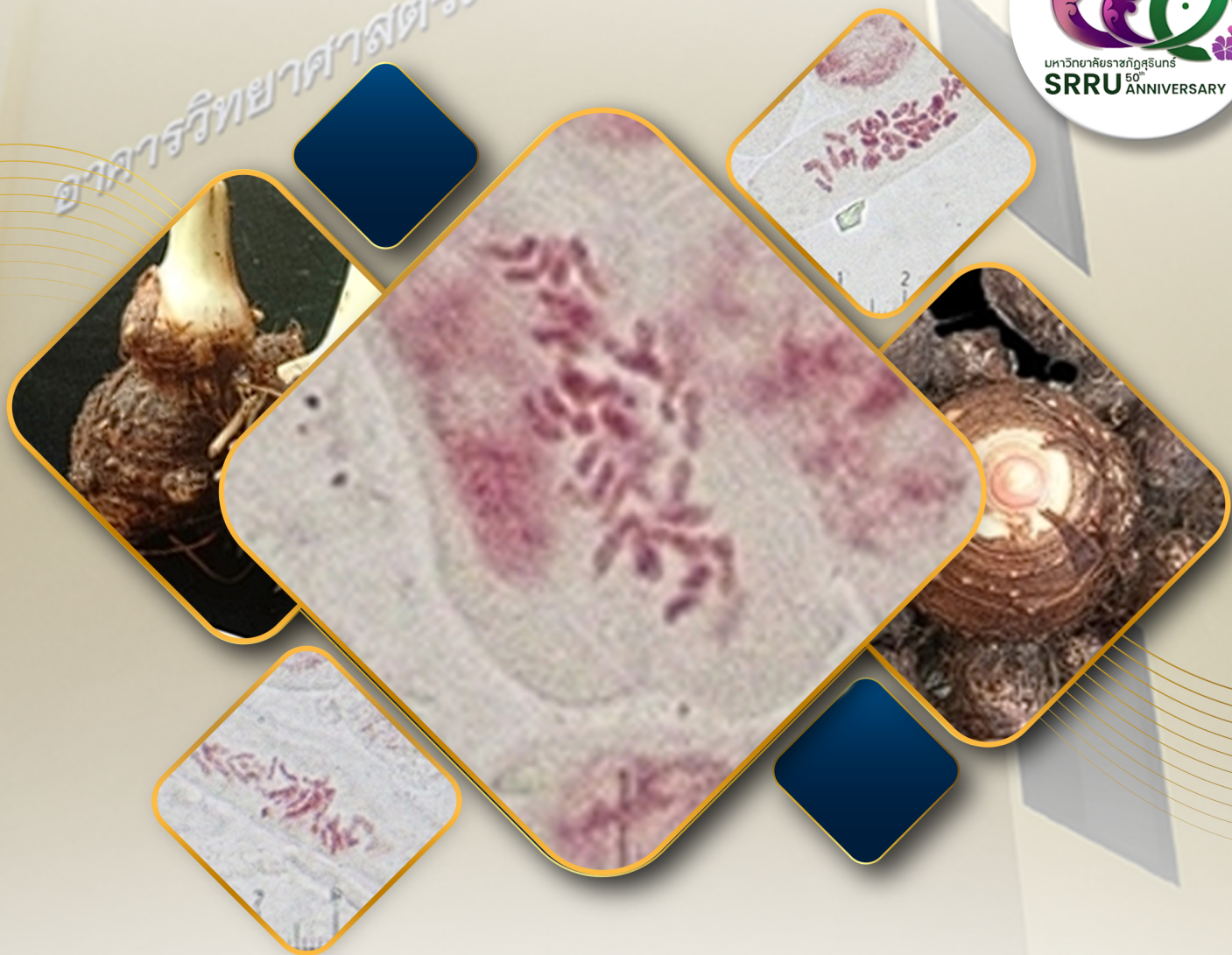




วารสาร วิทยาศาสตร์ ดชส่าน

Koch Cha Sarn Journal of Science

ปีที่ 45 ฉบับที่ 1 (2566) : มกราคม - มิถุนายน
Vol. 45 No. 1 (2023) : January - June



ISSN 2985-0835 (Online)

Faculty of Science and Technology, Surindra Rajabhat University,
186 Moo 1, Surin-Prasat Road, Nokmuang, Muang Surin, Surin,

Thai-Journal Citation Index Centre Thailand, 32000 Tel : 0 4455 8344



วารสารวิทยาศาสตร์ คชสาร

เจ้าของ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

สำนักงาน

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

186 หมู่ 1 ถนนสุรินทร์-ปราสาท ตำบลนอกเมือง อำเภอเมืองสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ 32000

โทรศัพท์/โทรสาร 0-4455-8344

บรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กชนิภา อุดมทวี

รองบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธงชัย เจือจันทร์

กองบรรณาธิการ

- | | |
|--|--|
| 1. ศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ ทัดศรี | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน |
| 2. ศาสตราจารย์ ดร.ปรีชา ประเทพา | มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| 3. ศาสตราจารย์ ดร.อลงกลด แทนอมทอง | มหาวิทยาลัยขอนแก่น |
| 4. รองศาสตราจารย์ ดร.ฉมาลีลา ยวอมรพิทักษ์ | มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| 5. รองศาสตราจารย์ ดร.สำเนาวิ เสาวกุล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
วิทยาเขตสุรินทร์ |
| 6. รองศาสตราจารย์ ดร.กฤติมา กษมาวุฒิ | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
วิทยาเขตสุรินทร์ |
| 7. รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษณ์ ปิ่นทอง | มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ |
| 8. รองศาสตราจารย์ ดร.สุรพล แสนสุข | มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| 9. รองศาสตราจารย์ ดร.นิติพัฒน์ พัฒนฉัตรชัย | มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ |
| 10. รองศาสตราจารย์ ดร.พัชรศักดิ์ อาลัย | มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม |
| 11. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรียาภรณ์ อิศรานุวัฒน์ | มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| 12. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประวรดา โกชนจันทร์ | มหาวิทยาลัยสวนดุสิต |
| 13. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ วัฒนกรสิริ | มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ |
| 14. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้องนุช สารภี | มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ |
| 15. ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเดช อินทเจริญสานต์ | มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ |
| 16. อาจารย์ ดร.ยุพเยาว์ ไตรศรี | มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ |



ISSN 2985-0835 (Online)

วารสารวิทยาศาสตร์ คชสาส์น
Koch Cha Sarn Journal of Science

ปีที่ 45 ฉบับที่ 1 : มกราคม – มิถุนายน 2566

Vol.45 No.1 January – June 2023

สำนักงานวารสาร

สำนักงานคณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

186 หมู่ 1 ถนนสุรินทร์-ปราสาท ต.นอกเมือง อ.เมือง จ.สุรินทร์ 32000

โทรศัพท์/โทรสาร 0-4455-8344 <http://science.srru.ac.th/kochasarn>

วัตถุประสงค์และขอบเขต

วารสารวิทยาศาสตร์ คชสาส์น เป็นวารสารของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ จัดทำขึ้นเพื่อตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกลุ่ม Life Science (Agricultural and Biological Sciences) ในรูปแบบบทความวิจัยหรือบทความปริทัศน์ ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ โดยบทความที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่จะต้องผ่านการพิจารณาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer Review) ในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องอย่างน้อย 3 ท่าน แบบ Double Blind ที่มาจากหลากหลายสถาบัน และวารสารวิทยาศาสตร์ คชสาส์น ยึดมั่นในจริยธรรมการตีพิมพ์ และมุ่งเน้นที่จะเผยแพร่บทความที่มีคุณค่าทางวิชาการเป็นสำคัญ

วารสารวิทยาศาสตร์ คชสาส์น ได้รับการรับรองคุณภาพจาก TCI กลุ่ม 2 มีกำหนดตีพิมพ์ปีละ 2 ฉบับ ทั้งแบบรูปเล่มและออนไลน์บนเว็บไซต์ ผู้นิพนธ์สามารถส่งบทความเพื่อเข้าสู่กระบวนการพิจารณาตีพิมพ์เผยแพร่ได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย

กำหนดตีพิมพ์ปีละ 2 ฉบับ

ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม - มิถุนายน

ฉบับที่ 2 เดือนกรกฎาคม - ธันวาคม



ISSN 2985-0835 (Online)

วารสารวิทยาศาสตร์ คชสาลีน

ปีที่ 45 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2566

Koch Cha Sarn Journal of Science

Vol.45 No.1 January – June 2023



สารบัญ

การตรวจหาฮีสต์และเชื้อราในเครื่องดื่มบาทิลีในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

ณัฐวรัญช์ ภัทรวิจิตรสิน มนสุภา สุรบพ ณัฐนันท์ ตนประเสริฐ พิมพ์กานต์ สมบัติศิริ

ศุภณัฐ วิวัฒน์สมวงศ์ นพชลย์ สิริแทนเทียน ชุตติกาญจน์ คำหาญพล ปราณิสรา สุวรรณจุฑะ

จิตา ตามประวัติ และจารวี สุขประเสริฐ.....1

การย้อมเส้นไหมด้วยเปลือกต้นเพกา

กัญญารัตน์ บุญสมวงศ์ กนกวรรณ ยันตะบุศย์ รัชญา เสาเวียง สมพร จันทมัตตุการ

และวิริยา สิงคินา.....8

จำนวนโครโมโซมของเหือกพื้นเมืองที่ปลูกในจังหวัดสุรินทร์

น้องนุช สารภี ปิยรัตน์ มีแก้ว ดวงตา โนวาเชค ยุพเยาว์ โตศิริ กชนิกา อุดมทวี ชัยพันธุ์ สารภี

และสิริพรรณ บัวลา.....14

ผลของการทดแทนแป้งสาลีบางส่วนด้วยแป้งแก่นตะวันต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์สปีนจ์เค้ก

ทิพรัักษ์ วงษาคี พีรดา สลักคำ และณัฐธิดา ศรีทอง.....21

ผลของปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อสมบัติของกระดาษจากผักตบชวา

เพ็ญยศ วงษ์บัวงาม กมลชนก ยืนยาว วัชรารุฒิ นวลดี นันทิญา มณีโชติ รพีพล อินสุพรรณ

และพีรคลย์ อ่อนลี.....30



Research Article

Detection of Yeast and Mold in Street Beverages in Bangkok and Outskirts of Bangkok

การตรวจหาเชื้อยีสต์และเชื้อราในเครื่องดื่มบาหวีในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

ณัฐวัลย์ ภัทรวิจิตรสิน^{1*}, มนสุภา สุรบถ¹, ณัฏฐนันท์ ตนประเสริฐ², พิมพ์กานต์ สมบัติศิริ³, ศุภณัฐ วิวัฒน์สมวงศ์², นพชัลย์ ลีรีแทนเทียน⁴, ชุติกานุจน์ คำหาญพล¹, ปราณิสรา สุวรรณจุฑา⁵, ปาณิสรา สุวรรณจุฑา⁵, จิตา ตามประวัติ⁶ และจารวี สุขประเสริฐ^{7*}

Natwalun Phatrawijitsin^{1*}, Monsupa Surabote¹, Natthanun Tonprasert², Pimkarn Sombatsiri³, Supanut Wiwatsomwong², Nopcharai Siritantian⁴, Chutikan Khamharnphol¹, Pranisa Suvarnajutha⁵, Panisara Suvarnajutha⁵, Jita Tamprawati⁶, Jaravee Sukprasert^{7*}

¹โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา 227 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

²โรงเรียนนานาชาติสิงคโปร์กรุงเทพ เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร 10310

³โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย 32/11 ถนนพระราม 6 แขวงพญาไท เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร 10400

⁴โรงเรียนมัธยมศึกษาวัดพระศรีมหาธาตุ หมายเหตุวิทยาลัยราชภัฏพระนคร 7 ถนนแจ้งวัฒนา แขวงอนุสาวรีย์ เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร 10220

⁵โรงเรียนสวนกุหลาบนนทบุรี ตำบลปากเกร็ด ปากเกร็ด นนทบุรี 11120

⁶โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์เสนี) 40 ซอยรามคำแหง 43/1 แขวงพลับพลา เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร 10310

⁷สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 4 สระบุรี, กรมควบคุมโรค, กระทรวงสาธารณสุข 18120

¹Triam Udom Suk School, 227, Phaya Thai, Pathumwan, Bangkok 10330

²Singapore International School of Bangkok, Wang Thonglang, Bangkok 10310

³Samsen Wittayalai School, 32/11, Rama6 Road, Phayathai, Bangkok 10400

⁴Wat Phrasimhadhat Secondary Demonstration School, Phranakhon Rajabhat University, 7 Chaengwatthana Road, Anusawari, Bang Khen, Bangkok 10220

⁵Suankularb Wittayalai Nonthaburi School, 51/4 Tiwanon Road, Pak Kret, Pak kret, Nonthaburi 11120

⁶Bodindech (Sing Singhaseni) School 40, Soi Ramkhamhaeng 43/1, Phlabphla, Wang Thonglang, Bangkok 10310

⁷The Office of Disease Prevention and Control-Region 4, Department of Disease Control, Ministry of Public Health 18120

Article Info

Received 26 October 2022

Revised 1 June 2023

Accepted 24 June 2023

Abstract

Nowadays, street beverage is so popular because it is rapidly lifestyle, comfortable and easy to find. However, street beverage consumers are at greater risk of illness from contaminated microorganisms than consuming beverages prepared in closed areas. The aim of this study was to investigate yeast and mold contamination in consuming beverages which available street beverage in Bangkok and Metropolitan Region and to evaluate the microbiological quality according to Department of Medical Science notification. In this study, yeast and mold in 35 samples were investigated by rapid test of the Department of Medical Science. The results showed that 25 samples accounting for 71.4% of total samples were detected yeast contamination. The number of yeasts was 100-700 CFU/ml and 12 samples accounting of as 34.3% of yeasts contamination more than food safety level. Results of molds found that there were 9 samples (25.7%) containing mold contamination. The number of molds was 100 -700 CFU/ml and overall detection level more than food safety level according to Department of Medical Science notification. Therefore, this information could be provided to both of consumers and beverage producers to be aware food safety, especially for protection the people from pathogens.

Keywords: Detection, Yeast and Mold, Street Beverages

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการดำเนินชีวิตที่ต้องเร่งรีบทำให้ความนิยมในการบริโภคเครื่องดื่มริมบาทวิถีได้รับความนิยม เนื่องจากมีความสะดวก หาซื้อได้ง่าย อย่างไรก็ตามการบริโภคเครื่องดื่มที่มีจำหน่ายริมบาทวิถีอาจมีความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดความเจ็บป่วยเนื่องจากการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศที่มีโอกาสปนเปื้อนได้สูง งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสถานการณ์การปนเปื้อนของยีสต์และเชื้อราในเครื่องดื่มที่มีการจำหน่ายริมบาทวิถีในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล และเพื่อประเมินคุณภาพของเครื่องดื่มที่มีจำหน่ายริมบาทวิถีในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลโดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข โดยการตรวจวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และเชื้อราในเครื่องดื่ม 3 ประเภทคือ น้ำสมุนไพร น้ำผักผลไม้ และน้ำชง รวมทั้งหมด 35 ตัวอย่างด้วยชุดทดสอบของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ผลการศึกษาพบว่าการปนเปื้อนของยีสต์ในเครื่องดื่มจำนวน 25 ตัวอย่าง (ร้อยละ 71.4) ปริมาณยีสต์ที่พบ 100-700 CFU/ml และมีปริมาณยีสต์เกินมาตรฐานกำหนดจำนวน 12 ตัวอย่าง (ร้อยละ 34.3) ในส่วนของผลการตรวจเชื้อราพบว่าการปนเปื้อนเชื้อราในเครื่องดื่มจำนวน 9 ตัวอย่าง (ร้อยละ 25.7) ปริมาณเชื้อราที่พบ 100 – 700 CFU/ml และทั้ง 9 ตัวอย่างมีปริมาณเชื้อราเกินมาตรฐานกำหนด ดังนั้นข้อมูลดังกล่าวจะเป็นประโยชน์กับทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคซึ่งสามารถนำข้อมูลจากผลการวิจัยครั้งนี้เพื่อป้องกันประชาชนเจ็บป่วยเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในเครื่องดื่มริมบาทวิถี

คำสำคัญ: การตรวจหา, ยีสต์และเชื้อรา, เครื่องดื่มริมบาทวิถี

1. บทนำ

ความหมายของคำว่าเครื่องดื่มโดยทั่วไป หมายถึง ผลิตภัณฑ์อาหารประเภทหนึ่งที่เป็นของเหลว สามารถช่วยลดความกระหาย เมื่อดื่มแล้วให้ความรู้สึกสดชื่นและขจัดความอ่อนเพลียขดเซยปริมาณน้ำที่ร่างกายสูญเสียไป ตลอดจนมีคุณค่าทางโภชนาการต่าง ๆ ที่มีประโยชน์มีส่วนประกอบหลัก ดังนี้ น้ำ สารให้ความหวาน กรดอินทรีย์ สี และสารให้กลิ่นรส [1]

สำหรับเครื่องดื่มตามเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหารฉบับที่ 3 (พ.ศ.2560) ตามประกาศของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ได้ให้คำจำกัดความไว้ว่าน้ำผลไม้ น้ำหวาน น้ำชา กาแฟ เป็นเครื่องดื่มที่ไม่ได้บรรจุในภาชนะบรรจุปิดสนิท ซึ่งข้อกำหนดนี้ไม่ได้อยู่ภายใต้เงื่อนไขข้อกำหนดของพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 ซึ่งใช้เป็นข้อกำหนดในการตรวจรับหรือควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบของผู้ประกอบการด้านอาหาร เพื่อให้เกิดประโยชน์ในการคุ้มครองผู้บริโภคต่อไป โดยมีข้อกำหนดปริมาณยีสต์ต้องน้อยกว่า 5,000 CFU/ml และปริมาณเชื้อราต้องน้อยกว่า 100 CFU/ml [2]

ปัจจุบันเครื่องดื่มมีความหลากหลายในท้องตลาดและมีจำหน่ายหลากหลายช่องทางโดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องดื่มที่มีจำหน่ายริมบาทวิถีซึ่งหมายถึงเครื่องดื่มที่พร้อมบริโภคที่มีการเตรียม การปรุงประกอบ และขายในที่สาธารณะต่าง ๆ เช่น ตลาดสด ตลาดนัด สถานิชนสงสถานิรณไฟ สถานที่พักผ่อนหย่อนใจ หรือในพื้นที่เฉพาะ เช่นงานเทศกาลปัจจุบันได้รับความนิยมในการบริโภคกันอย่างแพร่หลาย ทั้งนี้เนื่องจากผู้บริโภคสามารถหาซื้อได้ง่ายและสะดวก อีกทั้งมีความ

หลากหลาย มีรสชาติที่อร่อย และมีราคาที่ไม่สูงเมื่อเทียบกับในร้านอาหารหรือภัตตาคาร ประกอบกับวิถีชีวิตที่รีบเร่งซึ่งต้องการความไวและความสะดวก [3] อย่างไรก็ตามการบริโภคเครื่องดื่มที่มีจำหน่ายริมบาทวิถีมีความเสี่ยงต่อการเกิดความเจ็บป่วยอันเนื่องมาจากปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ที่มีโอกาสเกิดการปนเปื้อนได้สูงกว่า เนื่องมาจากความไม่พร้อมของสถานที่ สุขลักษณะที่ไม่ดี รวมไปถึงการเตรียมการเก็บรักษาวัตถุดิบ ภาชนะอุปกรณ์ สถานที่ในการผลิต การควบคุมและกำจัดขยะ การควบคุมสัตว์และแมลงนำเชื้อโรคที่ไม่ถูกสุขลักษณะ สิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์และการเน่าเสียของเครื่องดื่มได้ และส่งผลให้ผู้บริโภคเกิดการเจ็บป่วย

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจทำการตรวจวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และปริมาณเชื้อราในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มที่มีจำหน่ายริมบาทวิถีที่จำหน่ายในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ทั้งนี้เนื่องจากยีสต์และราสามารถพบอยู่ทั่วไปในดิน ในอากาศ แต่หากปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มโดยผ่านทางวัตถุดิบ สารปรุงแต่ง อุปกรณ์เครื่องมือ ผู้ประกอบการ หรือสภาพบรรยากาศภายในบริเวณนั้น ๆ ซึ่งเชื้อยีสต์และรามีความสามารถใช้สารประกอบอินทรีย์เป็นแหล่งคาร์บอนและพลังงานได้หลายชนิด และสามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ดี ทำให้เมื่อเชื้อยีสต์และราปนเปื้อนในเครื่องดื่มในปริมาณน้อยจะสามารถเจริญได้ดีและทำให้เครื่องดื่มนั้นเน่าเสียได้ง่าย [4] ซึ่งหากตรวจพบเชื้อยีสต์และราในปริมาณที่มากเป็นการชี้บ่งให้เห็นว่าสุขภิบาลในการผลิตเครื่องดื่มนั้น ๆ ไม่ถูกสุขลักษณะและโดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อบางสายพันธุ์สามารถสร้างสารพิษที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ เช่น *Aspergillus flavus* , *Penicillium* spp. และ *Fusarium* spp. [5]

ดังนั้นการศึกษาค้างนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสถานการณ์การปนเปื้อนของยีสต์และเชื้อราในเครื่องดื่มที่มีการจำหน่ายริมบาทวิถีในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล และเพื่อเป็นการประเมินคุณภาพของเครื่องดื่มที่มีการจำหน่ายริมบาทวิถีในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข และผลจากการศึกษาจะสามารถเป็นข้อมูลให้กับทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคในการป้องกันการเจ็บป่วยอันเนื่องมาจากการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในเครื่องดื่มบาทวิถี

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 รูปแบบการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงสำรวจแบบภาคตัดขวาง (Cross-Sectional Survey Study)

2.2 ประชากรและตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ เครื่องดื่มที่ไม่ได้บรรจุในภาชนะบรรจุปิดสนิทที่มีจำหน่ายริมบาทวิถีในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลในวันที่ 10 กรกฎาคม 2565 กลุ่มตัวอย่าง โดยใช้วิธีสุ่มตามสะดวก (Convenience Sampling) เนื่องจากไม่สามารถคาดการณ์ได้ว่าในวันที่เก็บตัวอย่างจะมีร้านจำหน่ายทั้งหมดกี่ร้าน ดังนั้นทีมวิจัยจึงเก็บตัวอย่างจากทุกร้านที่มีจำหน่ายในวันนั้น ๆ ซึ่งเครื่องดื่มที่ไม่ได้บรรจุในภาชนะบรรจุปิดสนิทที่มีจำหน่ายริมบาทวิถีในวันที่ทำการเก็บตัวอย่าง ได้แก่ น้ำสมุนไพรจำนวน 11 ตัวอย่าง (น้ำมะตูม น้ำเก๊กฮวย น้ำกระเจียบ น้ำใบบัวบก น้ำหล่อฮังท้วม) น้ำผักผลไม้จำนวน 15 ตัวอย่าง (น้ำลำไย น้ำสตอเบอรี่ น้ำเสาวรส น้ำส้ม น้ำแครอท น้ำโอวัลติน น้ำแดงโม น้ำพืชน์ น้ำบิทรูท น้ำกีวี น้ำสับปะรด และน้ำฝรั่ง) และน้ำขงจำนวน 9 ตัวอย่าง (ชาไทย ชาเขียว ชาดำ โกโก้ โอวัลติน กาแฟและโอเลี้ยง) ที่มีจำหน่ายในวันที่ 10 กรกฎาคม 2565 โดยแต่ละตัวอย่างบรรจุอยู่ในขวดพลาสติกบรรจุปิดสนิทปริมาตร 200 มิลลิลิตร โดยทำการเก็บตัวอย่างใส่ลงในกล่องโฟมเก็บอาหารที่บรรจุน้ำแข็ง จากนั้นนำตัวอย่างมาห้องปฏิบัติการภายใน 1 ชั่วโมง และนำมาเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสทันทีที่ถึงห้องปฏิบัติการเป็นเวลาไม่เกิน 24 ชั่วโมงและดำเนินการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณยีสต์และเชื้อราภายใน 24 ชั่วโมง

