล้วยไข่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากกว่ากล้วยชนิดอื่น ๆ ที่ทดสอบ

การประยุกต์ใช้แป้งกล้วยไข่ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ซาลาเปา พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์เมื่อทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยไข่ร้อยละ 10 และ 20 เมื่อเพิ่มระดับการทดแทนสูงขึ้นทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของซาลาเปาด้าน ไม่ขึ้นฟู สอดคล้องกับงานวิจัยของรสพร เจียมจริยธรรม และคณะ (2563) ที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยในผลิตภัณฑ์ตูเล (ผลิตภัณฑ์ประเภทคุกกี้ของชาวฝรั่งเศส) และพบว่าการเพิ่มปริมาณแป้งกล้วยส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ตูเลมีความแข็งและความเปราะมากขึ้น มีสีคล้ำมากขึ้นและรูพรุนลดลง ซึ่งส่งผลถึงการทดสอบทางประสาทสัมผัส ที่ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์มีคะแนนต่ำลงเมื่อเพิ่มระดับการทดแทน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากแป้งกล้วยไข่มีปริมาณแป้งที่ที่ต้านทานการย่อยสลายด้วยเอนไซม์สูง แป้งชนิดนี้จะมีคุณสมบัติการอุ้มน้ำน้อย ซึ่งจะใช้เป็นแหล่งเส้นใยสำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นต่ำ เช่น คุกกี้ และขนมปังกรอบ เป็นต้น (จิรนาถ บุญคง, 2553)

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่าการใช้กรดอินทรีย์มีผลในการปรับปรุงสีของแป้งกล้วยไข่โดยการแช่กล้วยไข่ในกรดแลคติกที่ความเข้มข้น 30 กรัมต่อลิตร เป็นเวลา 10 นาที และเมื่อนำวิเคราะห์คุณสมบัติต่าง ๆ พบว่าแป้งกล้วยไข่เป็นแหล่งของแป้งที่ต้านทานการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ มีกำลังการพองตัวและค่าการละลายใกล้เคียงกับแป้งสาลี ซึ่งสามารถใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์อาหารได้ นอกจากนั้นแป้งกล้วยไข่ยังมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ เมื่อนำแป้งกล้วยไข่ไปใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ซาลาเปา สามารถทดแทนได้ไม่เกินร้อยละ 20 เนื่องจากการเพิ่มปริมาณแป้งกล้วยไข่จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความกระด้าง ไม่ขึ้นฟู อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองจะเห็นว่าแป้งกล้วยไข่ สามารถนำไปพัฒนาเป็นอาหารเพื่อสุขภาพได้ และควรมีการศึกษาในเรื่องบรรจุภัณฑ์และการตลาดของผลิตภัณฑ์ต่อไป

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากกองทุนวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ประจำปีงบประมาณ 2562

## เอกสารอ้างอิง

กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. (2550). **เทคโนโลยีของแป้ง**. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กุหลาบ สิทธิสวนจิ. (2553). แป้งทนต่อการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ : แป้งเพื่อสุขภาพ. **วารสารก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์**, 10(2), หน้า 70–77.

กุหลาบ สิทธิสวนจิก และขวัญชัย ศรีรักษา. (2556). การศึกษาเปรียบเทียบกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและคุณสมบัติทางกายภาพของแป้งกล้วย. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**, 44(2)(พิเศษ), หน้า 213–216.

จิรนาถ บุญคง. (2553). Resistant starch แป้งที่มีบทบาทต่อสุขภาพ. **วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม**, 6(1), หน้า 3–7.

จิรนาถ บุญคง ทิพวรรณ บุญมี และพัชราวรรณ เรือนแก้ว. (2557). การใช้แป้งกล้วยหอมทองดิบที่มีสมบัติต้านทานการย่อยสบายด้วยเอนไซม์ในผลิตภัณฑ์พาสต้า. **วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม**, 10(1), หน้า 19–29.