2.2 การเตรียมตัวอย่าง

นำเครื่องดื่มทั้ง 35 ตัวอย่าง เขย่าแต่ละขวดให้เข้ากันและเทตัวอย่างจากแต่ละขวดปริมาตร 100 มิลลิลิตร ด้วยกระบอกตวงที่ฆ่าเชื้อและ

เทลงในปิกรอร์ขนาด 250 มิลลิลิตรที่ผ่านการฆ่าเชื้อ จะได้ตัวอย่างเริ่มต้น [6] จากนั้นทำการเจือจางตัวอย่างเป็นลำดับส่วนด้วยสารละลายสำหรับเจือจางโดย ปิเปตตัวอย่าง 25 มิลลิลิตร ในสารละลาย 0.85 % โซเดียมคลอไรด์ ปริมาตร 225 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันจะได้ตัวอย่างเจือจาง 1:10 ปิเปตตัวอย่างที่เจือจาง 1:10 มา 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในสารละลาย 0.85 % โซเดียมคลอไรด์ 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันจะได้ตัวอย่างเจือจาง 1:100 ทำเช่นนี้ต่อไปจนกระทั่งได้ตัวอย่างเจือจางที่ 1: 1000000

2.3 การตรวจหาปริมาณยีสต์และรา

การตรวจวิเคราะห์ยีสต์และเชื้อราโดยใช้ชุดทดสอบของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข โดยปิเปตตัวอย่างที่ระดับเจือจางต่าง ๆ ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ลงในบนแผ่นทดสอบยีสต์และเชื้อราของ 3M Petrifilm™ ซึ่งเป็นแผ่นทดสอบที่ผ่านการทดสอบความถูกต้องที่ความเทียบเท่ากับการตรวจสอบด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อชนิด DRBC และ DG-18 [7] ระดับความเจือจางละ 3 ซ้ำ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน เมื่อครบกำหนดนับจำนวนโคโลนีบนแผ่นทดสอบ

2.4 การอ่านผลการทดสอบ

ตามคู่มือการใช้ชุดทดสอบของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์กำหนดยีสต์มีลักษณะเป็นจุดสีเขียวขนาดเล็ก ถ้ามีให้ับจำนวนแล้วประเมินผลโดยใช้สูตร จำนวนยีสต์/ 1 มิลลิลิตร = จำนวนโคโลนีที่นับได้ X 100 เชื้อรามีขนาดใหญ่กว่ายีสต์ มีหลายสี มักมีสีเขียว ขอบไม่เรียบ มีลักษณะเป็นเส้นแผ่กระจายออกจากจุดกลาง ถ้ามีให้ับแล้วประเมินผลคำนวณตามสูตรเดียวกันกับยีสต์

2.5 เกณฑ์การตรวจ

ตามเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหารของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ประเภทเครื่องดื่มที่ไม่ได้บรรจุในภาชนะปิดสนิท ฉบับที่ 3 พ.ศ. 2560 [2] ซึ่งมีค่ากำหนดดังนี้ จำนวนยีสต์ต้องน้อยกว่า 5,000 CFU/ml จำนวนเชื้อราต้องน้อยกว่า 100 CFU/ml

2.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ค่าความถี่และร้อยละ

3. ผลและอภิปราย

จากการตรวจวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และเชื้อราในเครื่องดื่ม 3 ประเภท ได้แก่ น้ำสมุนไพร น้ำผักผลไม้ และน้ำชง รวมทั้งหมด 35 ตัวอย่าง โดยการเก็บตัวอย่างจากร้านที่จำหน่ายริมบาทวิถีในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑลทั้งหมด 16 แห่ง และนำมาเทียบกับเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหารฉบับที่ 3 พ.ศ. 2560 ตามประกาศโดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานกำหนดจำนวนยีสต์ต้องน้อยกว่า 5,000 CFU/ml และจำนวนเชื้อราต้องน้อยกว่า 100 CFU/ml ผลการศึกษาพบว่าการปนเปื้อนของยีสต์ในเครื่องดื่มจำนวน 25 ตัวอย่าง (ร้อยละ 71.4) ปริมาณยีสต์ที่พบ 100 CFU/ml ถึง > 5000 CFU/ml และมีปริมาณยีสต์เกินมาตรฐานกำหนดจำนวน 12 ตัวอย่าง (ร้อยละ 34.3)

ผลการตรวจเชื้อราพบว่าการปนเปื้อนเชื้อราในเครื่องดื่มจำนวน 9 ตัวอย่าง (ร้อยละ 25.7) ปริมาณเชื้อราที่พบ 100 - 700 CFU/ml และทั้ง 9 ตัวอย่างมีปริมาณเชื้อราเกินมาตรฐานกำหนด แสดงผลดังตารางที่ 1 ซึ่งผลการพบเชื้อดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัย [8] ได้ศึกษาข้อมูลการปนเปื้อนของเชื้อราในเครื่องดื่มทั่วไปที่จัดจำหน่ายภายในและบริเวณร้านค้ารอบ ๆ วิทยาลัยนครราชสีมาพบว่ามีการปนเปื้อนในตัวอย่างเครื่องดื่มในปริมาณสูงเกินกว่ามาตรฐานกำหนดร้อยละ 70 เมื่อวิเคราะห์ผลแยกตามชนิดของเชื้อและแบ่งตามกลุ่มประเภทของเครื่องดื่มดังแสดงตารางที่ 2 พบว่ายีสต์มีปริมาณเกินมาตรฐานกำหนดในน้ำสมุนไพรสูงสุดร้อยละ 45.5 น้ำสมุนไพรที่พบปริมาณยีสต์เกินมาตรฐานกำหนดคือ น้ำมะตูม น้ำเก๊กฮวย น้ำกระเจี๊ยบ และน้ำหล่อฮังก้วย มีความสอดคล้องกับงานวิจัย [9] ได้ทำการศึกษาการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในอาหารและเครื่องดื่มในโรคอาหารของมหาวิทยาลัยขอนแก่นพบว่าเครื่องดื่มมีปริมาณยีสต์และเชื้อราเกินมาตรฐานร้อยละ 60.2 และร้อยละ 55.6 ตามลำดับ โดยเครื่องดื่มที่พบว่าการปนเปื้อนของยีสต์และเชื้อราเป็นเครื่องดื่มจำพวกกาแฟ เก๊กฮวย มะตูมซึ่งเครื่องดื่มประเภทดังกล่าวผู้จำหน่ายซื้อมาในรูปแบบของการตากแห้ง และหากผู้ผลิตวัตถุดิบสมุนไพรเหล่านี้มีกรรมวิธีในการแปรรูปที่ไม่แห้งเพียงพอ การเก็บรักษาที่ไม่ถูกต้องอาจเป็นสาเหตุของการเกิดเชื้อรา และในการ

วิจัยครั้งนี้พบว่าน้ำผักผลไม้ที่มีการปนเปื้อนของยีสต์เกินมาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 40 โดยชนิดของน้ำผักผลไม้ที่มีปริมาณยีสต์เกินมาตรฐานคือ น้ำเสาวรส น้ำส้ม น้ำแครอท น้ำปืทุท และน้ำสับปะรด ในขณะที่เชื้อราพบว่ามีปริมาณเกินมาตรฐานในน้ำผักผลไม้ร้อยละ 33 ชนิดของน้ำผักผลไม้ที่พบปริมาณเชื้อราเกินมาตรฐานได้แก่ น้ำส้ม น้ำปืทุท น้ำสตรอเบอร์รี่ น้ำอโวคาโด และน้ำฝรั่ง สำหรับน้ำชงพบว่ามีเชื้อราเกินมาตรฐานกำหนดร้อยละ 33.3 พบในชาเขียว โอเลี้ยง และชาดำ และในน้ำสมุนไพรพบเชื้อราเกินมาตรฐานร้อยละ 9.1 พบในน้ำใบบัวบกเพียง 1 ตัวอย่าง แหล่งของการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์เกิดได้จาก 4 แหล่งคือ 1) การปนเปื้อนจากตัวของวัตถุดิบ 2) การปนเปื้อนเนื่องจากคนและกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง 3) การปนเปื้อนเนื่องจากสภาพแวดล้อม 4) การปนเปื้อนเนื่องจากสัตว์และแมลงพาหะ [3] นอกจากนี้สารปรุงแต่ง เครื่องมือเครื่องใช้เป็นอีกแหล่งหนึ่งที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อยีสต์และเชื้อราในเครื่องดื่มได้ ประกอบกับยีสต์และเชื้อราที่มีคุณสมบัติสามารถใช้สารประกอบอินทรีย์เป็นแหล่งคาร์บอนและพลังงานได้หลายอย่าง (heterotroph) และสามารถปรับตัวได้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี ทำให้เมื่อเข้ามาปนเปื้อนในอาหารแม้ในปริมาณน้อยเชื้อสามารถเจริญได้ดี และทำให้อาหารนั้นเสียได้ง่าย [4] เชื้อราบางชนิดสามารถสร้างสารพิษได้และก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อมนุษย์ เช่น สารพาทูลิน (patulin) สร้างโดยเชื้อ *Penicillium* spp. โดยเฉพาะ *Penicillium expansum*, *Penicillium patulum* และ *Aspergillus* บางสปีชีส์ เช่น *Aspergillus clavatus*, *Aspergillus terreus* ซึ่งสารพาทูลินนี้มีความเป็นพิษเฉียบพลันต่อระบบทางเดินอาหาร ระบบประสาท ระบบภูมิคุ้มกัน และระบบทางเดินหายใจ และยังเป็นสารก่อมะเร็งและสารที่ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ ซึ่งเชื้อราสายพันธุ์ดังกล่าวนี้สามารถพบได้ในผลไม้ เช่น แอปเปิ้ล สาลี่ กล้วย องุ่น สับปะรด และน้ำผลไม้ [5] การตรวจพบเชื้อยีสต์และราในอาหารในปริมาณที่มากเป็นการชี้บ่งให้เห็นว่าสถานที่ผลิตอาหารชนิดนั้น ๆ มีสุขาภิบาลอาหารที่ไม่ดี หรือการแปรรูปใช้อุณหภูมิในการทำลายยีสต์และราไม่เพียงพอ รวมทั้งเป็นการบอกถึงการปนเปื้อนในระหว่างกระบวนการผลิต การจัดเก็บวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ปรุงสำเร็จอาจมีการปนเปื้อน [10]

ตารางที่ 1 ปริมาณของยีสต์และเชื้อราที่ตรวจพบในเครื่องดื่มที่วางจำหน่ายริมบาทวิถีในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

ตัวอย่างที่	ชื่อเครื่องดื่ม	ประเภทเครื่องดื่ม	สถานที่เก็บตัวอย่าง	ปริมาณยีสต์ที่พบ (CFU/ml)	ปริมาณเชื้อราที่พบ (CFU/ml)
1	น้ำมะตูม	น้ำสมุนไพร	ตลาดวัดศาลเจ้า	100	0
2	น้ำมะตูม	น้ำสมุนไพร	ตลาดพระราม 5	มากกว่า 5000	0
3	น้ำเก๊กฮวย	น้ำสมุนไพร	ตลาดหน้าเขี้ยวรังสิต	มากกว่า 5000	0
4	น้ำเก๊กฮวย	น้ำสมุนไพร	ตลาดถนนจันทน์	0	0
5	น้ำเก๊กฮวย	น้ำสมุนไพร	ตลาดพระราม 5	มากกว่า 5000	0
6	น้ำกระเจี๊ยบ	น้ำสมุนไพร	หน้าห้างฟิวเจอร์รังสิต	มากกว่า 5000	0
7	น้ำกระเจี๊ยบ	น้ำสมุนไพร	ตลาดนานาเจริญ	0	0
8	น้ำกระเจี๊ยบ	น้ำสมุนไพร	ตลาดถนนจันทน์	0	0
9	น้ำใบบัวบก	น้ำสมุนไพร	ตลาดสามย่าน	1700	200
10	น้ำใบบัวบก	น้ำสมุนไพร	ตลาดปากเกร็ด	0	0
11	น้ำหล่อฮังทวย	น้ำสมุนไพร	ตลาดพระราม 5	มากกว่า 5000	0
12	น้ำลำไย	น้ำผักผลไม้	ตลาดพุนथรพ์	2200	0
13	น้ำสตรอเบอรี่	น้ำผักผลไม้	ตลาดหน้าเขี้ยวรังสิต	200	100
14	น้ำเสาวรส	น้ำผักผลไม้	ตลาดนัดจตุจักร	มากกว่า 5000	0
15	น้ำส้ม	น้ำผักผลไม้	ตลาดปทุมธานี	มากกว่า 5000	0
16	น้ำส้ม	น้ำผักผลไม้	ตลาดนานาเจริญ	มากกว่า 5000	0
17	น้ำส้ม	น้ำผักผลไม้	ตลาดสุวรรณภูมิ	1,700	700
18	น้ำแครอท	น้ำผักผลไม้	ตลาดปากเกร็ด	มากกว่า 5000	0
19	น้ำอโวคาโด	น้ำผักผลไม้	ตลาดนัดสุวรรณภูมิ	2,100	100
20	น้ำแตงโม	น้ำผักผลไม้	ตลาดนัดสุวรรณภูมิ	3,200	0
21	น้ำพี้นซ์	น้ำผักผลไม้	ตลาดนานาเจริญ	0	0
22	น้ำปีทูทู	น้ำผักผลไม้	ตลาดนานาเจริญ	1,300	300
23	น้ำปีทูทู	น้ำผักผลไม้	ตลาดสุวรรณภูมิ	มากกว่า 5000	0
24	น้ำกีวี	น้ำผักผลไม้	ตลาดนานาเจริญ	0	0
25	น้ำสับปะรด	น้ำผักผลไม้	ตลาดสามย่าน	มากกว่า 5000	0
26	น้ำฝรั่ง	น้ำผักผลไม้	ตลาดปากเกร็ด	1,300	100
27	ชาไทย	น้ำชง	ราชเทวี	0	0
28	โอวัลติน	น้ำชง	ราชเทวี	100	0
29	โกโก้	น้ำชง	ราชเทวี	200	0
30	กาแฟ	น้ำชง	ราชเทวี	300	0

ตารางที่ 1 ปริมาณของยีสต์และเชื้อราที่ตรวจพบในเครื่องดื่มที่วางจำหน่ายริมบาทวิถีในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล (ต่อ)

ตัวอย่างที่	ชื่อเครื่องดื่ม	ประเภทเครื่องดื่ม	สถานที่เก็บตัวอย่าง	ปริมาณยีสต์ที่พบ (CFU/ml)	ปริมาณเชื้อราที่พบ (CFU/ml)
31	ชาเขียว	น้ำชง	ราชเทวี	0	100
32	โอเลี้ยง	น้ำชง	ตลาดถนนจันทน์	500	100
33	โอเลี้ยง	น้ำชง	ตลาดพระราม 5	มากกว่า 5000	0
34	ชาดำ	น้ำชง	ตลาดปากเกร็ด	0	200
35	ชาไทย	น้ำชง	สถานี BTS เอกมัย	0	0

ตารางที่ 2 จำนวนและร้อยละของยีสต์และเชื้อราที่มีปริมาณเกินเกณฑ์มาตรฐานกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์กำหนดแบ่งตามประเภทเครื่องดื่ม

ชนิด จุลินทรีย์	ประเภทเครื่องดื่ม											
	น้ำสมุนไพร (จำนวน/ร้อยละ)			น้ำผักผลไม้(จำนวน/ร้อยละ)			น้ำชง(จำนวน/ร้อยละ)			รวม(จำนวน/ร้อยละ)		
	ตัวอย่างทั้งหมด	ไม่เกินมาตรฐาน	เกินมาตรฐาน	ตัวอย่างทั้งหมด	ไม่เกินมาตรฐาน	เกินมาตรฐาน	ตัวอย่างทั้งหมด	ไม่เกินมาตรฐาน	เกินมาตรฐาน	ตัวอย่างทั้งหมด	ไม่เกินมาตรฐาน	เกินมาตรฐาน
ยีสต์	11 (100.0)	6 (54.5)	5 (45.5)	15 (100)	9 (60.0)	6 (40.0)	9 (100.0)	8 (88.9)	1 (11.1)	35 (100.0)	23 (65.7)	12 (34.3)
เชื้อรา	11 (100.0)	10 (90.9)	1 (9.1)	15 (100)	10 (66.7)	5 (33.3)	9 (100.0)	6 (66.7)	3 (33.3)	35 (100.0)	26 (74.3)	9 (25.7)

4. สรุปผล

จากการศึกษาการปนเปื้อนของยีสต์และเชื้อราในเครื่องดื่มที่มีการจำหน่ายริมบาทวิถีในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลโดยการตรวจวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และเชื้อราในเครื่องดื่ม 3 ประเภทคือ น้ำสมุนไพร น้ำผักผลไม้ และน้ำชง รวมทั้งรวม 35 ตัวอย่าง ที่จำหน่ายริมบาทวิถีในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลทั้งหมด 16 แห่ง และนำมาเทียบกับเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหารฉบับที่ 3 พ.ศ.2560 ตามประกาศโดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ตรวจพบมีการปนเปื้อนของยีสต์ในเครื่องดื่มจำนวน 25 ตัวอย่าง (ร้อยละ 71.4) และมีปริมาณยีสต์เกินมาตรฐานกำหนดจำนวน 12 ตัวอย่าง (ร้อยละ 34.3) และผลการตรวจเชื้อราพบว่ามีการปนเปื้อนเชื้อราในเครื่องดื่มจำนวน 9 ตัวอย่าง (ร้อยละ 25.7) ปริมาณเชื้อราที่พบ 100 – 700 CFU/ml และทั้ง 9 ตัวอย่างมีปริมาณเชื้อราเกินมาตรฐานกำหนด ทำให้เครื่องดื่มริมบาทวิถีในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑลมีความเสี่ยงต่อสภาวะสุขภาพของผู้บริโภค

เอกสารอ้างอิง

1. พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนานพนธ์. เครื่องดื่ม [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงได้เมื่อ 10 สิงหาคม 2565] เข้าถึงได้จาก <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0792/beverage-เครื่องดื่ม>.
2. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2560). กรุงเทพฯ: บริษัทพิทู ดีไซน์ แอนด์ พรินท์ จำกัด; 2560.
3. สุกฤตา ปุณยอุปพัทธ์, พงศ์ภัทร เกียรติประเสริฐ และ ประสงค์สม ปุณยอุปพัทธ์. อาหารและเครื่องดื่มบาทวิถี: ความปลอดภัยของผู้บริโภค. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสต์เทิร์นเอเชีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2563;14: 8-24.
4. ขรณี ดุ้ยเต็มวงศ์. เอกสารประกอบการสอนวิชา จุลชีววิทยาอาหาร (ปฏิบัติการ). ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2545.

5. ชารารัตน์ ชีตตอฟ. จุลชีววิทยาทางอาหาร. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2558. *วารสารวิจัยสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2557; 7:42-49.*
6. สุดสายชล หอมทอง และอมรรัตน์. การตรวจหาแบคทีเรียโคลิฟอร์มในเครื่องดื่มสมุนไพรที่วางจำหน่ายในตลาดสดใกล้กับมหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี. *สัปดาห์ของ: วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2561;5:11-21.*
7. ณิชนน ธรรมรักษ์. วิธีการตรวจหาและยีสต์ในอาหาร. [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงได้เมื่อ 10 สิงหาคม 2565] เข้าถึงได้จาก <https://it.mju.ac.th/articleDetail.aspx?qid=279>.
8. ศุภกานต์ สุขแสง, ลัดดาวัลย์ พะวร, พพล แสนสมชัย และอรอุมา จันทรเสถียร. การตรวจหาสารในเครื่องดื่มทั่วไป. การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาลัยนครราชสีมา ครั้งที่ 6 ประจำปี พ.ศ. 2562. 2562. หน้า 1037-1041.
9. มณฑิรา มูลศรี และดาร์วินธรณ เศรษฐีธรรม. สถานการณ์สุขภาพอาหารของโรงอาหารในมหาวิทยาลัยขอนแก่น. *นฤมล มาแทน. ปฏิบัติการจุลชีววิทยาอาหาร. เทคโนโลยีอาหาร สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์; 2561.*



ISSN 2985-0835

KOCH CHA SARN JOURNAL OF SCIENCE
Vol. 45 (1); January-June (2023), pp. 8-13
<https://science.srru.ac.th/kochasarn>

Research Article

Dyeing Silk with Bark of *Oroxylum indicum* (L.) Kurz.

การย้อมเส้นไหมด้วยเปลือกต้นเพกา

กัญญารัตน์ บุญสมวงศ์¹, กนกวรรณ ยันตะบุศย์¹, รัชญา เสาวเสียง¹, สมพร จันทมัตตการ¹, วีรญา สิงคณิภา^{1*}Kanyarat Boonsomwong¹, Kanokwan Yantaboot¹, Patchaya Saoviang¹, Somporn Jantamuttukarn¹, Weeraya Singcanipa^{1*}¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ 186 หมู่ 1 ถนนสุรินทร์-ปราสาท ต.นอกเมือง อ.เมืองสุรินทร์ จ.สุรินทร์ 32000¹Faculty of Science and Technology, Surindra Rajabhat University, 186 Moo 1, Surin-Prasart Road, Nok Mueang, Mueang Surin, Surin 32000

Article Info

Received 31 May 2023

Revised 21 June 2023

Accepted 24 June 2023

Abstract

The objectives of this research were to use the bark of *Oroxylum indicum* (L.) Kurz. to dye silk and to study the type of mordants, pH value, color values using the CIELAB system, shade, and color fastness to washing, light. Results show that the dye from *Oroxylum indicum* (L.) Kurz. bark had an average pH of 5.96 was mixed with the various mordants, including tamarind juice, rubber wood fly ash, and lime. *Oroxylum indicum* (L.) Kurz. bark extract was the highest value of difference in light absorption equal to 0.661 followed by lime, tamarind juice and rubber wood fly ash respectively. After being dyed with extract, the silk yarn had a yellow-gold hue with a brightness (L^*) of between 67.523 and 75.440. The red-green ratio (a^*) ranged from 17.70 to 9.716. The yellow-blue (b^*) ranged in value from 24.68 to 32.446. By way of color comparison in pantone matching system is bright gold. The colour fastness to washing of the dyed silk yarn was very good meanwhile the colour fastness to light was very good.

Keywords: Dyeing silk, the Bark of *Oroxylum indicum* (L.) Kurz. Mordant, Color measurement, Colour fastness

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการย้อมเส้นไหมด้วยเปลือกต้นเพกาและศึกษาสารช่วยติดสีที่เหมาะสม ศึกษาค่าความเป็นกรดเบส ค่าสีในระบบ CIELAB เฉดสี ความคงทนของสีต่อการซักและแสงแดด พบว่า น้ำย้อมจากเปลือกต้นเพกา มีค่า pH เฉลี่ย 5.96 เมื่อนำเส้นไหมไปย้อมด้วยน้ำย้อมจากเปลือกต้นเพกาและน้ำย้อมที่เติมสารช่วยติดสีที่แตกต่างกัน ได้แก่ น้ำมะขามเปียก น้ำต่างจากเถาต้นยางพารา น้ำเกลือ น้ำย้อมที่มีประสิทธิภาพการติดสีมากที่สุด คือน้ำย้อมจากเปลือกต้นเพกาเป็นอย่างเดียว รองลงมาคือน้ำย้อมที่เติมน้ำเกลือ น้ำมะขามเปียก และน้ำต่างจากเถาต้นยางพารา ตามลำดับ เส้นไหมหลังย้อมได้โทนสีเหลือง-ทอง ค่าสีของเส้นไหมหลังการย้อมเป็นความสว่าง (L^*) ระหว่าง 67.523-75.440 ค่าสีแดง (a^*) ระหว่าง 17.70-9.716 และค่าสีเหลือง (b^*) ระหว่าง 24.68-32.446 เมื่อเทียบสีเส้น

ใหม่กับมาตรฐานแพนโทนได้สีเหลืองทอง สารช่วยติดสีที่เหมาะสมในการย้อมคือ น้ำด่างจากเถาต้นยางพารา ทำให้สีของเส้นไหมจะมีความคงทนต่อการซักและมีความคงทนต่อแสงแดดอยู่ในระดับดีมาก

คำสำคัญ: การย้อมเส้นไหม, เปลือกต้นเพกา, สารช่วยติดสี, การวัดค่าสี, ความคงทนของสี

1. บทนำ

จังหวัดสุรินทร์ตั้งอยู่ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีอาณาเขตด้านทิศตะวันออกติดกับจังหวัดศรีสะเกษ ทิศเหนือ ติดกับจังหวัดร้อยเอ็ด และมหาสารคาม ทิศตะวันตกติดกับ จังหวัดบุรีรัมย์ ทิศใต้ติดต่อกับประเทศกัมพูชา มีสภาพภูมิอากาศแห้งแล้งเกือบตลอดทั้งปี ประชากรที่อาศัยอยู่ในเขตชนบทส่วนใหญ่ประกอบอาชีพทำนาปี หลังฤดูการเก็บเกี่ยว ผู้ชายบางส่วนในชุมชนประกอบอาชีพรับจ้างและผู้หญิงทอผ้า การทอผ้าจึงเป็นอาชีพเก่าแก่ของสตรีที่แพร่หลายอยู่ทั่วทุกพื้นที่ในจังหวัดสุรินทร์เพราะช่วยสร้างรายได้ให้แก่ครอบครัว [1]

การย้อมไหมเป็นภูมิปัญญาที่สืบทอดกันมาช้านาน การย้อมไหมด้วยสีธรรมชาติ สีธรรมชาติมีคุณสมบัติเด่นเฉพาะตัว คือ สีสวย เย็นตา ไม่ฉูดฉาด สามารถละลายน้ำได้ง่าย แต่มีคุณสมบัติด้านการคงทนต่อแสง ไม่ทนกับสีมีการเปลี่ยนแปลงง่าย และซีดง่ายซึ่งต่างจากสีสังเคราะห์ ดังนั้นจึงทำให้มีการหันมาใช้สีสังเคราะห์กันมากขึ้น แต่ต่อมาพบว่าสีสังเคราะห์ส่วนใหญ่เป็นสารประกอบ Azo ซึ่งเป็นอันตรายทำให้เกิดการแพ้ (Allergy) เป็นสารก่อมะเร็ง (Carcinogens) [2,3] จึงได้หันกลับมาสนใจสีธรรมชาติอีกครั้ง จากการสัมภาษณ์ชุมชนทอผ้าไหมจังหวัดสุรินทร์ และการวิเคราะห์ข้อมูลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าไม่ยีนต้นที่มีการนำมาใช้ย้อมสีธรรมชาติโดยพิจารณาจากค่าดัชนีการใช้ประโยชน์ (Use Value; UV) พบว่าไม่ยีนต้นในป่าที่มีความสำคัญโดยชุมชนนำมาใช้ย้อมสีมากที่สุด 5 อันดับแรก คือมะเกลือ (0.76) รองลงมาคือ ประดู่ป่า (0.72) เพกา (0.60) สะเดา (0.56) และยอป่า (0.48) [4]

เพกา ชื่อวิทยาศาสตร์ *Oroxylum indicum* (L.) Kurz. จัดเป็นไม้ยืนต้นและเป็นสมุนไพร ชนิดหนึ่งที่มีถิ่นกำเนิดในอินเดียและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้รวมถึงประเทศไทยด้วย โดยพบได้ตามป่าเบญจพรรณและป่าชื้นทั่วไป ใบและเปลือกต้นเพกาสามารถสกัดสีย้อมในโทนสีเหลืองหรือสีน้ำตาลเขียว [5] จากการลงพื้นที่บ้านอุโลก ตำบลอุโลก อำเภอลำดวน จังหวัดสุรินทร์ พบว่าชาวบ้านมีการรวมตัวกันจัดตั้งกลุ่มทอผ้าไหม โดยการสัมภาษณ์จากปราชญ์ภูมิปัญญาท้องถิ่น นางจันจิรา นพแก้ว ซึ่งเป็นปราชญ์ด้านการย้อมเส้นไหม เนื่องจากปัจจุบันมีผู้สนใจผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติมากขึ้น ทำให้ชาวบ้านส่วนใหญ่สนใจย้อม

ไหมด้วยสีธรรมชาติมากกว่าสีทางเคมี ผู้วิจัยจึงสนใจนำพืชที่พบในท้องถิ่นนำมาย้อมเส้นไหมเพื่อให้ได้เฉดสีเหลืองทองจากเปลือกเพกา โดยใช้สารช่วยติดสีที่แตกต่างกันและหาได้จากท้องถิ่น

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย

2.1.1 เครื่องมือ ได้แก่ เครื่องอัลตราไวโอเลต-วิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV-Visible Spectrophotometer) ยี่ห้อ SHIMADZU รุ่น 1601 เครื่องวัดความเป็นกรด-เบส (pH Meter) ยี่ห้อ JENWAY รุ่น 3510 เครื่องวัดสี (Chroma Meter) ยี่ห้อ KONICA MINOLTA รุ่น CR-400

2.1.2 สารเคมี ได้แก่ น้ำมะขามเปียก น้ำด่างจากเถาต้นยางพารา และน้ำเกลือ

2.2 การเตรียมสารสกัดเปลือกต้นเพกา

นำเปลือกต้นเพกา 1,000 กรัม สับเป็นชิ้นเล็ก นำมาต้มในน้ำ 1 ลิตร เป็นเวลา 60 นาที อุณหภูมิประมาณ 100 องศาเซลเซียส จากนั้นนำมากรองด้วยผ้าขาวบาง เอาเปลือกเพกาออก จะได้สารสกัดจากเปลือกเพกา วัดค่า pH

2.3 การเตรียมสารช่วยติดสี

2.3.1 น้ำด่างจากเถาต้นยางพารา นำกิ่งไม้ยางพาราแห้งที่เตรียมไว้ไปเผาไฟจนไหม้กลายเป็นขี้เถ้าทิ้งไว้ให้เย็น นำขี้เถ้าที่เย็นแล้วมาละลายด้วยน้ำสะอาดในอัตราส่วน 5 กรัมต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร คนจนขี้เถ้าละลายผสมกับน้ำ ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนเป็นเวลา 1 คืน เทเอาเฉพาะส่วนที่เป็นสารละลายใสเก็บไว้ มาวัดค่า pH

2.3.2 น้ำมะขามเปียก นำเนื้อมะขามเปียกที่เตรียมไว้ 5 กรัม มาคั้นกับน้ำ 100 มิลลิลิตร เพื่อให้ออกมาเป็นน้ำมะขามเปียกเข้มข้น 5 %w/v จากนั้นนำมากรองด้วยผ้าขาวบาง เอาเนื้อมะขามที่คั้นแล้วออกไปพอน้ำมะขามแล้วก็เทน้ำผสม 100 มิลลิลิตรคนให้เข้ากัน วัดค่า pH

2.3.3 น้ำเกลือ โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 30 กรัม ละลายน้ำ 100 มิลลิลิตร จะได้ 30 %w/v NaCl วัดค่า pH

2.4 ขั้นตอนการย้อมเส้นไหม

เป็นการใส่สารช่วยติดสีผสมลงไปบนน้ำย้อม ในการย้อมแบบย้อมร้อน โดยการย้อมเส้นไหมมีทั้งหมด 4 ชุด ดังนี้

ชุดที่ 1 นำเส้นไหมที่ผ่านการฟอกแล้ว มาย้อมกับสารสกัดจากเปลือกต้นเพกา โดยไม่ใส่สารช่วยติดสี เป็นเวลา 60 นาที ที่อุณหภูมิประมาณ 100 องศาเซลเซียส กลับเส้นไหมทุกๆ 15 นาที จากนั้นนำมาผึ่งลม 5 นาที แล้วนำไปล้างด้วยน้ำสะอาด แล้วผึ่งลมให้แห้ง

ชุดที่ 2 ถึงชุดที่ 4 ทำการย้อมเช่นเดียวกับชุดที่ 1 แต่มีการเติมสารช่วยติดสีเป็นน้ำมะขามเปียก 5 %w/v น้ำด่างจากเถาต้นยางพารา 5 %w/v และน้ำเกลือ 30 %w/v ปริมาตร 30 มิลลิลิตรตามลำดับ

2.5 การทดสอบคุณภาพของเส้นไหมหลังย้อม

2.5.1 การวัดเฉดสี ระบบ CIELAB โดยเครื่องวัดสี (Chroma Meter) บันทึกค่าที่อ่านได้แล้วนำค่าไปรายงานผลเป็นค่า L^* = ค่าความสว่าง a^* = ค่าความเป็นสีเขียว-แดง และ b^* = ค่าความเป็นสีน้ำเงิน-เหลือง (L^* มีค่าเท่ากับ 0 หมายถึง สีดำ L^* มีค่าเท่ากับ 100 หมายถึง สีขาว a^* เป็นบวก หมายถึง ความเป็นสีแดง a^* เป็นลบ หมายถึง ความเป็นสีเขียว b^* เป็นบวก หมายถึง ความเป็นสีเหลือง และ b^* เป็นลบ หมายถึง ความเป็นสีน้ำเงิน)

2.5.2 การวัดสี นำเส้นไหมหลังย้อมมาเทียบค่ามาตรฐานแพนโทน (Pantone)

2.5.3 ทดสอบประสิทธิภาพการติดสีของเส้นไหม นำน้ำย้อมก่อนย้อมและหลังย้อมมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นสูงสุด (λ_{max}) 432 นาโนเมตร โดยใช้เครื่องยูวี วิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV-VIS spectrophotometer) [6] แสดงในสมการดังนี้

ประสิทธิภาพการติดสีของเส้นไหม = $Abs_{ก่อนย้อม} - Abs_{หลังย้อม}$
 โดย $Abs_{ก่อนย้อม}$ คือ ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำย้อมก่อนย้อม
 $Abs_{หลังย้อม}$ คือ ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำย้อมหลังย้อม
 ผลต่างของการดูดกลืนแสงของน้ำย้อมก่อนย้อมและหลังย้อมมีค่ามาก ส่งผลให้ประสิทธิภาพการติดสีของเส้นไหมดี

2.4.5 ทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก ตามมาตรฐาน มอก. 121 เล่ม 3-2552 [7] นำเส้นไหมเย็บประกบด้วยผ้าชิ้นทดสอบขนาด (40±2) มิลลิเมตร ที่เตรียมไว้ใส่กระบอกซัก ใส่ลูกเหล็กกลมลงไปในกระบอกซักที่มีชิ้นทดสอบ เติมน้ำละลายน้ำซักฟอก (ผงซักฟอกมาตรฐาน 5 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร) ปิดฝากระบอก ซักด้วยเครื่องซักที่อุณหภูมิ 40±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เมื่อซักเสร็จนำขึ้น

ทดสอบออกจากกระบอกซัก ล้างชิ้นทดสอบด้วยน้ำกลั่น กำจัดน้ำส่วนเกินออก โดยการบีบชิ้นทดสอบด้วยมือ ผึ่งให้แห้ง ประเมินการเปลี่ยนแปลงสีของชิ้นทดสอบตัวอย่าง และการเปลี่ยนสีของผ้าประกบ โดยเทียบกับตัวอย่างและผ้าประกบก่อนการทดสอบ โดยใช้เกรย์สเกลตามมาตรฐาน มอก.121 เล่ม 14-2552 [8]

2.4.6 ทดสอบความคงทนของสีต่อแสงแดด นำกระดาดมาประกบปิดเส้นไหมไว้ด้านหนึ่ง นำไปตากแดดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำเส้นไหมมาประเมิน โดยใช้เกรย์สเกล ตามมาตรฐาน มอก.121 เล่ม 14-2552 [8]

3. ผลการวิจัย

ในการศึกษาค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ของสารช่วยติดสี ได้แก่ น้ำมะขามเปียก pH ประมาณ 2.71 น้ำด่างจากเถาต้นยางพารา ประมาณ 8.68 น้ำเกลือประมาณ 7.07 พบว่าน้ำมะขามเปียกมีสมบัติเป็นกรด น้ำด่างจากต้นยางพารามีสมบัติเป็นเบส และน้ำเกลือมีสมบัติเป็นกลาง ค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำย้อมจากเปลือกต้นเพกาที่ไม่ใส่สารช่วยติดสี (ควบคุม) และวัด pH ของน้ำย้อมก่อนย้อมและหลังย้อม ผลการทดลองดังตารางที่ 1 การศึกษาค่าความเป็นกรดต่างก่อนย้อมของชุดการย้อมส่วนใหญ่มีสมบัติเป็นกรด pH อยู่ระหว่าง 3.093-6.456 ส่วนน้ำย้อมหลังการย้อมมีการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดต่างเพียงเล็กน้อย เนื่องจากเส้นไหมได้มีการดูดซับน้ำย้อมเข้าไปในเส้นไหม น้ำย้อมหลังย้อมมีคุณสมบัติเป็นกรด pH อยู่ระหว่าง 2.943-6.326

ตารางที่ 1 ผลการศึกษาค่าความเป็นกรดต่างของน้ำย้อมก่อนย้อมและหลังย้อม (pH)

ชุดการย้อม	ค่า pH ก่อนย้อม	ค่า pH หลังย้อม
ไม่ใส่สารช่วยติดสี	5.963 ± 0.005	5.830 ± 0.634
น้ำมะขามเปียก	3.093 ± 0.015	2.943 ± 0.005
น้ำด่างจากเถาต้นยางพารา	6.456 ± 0.005	6.326 ± 0.011
น้ำเกลือ	5.653 ± 0.025	5.353 ± 0.015

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาประสิทธิภาพการติดสีของเส้นไหม และค่าสีของเส้นไหม

ชุดการย้อม	ประสิทธิภาพการติดสีของเส้นไหม	ค่าสี		
		L*	a*	b*
ไม่ใส่สารช่วยติดสี	0.661± 0.182	75.440	7.283	32.446
น้ำมะขามเปียก	0.175± 0.152	68.566	9.716	28.486
น้ำต่างจากเถาตัน	0.193± 0.229	72.396	1.770	31.233
ยางพารา				
น้ำเกลือ	0.610± 0.273	67.523	6.456	24.683

หมายเหตุ L* = 100 สีขาว, 50 = สีเทา, 0 = สีดำ,

a* ค่าบวก = สีแดง, a* ค่าลบ = สีเขียว

b* ค่าบวก = สีเหลือง, b* ค่าลบ = สีนํ้าเงิน

จากตารางที่ 2 ประสิทธิภาพการติดสีของเส้นไหม พบว่าน้ำย้อมจากเปลือกต้นเพกาเพียงอย่างเดียว มีผลต่างการดูดกลืนแสงมากที่สุด ทำให้ประสิทธิภาพการติดสีมีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือชุดการย้อมที่เติมนํ้าเกลือ น้ำต่างจากเถาตันยางพารา และน้ำมะขามเปียกเป็นสารช่วยติดสี ตามลำดับ ผลการวัดค่าสีโดยมีค่าสีในระบบ CIELAB ความสว่าง (L*) ระหว่าง 67.523-75.440 ค่าสีแดง (a*) ระหว่าง 17.70-9.716 และค่าสีเหลือง (b*) ระหว่าง 24.68-32.446

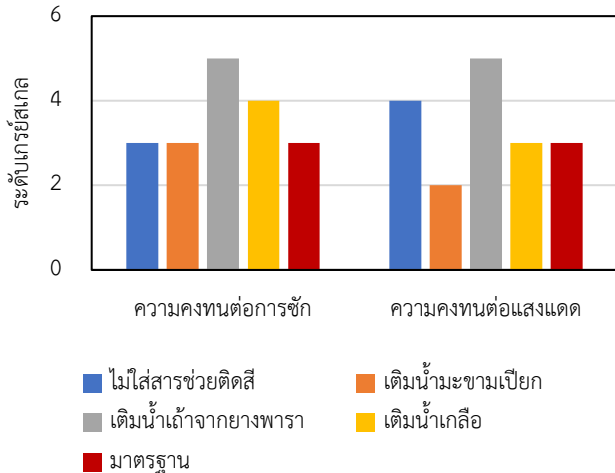
ตารางที่ 3 ผลการศึกษาความคงทนของสีต่อการซักและความคงทนของสีต่อแสงแดด

ชุดการย้อม	สีของเส้นไหม	ความคงทนของสีต่อการซัก	ความคงทนของสีต่อแสงแดด
ไม่ใส่สารช่วยติดสี	Misted Yellow 14-0837 TP	3	4
น้ำมะขามเปียก	Bright Gold 16-0947 TP	3	2
น้ำต่างจากเถาตันยางพารา	Golden Green 15-0636 TP	5	5
น้ำเกลือ	Olivenite 15-0732 TP	4	3

หมายเหตุ ระดับ 5 หมายถึง ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสี 4 หมายถึง สีเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย 3 หมายถึง สีเปลี่ยนแปลงพอสังเกตเห็นได้ 2 หมายถึง สีเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมาก และ 1 หมายถึง สีเปลี่ยนแปลงมาก

จากตารางที่ 3 แสดงสีของเส้นไหมเมื่อเทียบกับมาตรฐานแพนโทนพบว่าเส้นไหมที่ย้อมด้วยเปลือกต้นเพกาทั้งใส่สารช่วยติดสีและไม่ใส่สารช่วยติดสีให้เส้นไหมคุมโทนเฉดสีเหลืองทอง โดยเส้นไหมที่ย้อมด้วยสารสกัดเปลือกต้นเพการ่วมกับน้ำมะขามเปียก ให้สีเหลืองทองเข้มที่สุด (Bright Gold 16-0947 TP) เส้นไหมที่ย้อมด้วยสารสกัดเปลือกต้นเพกาเพียงอย่างเดียว จะให้เส้นไหมสีเหลืองสว่าง (Misted Yellow 14-0837 TP) หากย้อมเส้นไหมโดยไม่ใส่สารช่วยติดสีน้ำต่างจากเถาตันยางพารา จะให้สีเส้นไหมสีเขียวสว่าง (Golden Green 15-0636 TP) หากย้อมเส้นไหมที่เติมนํ้าเกลือ จะได้เส้นไหมสีนํ้าตาลเขียว (Olivenite 15-0732 TP)

ผลการทดสอบความคงทนต่อการซักและแสง ดังแสดงในภาพที่ 1 พบว่า เส้นไหมที่ย้อมด้วยน้ำย้อมจากเปลือกต้นเพการ่วมกับน้ำต่างจากเถาตันยางพารา มีความคงทนต่อการซักอยู่ในระดับ 5 เมื่อเทียบกับเกรย์สเกล รองลงคือชุดการย้อมที่เติมนํ้าเกลือ อยู่ในระดับ 4 ส่วนน้ำย้อมที่เติมนํ้ามะขามเปียกและไม่เติมสารช่วยติดสีมีความคงทนอยู่ในระดับ 3 เมื่อนํ้าย้อมทั้ง 4 ชุดมาเทียบกับมาตรฐานจะพบว่ามีระดับความคงทนต่อการซักผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม (มาตรฐานระดับ 3) เมื่อนํ้าเส้นไหมมาทดสอบความคงทนต่อแสงแดดพบว่าเส้นไหมที่ย้อมด้วยน้ำย้อมจากเปลือกต้นเพการ่วมกับน้ำต่างจากเถาตันยางพารา มีความคงทนต่อแสงแดดอยู่ในระดับ 5 เมื่อเทียบกับเกรย์สเกล รองลงมาคือชุดการย้อมที่ไม่ใส่สารช่วยติดสี อยู่ในระดับ 4 ส่วนน้ำย้อมที่เติมนํ้าเกลือมีความคงทนอยู่ในระดับ 3 น้ำย้อมที่เติมนํ้ามะขามเปียกความคงทนอยู่ในระดับ 2 เมื่อนํ้าย้อมทั้ง 4 ชุดมาเทียบกับมาตรฐานจะพบว่ามีเพียงชุดการย้อมที่เติมนํ้ามะขามเปียกมีระดับความคงทนต่อแสงแดดไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม (มาตรฐานระดับ 3)



ภาพที่ 1 ผลการทดสอบความคงทนของเส้นไหมต่อการซักและแสงแดด เทียบกับมาตรฐานอุตสาหกรรม

4. สรุปและอภิปรายผล

การย้อมเส้นไหมด้วยเปลือกต้นเพกาด้วยสารช่วยติดสีทั้ง 3 ชนิดคือน้ำมะขามเปียก น้ำต่างจากเถาต้นยางพารา และน้ำเกลือ โดยใช้สภาวะการย้อมการใช้สารช่วยติดสีพร้อมการย้อม (Meta-mordant) โดยมีการย้อมที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสและใช้เวลาย้อมนาน 60 นาที ในระหว่างการย้อมจะมีการคนบ่อยๆ เพื่อป้องกันการติดสีไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากการย้อมด้วยสีธรรมชาติด้วยวิธีนี้จะติดได้ดี สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปณิธาน [9]

จากการวัดค่าความเป็นกรดต่างของน้ำย้อมเปลือกต้นเพกา สารเคมีที่พบในเปลือกต้นเพกา คือ สารกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) เช่น Oroxylin A, Baicalein, Chrysin, Scutellarein [10] เป็นสารให้สีที่ใช้เป็นสีย้อมมีสีเหลือง ซึ่งสารกลุ่มนี้มีความเป็นกรด ทำให้น้ำย้อมจากเปลือกต้นเพกามีสมบัติเป็นกรด (pH ประมาณ 6) และเมื่อย้อมร่วมกับสารช่วยติดสีที่แตกต่างกันจะพบว่า สารสกัดจากเปลือกต้นเพกาที่เติมน้ำมะขามเปียก มีความเป็นกรดมากขึ้น (pH ประมาณ 3) ส่วนเติมน้ำต่างจากเถาต้นยางพารา ทำให้น้ำย้อมมีความเป็นกรดน้อยลง (pH ประมาณ 6.5) เติมน้ำเกลือทำให้สารละลายน้ำย้อมมีสมบัติไม่แตกต่างจากน้ำย้อมเพียงอย่างเดียว สีเส้นไหมที่ได้โทสนีเหลืองทอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมชญา และคณะ [4]

เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพการติดสี พบว่าน้ำย้อมจากเปลือกต้นเพกาเพียงอย่างเดียว มีประสิทธิภาพการติดสีมีค่ามากที่สุด เนื่องจากไหมเป็นเส้นใยโปรตีนมีหมู่ไฮดรอกซิล (Hydroxyl group, -OH) อยู่มาก สามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนกับโมเลกุลสีได้โดยตรงแต่การยึดเหนี่ยว

แบบนี้ไม่แข็งแรง การย้อมโดยตรงทำให้สีติดง่าย แต่ก็หลุดง่ายเช่นกัน ความคงทนต่ำและได้สีไม่สดใส [9] ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีการใช้สารช่วยติดสี (Mordant) มาช่วยให้เส้นไหมติดไหมได้ดีขึ้น จะพบต่อไปว่าน้ำย้อมที่มีประสิทธิภาพการติดสีรองลงมาคือน้ำย้อมที่เติมน้ำเกลือ น้ำต่างจากเถาต้นยางพารา และน้ำมะขามเปียก ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพการติดสีไม่สัมพันธ์กับค่าความคงทนต่อการซักและความคงทนต่อแสงแดด [6]

จากผลการวัดค่าสี พบว่าสีย้อมจากเปลือกต้นเพกาเพียงอย่างเดียวให้สีที่มีสว่างกว่าสีย้อมที่เติมสารช่วยติดสี การใช้สีน้ำย้อมร่วมกับน้ำเกลือให้ค่าความสว่างน้อยที่สุด โดยมีค่าสีในระบบ CIELAB มีค่าความสว่าง (L^*) อยู่ในช่วง 67.523-75.440 ค่าสีแดง (a^*) อยู่ในช่วง 17.70-9.716 และค่าสีเหลือง (b^*) อยู่ในช่วง 24.68-32.446 การวัดค่าสีมีความสัมพันธ์กับสีมาตรฐานแพนโทน (Pantone)