ณนนท์ แดงสังวาล น้องนุช ศิริวงศ์ และศิริพร เรียบร้อย. (2554). การใช้แป้งกล้วยน้ำว้าทดแทนแป้งสาลีในบราวนี่. ใน **การประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49** วันที่ 1-4 กุมภาพันธ์ 2554 (หน้า 66-73). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ณัฐฐพร สุบรรณมณี (2563). ผลของการแช่กล้วยน้ำว้าในสารละลายชนิดต่าง ๆ และการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์มาเดอลีนเค้ก. **วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม**, 15(2), หน้า 110-121.

นฤมล ลอยแก้ว และ ชิตสุดา ชัยศักดานุกูล. (2559). การศึกษาสมบัติของแป้งกล้วยหินและกล้วยหักมุก และการใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์บะหมี่สด. ใน **การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต** วันที่ 29 เมษายน พ.ศ. 2559 (หน้า 468-476). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรังสิต.

พรรณจิรา วงศ์สวัสดิ์, นิพร เดชสุข, สิรินันท์ พึ่งพา, ศุภกร ทิมหอม และนฤมล สืบสายสิงห์. (2556). การใช้สารป้องกันการเกิดสีน้ำตาลในกล้วยหอมทองตัดแต่งก่อนนำไปทอดแบบสุญญากาศ. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**, 44(2)(พิเศษ), หน้า 505-508.

รสพร เจียมจริยธรรม, พรรณภัทร พรหมเพ็ญ และบงกช บุญบูรพงศ์. (2563). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ตูเลจากแป้งกล้วย. **วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา**, 25(2), หน้า 464-481.

สรจักร ศิริบริรักษ์. (2544). เภสัชโภชนา 4. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์กรุงเทพ.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2563). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน แป้งกล้วย มผช.1375/2550. ได้จาก : http://tcps.tisi.go.th/public/StandardListaspx. สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2563.

อัจฉรา เพ็งภู่ และขวัญดาว แจ่มแจ้ง. (2559). การผลิตแป้งกล้วยต้านอนุมูลอิสระจากกล้วย 4 ชนิด ใน **การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ครั้งที่ 3 วันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2559** (หน้า 410-415). กำแพงเพชร: มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.

Alexander, R.J. (1995). Resistant starch-new ingredient for the food industry. **Cereal Foods World**, 40(6), pp. 455-458.

Anyasi, T.A., Jideani A.I.O. and Mchau, G.R.A. (2018). Phenolics and essential mineral profile of organic acid preteated unripe banana flour. **Food Research International**, 104: 100-109.

AOAC. (2000). Official methods of analysis (17th ed.). **Association of Official Analytical chemists.** Virginia.

Chidambara Murthy K.N., Jayaprakasha G.K. and Singh, R.P. (2002). Studies on antioxidant activity of pomegranate (*Punica granatum*) peel extract using in vivo models. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 50: 4791-4795.

Ferguson, L.R., Tasman-Jones, C., Englyst, H. and Harris, P.J. (2000). Comparative effects of three resistant starch preparations on transit time and short-chain fatty acid production in rat. **Nutrition and Cancer**, 36, pp. 230-237.

Leszczynski, W. (2004). Resistance starch-classification, structure, production. **Polish Journal of Food and Nutrition Sciences**, 13(1), pp. 37-50.

Mahloko, L.M., Silungwe, H. Mashau, M.E. and Kgatla, T.E. (2019). Bioactive compounds, antioxidant activity and physical characteristics of wheat-prickly pear and banana biscuits**. Heliyon**, 5, e02479.

Martinez, M.V. and Whitaker, J.R. (1995). The biochemistry and control of enzymatic browning, **Trends in Food Science and Technology**, 6, pp. 195–200.

McCleary, B.V. and Monaghan, D.A. (2002). Measurement of resistant starch. **Journal of AOAC International**, 85(3), pp. 665–675.

McCleary, B.V., Sloane, N., Draga, A. and Lazewska, I. (2013). Measurement of total dietary fiber using AOAC Method 2009.01 (AACC International Approved Method 32–45.01) Evaluation and updates. **Cereal Chemistry**, 90(4), pp. 396–414.

Quingley, T.A., Kelly, C.T., Doyle, E.M. and Fogarty, W.M. (1988). Patterns of raw starch digestion by the glucoamylase of *Cladosporium gssypiicola* ATCC 38026. **Process Biochemistry**, 33, pp. 677–681.

Re, R., Pellegrini N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. and Rice–Evans, C. (1999). antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**. 26: 1231–1237.

Ring, S.G., Gee, J.M., Whittam, M., Orford, P. and Johnson, I.T. (1988). Resistant starch: its chemical form in foodstuffs and effect on digestibility in *vitro*. **Food Chemistry**, 28, pp. 97–109.

Sajilata, M.G., Singhal, R.S. and Kullarni, P.R. (2006). Resistant starch: A review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**. 5(1), pp. 1–17.

Schoch, T.J. (1964). **Swelling power and solubility of granular starches**. In R.L. Whistler, R.J. Smith and J.N.BeMiller (eds.), Method in carbohydrates chemistry. New York: Academic Press. 106–108.

Selvarajoh, S,. Herath, H.M.W., Bandara, D. C. and Wicramasinghe, I.P. (2000). Physiological and enzymatic changes during postharvest low temperature storage periods and the mainifestation of symptoms associated with internal browning in pineapples. **Food Science and Technology**, 37(6), 571–576.

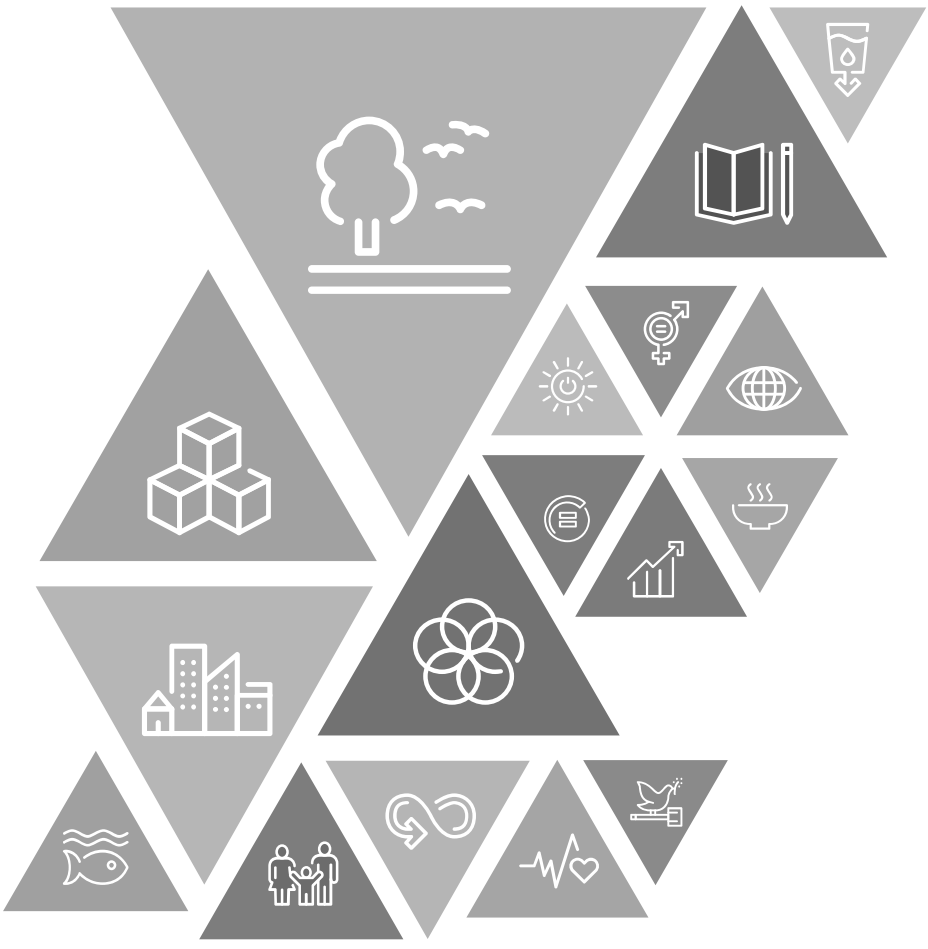
Singhatong, S., Leelarungrayub, D. and Chaiyasut, C. (2010). Antioxidant and toxicity activities of *Artocarpus lakooha Roxb*. heartwood extract. **Journal of Medicinal Plants Research**. 4: 947–953.