เส้นไหมที่ติดสีดีที่สุดที่นำมาทำการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักและการทดสอบความคงทนของสีต่อแสงแดด คือ เส้นไหมที่ย้อมด้วยสารสกัดจากเปลือกต้นเพกาที่เติมน้ำต่างจากเถาต้นยางพารา พบว่าเส้นไหมมีความคงทนต่อการซักและมีความคงทนต่อแสงแดดมากที่สุด เนื่องจากน้ำต่างจากเถาต้นยางพารา มีปริมาณแคลเซียมออกไซด์ (CaO) ซิลิกา (SiO_2) แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) อะลูมิเนียมออกไซด์ (Al_2O_3) และ ฟอสฟอรัสเพนออกไซด์ (P_2O_5) ในสัดส่วนร้อยละ 43.61 9.19 4.47 3.65 และ 2.83 ตามลำดับ [11] เมื่อสารประกอบเหล่านี้ละลายน้ำ จะแตกตัวให้ไอออน โดยแคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) สามารถเหนี่ยวนำให้โปรตีนของเส้นไหมเป็นโครงสร้างเครือข่ายที่เสถียรขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Laity และคณะ [12] น้ำย้อมจากเปลือกต้นเพกามีสารฟลาโวนอยด์ บริเวณหมู่คาร์บอนิลที่ C4 ของวงแหวน C กับหมู่ OH ที่ตำแหน่ง C3 หรือ C5 จะว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยากับไอออนของโลหะเป็นอย่างมาก [13] เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนของโลหะได้ ดังนั้นการย้อมสีเส้นไหมจากเปลือกต้นเพกาควรใช้สารช่วยติดสีที่มีความเป็นเบส โดยเป็นการนำเถ้าของต้นยางพาราซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร จึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาประยุกต์ใช้เพื่อเป็นย้อมเส้นไหมให้ได้เฉดสีเหลืองทอง เป็นอีกหนึ่งทางเลือกสำหรับผู้สนใจย้อมจากธรรมชาติ เพิ่มโอกาส สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ของชาวบ้าน และสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดคุณภาพสีย้อมจากเปลือกต้นเพกาได้ต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้ช่วยวิจัยคุณเยาวลักษณ์ สุระภา และคุณศุภนิดา อนงชัย ศูนย์วิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Phayakraphon M. Folk Handweaving Silk in Surin Province. Announcements Institute of Culture and Arts Journal. 2016 July-December;18(1):94-105.
2. Watters C. and Cantero A. Rat Liver Parenchymal Cell Function during Azo Dye Carcinogenesis. Cancer Research. 1964;25: 67-71.
3. Puntener, A. and Cambell, P. (2003). European Ban on Certain Azo Dyes. Leather International. 50-51.
4. Sritram S, Wongsuksaweang V and Pansanthia P. Diversity of Tree Species and Utilization of Natural Dyeing: A Case Study of Community Forest in Surin Province. Agriculture and Technology Journal. 2020 May – August;1(2):17-32.
5. Chaithada P. Effects of Extraction Solvents and pH on the Amount and Stability of Crude Color Extracted from Plants. Wichcha Journal. 2019 January-June;38(1):65-78.
6. Chantham N, Thongaiam K, Chaicherdchu S, Wiengnon P, Nakchat O. Dyeing Silk with Bark of *Erythrophleum Succirubrum* Gagnep. Koch Cha Sarn Journal of Science. 2017 July-December ;39(2):45-58.
7. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, “วิธีทดสอบสิ่งทอ มอก.121 เล่ม 14 การประเมินการเปลี่ยนสีและการเปื้อนสีโดยใช้เกรย์สเกลและเครื่องมือ,” กรุงเทพฯ: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2552.
8. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, “วิธีทดสอบสิ่งทอ มอก.121 เล่ม 3 ความคงทนของสีต่อการซักด้วยสบู่ หรือสบู่และโซดา,” กรุงเทพฯ: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2552.
9. Surayot P. The Effect of Extractions and Mordant on Dyeing Quality and Study the Compound in Marigold Dye. Science and Technology Nakhon Sawan Rajabhat University Journal. 2017 July – December; 9(1): 31-44.
10. Rattanajarasroj S. et al. Antioxidative and Neuroprotective Activities of *Oroxylum indicum* Stem Bark Extracts. Bulletin of the Department of Medical Sciences. 2020; 62 (4): 305-329.
11. Kiangpradith K, Thongmak N and Sridang P. Adsorption of Organic Substance and Dyestuff from Batik Textiles Wastewater by Rubber Wood Fly Ash. The Journal of Industrial Technology. 2021;17(1):1-14.
12. Laity P.R., Baldwin E, and Holland C. Changes in Silk Feedstock Rheology during Cocoon Construction: The Role of Calcium and Potassium Ions. Macromolecule Bioscience. 2019 July;19(3), Available from: <https://doi.org/10.1002/mabi.201800188>.
13. Silalai N. Tea Flavonoids: their Functions, Utilization and Analysis. Journal of Food Technology, Siam University. 2005 June 2005 - May 2006; 2(1): 2-10.



Research Article

Chromosome Number of Cultivated Local Taro (*Calocasia esculenta* (L.) Schott, Araceae) in Surin Province, Thailand

จำนวนโครโมโซมของเผือกพื้นเมืองที่ปลูกในจังหวัดสุรินทร์

น้องนุช สารภี¹, ปิยรัตน์ มีแก้ว¹, ดวงตา โนวาเชค^{1*}, ยุพยารั โตคีรี¹, กชนิภา อุดมทวี¹, ชัยพันธุ์ สารภี², สิริพรรณ บัวลา³

Nongnut Saraphi¹, Piyarat Meekaew¹, Duangtar Novacek^{1*}, Yuppayao Tokeeree¹, Kotchanipha Udomthawee¹, Chaipan Saraphi², Siripan Buala³

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ 186 หมู่ 1 ถนนสุรินทร์-ปราสาท ต.นอกเมือง อ.เมือง จ.สุรินทร์ 32000

²การยางแห่งประเทศไทย จังหวัดร้อยเอ็ด ต.จันทาร อ.จันทาร จ.ร้อยเอ็ด 45000

³คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ต.ขามเรียง อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม 44150

¹Faculty of Science and Technology, Surindra Rajabhat University 186 Moo 1, Surin-Prasat Road, Nok Mueang, Mueang Surin, Surin 32000

²Rubber Authority of Thailand, Janghan Subdistrict, Janghan District, Roi-et 45000

³Faculty of Science, Mahasarakham University, Kham Rieng, Kantharawichai, Mahasarakham 44150

Article Info

Received 23 June 2023

Revised 25 June 2023

Accepted 26 June 2023

Abstract

This research aimed to study chromosome number and classify cultivated taro in Surin of 7 strains, namely Trow Sla (Pheuk Mag), Trow Gon (Pheuk Loog), Trow Kyong Gahom (Pheuk Hoy Deang), Trow Gamoon (Pheuk Tean), Trow Poang Laloa (Pheuk Khai Nog Khao), Trow Khmoa (Pheak Dum), and Trow Pa Am (Pheuk Whan). Root taps of each taro were study somatic chromosome number using Acetocarmine Squash Technique.

The result revealed that there are two kinds karyotype of taro; diploid ($2n=28$) and triploid ($3n=42$). Three strains of Surin cultivated taro has chromosome count of $2n=28$, namely Trow Sla, Trow Pa Am and Trow Khmoa. These three strains were dasheen cultivated type. In addition, four strains of Surin cultivated taro has chromosome number of $3n=42$, namely Trow Gon, Trow Kyong Gahom, Trow Gamoon, and Trow Poang Laloa. These four strains were eddoe cultivated type.

Keywords: Chromosome Number, Local Taro, Surin Province

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาจำนวนโครโมโซมและจัดจำแนกประเภทของเผือกพื้นเมืองเผือกพื้นเมืองในจังหวัดสุรินทร์ จำนวน 7 ชนิดพันธุ์ คือ ตราวสะลา (เผือกหมาก) ตราวโกน (เผือกลูก) ตราวคยองกะฮอม (เผือกหอยแดง) ตราวกะมูน (เผือกเทียน) ตราวปวงละลัวะ (เผือกไข่นกเขา) ตราวเขมา (เผือกดำ) และตราวปะแอม (เผือกหวาน) จำนวนโครโมโซมที่ศึกษานั้นได้จากเซลล์เจริญปลายราก โดยวิธี Acetocarmine Squash Technique

ผลการศึกษาพบว่า แครีโอไทป์ของเผือกมี 2 ชนิด คือ ดิพลอยด์ ($2n=28$) และ ทริพลอยด์ ($3n=42$) โดยเผือกพื้นเมือง 3 สายพันธุ์ มีจำนวนโครโมโซม $2n=28$ คือ ตราวสะลา ตราวปะแอม และตราวเขมา ซึ่งทั้ง 3 สายพันธุ์จำแนกตามการเพาะปลูกเป็นพวกแดชีน นอกจากนี้เผือก 4 สายพันธุ์มีจำนวนโครโมโซม $3n=42$ ได้แก่ ตราวโกน ตราวคยองกะฮอม ตราวกะมูน และตราวปวงละลัวะ ซึ่งทั้ง 4 สายพันธุ์จำแนกตามการเพาะปลูกเป็นพวกเอโดโด

คำสำคัญ: จำนวนโครโมโซม, เผือกพื้นเมือง, จังหวัดสุรินทร์

1. บทนำ

เผือก (Taro) เป็นพืชหัวในเขตร้อน ที่มีต้นกำเนิดจากเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่นับได้ว่าเป็นพืชหัวที่เป็นแหล่งสารอาหารที่สำคัญ โดยเฉพาะคาร์โบไฮเดรต (70-80 กรัม/100 กรัมของน้ำหนักเผือกแห้ง) ที่หลายประเทศในเขตร้อนใช้รับประทานเป็นอาหารหลักหรือบางประเทศรับประทานเผือกเป็นอาหารรอง นอกจากคาร์โบไฮเดรตแล้ว ยังพบสารอาหารอื่น ๆ ได้แก่ โปรตีน (15%) ไขมัน (0.2%) และไฟเบอร์ (0.8%) นอกจากนั้นแล้ว ยังเป็นแหล่งแร่ธาตุอาหารที่สำคัญ เช่น วิตามิน (Vitamin) ไบโอฟลาวัน (Riboflavin) ธาตุเหล็ก (Iron) ฟอสฟอรัส (Phosphorous) และสังกะสี (Zinc) และยังเป็นแหล่งแร่ธาตุสำคัญมากที่ให้วิตามินบี 6 (Vitamin B6) ไนอาซิน (Niacin) โพแทสเซียม (Potassium) ทองแดง (Copper) และแมงกานีส (Manganese)[1] อย่างไรก็ตาม การใช้ประโยชน์เผือกในประเทศไทยนั้น ส่วนใหญ่ใช้เพื่อการบริโภคทั้งในรูปของอาหารคาวและอาหารหวาน เผือกจึงนับได้ว่าเป็นอาหารจากธรรมชาติที่สะสมไว้ในดิน และสามารถเก็บไว้ได้หลายฤดูกาลตามสภาพธรรมชาติ ดังเช่นในฤดูฝนเผือกที่มีหัวอยู่ในดินจะแตกยอดโผล่พ้นดิน ผลิใบ เจริญเติบโตเป็นต้นที่สมบูรณ์ และสะสมอาหารไว้ในหัวใหม่ในยามฤดูแล้ง โดยสะท้อนให้เห็นจากการเพาะปลูกเผือกในครัวเรือนบริเวณสวนหลังบ้านหรือปลูกไว้ตามพื้นที่เกษตรกรรม นอกจากนั้น บางท้องถิ่น พบครัวเรือนมีการปลูกเผือกเพื่อประโยชน์ทางเศรษฐกิจการค้า เช่น เผือกหอมหรือเผือกจีนที่มีลักษณะหัวเผือกค่อนข้างใหญ่เป็นที่ต้องการของตลาด จึงอาจกล่าวได้ว่าเผือกนั้นเป็นพืชที่มีบทบาทและมีความสำคัญยิ่งต่อความมั่นคงทางอาหารและเศรษฐกิจของชุมชน สอดคล้องกับสถิติโลกที่แสดงถึงปริมาณการผลิตเผือกทั้งสิ้น 6.6 ล้านตัน โดยประเทศไทยมีผลผลิตทั้งสิ้น 54,000 ตัน จัดอยู่ในอันดับที่ 4 ของทวีปเอเชีย[2]

เผือกเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว อยู่ในสกุล *Colocasia* วงศ์ *Araceae* วงศ์ย่อย *Colocasioideae* เผือกที่เพาะปลูก (Cultivated Taro) ทั่วไปจัดจำแนกเป็น *Colocasia esculenta* (L.) Schott. ที่มีลักษณะสันฐานวิทยาที่หลากหลาย โดยอย่างน้อยจำแนกตามลักษณะทางพฤกษศาสตร์ได้ 2 ชนิด ชนิดแรก คือ *Colocasia esculenta* (L.) Schott var. *esculenta* ซึ่งในทางการเกษตรแล้วจัดเป็นเผือกชนิดแดชิน (Dasheen) เผือกชนิดนี้มีหัวใต้ดินสะสมอาหารเป็นหัวใหญ่ 1 หัว และมีหัวเล็ก ๆ ขึ้นโดยรอบ ซึ่งขนาดหัวใหญ่จะใช้บริโภค ส่วนหัวขนาดเล็กจะใช้สำหรับเพาะขยายพันธุ์ จำแนกออกเป็น 4 ชนิดย่อย ได้แก่ เผือกหอม เผือกเหลือง เผือกไม้หรือไหหลำ และเผือกตาแดง และเผือกชนิดที่สอง คือ *C. esculenta* (L.) Schott var. *antiquorum* (Schott) Hubbard & Rehder ซึ่งพ้องกับ *C. esculenta* var. *globulifera* Engl. & Krause. ในทางการเกษตรจัดเป็นเผือกชนิดเอโดโด (Eddoe) เป็นเผือกที่มีขนาดหัวไม่ใหญ่มากนักและมีหัวเล็กกว่ารายล้อม โดยหัวเผือกทุกขนาดใช้ในการบริโภคและเพาะขยายพันธุ์ได้[2]

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าเผือกทั้งทั่วโลกและประเทศไทยเองก็ตามมีอยู่หลากหลายสายพันธุ์ กระจายอยู่ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างหลากหลาย แต่การอนุรักษ์และการศึกษาสายพันธุ์และความหลากหลายทางพันธุกรรม รวมทั้งการพัฒนาปรับปรุงสายพันธุ์เผือกยังไม่มีมีการดำเนินการและเก็บรวบรวมข้อมูลมากนัก[3]

ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเพื่อศึกษาจำนวนโครโมโซมและจัดจำแนกประเภทของเผือกพื้นเมืองที่พบในชุมชน

ท้องถิ่นจังหวัดสุรินทร์ ทั้งนี้ ผลที่ได้รับนอกจากจะเป็นกลไกหนึ่งในการศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมของเผือกที่พบในท้องถิ่นที่ประชาชนนั้นได้ใช้ประโยชน์และเก็บรักษาพันธุ์แล้ว ยังเป็นข้อมูลพื้นฐานที่มีความสำคัญยิ่งต่อพัฒนาปรับปรุงพันธุ์ และการอนุรักษ์สายพันธุ์เผือกต่อไป

2. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาจำนวนโครโมโซมและจัดจำแนกประเภทของเผือกพื้นเมืองที่ปลูกในจังหวัดสุรินทร์

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ตัวอย่างทดลอง

เผือกพืชเมืองที่ได้จากการสำรวจในจังหวัดสุรินทร์ 7 สายพันธุ์ ได้แก่ เผือกสะลา (เผือกหมาก) เผือกโกน (เผือกลูก) เผือกขยี้กองกะฮอม (เผือกหอยแดง) เผือกกะมูล (เผือกเทียน) เผือกปวงละลัวะ (เผือกไขนกเขา) เผือกเขมา (เผือกดำ) และเผือกปะแอม (เผือกหวาน)

3.2 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

ใช้วัสดุอุปกรณ์ทางชีววิทยาและสารเคมี ดังนี้

3.2.1 สารเคมีสำหรับตรึงเซลล์หรือรักษาสภาพเซลล์ (Fixative) คือ 95% Ethyl Alcohol และ Glacial Acetic Acid ในอัตราส่วน 3:1

3.2.2 สารเคมีที่ทำให้เซลล์แยกจากกัน คือ กรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 1 นอร์มอล (1 N Hydrochloric Acid) กรดไฮโดรคลอริก 5 %

3.2.3 สารเคมีที่ใช้สำหรับย้อมสีโครโมโซม คือ อะซิโตคาร์มิน (0.8-1% Acetocarmine)

3.3 การเตรียมโครโมโซม

3.3.1 ปลูกเผือกตัวอย่าง โดยการนำหัวเผือกตัวอย่างแต่ละสายพันธุ์มาปลูกในกระถางและดินปลูกที่เตรียมไว้ รดน้ำอย่างสม่ำเสมอ ประมาณ 2 สัปดาห์จะได้รากสำหรับเก็บเป็นตัวอย่างทดลองมากพอ

3.3.2 การศึกษาโครโมโซมจากเซลล์ปลายราก ใช้วิธีโดยวิธีอะซิโตคาร์มิน สควอช เทคนิค (Acetocarmine Squash Technique) ของ Tsuchiya and Nakamura (1978)[4] ที่ศึกษาและปรับปรุงเทคนิคในการศึกษาโครโมโซมวิธีการจากวิธีดั้งเดิมของตามขั้นตอนดังนี้

1) การเก็บและเตรียมรากเผือก (Root Tip Collection and Pretreatment)

(1) ตัดปลายรากเผือกก่อนเวลา 7.00 น. โดยเลือกรากที่มีลักษณะอวบ ขาว ปลายรากใส ตัวยาวประมาณ 1 เซนติเมตร ตัดชนิดละ 5 ต้น ๆ ละ 5-10 ราก

(2) การหยุดวงจรเซลล์ เป็นการนำชิ้นส่วนปลายรากที่ต้องการศึกษามาหยุดการแบ่งนิวเคลียสให้อยู่ในระยะเมตาเฟส (Metaphase) นำรากเผือกที่ได้แช่น้ำและวางบนน้ำแข็ง เป็นเวลา 8-24 ชั่วโมง

2) การตรึงโครโมโซม (Chromosome Fixation) เป็นหุตุปฏิกิริยาเมตาบลิซึมภายในเซลล์ ทำให้เซลล์ตายโดยการแช่ในสารรักษาสภาพเซลล์ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยสามารถเก็บเนื้อเยื่อได้ไม่เกิน 1 เดือนในตู้เย็น

3.4 การแยกเซลล์และการย้อมสีโครโมโซม (Chromosome Count)

3.3.1 ล้างรากเฝือกที่ตรึงโครโมโซมแล้วด้วยน้ำกลั่น 2-3 ครั้ง ตัดปลายรากยาวประมาณ 1-3 มิลลิเมตร นำไปแช่ในกรดไฮโดรคลอริก โดยบ่มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 นาที จากนั้นนำตัวอย่างรากวางบนแผ่นสไลด์ หยดสารละลาย Acetocarmine และปิดรากด้วยกระจกปิดสไลด์ แล้วใช้นิ้วหัวแม่มือบีบหรือใช้ยางเคาะ

3.3.2 นำสไลด์ตัวอย่างไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์โดยใช้เลนส์กำลังขยาย x10 และ x40 เพื่อตรวจหาเซลล์ที่มีการแบ่งนิวเคลียสในระยะเมตาเฟส ถ้าโครโมโซมยังไม่กระจายตัวดี ให้นำสไลด์มาเคาะด้วยยางลบปลายดินสอจนกระทั่งโครโมโซมกระจายดี ใช้หัวแม่มือกดลงบนกระดาษซับที่วางบนสไลด์อีกครั้งหนึ่งเพื่อให้โครโมโซมอยู่ในระนาบเดียวกัน

3.3.3 นับจำนวนโครโมโซมและบันทึกภาพ โดยเลือกเซลล์ที่มีโครโมโซมกระจายดี ไม่ซ้อนทับกัน หรือซ้อนทับกันโดยไม่ทับตำแหน่งเซนโทรเมียร์ เมื่อนับจำนวน Somatic Number ครบแล้วถ่ายภาพโดยใช้กำลังขยาย x100

3.3.4 ทาสไลด์ด้วยน้ำยาทาเล็บชนิดใสจะช่วยให้เก็บสไลด์ในช่องแข็งประมาณ 3 - 7 วัน เพื่อทบทวนหรือศึกษาต่อไป

4. ผลการศึกษา

4.1 การศึกษาจำนวนโครโมโซมเฝือกพื้นเมือง

การศึกษาจำนวนโครโมโซมจากเซลล์เนื้อเยื่อปลายรากเฝือกพื้นเมืองในจังหวัดสุรินทร์ พบว่า การเก็บตัวอย่างรากเฝือกในระยะเวลา ก่อน 7.00 น. จะได้ตัวอย่างปลายรากที่มีเนื้อเยื่อที่มีการแบ่งตัวอยู่ในระยะเมตาเฟส โดยพบเนื้อเยื่อที่มีโครโมโซม ย้อมติดสีชัดเจนและกระจายตัวดี สามารถนับจำนวนได้ มีผลดังตารางที่ 1 และภาพที่ 1

ตารางที่ 1 การจำแนกประเภทเฝือกและจำนวนโครโมโซมพันธุ์เฝือกพื้นเมือง

ชื่อพันธุ์เฝือก พื้นเมือง	จำนวน โครโมโซม	ประเภท Cytotype	Cultivated Type
ตราวสลา (เฝือกหมาก)	2n=28	Diploid	Dasheen
ตราวปะแอม (เฝือกหวาน)	2n=28	Diploid	Dasheen
ตราวเขมา (เฝือกดำ)	2n=28	Diploid	Dasheen
ตราวโกน (เฝือกลูก)	2n=42	Triploid	Eddoe
ตราวยองกะฮอม (เฝือกหอยแดง)	2n=42	Triploid	Eddoe

ชื่อพันธุ์เฝือก พื้นเมือง	จำนวน โครโมโซม	ประเภท Cytotype	Cultivated Type
ตราวมูล (เฝือกเทียน)	2n=42	Triploid	Eddoe
ตราวปวงละลัวะ (เฝือกไข่นกเขา)	2n=42	Triploid	Eddoe

4.2 ประเภทของเฝือกพื้นเมืองจังหวัดสุรินทร์

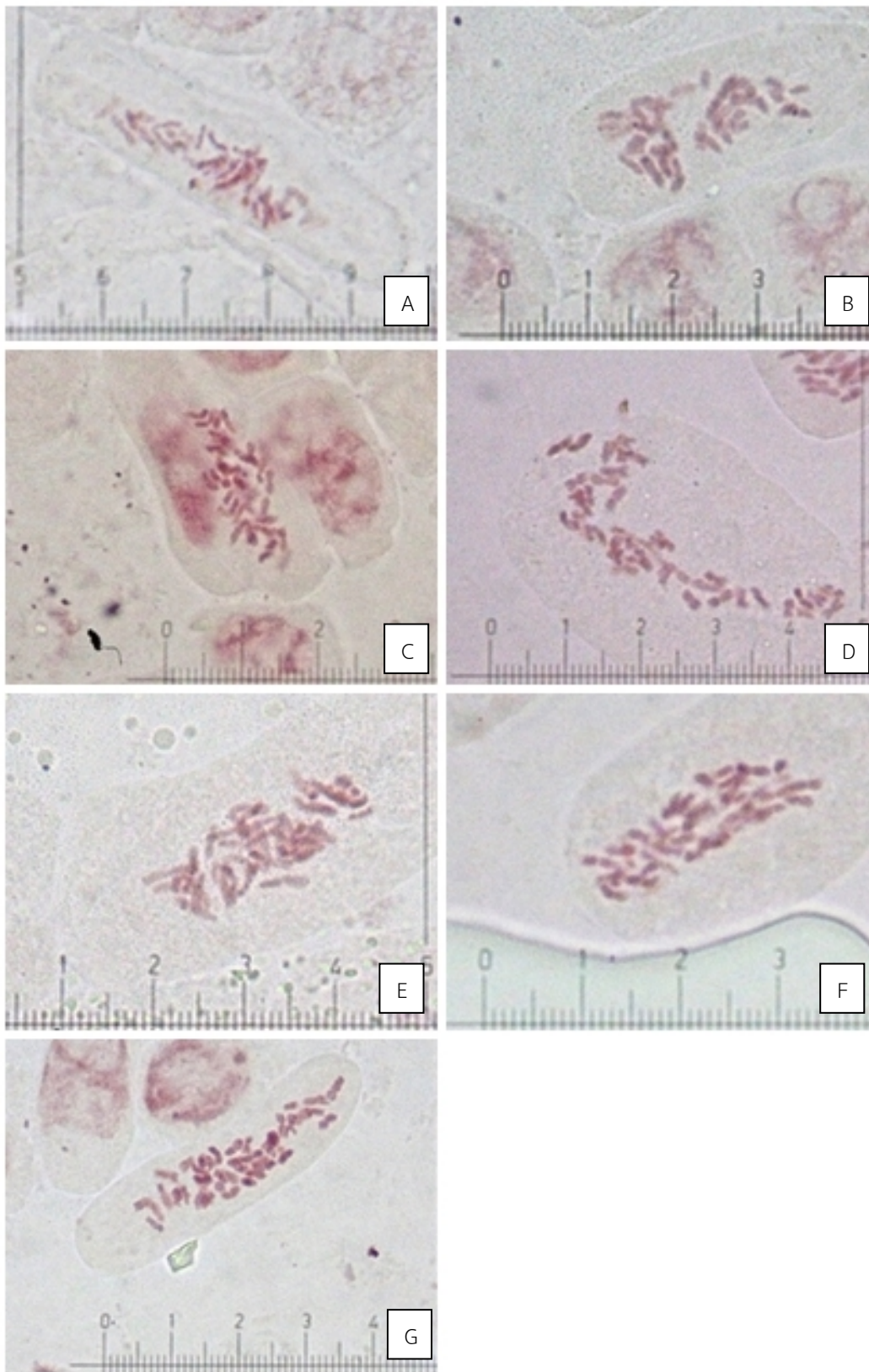
จากตารางที่ 1 พบเฝือกพื้นเมืองทั้ง 7 สายพันธุ์ สามารถจำแนกประเภทได้ดังนี้

4.2.1 การจำแนกประเภทตามการลักษณะของ Cytotype ได้ 2 ประเภท คือ

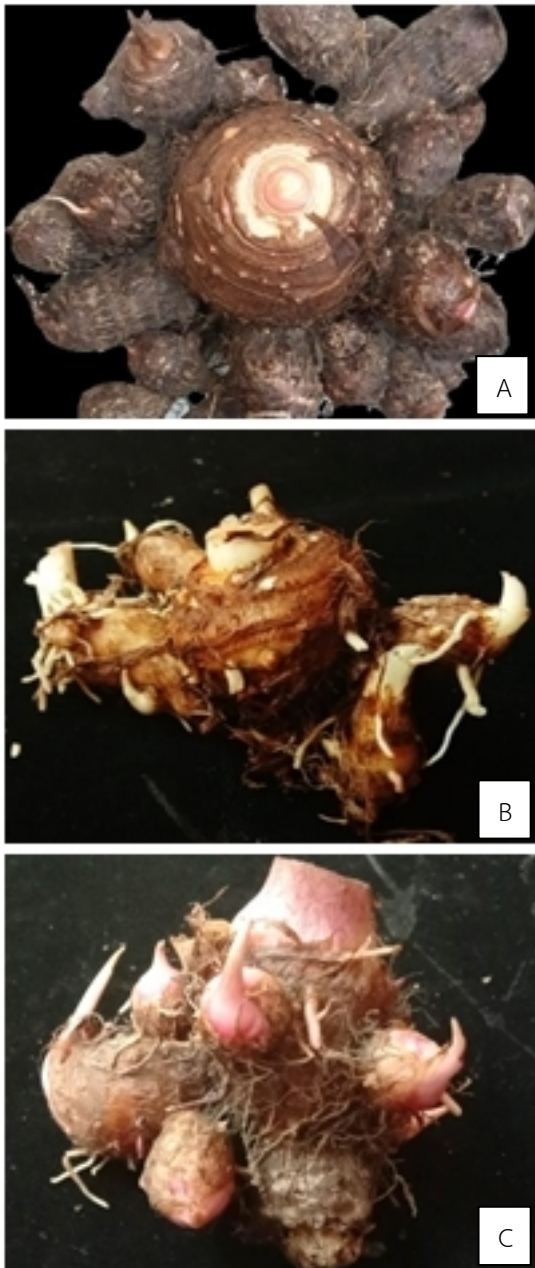
1) ดิพลอยด์ (Diploid, 2n=28) จำนวน 3 สายพันธุ์ ได้แก่ ตราวสลา (เฝือกหมาก) ตราวปะแอม (เฝือกหวาน) และตราวเขมา (เฝือกดำ)

2) ทริพลอยด์ (Triploid, 2n=42) จำนวน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ ตราวโกน (เฝือกลูก) ตราวยองกะฮอม (เฝือกหอยแดง) ตราวมูล (เฝือกเทียน) และตราวปวงละลัวะ (เฝือกไข่นกเขา)

4.2.2 การจำแนกประเภทตามการลักษณะการเพาะปลูก (Cultivated Type) พบว่ามีเฝือก 3 ชนิดพันธุ์จัดเป็นเฝือกประเภทแดชีน (Dasheen) คือ หัวเฝือกที่เป็นหัวหลักมีขนาดใหญ่ และมีหัวเฝือกขนาดเล็กขึ้นโดยรอบจำนวนไม่มากนัก (ภาพที่ 2) และ 4 ชนิดพันธุ์จัดเป็นประเภทเอดโด (Eddoe) คือ หัวเฝือกที่เป็นหัวหลักมีขนาดเล็กไม่ใหญ่มากนัก และมีหัวเฝือกขนาดเล็กแตกต่างกันกับหัวหลักขึ้นอยู่รอบหรือมีหัวขนาดเล็กกว่าขึ้นโดยรอบจำนวนมาก ชาวบ้านใช้รับประทานทั้งหมดทุกหัว และสามารถนำไปเพาะขยายพันธุ์ได้ (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 1 ภาพแสดงจำนวนโครโมโซมของเซลล์ปลายรากเผือก A ตราวสะลา ($2n=28$), B ตราวปะแอม ($2n=28$), C ตราวเขมา ($2n=28$), D ตราวโกน ($2n=42$), E ตราวคยองกะฮอม ($2n=42$), F ตราวกะมุล ($2n=42$), G เผือกไข่นกเขา ($2n=42$), Scale Bar = 10 μm



ภาพที่ 2 หัวเผือกพื้นเมืองสุรินทร์ แบบแดชิน

A ตราวสลา, B ตราวปะแอม, C ตราวเขมา



ภาพที่ 3 หัวเผือกพื้นเมืองสุรินทร์ แบบเอตโด

A ตราวโกน, B ตราวคยองกะฮอม, C ตราวกะมุล,
D เผือกไข่นกเขา

5. สรุปผล

เผือกพื้นเมืองที่ปลูกในจังหวัดสุรินทร์ มีชื่อเรียกตามลักษณะของภาษาถิ่น โดยสำรวจและจำแนกได้ 7 สายพันธุ์ ได้แก่ ตราวสะลา (เผือกหมาก) ตราวโกน (เผือกลูก) ตราวคยองกะฮอม (เผือกหอยแดง) ตราวกะมูล (เผือกเทียน) ตราวปวงละลัวะ (เผือกไข่นกเขา) ตราวเขมา (เผือกดำ) และตราวปะแอม (เผือกหวาน) โดยนำหัวเผือกตัวอย่างแต่ละชนิดมาเพาะเลี้ยงในกระถางปลูกเพื่อเตรียมการสำหรับเก็บตัวอย่างรากเพื่อการศึกษาจำนวนโครโมโซมจากเนื้อเยื่อเจริญปลายราก เป็นระยะเวลา 2-4 สัปดาห์ โดยใช้วิธี Acetocarmine Squash Technique

ผลการศึกษาจำนวนโครโมโซมพบว่า เผือกพื้นเมืองที่มีโครโมโซมแบบดิพลอยด์ ($2n=28$) มี 3 ชนิดพันธุ์ ได้แก่ ตราวสะลา ตราวปะแอม และตราวเขมา ซึ่งสามารถจำแนกประเภทตามลักษณะการเพาะปลูกเป็นประเภทแตง และเผือกพื้นเมืองที่มีโครโมโซมแบบเทริพลอยด์ ($2n=42$) มี 4 ชนิดพันธุ์ ได้แก่ ตราวโกน ตราวคยองกะฮอม ตราวกะมูล และตราวปวงละลัวะ ซึ่งสามารถจำแนกประเภทตามลักษณะการเพาะปลูกเป็นประเภทเอโดโด

6. อภิปรายผลการวิจัย

พืชในสกุล *Colocasia* มีจำนวนโครโมโซมพื้นฐาน (Basic Chromosome Number) เท่ากับ 14 ($x=14$) ส่วนมากมี 2 แคริโอไทป์ คือ ดิพลอยด์ (Diploid) มีโครโมโซมเท่ากับ 28 คู่ หรือ 28 แท่ง ($2n=2x=28$) ซึ่งเผือกกลุ่มนี้สามารถสืบพันธุ์ได้โดยอาศัยเพศ เพราะไม่เป็นเป็นหมัน (Fertile) และเทริพลอยด์ มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 42 คู่ หรือ 42 แท่ง ($2n=3x=42$) เป็นหมัน (Sterile) ไม่สามารถสืบพันธุ์โดยอาศัยเพศได้ [5] นอกจากนี้แล้ว ยังอาจพบชนิดเทตราพลอยด์ (Tetraploid, $2n=4x=56$) ได้บ้าง แต่จำนวนน้อยมาก แคริโอไทป์ที่พบมากที่สุดทั้งในเผือกที่เพาะปลูกและเผือกป่าหรือเผือกพื้นเมืองในทวีปเอเชีย คือ ดิพลอยด์ ส่วนเทริพลอยด์นั้น มีรายงานว่าพบในประเทศอินเดีย เนปาล จีน ญี่ปุ่น ฟิลิปปินส์ ตีมอร์ นิวคาลิเนีย ออสเตรเลีย และนิวซีแลนด์ [6] ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้ ได้พบเผือกพื้นเมืองที่มีแคริโอไทป์เป็นเทริพลอยด์ 4 ชนิดพันธุ์ คือ ตราวโกน (เผือกลูก) ตราวคยองกะฮอม (เผือกหอยแดง) ตราวกะมูล (เผือกเทียน) และตราวปวงละลัวะ (เผือกไข่นกเขา)

จากการศึกษาโครโมโซมเผือกพื้นเมืองของจังหวัดสุรินทร์นั้นจำแนกเป็นเผือกจำแนกแตง (*Colocasia esculenta* (L.) Schott cv. *esculentus*) และเอโดโด (*C. esculenta* (L.) Schott cv. *antiquorum*) [7] โดยเผือกที่เป็นพวกแตงนั้น จะมีลักษณะของหัวเผือกหลักที่มีขนาดใหญ่ และหัวที่เกิดขึ้นโดยรอบขนาดเล็ก ส่วนเผือกจำพวกเอโดโด จะมีลักษณะของหัวเผือกหลักที่มีขนาดเล็ก และหัวที่เกิดขึ้นโดยรอบขนาดใหญ่แตกต่างกันมากน้อยอยู่ 3-5 หัว หรือมีขนาดเล็กอยู่จำนวนมาก [8] เมื่อจัดจำแนกตามลักษณะหัวเผือกและแคริโอไทป์พบว่า มีเผือกที่มีแคริโอไทป์แบบดิพลอยด์ มี 3 ชนิดพันธุ์ คือ ตราวสะลา (เผือกหมาก) ตราวปะแอม (เผือกหวาน) และตราวเขมา (เผือกดำ) จัดเป็นพวกแตง ส่วนเผือกที่มีแคริโอไทป์แบบเทริพลอยด์นั้น มี 4 ชนิดพันธุ์ คือ ตราวโกน (เผือกลูก) ตราวคยองกะฮอม (เผือกหอยแดง) ตราวกะมูล (เผือกเทียน) และตราวปวงละลัวะ (เผือกไข่นกเขา) จัดเป็นพวกเอโดโด จากลักษณะของแคริโอไทป์ จำนวนโครโมโซม และลักษณะของหัวเผือกแล้ว พบว่ามีความสอดคล้องกับการศึกษาของ

Spier, 1951; Kuruvilla & Singh, 1981 และ Irwin et al., 1998 ที่รายงานใน Ahmed (2014) โดยกล่าวว่าเผือกที่เป็นพวกแตง จะมีแคริโอไทป์แบบดิพลอยด์ ส่วนพวกเอโดโดจะมีแคริโอไทป์แบบเทริพลอยด์ [9]

นอกจากนั้นแล้ว เผือกที่มีแคริโอไทป์แบบดิพลอยด์แบ่งตามลักษณะการเจริญพันธุ์ได้เป็นแบบเฟอร์ไทล์ (Fertile) คือเป็นพวกที่ไม่เป็นหมันสามารถสืบพันธุ์ได้โดยอาศัยเพศ ส่วนเผือกที่มีแคริโอไทป์แบบเทริพลอยด์จัดเป็นพวกสเตอริล์ คือ เป็นหมัน ไม่สามารถสืบพันธุ์ได้โดยอาศัยเพศ ดังนั้น จึงอาจกล่าวได้ว่า เผือกพื้นเมืองจำพวกเทริพลอยด์น่าจะเป็นเผือกที่มีความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ได้มากกว่าเผือกจำพวกดิพลอยด์เนื่องจากสืบพันธุ์หรือขยายพันธุ์จากหัวเผือกได้เพียงอย่างเดียว จึงควรจะเป็นเผือกกลุ่มที่ควรศึกษาและทำการอนุรักษ์อย่างเร่งด่วน

7. ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาสำรวจเผือกพื้นเมืองเพิ่มเติมตามลักษณะภูมิศาสตร์
2. ควรวางแผนในการอนุรักษ์และขยายพันธุ์เผือกประเภท เทริพลอยด์โดยเร่งด่วน
3. ภาครัฐหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรวางนโยบายในการส่งเสริมให้ชุมชนและนักเรียนนักศึกษาที่มีความรักและหวงแหนในทรัพยากรท้องถิ่น

8. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณ และหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ให้การสนับสนุนในการใช้ห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์ และเครื่องมือ จนทำให้สามารถทำวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. Quach M L, Melton L D, Harris P J, Burdon J N, Smith B G. Cell Wall Compositions of Raw and Cooked Corms of Taro (*Colocasia esculenta*). J of the Science of Food Agriculture. 2003;81(3):311-318.
2. Onwueme I. Taro Cultivation in Asia and the Pacific. Senior Plant Production and Protection Officer, FAO Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok, Thailand. 1999.
3. Mulualem T, Weldemichael G, Bekele K B. Genetic Diversity of Taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) Genotypes in Ethiopia based on Agronomic Traits. Time J of Arts and Educational Research. 2013;1(2):23-30.
4. Tsuchiya T, Kakamura C. Acetomarmine Squash Method for Observing Sugar Beet Chromosomes. Euphytica. 1979;28(2):249-256.
5. Ivancic A, Lebot V. The Genetics and Breeding of Taro [Internet]. 2000. [cited 2019 June 14]. Available from: <https://books.google.co.th/books>.

6. Singh D, Mace E S, Godwin I D, Mathur P N, Okpul T, Taylor M. Assessment and Rationalization of Genetic Diversity of Papua New Guinea Taro (*Colocasia esculenta*) using SSR DNA Fingerprinting. Genetic Resource and Crop Evolution. 2007;55(6):811-822.
7. Das A B, Das A, Pradhan C, Naskar S K. Genotypic Variations of Ten Indian Cultivars of *Colocasia esculenta* var. *antiquorum* Schott. evident by Chromosomal and RAPD Markers. Caryologia. 2015;68(1):44-54.
8. Banjaw D T. Review of Taro (*Colocasia esculenta*) Genetics and Breeding. J of Horticulture. 2017;4(1):1-4.
9. Ahmed I. Evolutionary Dynamics in Taro (*Colocasia esculenta* L.). [Doctoral Dissertation]. Massey University, Palmerston North, New Zealand. 2014.



Research Article

Effect of Wheat Flour Partial Substitution with Jerusalem Artichoke Flour on Quality of Sponge Cakes

ผลของการทดแทนแป้งสาลีบางส่วนด้วยแป้งแก่นตะวันต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์สปันจ์เค้ก

ทิพรัักษ์ วงษาดิ*¹, พีรดา สลักคำ¹, ณัฐริรา ศรีทอง¹

Thipharak Wongsadee*¹, Peerada Salakkham¹, Nattira Srithong¹

¹สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา 1061 ซอยอิสรภาพ 15 แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600

¹Bachelor of Science Program in Food Technology, Basomdejchaopraya Rajabhat University, 1061 Itsaraphap 15, Hiranruchi, Thon Buri, Bangkok 10600

Article Info

Received 22 August 2022

Revised 26 June 2023

Accepted 27 June 2023

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the effect of wheat flour partial substitution with Jerusalem artichoke flour (0, 25, and 50 percent) on the quality of sponge cakes. The results showed that the increase in Jerusalem artichoke flour substitution resulted in a decrease in the lightness (L*) and yellowness (b*) of crust and crumb sponge cake whereas the redness (a*) increased. The hardness and chewiness increased in sponge cake samples with Jerusalem artichoke flour whereas the cohesiveness and springiness decreased compared with the control sample. The increase in Jerusalem artichoke flour substitution level also decreased weight loss after baking, whereas water activity and prebiotic activity increased. The 50 percent wheat flour substitution by Jerusalem artichoke flour decreased specific volume and received the lowest score for color, texture, and overall acceptability. Microbial quality showed that total viable count, *Escherichia coli*, yeast, and mold complies with the Thai community product standard of cake. These results suggested that sponge cake made with wheat flour substituted with 25 percent Jerusalem artichoke flour showed higher prebiotic activity compared with the control sample. However, the substitution of 25 percent Jerusalem artichoke flour had slightly lower scores for texture and overall acceptability than the control samples but the score remained at like moderately level (7.25-7.45).

Keywords: Jerusalem artichoke flour, Wheat flour, Sponge cakes, Prebiotic

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการทดแทนแป้งสาลีบางส่วนด้วยแป้งแก่นตะวัน (ร้อยละ 0, 25 และ 50) ต่อคุณภาพของสปันจ์เค้ก ผลพบว่าการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแก่นตะวันระดับที่มากขึ้นทำให้สปันจ์เค้กมีค่าความสว่าง (L*) และค่าสีเหลือง (b*) ลดลง แต่ค่าสีแดง (a*) เพิ่มขึ้น สปันจ์เค้กที่มีส่วนประกอบของแป้งแก่นตะวันมีค่าความแข็งและค่าความสามารถในการเคี้ยวเพิ่มขึ้นแต่ค่าการยืดเกาะภายในและค่าความยืดหยุ่นลดลงจากกลุ่มควบคุม การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแก่นตะวันในระดับมากขึ้นมีผลทำให้การสูญเสียน้ำหนักหลังการอบลดลง

ในขณะที่ปริมาณน้ำอิสระและความสามารถในการเป็นพรีไบโอติกสูงขึ้น การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแแกนตะวัน ร้อยละ 50 มีผลทำให้ปริมาณกรดไขมันของสปันจ์เค้กลดลงและคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมีค่าน้อยที่สุด คุณภาพด้านจุลินทรีย์พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด *Escherichia coli* ยีสต์ และราผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานชุมชนของเด็ก โดยรวมจะเห็นได้ว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมการทดแทนแป้งสาลีด้วย แป้งแแกนตะวัน ร้อยละ 25 ทำให้ความสามารถในการเป็นพรีไบโอติกเพิ่มขึ้น และการยอมรับทางประสาทสัมผัส ด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมลดลงเล็กน้อยแต่ยังอยู่ในระดับปานกลาง (7.25-7.45)

คำสำคัญ: แป้งแแกนตะวัน, แป้งสาลี, สปันจ์เค้ก, พรีไบโอติก

1. บทนำ

แแกนตะวัน (Jerusalem artichoke) เป็นพืชหัวใต้ดินคล้ายมันฝรั่ง และเป็นพืชตระกูลเดียวกับทานตะวัน ปลุกได้ดีในเขตร้อนของประเทศไทย หัวของแแกนตะวันประกอบด้วยสารประกอบคาร์โบไฮเดรตประเภทฟรุคแทน (fructan) เช่น สารอินนูลิน (inulin) และฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ (fructooligosaccharide) โดยพบมากถึงร้อยละ 16-20 และร้อยละ 10-25 ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับพืชชนิดอื่นๆ [1-2] อินนูลินและฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์มีคุณสมบัติคล้ายใยอาหารที่ละลายน้ำได้ (soluble dietary fiber) ทั้งนี้เนื่องจากโครงสร้างที่เชื่อมต่อกันด้วยพันธะ β -(2-1) ซึ่งร่างกายมนุษย์ไม่สามารถย่อยได้ จึงทำให้สารเหล่านี้ไม่ถูกย่อยเป็นน้ำตาลสายสั้นๆ [3-4] มีผลที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายผู้บริโภครวมหลายประการ เช่น ช่วยบรรเทาอาการท้องผูก [5] ชะลอการดูดซึมน้ำตาลเนื่องจากมีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ [6-7] และมีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติก (prebiotic) ที่ส่งเสริมการเจริญของ จุลินทรีย์โพรไบโอติก (probiotic) ที่อยู่ในลำไส้ใหญ่ด้วย เช่น กลุ่ม *Bifidobacteria* และ กลุ่ม *Lactobacillus* ซึ่งมีผลทำให้สุขภาพของผู้บริโภคดีขึ้น [8] คัพเค้กเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ผู้บริโภคนิยมรับประทานเนื่องจากมีขนาดที่พกพาสะดวกเหมาะกับการดำเนินชีวิต ในปัจจุบันที่มีความเร่งรีบ โดยทั่วไปชนิดของเค้กที่นิยมบริโภคในรูปแบบคัพเค้ก คือ สปันจ์เค้ก (sponge cake) ส่วนประกอบที่สำคัญในสปันจ์เค้ก คือ แป้งสาลี ซึ่งแป้งสาลีจัดเป็นแป้งที่มีเส้นใยอาหารจากธรรมชาติค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับแป้งจากพืชชนิดอื่น [9] ดังนั้น การเติมแป้งแแกนตะวันทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์เค้กจะช่วยเพิ่มใยอาหารกลุ่มพรีไบโอติกที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ แต่อย่างไรก็ตาม คุณสมบัติของสปันจ์เค้กจะมีเนื้อสัมผัสละเอียด มีความคงรูป และนุ่ม [10] ซึ่งแป้งสาลีประกอบด้วยโปรตีนกลูเตนที่ทำหน้าที่กักเก็บอากาศไว้ทำให้เค้กเกิดความนุ่มฟูภายหลังการอบ [11] ดังนั้น การทดแทนแป้งแแกนตะวันที่ปราศจากกลูเตนในปริมาณที่ไม่เหมาะสม จะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์สปันจ์เค้กได้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการทดแทนแป้งสาลีบางส่วนด้วยแป้งแแกนตะวันต่อคุณภาพด้านกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สปันจ์เค้ก

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 การเตรียมสปันจ์เค้กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแแกนตะวัน

การผลิตสปันจ์เค้กดัดแปลงจากวิธีของ Bolger (2021) [12] ส่วนประกอบในการผลิต ได้แก่ แป้งสาลี น้ำตาล ไข่ไก่ เนย นม เกลือ และผงฟู ในอัตราส่วน ร้อยละ 25, 22, 22, 22, 8.50, 0.10 และ 0.40 ตามลำดับ กลุ่มการทดลองที่ทำการศึกษาแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ

การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแแกนตะวันทางการค้า (สะออนฟาร์ม, ไทย) ร้อยละ 0, 25 และ 50 สำหรับการผลิตสปันจ์เค้กเริ่มจากนำเนย และน้ำตาลมาตีผสมที่ความเร็วสูง เป็นเวลา 5 นาที เติมน้ำตาลและนม ตีผสมเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นเติมน้ำตาลผสมแป้ง ผงฟูและเกลือที่ร่อนไว้แล้ว ตีผสมเป็นเวลา 3 นาที ตักส่วนผสมลงในถ้วยเค้ก ถ้วยละ 40 กรัม นำไปอบที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที นำผลิตภัณฑ์สปันจ์เค้กที่ได้ไปวิเคราะห์คุณภาพในขั้นตอนต่อไป