PROCEEDINGS

# PHAYAO RESEARCH CONFERENCE 10

25-28 JAN 2021

UNIVERSITY OF PHAYAO



PHAYAO RESEARCH CONFERENCE 10

25–28 JANUARY 2021 UNIVERSITY OF PHAYAO

**ISBN (e-book):** 978-616-7820-93-4

**จัดทำโดย:** กองบริหารงานวิจัย มหาวิทยาลัยพะเยา 19 หมู่ 2 ตำบลแม่กา อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา 56000 โทร 054-466-666 ต่อ 1047-1048

**ปีที่พิมพ์:** มกราคม 2564

**จำนวนพิมพ์:** 4,281 แผ่น

**คณะผู้จัดทำ**

| | |
|---|---|
| รองศาสตราจารย์ ดร.เสมอ ถาน้อย | รองอธิการบดีฝ่ายวิจัยและนวัตกรรม |
| รองศาสตราจารย์ ดร.เปรมวิทย์ วิวัฒนเศรษฐ์ | บรรณาธิการวารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา |
| นางสาวอัญชลี เทียมศีรี | รักษาการแทนผู้อำนวยการกองบริหารงานวิจัย |
| นายจักรพงศ์ มาลีพัตร | เลขานุการ |
| นางสาวรัชฎาภรณ์ แก้วสีบ | ผู้ช่วยเลขานุการ |
| นางสาววริศรา คลังนุ่ม | ผู้ช่วยเลขานุการ |

# กองบรรณาธิการ พะเยาวิจัยครั้งที่ 10

1. ศาสตราจารย์ เกียรติคุณ ดร.ไมตรี สุทธจิตต์
2. ศาสตราจารย์ ดร.อุทัย ณ นคร
3. ศาสตราจารย์ ดร.ประยุทธ อัครเอกฒาลิน
4. ศาสตราจารย์ ดร.สำยสมร ล ำยอง
5. รองศาสตราจารย์ดร.ประยงค์ จันทร์แดง
6. รองศาสตราจารย์ ดร.กวิน สนธิเพิ่มพูน
7. รองศาสตราจารย์ ดร.จำเนียร บุญมาก
8. รองศาสตราจารย์ ดร.นิรัช สุดสังข์
9. รองศาสตราจารย์ ดร. ฐิติพรรณ ฉิมสุข
10. รองศาสตราจารย์ ดร.เปรมวิทย์ วิวัฒนเศรษฐ์
11. รองศาสตราจารย์ ดร.นิวุฒิ หวังชัย
12. รองศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ศักดิ์ หนูสอน
13. รองศาสตราจารย์ ดร.อนุรักษ์ ประสำทเขตร์กำร
14. รองศาสตราจารย์ ดร.สุรชัย กังวล
15. รองศาสตราจารย์ ดร.เชวศักดิ์ รักเป็นไทย
16. รองศาสตราจารย์ ดร. เดช วัฒนชัยยิ่งเจริญ
17. รองศาสตราจารย์ ดร.ชยันต์ บุณยรักษ์
18. รองศาสตราจารย์ ดร.เสมอ ถาน้อย
19. รองศาสตราจารย์ ดร.สุทิสา ถาน้อย
20. รองศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ ช่อลำเจียก
21. รองศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ดำ จงแก้ววัฒนา
22. รองศาสตราจารย์ ดร. พัชรีย์ พริบดีเวช
23. รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงกมล ขันธเลิศ
24. รองศาสตราจารย์ น.สพ.ดร.จตุพร กระจำยศร
25. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกริกเกียรติ จินดำ
26. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัชรพล สำเนียง
27. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อิทธิพล พวงเพชร
28. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาคร เมฆรักษาวนิช