2.2 การวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ

ทำการตรวจวิเคราะห์ ค่าสี ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหลังการอบ ปริมาตรจำเพาะ (specific volume) และเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์สปันจ์เค้ก ดังนี้

- วิเคราะห์ค่าสีของเปลือก (crust) และเนื้อ (crumb) ด้วยเครื่อง color reader รุ่น CR-10 (Minolta, Japan) รายงานค่าสีในระบบ CIE L^* , a^* และ b^* สำหรับค่าสี L^* มีค่าตั้งแต่ 0 (สีดำ) ถึง 100 (สีขาว) ค่าสี a^* คือ สีเขียว ($-a^*$) ถึงสีแดง ($+a^*$) และค่าสี b^* คือ สีน้ำเงิน ($-b^*$) ถึงสีเหลือง ($+b^*$)
- วิเคราะห์ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหลังการอบ ตามวิธีของ Aydogdu et al. (2017) [13] ทำการชั่งน้ำหนักส่วนแบตเตอรี่ (batter) ก่อนการอบ (B) และน้ำหนักของสปันจ์เค้กหลังการอบ (C) นำค่าที่ได้มาคำนวณจากสูตร คือ ร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก = $[(B - C) \times 100] / B$
- วิเคราะห์ปริมาตรจำเพาะของสปันจ์เค้กด้วยวิธีการแทนที่ด้วยเมล็ดงา (rapeseed displacement) ดัดแปลงตามวิธีมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 374-2534 [14] ทำการชั่งน้ำหนักเค้ก (A) นำเค้กลงในภาชนะที่มีขนาดกว้างและสูงมากกว่าชิ้นเค้ก จากนั้นเติมเมล็ดงาให้เต็มช่องว่างของภาชนะ วัดปริมาตรของเมล็ดงาที่เต็มช่องว่างทั้งหมด (B) โดยใช้กระบอกตวง ทำการวัดปริมาตรของภาชนะเปล่าด้วยการแทนที่ด้วยเมล็ดงา จากนั้นวัดปริมาตรของเมล็ดงา (C) นำค่าที่ได้มาคำนวณจากสูตร คือ ปริมาตรจำเพาะของเค้ก = $(C-B) / A$
- วิเคราะห์เนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture Analyzer รุ่น TA-XT plus (Surry, England) ด้วยหัววัดทรงกระบอก ขนาด 36 มิลลิเมตร (P/36R) รายงานผลวิเคราะห์เป็นค่า Hardness (ความแข็ง) Springiness (ค่าความยืดหยุ่น) Cohesiveness (ค่าการยึดเกาะภายใน) และ Chewiness (ค่าความสามารถในการเคี้ยว) [15]

2.3 การวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมี

ทำการตรวจวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และความสามารถในการเป็นพรีไบโอติก (prebiotic activity) ของผลิตภัณฑ์สปีนจ์เค้กดังนี้

- วิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำอิสระด้วยเครื่องวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำอิสระ (Aqualab, USA) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส
- วิเคราะห์ความสามารถในการเป็นพรีไบโอติกด้วยวิธีการวัดการเจริญของจุลินทรีย์โพรไบโอติก ดัดแปลงตามวิธีของ Alves Moro et al. (2018) [16] ทำการเตรียมจุลินทรีย์โพรไบโอติก *Lactobacillus plantarum* TISTR 541 (จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย) ให้มีความเข้มข้น 6 log CFU/มิลลิลิตร จากนั้นนำสารแขวนลอยของโพรไบโอติก ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร เติมน้ำในหลอดทดลองที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว deMan, Rogosa and Sharpe (MRS) ปริมาตร 9.9 มิลลิลิตร ซึ่งแต่ละหลอดทดลองเติมตัวอย่างผลิตภัณฑ์สปีนจ์เค้กที่บดเป็นผงละเอียด ร้อยละ 3 โดยปริมาตร และใช้หลอดทดลองที่ไม่เติม *L. plantarum* ในการเป็นกลุ่มควบคุมผลลบ (negative control) นำไปบ่มที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำผลที่ได้ไปวัดค่าความขุ่นด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร จากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณจากสูตร คือ ความสามารถในการเป็น พรีไบโอติก (ร้อยละ) = $[(S - N) \times 100] / N$

โดยที่ S คือ ค่าความขุ่นของแต่ละตัวอย่าง (เติมโพรไบโอติก)
N คือ ค่าความขุ่นของกลุ่มควบคุม (ไม่เติมโพรไบโอติก)

2.4 การวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์

การวิเคราะห์จุลินทรีย์ตามมาตรฐาน Bacteriological Analytical Manual ทำการเจือจางตัวอย่างสปีนจ์เค้ก 25 กรัม ด้วยสารละลาย เพปโตน ร้อยละ 0.1 (น้ำหนักต่อปริมาตร) นำตัวอย่างที่เตรียมไว้ใช้วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์และรา สำหรับการตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด นำตัวอย่างอาหารที่เจือจางอย่างเป็นลำดับ (serial dilution) มาเพาะเชื้อในอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง Plate count agar บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง [17] ส่วนการตรวจวิเคราะห์ยีสต์และรา นำตัวอย่างอาหารที่ทำการเจือจางแล้วมาเพาะเชื้อในอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง Potato dextrose agar บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน [18] การตรวจวิเคราะห์ *Escherichia coli* ด้วยวิธี Most Probable Number (MPN) [19]

2.5 การวิเคราะห์คุณภาพด้านการยอมรับทางประสาทสัมผัส

การประเมินทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สปีนจ์เค้กที่เติมแบงก์แทนตะวันแตกต่างกัน จากผู้ทดสอบชิมทั่วไปที่คุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์ขนมอบและรับประทานเค้กเป็นประจำ จำนวน 20 คน เป็นประชาชนในชุมชนราศีธรรม เขตภาษีเจริญ โดยทำการจัดตัวอย่างให้ผู้ทดสอบชิมด้วยการกำหนดรหัสผลิตภัณฑ์ทดสอบเป็นแบบสุ่ม 3 หลัก ผลิตภัณฑ์สปีนจ์เค้กที่ทดสอบชิมเตรียมจากผลิตภัณฑ์หลังจากการผลิตไม่เกิน 24 ชั่วโมง ในถ้วยพลาสติกสีขาวขุ่น ซึ่งอธิบายให้ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ก่อนการทดสอบชิม และให้คะแนนด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบ

โดยรวม หลังจากการชิม โดยใช้แบบทดสอบ 2 แบบ คือ มาตราความชอบ 9 ระดับ (9 Points hedonic scale) และมาตราพอดี 3 ระดับ (Just about right)

- แบบทดสอบมาตราความชอบ 9 ระดับ ประเมินความชอบด้านลักษณะปรากฏ (การขึ้นฟู) สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบสเกลความชอบ 9 ระดับคะแนน ได้แก่ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 2 = ไม่ชอบมาก, 3 = ไม่ชอบปานกลาง, 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย, 5 = เฉย ๆ, 6 = ชอบเล็กน้อย, 7 = ชอบปานกลาง, 8 = ชอบมาก และ 9 = ชอบมากที่สุด
- แบบทดสอบมาตราพอดี 3 ระดับ ประเมินความพอดีด้านการขึ้นฟู สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน 3 ระดับ คือ อ่อนหรือน้อยเกินไป พอดี และเข้มหรือมากเกินไป จากนั้นวิเคราะห์พินอลติ (penalty) จากแบบทดสอบมาตราความชอบ 9 ระดับ และมาตราพอดี 3 ระดับ

2.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลจากการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลทางเดียว (one way ANOVA) ด้วยโปรแกรม SPSS version 16.0 เปรียบเทียบข้อมูลความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple's Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3. ผลการทดลองและอภิปรายผล

3.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ

ผลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแทนตะวันในระดับที่ต่างกันต่อค่าสีของสปีนจ์เค้ก จากตารางที่ 1 ผลพบว่าการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแทนตะวันในระดับที่ต่างกันมีผลทำให้ค่าสี L^* , a^* และ b^* ของสปีนจ์เค้กทั้งส่วนเปลือกและเนื้อเค้กมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยค่าสี L^* (ค่าความสว่าง) ทั้งส่วนเปลือกและเนื้อเค้กของกลุ่มควบคุมที่ไม่เติมแป้งแทนตะวันมีค่าสูงที่สุด รองลงมา คือ กลุ่มที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแทนตะวัน ร้อยละ 25 และ 50 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าค่าความสว่างของเค้กมีแนวโน้มลดลงเมื่อทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแทนตะวันในปริมาณที่มากขึ้น เช่นเดียวกับกับค่าสี b^* (สีน้ำเงิน-สีเหลือง) ทั้งส่วนเปลือกและเนื้อเค้กของกลุ่มควบคุมที่ไม่เติมแป้งแทนตะวันมีค่าสูงที่สุดรองลงมา คือ กลุ่มที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแทนตะวัน ร้อยละ 25 และ 50 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าค่าความเป็นสีเหลืองของเค้กมีแนวโน้มลดลงเมื่อทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแทนตะวันในปริมาณที่มากขึ้น แต่ค่าสี a^* (สีเขียว-สีแดง) ทั้งส่วนเปลือกและเนื้อเค้กของกลุ่มที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแทนตะวัน ร้อยละ 50 มีค่าสูงที่สุด รองลงมา คือ กลุ่มที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแทนตะวัน ร้อยละ 25 และกลุ่มควบคุมตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าค่าความเป็นสีแดงของเค้กมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากภาพลักษณะปรากฏของสปีนจ์เค้ก ดังภาพที่ 1 พบว่าเค้กมีสีที่เข้มมากขึ้นเมื่อทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแทนตะวันในปริมาณที่มากขึ้น ผลงานวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาที่รายงานว่าการเติมแป้งแทนตะวันทดแทนแป้งสาลีในระดับที่มากขึ้นมีผลทำให้ค่าสีของผลิตภัณฑ์เค้ก [20] บิสกิต [21] และ ขนมปัง [22] เปลี่ยนแปลงจาก

กลุ่มควบคุมโดยมีแนวโน้มสีเข้มขึ้น สีที่เปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ขนมอบที่เติมแป้งแกล่นตะวันมีผลมาจากวัตถุดิบ คือ แป้งแกล่นตะวันที่มีสีน้ำตาลอ่อนมากกว่าแป้งสาลีที่มีสีขาว นอกจากนี้การอบเค้กที่อุณหภูมิสูงเป็นเวลานาน (ประมาณ 170 องศาเซลเซียส เวลา 20 นาที) ทำให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) เป็นปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นระหว่างกรดอะมิโน และน้ำตาลรีดิวซ์ โดยมีความร้อนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยานำไปสู่การก่อตัวของสารประกอบที่ให้สีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ขนมอบ เช่น เมลานอยดิน (melanoidins) แป้งแกล่นตะวันมีอินนูลินที่เป็นสารกลุ่มพอลิแซคคาไรด์ (polysaccharide) ที่ประกอบด้วยน้ำตาลรีดิวซ์ซึ่งเป็นสารตั้งต้นทำให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดได้มากขึ้น ดังนั้นการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแกล่นตะวันในปริมาณที่มากขึ้นจึงทำให้เค้กมีสีน้ำตาลหรือสีที่เข้มมากขึ้น [23-24]

ตารางที่ 1 ค่าสีของผลิตภัณฑ์สปันจ์เค้กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแกล่นตะวันในระดับที่ต่างกัน

ค่าสี	ระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแกล่นตะวัน (ร้อยละ)		
	กลุ่มควบคุม	25	50
ค่าสีของเปลือกเค้ก (crust)			
L*	62.86±0.65 ^a	55.96±0.90 ^b	41.46±0.64 ^c
a*	14.36±0.30 ^c	15.16±0.15 ^b	17.03±0.3 ^a
b*	47.80±0.43 ^a	45.85±0.58 ^b	42.50±0.36 ^c
ค่าสีของเนื้อเค้ก (crumb)			
L*	66.36±1.24 ^a	60.50±0.02 ^b	55.63±0.55 ^c
a*	6.66±0.15 ^c	7.23±0.15 ^b	7.76±0.05 ^a
b*	35.46±0.50 ^a	33.13±0.23 ^b	31.16±0.15 ^c

ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่มีตัวอักษร ^{a-c} ในแนวนอนต่างกัน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)



กลุ่มควบคุม ร้อยละ 25 ร้อยละ 50

ภาพที่ 1 ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์สปันจ์เค้กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแกล่นตะวันในระดับที่ต่างกัน

จากตารางที่ 2 ผลพบว่าการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแกล่นตะวันในระดับที่ต่างกันมีผลทำให้การสูญเสียน้ำหนักของสปันจ์เค้กหลัง

การอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหลังการอบของสปันจ์เค้กกลุ่มควบคุมที่ไม่เติมแป้งแกล่นตะวันมีค่าสูงที่สุด (8.00) รองลงมา คือ สปันจ์เค้กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแกล่นตะวัน ร้อยละ 25 (6.58) และ 50 (5.41) ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหลังการอบของสปันจ์เค้กมีแนวโน้มลดลงเมื่อทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแกล่นตะวันในปริมาณที่มากขึ้น การสูญเสียน้ำหนักหลังการอบมีความเกี่ยวข้องกับการสูญเสียจากผลิตภัณฑ์ระหว่างการอบ [13] จากการศึกษาที่ผ่านมารายงานว่าแป้งแกล่นตะวันมีใยอาหารที่ละลายน้ำได้มากกว่าแป้งสาลีประมาณ 20 เท่า [25] ทำให้แป้งแกล่นตะวันมีความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) มากกว่าแป้งสาลี [26] ดังนั้นการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแกล่นตะวันมากขึ้นจะมีผลทำให้มีปริมาณใยอาหารที่ละลายน้ำได้ และความสามารถในการอุ้มน้ำภายในอาหารมากขึ้น การสูญเสียน้ำระหว่างการอบจึงมีน้อยลงเมื่อเทียบกับกลุ่มที่เติมแป้งสาลีอย่างเดียว เช่นเดียวกับการศึกษาที่ผ่านมา พบว่าการเติมแป้งแกล่นตะวันทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 10-30 มีผลทำให้แครกเกอร์ (cracker) มีปริมาณใยอาหารที่ละลายในน้ำมากขึ้นเมื่อทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแกล่นตะวันในปริมาณที่มากขึ้น [25] และการศึกษาการเติมใยอาหารจากเลมอนในผลิตภัณฑ์เค้ก พบว่าการเติมใยอาหารจากเลมอน ร้อยละ 10 มีผลทำให้เค้กมีการสูญเสียน้ำหนักหลังการอบลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่เติมใยอาหารจากเลมอน เนื่องจากใยอาหารจากเลมอนมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำสูงกว่าแป้งสาลีทำให้เกิดการสูญเสียน้ำระหว่างการอบน้อยลง [13]

ตารางที่ 2 ค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังการอบ ปริมาตรจำเพาะ และเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์สปันจ์เค้กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแกล่นตะวันในระดับที่ต่างกัน

คุณภาพผลิตภัณฑ์	ระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแกล่นตะวัน (ร้อยละ)		
	กลุ่มควบคุม	25	50
การสูญเสีย น้ำหนักหลังอบ (ร้อยละ)	8.00±0.25 ^a	6.58±0.38 ^b	5.41±0.14 ^c
ปริมาตรจำเพาะ (cm ³ /g)	2.13±0.02 ^a	2.11±0.01 ^a	1.97±0.01 ^b
เนื้อสัมผัส			
Hardness (g)	1,327.10 ±21.57 ^c	1,618.11 ±52.97 ^b	1,722.13 ±18.35 ^a
Springiness	0.67±0.01 ^a	0.63±0.01 ^b	0.58±0.01 ^c
Cohesiveness	0.64±0.02 ^a	0.56±0.02 ^b	0.50±0.01 ^c
Chewiness	537.21 ±7.41 ^c	647.23 ±9.03 ^b	690.49 ±9.68 ^a

ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่มีตัวอักษร ^{a-c} ในแนวนอนต่างกัน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแกล่นตะวันในระดับที่ต่างกันมีผลทำให้ปริมาตรจำเพาะของสปันจ์เค้กมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยกลุ่มที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแกล่นตะวัน ร้อยละ 25 มีปริมาตรจำเพาะไม่แตกต่างกันกับกลุ่มควบคุม ($p \geq 0.05$) แต่สปีนจ์เค้กกลุ่มที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแกล่นตะวัน ร้อยละ 50 มีปริมาตรจำเพาะลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม เนื่องจาก การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแกล่นตะวันเป็นการเจือจางโปรตีนกลูเตน ที่พบเฉพาะในแป้งสาลีเท่านั้น เมื่อปริมาณกลูเตนในส่วนผสมเค้กลดลง ทำให้เกิดร่างแหโปรตีนและการกักเก็บอากาศภายในโครงสร้างเค้ก น้อยลง เค้กจึงมีการขึ้นฟูน้อยลงหลังจากการอบ ดังนั้นเมื่อเติมแป้ง แกล่นตะวันในปริมาณที่มากขึ้นจึงทำให้เค้กมีปริมาตรจำเพาะลดลง จากการศึกษาคือของ Celik et al. (2013) รายงานว่าการทดแทนส่วน น้ำนมด้วยแป้งแกล่นตะวันร้อยละ 10 มีผลทำให้ปริมาตรจำเพาะของ เค้กลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม รวมทั้งมีผลต่อคะแนนการยอมรับ ทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏลดลงด้วย [13, 23] แต่อย่างไร ก็ตามในการศึกษาค้นคว้าการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแกล่นตะวัน มากขึ้นจะมีปริมาตรจำเพาะลดลงแต่มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยโดย ไม่มีผลต่อค่าคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านการขึ้นฟู (ผล ดังตารางที่ 5) สำหรับผลด้านเนื้อสัมผัส พบว่าการทดแทนแป้งสาลี ด้วยแป้งแกล่นตะวันในสปีนจ์เค้กในระดับที่ต่างกันมีผลทำให้ ค่า Hardness (ความแข็ง) Springiness (ค่าความยืดหยุ่น) Cohesiveness (ค่าการยึดเกาะ) และ Chewiness (ค่าความสามารถ ในการเคี้ยว) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดย ค่า Hardness และ Chewiness ของสปีนจ์เค้กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วย แป้งแกล่นตะวัน ร้อยละ 50 มีค่าสูงที่สุด รองลงมา คือ กลุ่มที่ทดแทน แป้งสาลีด้วยแป้งแกล่นตะวัน ร้อยละ 25 และกลุ่มควบคุม ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าค่า Hardness และ Chewiness ของสปีนจ์เค้กมี แนวโน้มสูงขึ้นเมื่อทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแกล่นตะวันในปริมาณที่มาก ขึ้น แต่ในทางตรงกันข้ามค่า Springiness และ Cohesiveness กลุ่ม ควบคุมที่ไม่เติมแป้งแกล่นตะวันมีค่ามากที่สุด รองลงมา คือ กลุ่มที่ ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแกล่นตะวัน ร้อยละ 25 และ 50 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าค่า Springiness และ Cohesiveness ของสปีนจ์เค้กมี แนวโน้มลดลงเมื่อทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแกล่นตะวันในปริมาณที่มาก ขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแกล่นตะวันใน ขนมปังที่รายงานว่าการทดแทนด้วยแป้งแกล่นตะวัน ร้อยละ 15 มีผล ทำให้ค่า Hardness และ Chewiness ของขนมปังมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อ เทียบกับกลุ่มควบคุม แต่ค่า Springiness และ Cohesiveness ของ ขนมปังมีแนวโน้มลดลงเมื่อทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแกล่นตะวันใน ปริมาณที่มากขึ้น เนื่องจากแป้งแกล่นตะวันประกอบด้วยอินนูลินที่เป็น โยใยอาหารที่ละลายน้ำได้ซึ่งไปขัดขวางการดูดซับน้ำของโปรตีนกลูเตน ส่งผลให้เกิดโครงสร้างร่างแหที่แข็งแรงน้อยลง การกักเก็บอากาศ ภายในส่วนผสมเค้กลดลงจึงส่งผลให้หลังการอบมีรูพรุนของ โพร่งอากาศภายในเนื้อเค้กลดลงมีเนื้อสัมผัสที่อัดแน่นขึ้น ความนุ่ม และความยืดหยุ่นน้อยลง [27]

3.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมี

การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแกล่นตะวันในระดับที่ต่างกันมีผลทำให้ ปริมาณน้ำอิสระและความสามารถในการเป็นฟรีไบโอติกของ สปีนจ์เค้กมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ผลแสดงดังตารางที่ 3 โดยปริมาณน้ำอิสระของสปีนจ์เค้ก กลุ่มควบคุม ที่ไม่เติมแป้งแกล่นตะวันมีค่าสูงที่สุด (0.823) รองลงมา คือ กลุ่มที่ ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแกล่นตะวัน ร้อยละ 25 (0.811) และ 50

(0.802) ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำอิสระของสปีนจ์เค้ก มี แนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแกล่นตะวันในปริมาณที่ มากขึ้น สอดคล้องกับการสูญเสียน้ำหนักหลังการอบที่น้อยลง (ผลใน ตารางที่ 2) มีความเป็นไปได้ว่าแป้งแกล่นตะวันมีใยอาหารที่ละลายน้ำ ได้และค่าความสามารถในการอุ้มน้ำได้มากกว่าแป้งสาลี [25-26] แตกต่างกับการศึกษาของ Goranova et al. (2019) ที่รายงานว่า การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแกล่นตะวัน ร้อยละ 20 ในเค้กมีผลทำให้ ปริมาณน้ำอิสระไม่แตกต่างทางสถิติกับเค้กกลุ่มควบคุมที่ไม่เติม แป้งแกล่นตะวัน [28] มีความเป็นไปได้ว่าส่วนผสมอื่นอาจมีผลต่อ แนวโน้มของปริมาณน้ำอิสระในผลิตภัณฑ์ด้วย

ตารางที่ 3 คุณภาพด้านเคมีของผลิตภัณฑ์สปีนจ์เค้กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วย แป้งแกล่นตะวันในระดับที่ต่างกัน

คุณภาพ ผลิตภัณฑ์	ระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแกล่นตะวัน (ร้อยละ)		
	กลุ่มควบคุม	25	50
ปริมาณน้ำอิสระ	0.802 $\pm 0.001^c$	0.811 $\pm 0.002^b$	0.823 $\pm 0.001^a$
ความสามารถใน การเป็นฟรีไบโอ- ติก	4.70 $\pm 0.77^c$	34.36 $\pm 1.80^b$	50.88 $\pm 0.88^a$

ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่มีตัวอักษร ^{a-c} ในแนวนอนต่างกัน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ผลการศึกษาด้านความสามารถในการเป็นฟรีไบโอติกของสปีนจ์เค้ก พบว่าการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแกล่นตะวันในสปีนจ์เค้กด้วยปริมาณ ที่ต่างกันมีผลทำให้ค่าความสามารถในการเป็นฟรีไบโอติกแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยค่าร้อยละความสามารถใน การเป็นฟรีไบโอติกของสปีนจ์เค้กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้ง แกล่นตะวัน ร้อยละ 50 มีค่าสูงที่สุด (50.88) รองลงมา คือ กลุ่มที่ ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแกล่นตะวัน ร้อยละ 25 (34.36) และกลุ่ม ควบคุม (4.70) ตามลำดับ แป้งแกล่นตะวันประกอบด้วยอินนูลินอยู่ในช่วง 60-80 กรัมต่อน้ำหนักแห้ง 100 กรัม และฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ อยู่ในช่วง 17-23 กรัมต่อน้ำหนักแห้ง 100 กรัม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ สายพันธุ์และช่วงเวลาในการเก็บเกี่ยว [1] อินนูลินและฟรุคโตโอลิโก แซคคาไรด์ในแป้งแกล่นตะวันจัดเป็นสารที่มีคุณสมบัติเป็นฟรีไบโอติก เนื่องจากไม่ถูกย่อยในระบบทางเดินอาหารและสามารถส่งเสริม การเจริญของจุลินทรีย์กลุ่มโพรไบโอติกในลำไส้ใหญ่ของมนุษย์ [29] จากงานวิจัยที่ผ่านมาในการศึกษาการทดแทนแป้งสาลีและแป้ง ข้าวไรย์ด้วยแป้งแกล่นตะวัน ร้อยละ 10 ในขนมปัง ผลพบว่า มี การสูญเสียของอินนูลินในขนมปังหลังการผลิต ร้อยละ 39.8 เมื่อเทียบ กับปริมาณอินนูลินในส่วนผสมก่อนการผลิต [30] เช่นเดียวกันกับ งานวิจัยที่ศึกษาคุณภาพของขนมปังที่เติมอินนูลิน ที่พบว่าหลัง การอบขนมปังที่เติมอินนูลิน ร้อยละ 8 มีการสูญเสียอินนูลินหลัง การผลิต ร้อยละ 41.2 ซึ่งการลดลงของปริมาณอินนูลินเนื่องมาจาก ยีสต์ที่ใช้อินนูลินเป็นสารตั้งต้นในระหว่างกระบวนการหมักของโด [31] อย่างไรก็ตามในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ไม่มียีสต์เป็นส่วนประกอบในการผลิต เค้กจึงไม่มีการสูญเสียสารฟรีไบโอติกไปในขั้นตอนดังกล่าว นอกจากนี้