**เลขานุการ**

นายจักรพงศ์ มาลีพัตร

**ผู้ช่วยเลขานุการ**

นางสาวรัชฎาภรณ์ แก้วสืบ

นางสาววริศรา คลังนุ่ม

# คำสั่งมหาวิทยาลัยพะเยา

ที่ ๕๗๙/๒๕๖๔

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิวิพากษ์การนำเสนอผลงานวิชาการ
ในการประชุมวิชาการระดับชาติพะเยาวิจัย ครั้งที่ ๑๐
"University Impact Rankings"

---

ด้วยมหาวิทยาลัยพะเยา จะดำเนินการจัดประชุมวิชาการระดับชาติพะเยาวิจัย ครั้งที่ ๑๐ ในหัวข้อ "University Impact Rankings" โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นเวทีให้กับคณาจารย์ นักวิจัย บุคลากร และนิสิต นักศึกษาในระดับอุดมศึกษา รวมทั้งหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาสังคม ได้ร่วมเรียนรู้ประสบการณ์ และแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ตลอดจนเป็นการเปิดโอกาสให้มีการเผยแพร่ผลงานวิชาการสู่สาธารณะให้เกิดประโยชน์แก่ชุมชนและสังคม และเพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ดังกล่าว อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๓๓ แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. ๒๕๕๓ จึงแต่งตั้งคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิวิพากษ์การนำเสนอผลงานวิชาการในการประชุมวิชาการระดับชาติพะเยาวิจัย ครั้งที่ ๑๐ "University Impact Rankings" ดังนี้

**คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกวิพากษ์การนำเสนอผลงานวิชาการ**

| | |
|---|---|
| ๑. ศาสตราจารย์ เกียรติคุณ ดร.ไมตรี สุทธจิตต์ | ประธานกรรมการ |
| ๒. ศาสตราจารย์ ดร.ประยุทธ อัครเอกฒาลิน | กรรมการ |
| ๓. ศาสตราจารย์ ดร.สายสมร ลำยอง | กรรมการ |
| ๔. ศาสตราจารย์ ดร.อุทัยรัตน์ ณ นคร | กรรมการ |
| ๕. รองศาสตราจารย์ ดร.กวิน สนธิเพิ่มพูน | กรรมการ |
| ๖. รองศาสตราจารย์ ดร.กานดา หวังชัย | กรรมการ |
| ๗. รองศาสตราจารย์ ดร.จำเนียร บุญมาก | กรรมการ |
| ๘. รองศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ศักดิ์ หนูสอน | กรรมการ |
| ๙. รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงกมล ขันธเลิศ | กรรมการ |
| ๑๐. รองศาสตราจารย์ ดร.เดช วัฒนชัยยิ่งเจริญ | กรรมการ |
| ๑๑. รองศาสตราจารย์ ดร.ธนินท์รัฐ รัตนพงศ์ภิญโญ | กรรมการ |

๑๒. รองศาสตราจารย์...