การศึกษาที่ผ่านมารายงานว่าการให้ความร้อนกับอินนูลินที่ได้จากแป้งแ่งกันตะวันที่อุณหภูมิ 195 องศาเซลเซียส มีผลทำให้ความสามารถในการเป็นพรีไบโอติกสูงขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ให้ความร้อน [32] หลังจากการให้ความร้อนมีสารใหม่เกิดขึ้น คือ di-D-fructose dianhydrides ซึ่งมีคุณสมบัติในการส่งเสริมการเจริญของจุลินทรีย์โพรไบโอติกเช่นเดียวกันกับสารอินนูลิน [33] จากการศึกษาการเติมพรีไบโอติกในกลุ่มอินนูลินในผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ธัญพืชที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียส เวลา 18 นาที ผลพบว่าหลังการอบโครงสร้างของสารอินนูลินในผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ไม่เปลี่ยนแปลงจากก่อนการอบนำผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ที่มีสารอินนูลิน 7.7 กรัมต่อชิ้น ให้ผู้บริโภครับประทานวันละ 1 ชิ้น เป็นเวลา 7 วัน จากนั้นเก็บตัวอย่างอุจจาระของผู้บริโภคมาตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ ผลพบว่าผู้บริโภครับประทานสแนคบาร์ที่มีอินนูลินมีปริมาณจุลินทรีย์โพรไบโอติกกลุ่ม Bifidobacteria สูงกว่าผู้บริโภครับประทานสแนคบาร์ปราศจากอินนูลิน แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ขนมอบที่เติมอินนูลินและผ่านกระบวนการผลิตที่อุณหภูมิสูงยังคงสารพรีไบโอติกที่มีศักยภาพและเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภค [34]

3.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์

คุณภาพด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์สปีนจ์เค้กหลังการผลิตเป็นเวลา 1 วัน แสดงผลดังตารางที่ 4 ผลพบว่าการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแ่งกันตะวันไม่มีผลต่อคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของสปีนจ์เค้ก โดยสปีนจ์เค้กทุกกลุ่มการทดลองมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 2 log CFU/g ปริมาณยีสต์และรา มีค่าน้อยกว่า 1.3 log CFU/g และตรวจไม่พบ *E. coli* ซึ่งคุณภาพด้านจุลินทรีย์เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนสำหรับผลิตภัณฑ์เค้ก (มพข.459/2555) ที่กำหนดว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องน้อยกว่า 6 log CFU/g ปริมาณยีสต์และรา ต้องน้อยกว่า 2 log CFU/g และจำนวน *E. coli* ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม [35] การที่สปีนจ์เค้กมีคุณภาพด้านจุลินทรีย์ตามมาตรฐานกำหนดเนื่องจากกระบวนการผลิตเค้กใช้ความร้อนในการอบสูง และมีการควบคุมสุขลักษณะที่ดีตลอดการผลิต

ตารางที่ 4 คุณภาพด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์สปีนจ์เค้กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแ่งกันตะวันในระดับที่ต่างกัน

จุลินทรีย์	ระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแ่งกันตะวัน (ร้อยละ)		
	กลุ่มควบคุม	25	50
จุลินทรีย์ทั้งหมด (log CFU/g)	<2	<2	<2
ยีสต์และรา (log CFU/g)	<1.3	<1.3	<1.3
<i>E. coli</i> (MPN/g)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

3.4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านการยอมรับทางประสาทสัมผัส

จากตารางที่ 5 ผลพบว่าการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแ่งกันตะวันในระดับที่ต่างกันมีผลทำให้คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสด้านสี เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์สปีนจ์เค้กมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยคะแนน

ความชอบด้านสีของสปีนจ์เค้กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแ่งกันตะวันร้อยละ 25 ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม ($p > 0.05$) ซึ่งมีคะแนนอยู่ในช่วง 8.00-8.25 (ชอบมาก) แต่การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแ่งกันตะวันร้อยละ 50 มีผลทำให้คะแนนความชอบด้านสีอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย (6.65) ซึ่งมีคะแนนลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ($p < 0.05$) ส่วนคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัส พบว่าสปีนจ์เค้กกลุ่มควบคุมที่ไม่เติมแป้งแ่งกันตะวันมีค่าสูงสุด (8.05) รองลงมา คือ สปีนจ์เค้กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแ่งกันตะวัน ร้อยละ 25 (7.25) และ 50 (6.55) ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าคะแนนความชอบด้านสีของสปีนจ์เค้กมีแนวโน้มลดลงเมื่อทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแ่งกันตะวันในปริมาณที่มากขึ้น เช่นเดียวกับความชอบโดยรวม พบว่าสปีนจ์เค้กกลุ่มควบคุมที่ไม่เติมแป้งแ่งกันตะวันมีค่าสูงสุด (8.20) รองลงมา คือ สปีนจ์เค้กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแ่งกันตะวัน ร้อยละ 25 (7.45) และ 50 (6.95) ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแ่งกันตะวันในปริมาณที่มากขึ้นมีผลทำให้ความชอบโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์สปีนจ์เค้กลดลง ในทางตรงกันข้ามการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแ่งกันตะวันทุกระดับมีคะแนนความชอบด้านการขึ้นฟู กลิ่น และรสชาติไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ($p > 0.05$)

ตารางที่ 5 คะแนนความชอบด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สปีนจ์เค้กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแ่งกันตะวันในระดับที่ต่างกัน

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	ระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแ่งกันตะวัน (ร้อยละ)		
	กลุ่มควบคุม	25	50
การขึ้นฟู ^{ns}	8.10±0.64	7.90±0.64	7.95±0.75
สี	8.25±0.78 ^a	8.00±0.60 ^a	6.65±0.58 ^b
กลิ่น ^{ns}	8.00±0.64	7.70±0.86	7.80±0.89
รสชาติ ^{ns}	8.05±0.82	7.95±0.82	7.80±0.83
เนื้อสัมผัส	8.05±0.68 ^a	7.25±0.85 ^b	6.55±0.88 ^c
ความชอบโดยรวม	8.20±0.76 ^a	7.45±0.82 ^b	6.95±0.39 ^c

ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่มีตัวอักษร ^{a-c} ในแนวนอนต่างกัน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$), ^{ns} ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

การวิเคราะห์แบบพินอลตี เป็นการคำนวณเพื่อประเมินความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่ได้จากการประเมินโดยใช้มาตราพอดี และข้อมูลการยอมรับโดยรวมโดยใช้มาตราความชอบ 9 ระดับ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สปีนจ์เค้ก ซึ่งค่าพินอลตีทั้งหมด (Total penalty value) ถ้ามีค่ามากกว่า 0.25 แสดงว่ามีผลต่อการยอมรับโดยรวม จากผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 6 ผลพบว่าสปีนจ์เค้กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแ่งกันตะวัน ร้อยละ 50 ควรพิจารณาปรับปรุงด้านสีที่เข้มเกินไป (0.35) เนื้อสัมผัสที่แข็งเกินไป (0.45) อย่างไรก็ตามแม้ว่าการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแ่งกันตะวันร้อยละ 25 ทำให้เนื้อสัมผัสของสปีนจ์เค้กแข็งขึ้น (ตารางที่ 2) ซึ่งส่งผลต่อคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่ระดับคะแนนความชอบยังอยู่ในระดับ

ปานกลาง (7.25-7.45) อีกทั้งสปีนจ์เค้กยังมีประโยชน์ต่อสุขภาพมากขึ้นจากพรีไบโอติกในแป้งแแกนตะวัน (ตารางที่ 3) และการเติมแป้งแแกนตะวันมีผลทำให้สปีนจ์เค้กมีปริมาณน้ำอิสระที่ลดลง (ตารางที่ 3) อาจมีผลทำให้อายุการเก็บรักษานานขึ้น ผลการทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยที่ศึกษาการเติมแป้งแแกนตะวันในการผลิตขนมปัง ผลพบว่าการเติมแป้งแแกนตะวันในระดับที่มากขึ้น (ร้อยละ 5-20) ทำให้ขนมปังมีปริมาณจำเพาะลดลงและเนื้อสัมผัสที่แข็งขึ้น เนื่องจากปริมาณอินนูลินในแป้งแแกนตะวันที่เติมลงไปในระดับที่เพิ่มขึ้นไปขัดขวางโครงสร้างของกลูเตนทำให้การขยายตัวของโดเกิดได้ไม่เต็มที่ แต่เมื่อทำการเติมแซนแทนกัม ร้อยละ 0.5 ส่งผลให้ปริมาณจำเพาะของขนมปังเพิ่มขึ้น เนื้อสัมผัสนุ่มขึ้น และคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสมีค่าเพิ่มขึ้น เพราะแซนแทนกัมช่วยปรับปรุงโครงสร้างรูพรุนของขนมปังให้มีความยืดหยุ่นและแข็งแรงมากขึ้น [22] เช่นเดียวกับการศึกษาการเติมแซนแทนกัม ร้อยละ 0.8 ในผลิตภัณฑ์เค้กจากแป้งข้าวปราศจากกลูเตน มีผลในการช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสของเค้กให้มีเนื้อสัมผัสนุ่มมากขึ้น และค่าคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสมากขึ้นจากกลุ่มควบคุม [36] ดังนั้นในงานวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาการเติมแซนแทนกัมในผลิตภัณฑ์สปีนจ์เค้กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแแกนตะวันเพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภคมากขึ้น

ตารางที่ 6 ค่าพินอลติทั้งหมดจากแบบทดสอบระดับความพอดีของผลิตภัณฑ์สปีนจ์เค้กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแแกนตะวันในระดับที่ต่างกัน

คุณลักษณะ	ระดับความไม่พอดี	ค่าพินอลติทั้งหมด		
		ระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแแกนตะวัน (ร้อยละ)		
		กลุ่มควบคุม	25	50
การขึ้นฟู	ขึ้นฟูน้อยเกินไป	0.08	0.07	0.05
	ขึ้นฟูกเกินไป	0.01	0.13	0.00
สี	อ่อนเกินไป	0.02	0.00	0.00
	เข้มเกินไป	0.06	0.09	0.35
กลิ่น	อ่อนเกินไป	0.06	0.13	0.16
	แรงเกินไป	0.10	0.04	0.17
รสชาติ	หวานน้อยไป	0.01	0.13	0.10
	หวานเกินไป	0.00	0.13	0.20
เนื้อสัมผัส	นิ่มเกินไป	0.00	0.00	0.04
	แข็งเกินไป	0.07	0.15	0.45

4. สรุปผล

การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแแกนตะวันในระดับที่ต่างกันมีผลต่อคุณภาพของสปีนจ์เค้กบางประการ ดังนี้ค่าสี L^* และ b^* มีแนวโน้มลดลง แต่ค่าสี a^* ของเปลือกและเนื้อสปีนจ์เค้กมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อ

ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแแกนตะวันในระดับที่มากขึ้น การสูญเสียน้ำหนักหลังการอบเค้กลดลงเมื่อทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแแกนตะวันในระดับที่มากขึ้น ส่วนปริมาณจำเพาะของสปีนจ์เค้กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแแกนตะวัน ร้อยละ 50 มีค่าลดลงเมื่อเทียบกับสปีนจ์เค้กกลุ่มควบคุม ส่วนค่าเนื้อสัมผัสของสปีนจ์เค้กพบว่าเมื่อทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแแกนตะวันในระดับที่มากขึ้นค่า Hardness และ Chewiness มีแนวโน้มสูงขึ้น แต่ในทางตรงกันข้ามค่า Springiness และ Cohesiveness มีแนวโน้มลดลง สำหรับปริมาณน้ำอิสระของสปีนจ์เค้กมีแนวโน้มลดลงเมื่อทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแแกนตะวันในปริมาณที่มากขึ้น ผลิตภัณฑ์สปีนจ์เค้กทุกกลุ่มการทดลองมีคุณภาพด้านจุลินทรีย์เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแแกนตะวัน ร้อยละ 50 มีผลทำให้คะแนนความชอบด้านสี เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมน้อยที่สุด เนื่องจากมีสีที่เข้มเกินไป และเนื้อสัมผัสที่แข็งเกินไป ส่วนการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแแกนตะวัน ร้อยละ 25 มีผลทำให้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมลดลงจากกลุ่มควบคุมแต่ยังมีคะแนนความชอบในระดับปานกลาง อย่างไรก็ตามการเติมแป้งแแกนตะวัน ร้อยละ 25 มีผลทำให้ความสามารถในการเป็นพรีไบโอติกของผลิตภัณฑ์สปีนจ์เค้กมากขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ในงานวิจัยต่อไปจึงควรมีการศึกษาวิธีการปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์สปีนจ์เค้กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งแแกนตะวัน ร้อยละ 25 ให้มีเนื้อสัมผัสที่นุ่มขึ้นเพื่อคงคุณภาพด้านการยอมรับทางประสาทสัมผัสและผู้บริโภคได้รับพรีไบโอติกจากแป้งแแกนตะวันที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร และสาขาวิชาการประกอบและบริการอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยาที่ให้ความอนุเคราะห์การใช้อุปกรณ์และเครื่องมือในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. Saengthongpinit W, Sajjaanantakul T. Influence of Harvest Time and Storage Temperature on Characteristics of Inulin from Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) Tubers. Postharvest Biol. Technol. 2005;37(1):93-100.
2. Thammarutwasik P, Hongpattarakere T, Chantachum S, Kijroongrojana K, Itharat A, Reanmongkol W, Tewtrakul S, Ooraikul B. Prebiotic-A Review. Songklanakarin J. Sci. Technol. 2009;31(4):401-408.
3. Tanjor S, Judprasong K, Chaito C, Jogloy S. Inulin and Fructooligosaccharides in Different Varieties of Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). KKU Res. J. 2012;17(1):25-34. (In Thai)
4. Roberfroid M. Dietary Fiber, Inulin and Oligo-fructose: a Review Comparing their Physio-logical Effects. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 2009;33(2):103-148.

5. Kleessen B, Svkura B, Zunft H-J, Blaut M. Effects of Inulin and Lactose on Fecal Microflora, Microbial Activity, and Bowel Habit in Elderly Constipated Persons. *Am. J. Clin. Nutr.* 1997;65(5):1397-1402.
6. Yamashita K, Kawai K, Itakura M. Effects of Fructooligosaccharides on Blood Glucose and Serum Lipids in Diabetic Subjects. *Nutr Res.* 1984;4(6):961-966.
7. Luo J, Rizkalla SW, Alamowitch C, Boussaini A, Blayo A, Barry J-L, Laffitte A, Guyon F, Bonnet FR, Slama G. Chronic Consumption of Short-chain Fructooligosaccharides by Healthy Subjects Decreased Basal Hepatic Glucose Production but Had no Effect on Insulin-stimulated Glucose Metabolism. *Am J Clin Nutr.* 1996;63(6):939-945.
8. Lingyun W, Jianhua W, Xiaodong Z, Da T, Yalin Y, Chenggang C, Tianhua F, Fan Z. Studies on the Extracting Technical Conditions of Inulin from Jerusalem Artichoke Tubers. *J Food Eng.* 2007;79(3):1087-1093.
9. Cheong G. Quality Characteristics of Korean Wheat Flour and Imported Wheat Flour. *Korean J Com Liv Sci.* 2001;12(1):23-27.
10. Hopkin L, Broadbent H, Ahlborn GJ. Influence of Almond and Coconut Flours on Ketogenic, Gluten-Free Cupcakes. *Food Chem.* 2022;13:100182.
11. Jammek J, Naivikun O. (2017). Introduction to Bakery Technology. Bangkok: Kasetsart University Press. (In Thai)
12. Bolger AM, Rastall RA, Oruna-Concha MJ, Rodriguez-Garcia J. Effect of D-allulose, in Comparison to Sucrose and D-fructose, on the Physical Properties of Cupcakes. *LWT Food Sci Technol.* 2021;150:111989.
13. Aydogdu A, Sumnu G, Sahin S. Effects of Addition of Different Fibers on Rheological Characteristics of Cake Batter and Quality of Cakes. *J. Food Sci Technol.* 2017;55(2):667-677.
14. Thai Industrial Standards Institute, 1991, Standard for wheat flour : Bread flour, TIS.374-2534. (In Thai)
15. Krupa- Kozak U, Drabinska N, Rosell CM, Piłat B, Starowicz M, Jelinski N, Szymatowicz B. High-Quality Gluten-Free Sponge Cakes without Sucrose: Inulin-Type Fructans as Sugar Alternatives. *Foods.* 2020;9(12):1735.
16. Alves Moro TM, Celegatti CM, Aparecida Pereira AP, Lopes AS, Barbin DF, Pastore GM, Pedrosa Silva Clerici MT. Use of Burdock Root Flour as a Prebiotic Ingredient in Cookies. *LWT Food Sci Technol.* 2018;90:540-546.
17. Bacteriological Analytical Manual. Chapter 3 Aerobic plate count. [Internet]. [cited 2021 March 1]. Available from: <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-3-aerobic-plate-count>
18. Bacteriological Analytical Manual. Chapter 18 Yeasts, molds and mycotoxins. [Internet]. [cited 2021 March 1]. Available from: <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-18-yeasts-molds-and-mycotoxins>
19. Bacteriological Analytical Manual. Chapter 4 Enumeration of *Escherichia coli* and the coliform bacteria. [Internet]. [cited 2021 March 1]. Available from: <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-4>
20. Ceylan H, Bilgili N, Cankurtaran T. Improvement of Functional Cake Formulation Using Jerusalem Artichoke Flour as Inulin Source and Resistant Starch (RS4). *LWT Food Sci Technol.* 2021;145:111031.
21. Diaz A, Bomben R, Dini C, Vina SZ, GarciaMA, Ponzi M, Comelli N. Jerusalem Artichoke Tuber Flour as a Wheat Flour Substitute for Biscuit Elaboration. *LWT Food Sci Technol.* 2019;108:361-369.
22. Singthong J. Development of Healthy Bread Product from Sunchoke (*Helianthus tuberosus* L.) Flour. *J Sci Tech UBU.* 2019;21(1):71-83. (In Thai)
23. Celik I, Isik F, Gursoy O, Yilmaz Y. Use of Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus*) Tubers as a Natural Source of Inulin in Cakes. *J Food Process Preserv.* 2013;37(5):483-488.
24. Rodriguez- Garcia J, Puig A, Salvador A, Hernando I. Optimization of a Sponge Cake Formulation with Inulin as Fat Replacer: Structure, Physicochemical, and Sensory Properties. *J Food Sci.* 2012;77(2):189-197.
25. Ozgoren E, Isik F, Yapar A. Effect of Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) Supplementation on Chemical and Nutritional Properties of Crackers. *J Food Meas Charact.* 2019;13(4):2812-2821.
26. Mostafa MK, Fakharany AMA, Abbas MN. Effect of Some Treatments of Jerusalem Artichoke Tubers on the Resulted Powder for Food Process Uses. *FJARD.* 2021;35(2):274-290.
27. Laohaprasit N, Sricharoenpong K. Development of Chinese Steamed Bread with Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) Tubers. *Food Res.* 2018;2(3):263-269.
28. Goranova Z, Marudova M, Baeva M. Influence of Functional Ingredients on Starch Gelatinization in Sponge Cake Batter. *Food Chem.* 2019;297:124997.
29. Rattanakiat S, Pulbutr P, Khunawattanakul W, Sungthong B, Saramunee K. Prebiotic Activity of Polysaccharides Extracted from Jerusalem Artichoke Tuber and Development of Prebiotic Granules. *Pharmacogn J.* 2020;12(6):1402-1411.

30. Praznik W, Cieslik E, Filipiak-Florkiewicz A. Soluble Dietary Fibres in Jerusalem Artichoke Powders: Composition and Application in Bread. 2002;46(3):151-157.
31. Korus J, Grzelak K, Achremowicz K, Sabat R. Influence of Prebiotic Additions on the Quality of Gluten-free Bread and on the Content of Inulin and Fructooligosaccharides. Food Sci Technol Int. 2006;12(6):489-495.
32. Boehm A, Kleessen B, Henle T. Effect of Dry Heated Inulin on Selected Intestinal Bacteria. Eur Food Res Technol. 2006;222:737-740.
33. Minamida K, Shiga K, Sujaya IN, Sone T, Yokota A, Hara H, Asano K, Tomita F. Effects of Difructose Anhydridelll (DFA III) Administration on Rat Intestinal Microbiota. J Biosci Bioeng. 2005;99:230-236.
34. Kleessen B, Schwarz S, Boehm A, Fuhrmann H, Richter A, Henle T, Krueger M. Jerusalem Artichoke and Chicory Inulin in Bakery Products Affect Faecal Microbiota of Healthy Volunteers. 2007;98(3):540-549.
35. Thai community product standard, 2012, Standard for cake, TCPS.459-2555. (In Thai)
36. Sung WC, Chai PS. Effect of Flaxseed Flour and Xanthan Gum on Gluten-Free Cake Properties. J Food Nutr Res. 2017;5(10):717-728.



ISSN 2985-0835

KOCH CHA SARN JOURNAL OF SCIENCE
Vol. 45 (1); January-June (2023), pp. 30-35
<https://science.srru.ac.th/kochasarn>

Research Article

Effects of the Quantity of Sodium Hydroxide on Properties of Water Hyacinth Paper

ผลของปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อสมบัติของกระดาษจากผักตบชวา

เพ็ญยศ วงษ์บัวงาม¹, กมลชนก ยืนยาว¹, วัชรารุณ นวลดี¹, นันทิยา มณีโชติ¹, รพีพล อินสุพรรณ^{1*}, พีรตลย์ อ่อนสี²

Poemyot Wongbua-Ngam¹, Kamonchanok YuenYao¹, Watcharawut Nuandee¹, Nuntiya Maneechot¹, Rapeepol Insupan^{1*}, Peeradon Onsi²

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ 186 หมู่ 1 ถนนสุรินทร์-ปราสาท ต.นอกเมือง อ.เมืองสุรินทร์ จ.สุรินทร์ 32000

²โรงเรียนบรบือวิทยาคาร 59 หมู่ 3 ต.หนองสิม อ.บรบือ จ.มหาสารคาม 441301

¹Faculty of Science and Technology, Surindra Rajabhat University, 186 Moo. 1, Surin-Prasat Road, Nok Mueang, Mueang Surin, Surin 32000

²Borabuwittayakhan School, 59 Moo. 3, Nong Sim, Bunbue, Mahasarakham 44130

Article Info

Received 18 June 2023

Revised 26 June 2023

Accepted 27 June 2023

Abstract

Water hyacinth is a naturally occurring aquatic weed and is a highly abundant aquatic plant. The high occurrence of water hyacinths in water bodies affects natural water sources, and water hyacinths also have little economic benefit. Therefore, to reduce problems and increase the value of water hyacinths, the researchers have the idea of transforming water hyacinth into paper for use in packaging community products. This research studied the three different conditions of paper production in order to study the characteristics and water absorption property of the paper. The amounts of sodium hydroxide (NaOH) in the pulping step were varied as 150, 100, and 50 g. From the experimental results, it was found that the decrease of quantity of NaOH results in the increase of water absorption property.