| | |
|---|---|
| ๑๒. รองศาสตราจารย์ ดร.นิวุฒิ หวังชัย | กรรมการ |
| ๑๓. รองศาสตราจารย์ ดร.พีรเดช ทองอำไพ | กรรมการ |
| ๑๔. รองศาสตราจารย์ ดร.รัตนา ทรัพย์บำเรอ | กรรมการ |
| ๑๕. รองศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา | กรรมการ |
| ๑๖. รองศาสตราจารย์ ดร.สรบุศย์ รุ่งโรจน์สุวรรณ | กรรมการ |
| ๑๗. รองศาสตราจารย์ ดร.สราวุธ คำปวน | กรรมการ |
| ๑๘. รองศาสตราจารย์ ดร.สุทิสา ถาน้อย | กรรมการ |
| ๑๙. รองศาสตราจารย์ ดร.สุรชัย กังวล | กรรมการ |
| ๒๐. รองศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร.จตุพร กระจายศรี | กรรมการ |
| ๒๑. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธีระพล เสนพันธุ์ | กรรมการ |
| ๒๒. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกริกเกียรติ จินดา | กรรมการ |
| ๒๓. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โกวิท สุวรรณหงษ์ | กรรมการ |
| ๒๔. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญชนก นัยจรัญ | กรรมการ |
| ๒๕. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนกันต์ จิตมนัส | กรรมการ |
| ๒๖. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดำรงศักดิ์ เป็กทอง | กรรมการ |
| ๒๗. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทิมา นาคาพงศ์ อัศวรักษ์ | กรรมการ |
| ๒๘. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทรพล สำเนียง | กรรมการ |
| ๒๙. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาดิยะ พัฒนาศักดิ์ | กรรมการ |
| ๓๐. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัฐพล แสงระยับ | กรรมการ |
| ๓๑. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรสิทธิ์ โทจำปา | กรรมการ |
| ๓๒. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วศิน ปัญญาวุธตระกูล | กรรมการ |
| ๓๓. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วารุณี อริยวิริยะนันท์ | กรรมการ |
| ๓๔. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิสาวัณย์ ภูมิดอนมิ่ง | กรรมการ |
| ๓๕. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สายสิริ มีระเสน | กรรมการ |
| ๓๖. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพรรษา จิตต์มั่น | กรรมการ |
| ๓๗. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพัตรา โพธิเศษ | กรรมการ |
| ๓๘. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสาวภา ไชยวงศ์ | กรรมการ |
| ๓๙. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิรักษ์ สงรักษ์ | กรรมการ |
| ๔๐. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรระวี คงสมบัติ | กรรมการ |

๔๑. ผู้ช่วยศาสตราจารย์...

| | |
|---|---|
| ๔๑. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อิทธิพล พวงเพชร | กรรมการ |
| ๔๒. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกชัย ชูเกียรติโรจน์ | กรรมการ |
| ๔๓. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร.ทนงศักดิ์ มะมม | กรรมการ |
| ๔๔. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดารัสนี โพธารส | กรรมการ |
| ๔๕. ดร.ปิยรัษฎ์ ปริญญาพงษ์ เจริญทรัพย์ | กรรมการ |
| ๔๖. ดร.พญ.สุลัคณา น้อยประเสริฐ | กรรมการ |
| ๔๗.ดร.สิทธิรักษ์ รอยตระกูล | กรรมการ |
| ๔๘. ดร.สุนทรีย์ ตั้งศรีวงศ์ | กรรมการ |
| ๔๙. นางสุนันทา สมพงษ์ | กรรมการ |
| ๕๐. นายจักรพงศ์ มาลีพัตร | เลขานุการ |
| ๕๑. นางสาวรัชฎาภรณ์ แก้วสืบ | ผู้ช่วยเลขานุการ |

**หน้าที่**

๑. พิจารณา ประเมินคุณภาพ และความเหมาะสมของบทความวิชาการและบทความวิจัย

๒. ให้ข้อเสนอแนะในการปรับแก้บทความวิชาการและบทความวิจัยให้คำแนะนำอื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนา ปรับปรุง บทความวิชาการและบทความวิจัย สรุปเสนอต่อผู้บริหาร

**คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายในวิพากษ์การนำเสนอผลงานวิชาการ**

| | |
|---|---|
| ๑. รองอธิการบดีฝ่ายวิจัยและนวัตกรรม (รองศาสตราจารย์ ดร.เสมอ ถาน้อย) | ประธานกรรมการ |
| ๒. รองศาสตราจารย์ ดร.ชยันต์ บุณยรักษ์ | กรรมการ |
| ๓. รองศาสตราจารย์ ดร.เชวศักดิ์ รักเป็นไทย | กรรมการ |
| ๔. รองศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ธีระภูธร | กรรมการ |
| ๕. รองศาสตราจารย์ ดร.ต่อพงศ์ กรีธาชาติ | กรรมการ |
| ๖. รองศาสตราจารย์ ดร.ประยงค์ จันทร์แดง | กรรมการ |
| ๗. รองศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ ช่อลำเจียก | กรรมการ |
| ๘. รองศาสตราจารย์ ดร.เปรมวิทย์ วิวัฒนเศรษฐ์ | กรรมการ |
| ๙. รองศาสตราจารย์ ดร.ผณินทรา ธีรานนท์ | กรรมการ |
| ๑๐. รองศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ เสาแก้ว | กรรมการ |
| ๑๑. รองศาสตราจารย์ ดร.อนุรักษ์ ประสาทเขตร์การ | กรรมการ |

๑๒. รองศาสตราจารย์...

| | |
|---|---|
| ๑๒. รองศาสตราจารย์ จันทนี เพชรานนท์ | กรรมการ |
| ๑๓. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร.ชาญคณิต อาวรณ์ | กรรมการ |
| ๑๔. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัลยา จำปาทอง | กรรมการ |
| ๑๕. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชณิตา ประดิษฐ์สถาพร | กรรมการ |
| ๑๖. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วาจารี วีระ | กรรมการ |
| ๑๗. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้ำฝน กันมา | กรรมการ |
| ๑๘. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บังอร สวัสดิ์สุข | กรรมการ |
| ๑๙. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรีดา ไชยมหาวัน | กรรมการ |
| ๒๐. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรเทพ โรจนวสุ | กรรมการ |
| ๒๑. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุทธนา หมั่นดี | กรรมการ |
| ๒๒. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รักสกุล แก่นเรณู | กรรมการ |
| ๒๓. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วสันต์ คำสนาม | กรรมการ |
| ๒๔. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชรภรณ์ ช่อลำเจียก | กรรมการ |
| ๒๕. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิพรพรรณ เนื่องเม็ก | กรรมการ |
| ๒๖. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระพงษ์ กิติวงค์ | กรรมการ |
| ๒๗. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไวพจน์ งามสะอาด | กรรมการ |
| ๒๘. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาคร เมฆรักษาวนิช | กรรมการ |
| ๒๙. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สันธิวัฒน์ พิทักษ์พล | กรรมการ |
| ๓๐. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทธินันท์ ศรีรัตยาวงค์ | กรรมการ |
| ๓๑. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุริยา ส้มจันทร์ | กรรมการ |
| ๓๒. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุริศักดิ์ ประสานพันธ์ | กรรมการ |
| ๓๓. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โสภา อำนวยรัตน์ | กรรมการ |
| ๓๔. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดารารัตน์ คำเป็ง | กรรมการ |
| ๓๕. ดร.นิยม โฮ่งสิทธิ์ | กรรมการ |
| ๓๖. ดร.นิรมล พรมนิล | กรรมการ |
| ๓๗. ดร.บุญร่วม คิดค้า | กรรมการ |
| ๓๘. ดร.ศานิตย์ ศรีคุณ | กรรมการ |
| ๓๙. ดร.สุธินี ชุติมากุลทวี | กรรมการ |
| ๔๐. นางสาววริศรา คลังนุ่ม | เลขานุการ |
| ๔๑. นางปรานอม สมิง | ผู้ช่วยเลขานุการ |

หน้าที่...

**หน้าที่**

๑. พิจารณา ประเมินคุณภาพ และความเหมาะสมของบทความวิชาการและบทความวิจัย

๒. ให้ข้อเสนอแนะในการปรับแก้บทความวิชาการและบทความวิจัยให้คำแนะนำอื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนา ปรับปรุง บทความวิชาการและบทความวิจัย สรุปเสนอต่อผู้บริหาร

ทั้งนี้ ตั้งแต่วันที่ ๑ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๔ เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๒ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๔

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุภกร พงศบางโพธิ์)
อธิการบดีมหาวิทยาลัยพะเยา

PROCEEDINGS

# PHAYAO RESEARCH CONFERENCE 10

25-28 JAN 2021

UNIVERSITY OF PHAYAO