Keywords: Water hyacinth, Paper, Aquatic plants, Local materials

บทคัดย่อ

ผักตบชวาเป็นวัชพืชน้ำที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและเป็นพืชที่มีจำนวนมากในแหล่งน้ำ การเกิดขึ้นจำนวนมากของผักตบชวาในแหล่งน้ำนั้นส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำธรรมชาตินอกจากนี้ผักตบชวายังมีประโยชน์ทางเศรษฐกิจน้อย ดังนั้นเพื่อลดปัญหาและเพิ่มคุณค่าให้ผักตบชวา ผู้วิจัยได้มีแนวความคิดนำผักตบชวามาใช้ประโยชน์โดยนำผักตบชวามาแปรรูปเป็นกระดาษเพื่อใช้ประโยชน์ในด้านการเป็นบรรจุภัณฑ์สินค้าชุมชน ในงานวิจัยนี้ได้ทดลองผลิตกระดาษจากผักตบชวาทั้งหมด 3 ชุดการทดลอง โดยใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ต่างกันในช่วงขั้นตอนการต้มเยื่อ คือ 150 100 และ 50 กรัม เพื่อศึกษาลักษณะของกระดาษที่ได้และคุณสมบัติการดูดซับน้ำซึ่งเป็นคุณสมบัติที่มีผลต่อการแปรรูปกระดาษ จากผลการทดลองพบว่าเมื่อใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ลดลง กระดาษที่ได้จะมีสมบัติในการดูดซับน้ำเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: ผักตบชวา, กระดาษ, พืชน้ำ, วัสดุท้องถิ่น

1. บทนำ

พืชที่พบเห็นได้หลากหลายตามแหล่งน้ำธรรมชาติในประเทศไทย หนึ่งในนั้นคือ ผักตบชวา (ชื่อวิทยาศาสตร์ *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) เป็นพืชน้ำต่างถิ่นที่มีลักษณะเป็นต้นพืชที่ไหลไปกับน้ำ แผ่นใบคล้ายรูปหัวใจ ใบมีผิวมัน หนา ส่วนของก้านใบพองออกและภายในมีรูพรุนคล้ายฟองน้ำซึ่งช่วยพยุงให้ลำต้นลอยน้ำได้ เดิมเชื่อว่า ผักตบชวาเป็นพืชพื้นเมืองของทวีปอเมริกาใต้ ต่อมาได้มีการแพร่กระจายไปยังแหล่งน้ำจืดทั่วโลกอย่างรวดเร็ว มักพบได้ในพื้นที่เลียบ ลำธาร และคลอง ผักตบชวามีการขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว จึงก่อให้เกิดความเสียหายต่อพืชพื้นเมืองและระบบนิเวศในประเทศไทยการแพร่กระจายของผักตบชวาได้ก่อให้เกิดปัญหาทั้งในด้านการเกษตรและการชลประทาน นอกจากนี้การควบคุมยังเป็นไปได้อย่างยากเนื่องจากผักตบชวามีความทนทานต่อสภาวะแวดล้อม [1] ดังนั้นเพื่อลดปัญหาการแพร่ระบาดของผักตบชวา จึงมีการนำผักตบชวามาแปรรูปเพื่อใช้ประโยชน์และสร้างมูลค่าให้เพิ่มขึ้น เช่น การทำน้ำหมักชีวภาพเพื่อใช้เป็นปุ๋ยเพิ่มสารอาหารและช่วยเร่งการเจริญเติบโตให้กับพืช [2] การแปรรูปเป็นอาหารสมทบสำหรับเลี้ยงสัตว์ [3] การนำมาทำเป็นถ่านชีวมวล [4] การแปรรูปเป็นกระดาษเพื่อใช้พัฒนาเป็นบรรจุภัณฑ์ [5] เป็นต้น

จะเห็นได้ว่า ผักตบชวาเป็นพืชอีกชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาผลิตกระดาษได้ และยังเป็นการลดปัญหาล้างแวล้อมและลดผลกระทบอันเกิดจากปริมาณของผักตบชวาตามแหล่งน้ำอีกด้วย เช่นเดียวกับการผลิตกระดาษจากพืชชนิดอื่น โดยในการพิจารณาเลือกพืชมาผลิตกระดาษนั้น มีพืชหลากหลายชนิดและหลายส่วนที่สามารถนำมาผลิตได้ โดยจำแนกเป็น 2 ประเภท คือ พืชยืนต้น และพืชล้มลุก พืชยืนต้นแบ่งตามขนาดความยาวของเส้นใย แบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ ไม้เนื้ออ่อน (Soft wood) ได้แก่ พืชจำพวกสน (Coniferous) และ ไม้เนื้อแข็ง (Hard wood) เช่น ยูคาลิปตัส (Eucalyptus) และยังมีพืชที่ปลูกหรือเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติที่สามารถนำมาผลิตกระดาษได้ เช่น ต้นไม้ ผักตบชวา และพืชผลที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน เช่น เปลือกของลำต้นปอสา กระเจี๊ยบ มะเดื่อ หม่อน กาบใบของลำต้นกล้วย สับปะรด เป็นต้น [6]

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการแปรรูปผักตบชวาให้เป็นกระดาษที่ใช้ในงานฝีมือ ซึ่งลำต้นและเส้นใยของผักตบชวามีความเหมาะสมในการนำมาผลิตกระดาษที่มีความแข็งแรงและมีความเรียบ [7] ซึ่งนำมาพัฒนาต่อยอดให้เป็นกระดาษที่ใช้สำหรับการตกแต่งหรือ

ห่อบรรจุภัณฑ์ของสินค้าในชุมชน โดยคณะผู้วิจัยศึกษาคุณภาพของกระดาษและคุณสมบัติการดูดซับน้ำของกระดาษจากผักตบชวา เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตกระดาษที่ใช้สำหรับท้องถิ่น แต่จากการศึกษา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ใช้ กระบวนการต้มเยื่อมีผลต่อคุณภาพของกระดาษ เนื่องจากเป็นสารที่ทำหน้าที่สกัดเยื่อหรือเซลลูโลสและทำหน้าที่แยกกลืนออกจากเส้นใยเซลลูโลส [8] จึงต้องศึกษาปริมาณที่เหมาะสมสำหรับการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ต่อการผลิตกระดาษ

2. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่มีต่อคุณภาพและสมบัติการดูดซับน้ำของกระดาษจากผักตบชวา

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ดำเนินการศึกษาวิจัยระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2564 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2565 ณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

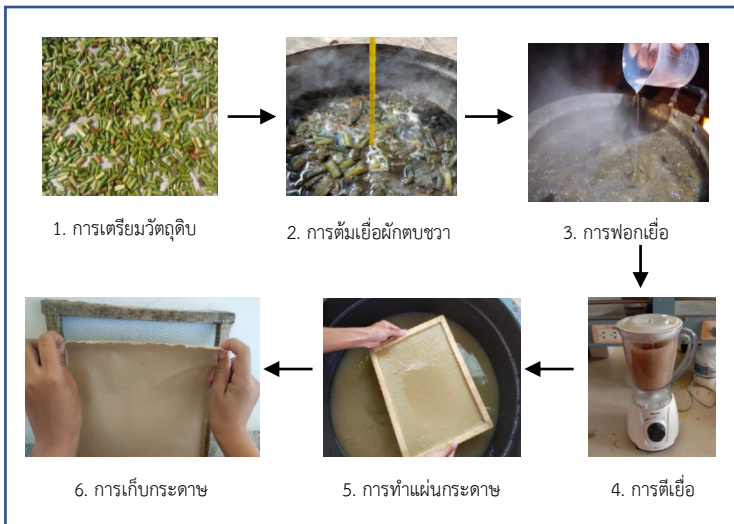
3.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยและทดลองมีเครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิจัยดังนี้

- 1) ผักตบชวา
- 2) มีดหรือกรรไกร
- 3) กะละมังหรือภาชนะใส่เยื่อ
- 4) ตะแกรงตะเยื่อหรือตะแกรงสำหรับทำกระดาษ
- 5) เครื่องปั่นเยื่อ
- 6) เทอร์โมมิเตอร์แบบแท่งแก้ว
- 7) บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร
- 8) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) (AR grade)
- 9) ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) (AR grade)

3.2 การผลิตกระดาษ

กระบวนการผลิตกระดาษประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมวัตถุดิบ การต้มเยื่อ การฟอกเยื่อ การตีเยื่อ และการทำแผ่นกระดาษ [5], [9] ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการผลิตกระดาษ

3.2.1 ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมวัตถุดิบ

การเตรียมผักตบชวาในขั้นตอนการผลิตกระดาษนั้น ผักตบชวาที่ใช้จะต้องผ่านการล้างทำความสะอาดมา แยกสิ่งสกปรกต่าง ๆ ออก หลังจากนั้นนำผักตบชวามาตัดเพื่อลดขนาด โดยในการทดลองนี้ใช้ผักตบชวาน้ำหนัก 9 กิโลกรัม ยาวประมาณ 3-6 เซนติเมตร แบ่งออกเป็น 3 ชุดการทดลอง ใช้ผักตบชวาชุดละ 3 กิโลกรัม (กำหนดเป็นชุด A B และ C)

3.2.2 ขั้นตอนที่ 2 การต้มเยื่อ

เมื่อแยกชุดการทดลองแล้วให้นำผักตบชวาที่ตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ต้มในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิ 90-100 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2-3 ชั่วโมง จากนั้นเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ปริมาณ 150 100 และ 50 กรัม ลงในชุด A B และ C ตามลำดับ เมื่อเยื่อเย็นลงแล้วให้ทำการล้างทำความสะอาดเยื่อกระดาษ 3-4 ครั้ง

3.2.3 ขั้นตอนที่ 3 การฟอกเยื่อ

หลังจากได้เยื่อกระดาษแล้วขั้นตอนต่อมาคือการฟอกเยื่อกระดาษ นำเยื่อที่ผ่านการล้างทำความสะอาดแล้วมาชั่งน้ำหนักก่อนการต้มอีกครั้ง โดยใช้เยื่อกระดาษปริมาณ 1 กิโลกรัม ทำการต้มฟอกเยื่อด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ในปริมาณ 150 กรัมทุกชุดการทดลอง และต้องควบคุมอุณหภูมิการต้มเยื่อที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาในการต้ม 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นพักเยื่อเพื่อลดอุณหภูมิ แล้วจึงล้างด้วยน้ำสะอาด 3-4 ครั้ง

3.2.4 ขั้นตอนที่ 4 การตีเยื่อ

เมื่อได้เยื่อกระดาษแล้วขั้นตอนต่อมาให้นำเยื่อมาปั่นด้วยเครื่องปั่นเพื่อตีเส้นใยให้แยกออกจากกัน โดยปั่นเยื่อกระดาษกับน้ำสะอาดเป็นเวลา 3-5 นาที

3.2.5 ขั้นตอนที่ 5 การทำแผ่นกระดาษ

การทำแผ่นคือการขึ้นรูปกระดาษ ทำได้โดยการนำเยื่อกระดาษที่ผ่านการตีเยื่อผสมกับน้ำสะอาดในภาชนะขนาดใหญ่กว่าตะแกรง หลังจากนั้นใช้ตะแกรงซ้อนเยื่อกระดาษ โดยซ้อนตักเยื่อเกลี่ยเยื่อในตะแกรงให้มีความสม่ำเสมอทั้งแผ่น ยกตะแกรงให้พ้นน้ำในแนวตั้ง และรอน้ำหยดจากตะแกรงจนหมด จากนั้นนำไปตากแดดในพื้นที่โล่งเป็นระยะเวลา 2-3 วัน

3.2.6 ขั้นตอนที่ 6 การเก็บกระดาษ

การเก็บกระดาษคือขั้นตอนการดึงกระดาษออกจากตะแกรงหลังจากที่กระดาษแห้งแล้ว หลังจากนั้นนำกระดาษที่ได้ไปทำการทดสอบและประเมินผล

3.3 การประเมินคุณภาพกระดาษ

การประเมินคุณภาพกระดาษจากผักตบชวาเมื่อผลิตเสร็จแล้วนั้น คณะผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน กระดาษผักตบชวามพข.390/2547 [10] เป็นแนวทางในการประเมิน ดังนี้

3.3.1 ลักษณะทั่วไป

ต้องเป็นแผ่น เหนียว ไม่ขาดง่าย มีความหนาสม่ำเสมอทั่วทั้งแผ่น ไม่มีรอยทะเล่ ฉีกขาด สิ่งปนเปื้อนหรือตำหนิ และไม่มีปรากฏให้เห็นเด่นชัดตลอดแผ่น

3.3.2 ลวดลาย

ต้องประณีต วัสดุที่นำมาตกแต่งให้เป็นลวดลายต้องเหมาะสม สะอาด ไม่มีสิ่งสกปรกหรือเปื้อน

3.3.3 สี

ต้องสม่ำเสมอ ไม่เลอะเทอะ (ยกเว้นการย้อมสีด้วยเทคนิคสมัยใหม่หรือเป็นศิลปะการใช้สีเพื่อความสวยงาม) ไม่ซีดจาง หลุด หรือลอก

3.3.4 การเคลือบเงา

ต้องเรียบ สม่ำเสมอ ไม่เป็นเม็ด กรอบ แตก หลุด หรือลอก และไม่ทำให้ชิ้นงานขาดความสวยงามหรือทำให้เสียรูปทรง โดยมีหลักเกณฑ์การให้คะแนนดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 หลักเกณฑ์การให้คะแนนตามข้อ 3.3

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	ระดับการตัดสิน (คะแนน)			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง
ลักษณะทั่วไป	ต้องเป็นแผ่น เหนียว ไม่ขาดง่าย มีความหนาสม่ำเสมอทั่วทั้งแผ่น ไม่มีรอยทะลุฉีกขาด สิ่งปนเปื้อน หรือตำหนิ และไม่มีราปรากฏให้เห็นเด่นชัดตลอดแผ่น	4	3	2	1
ลวดลาย (ถ้ามี)	ต้องประณีต วัสดุที่นำมาตกแต่งให้เป็น ลวดลายต้องเหมาะสม สะอาด ไม่มีสิ่งสกปรกหรือเปรอะเปื้อน	4	3	2	1
สี (ถ้ามี)	ต้องสม่ำเสมอ ไม่เลอะเทอะ (ยกเว้นการย้อมสีด้วยเทคนิคสมัยใหม่หรือเป็นศิลปะการใช้สีเพื่อความสวยงาม) ไม่ซีดจาง หลุด หรือลอก	4	3	2	1
การเคลือบเงา (ถ้ามี)	ต้องเรียบ สม่ำเสมอ ไม่เป็นเม็ด กรอบแตก หลุด หรือลอก และไม่ทำให้ชิ้นงานขาดความสวยงามหรือทำให้เสียรูปทรง	4	3	2	1

3.4 การทดสอบการดูดซับน้ำ

เนื่องจากงานวิจัยนี้มีความประสงค์ที่จะพัฒนากระดาษเพื่อใช้สำหรับเป็นบรรจุภัณฑ์ ซึ่งจำเป็นต้องพิจารณาคุณภาพของกระดาษจากสมบัติการดูดซับน้ำของกระดาษด้วย [9] โดยการวิเคราะห์สมบัติการดูดซับน้ำทำโดยเตรียมชิ้นกระดาษตัวอย่างขนาด 6 x 6 เซนติเมตร บันทึกค่าน้ำหนักแห้งก่อนแช่น้ำ (m_0) จากนั้นนำชิ้นกระดาษมาใส่ในภาชนะเติมน้ำ 2 มิลลิลิตร แช่ชิ้นกระดาษในน้ำเป็นเวลา 10 นาที นำชิ้นจาก

ภาชนะแล้วชั่งน้ำหนักขึ้นกระดาษ บันทึกค่าน้ำหนักขณะเปียกหลังแช่น้ำ (m_1) นำมาคำนวณค่าร้อยละการดูดซับน้ำ ตามสมการที่ 1

$$\text{ร้อยละการดูดซับน้ำ (\%)} = [(m_1 - m_0) / m_1] \times 100 \quad (1)$$

4. ผลการทดลอง

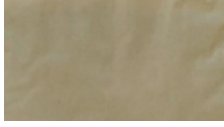
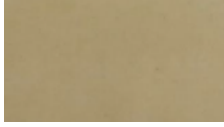
4.1 ลักษณะทั่วไปของกระดาษจากผักตบชวา

กระดาษจากผักตบชวาชุดการทดลอง A B และ C มีลักษณะของกระดาษใกล้เคียงกันคือ มีความเป็นเป็นแผ่นเรียบ เหนียว ไม่ขาดง่าย มีความหนาสม่ำเสมอทั่วทั้งแผ่น ไม่มีรอยทะลุฉีกขาด หรือสิ่งปนเปื้อนหรือตำหนิ และไม่มีเชื้อราปรากฏให้เห็นตลอดแผ่น ซึ่งมีระดับการตัดสินที่ 3 คะแนน คือคุณภาพกระดาษอยู่ในระดับ ดี แต่สิ่งที่สังเกตความแตกต่างชัดเจนคือลักษณะของสีกระดาษคือกระดาษชุดการทดลอง A มีสีที่อ่อนกว่า ตามด้วยชุดการทดลอง B และเข้มที่สุดคือชุดการทดลอง C ดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งจากการประเมินลักษณะทั่วไปของกระดาษจากผักตบชวาทั้ง 3 ชุดการทดลอง แสดงให้เห็นว่าปริมาณของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ต่างกันไม่ทำให้ลักษณะทั่วไปของกระดาษแตกต่างกันมาก แต่ส่งผลต่อสีของกระดาษที่ได้

4.2 การวิเคราะห์สมบัติการดูดซับน้ำ

จากการใช้ปริมาณของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ต่างกันในช่วงขั้นตอนการต้มเยื่อกระดาษจากผักตบชวา พบว่ากระดาษผักตบชวาชุดการทดลอง A มีร้อยละของการดูดซับน้ำเท่ากับ 74.63 กระดาษผักตบชวาชุดการทดลอง B มีร้อยละของการดูดซับน้ำเท่ากับ 76.74 และกระดาษผักตบชวาชุดการทดลอง C มีร้อยละของการดูดซับน้ำเท่ากับ 78.76 ดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มปริมาณของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) จะทำให้สมบัติการดูดซับน้ำของกระดาษลดลง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Hassan และคณะ [11] ที่ศึกษาการผลิตกระดาษจากฟางข้าว พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) จะทำให้ความขรุขระของผิวกระดาษลดลง มีการจัดเรียงตัวของเส้นใยดีขึ้น ทำให้ดูดซับน้ำได้น้อยลงเช่นเดียวกันกับผลการวิจัยนี้ ในการเพิ่มปริมาณของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ในกระบวนการต้มเยื่อ มีผลต่อการสลายของเยื่อผักตบชวา ซึ่งจะมีผลต่อคุณภาพการผลิตกระดาษ

ตารางที่ 2 ลักษณะทั่วไปของกระดาษ

ชุดการทดลอง	ปริมาณ NaOH (กรัม)	ลักษณะของกระดาษ	ตัวอย่างกระดาษจากผักตบชวา
A	150	เป็นแผ่น เหนียว ไม่ขาดง่าย มีความหนาสม่ำเสมอทั่วกันทั้งแผ่น ไม่มีรอยทะลุฉีกขาด สิ่งปนเปื้อน หรือตำหนิ และไม่มีราปรากฏให้เห็นเด่นชัดตลอดแผ่น ระดับการตัดสี (3 คะแนน)	
B	100	เป็นแผ่น เหนียว ไม่ขาดง่าย มีความหนาสม่ำเสมอทั่วกันทั้งแผ่น ไม่มีรอยทะลุฉีกขาด สิ่งปนเปื้อน หรือตำหนิ และไม่มีราปรากฏให้เห็นเด่นชัดตลอดแผ่น ระดับการตัดสี (3 คะแนน)	
C	50	เป็นแผ่น เหนียว ไม่ขาดง่าย มีความหนาสม่ำเสมอทั่วกันทั้งแผ่น ไม่มีรอยทะลุฉีกขาด สิ่งปนเปื้อน หรือตำหนิ และไม่มีราปรากฏให้เห็นเด่นชัดตลอดแผ่น ระดับการตัดสี (3 คะแนน)	

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์สมบัติการดูดซับน้ำ

ชุดการทดลอง	ร้อยละการดูดซับน้ำ (%)
A	74.63
B	76.74
C	78.76

5. สรุปและอภิปรายผล

จากการศึกษาการผลิตกระดาษจากผักตบชวา โดยใช้ปริมาณ NaOH ในการต้มเยื่อผักตบชวาที่แตกต่างกัน 3 ชุดการทดลอง คือ ชุดการทดลอง A ใช้ NaOH ปริมาณ 150 กรัมต่อน้ำ 10 ลิตร ชุดการทดลอง B ใช้ NaOH ปริมาณ 100 กรัมต่อน้ำ 10 ลิตร และชุดการทดลอง C ใช้ NaOH ปริมาณ 50 กรัมต่อน้ำ 10 ลิตร หลังจากต้มเยื่อกระดาษแล้วนำมาผลิตเป็นกระดาษ พบว่ากระดาษทั้ง 3 ชุดการทดลองมีคุณภาพของกระดาษอยู่ในระดับดี คือมีคะแนนจากการประเมินที่ 3 คะแนน โดยมีลักษณะของกระดาษโดยทั่วไปคือเป็นแผ่น เหนียว ไม่ขาดง่าย มีความหนาสม่ำเสมอทั่วกันทั้งแผ่น ไม่มีรอยทะลุฉีกขาด ไม่มีสิ่งปนเปื้อน หรือตำหนิ และไม่มีราปรากฏรอยเปื้อนให้เห็นเด่นชัดตลอดแผ่น แสดงให้เห็นว่าผักตบชวามีคุณสมบัติที่ดี สามารถนำมาใช้

เป็นวัสดุในการผลิตกระดาษได้ และสามารถที่จะนำไปต่อยอดพัฒนาเป็นบรรจุภัณฑ์สำหรับใส่สินค้าชุมชนได้ [9],[12],[13] นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณของ NaOH ที่ใช้ในการต้มเยื่อผักตบชวามีผลต่อสมบัติการดูดซับน้ำของกระดาษ โดยกระดาษจากชุดการทดลอง C มีสมบัติการดูดซับน้ำมากที่สุด รองลงมาคือกระดาษจากชุดการทดลอง B และ A ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าเมื่อใช้ปริมาณ NaOH น้อยลงจะทำให้กระดาษดูดซับน้ำได้มากขึ้น ซึ่งในการออกแบบผลิตภัณฑ์จากกระดาษต้องมีการตรวจสอบคุณสมบัตินี้เพื่อพิจารณาการเปื่อยยุ่ยของกระดาษเมื่อสัมผัสน้ำ สอดคล้องกับงานวิจัย [9] ที่ได้ศึกษาการผลิตกระดาษผักตบชวาเพื่องานบรรจุภัณฑ์ และพบว่าหากกระดาษมีความชื้นมาก ความแข็งแรงของกระดาษจะน้อยลง

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ศูนย์วิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. โอการ วณิชชีวะ. ลักษณะพันธุกรรมของวัชพืชทุกรานต่างถิ่น ผักตบชวาในประเทศไทย. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,

- 2558; 23(3): 485–496.
2. สาลินี ผลมาตย์ และคณะ. ผลของน้ำหมักชีวภาพผักตบชวาต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์พริกจินดาแดง. *วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์*. 2566; 15(1): 1-14.
3. นฤมล อัสวเกศมณี. การใช้ผักตบชวาแห้งเป็นอาหารสมทบสำหรับเลี้ยงปลาตะเพียนขาว. *วารสารวิชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช*. 2559; 35(1): 70–78.
4. ปิยณัฐ โตอ่อน และคณะ. การวิเคราะห์อัตราส่วนผสมระหว่างผักตบชวากับถ่านแกลบให้ค่าพลังงานความร้อนสูงสุด. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. 2559; 10(2): 99–107.
5. กาญจนา ลือพงษ์. การเตรียมกระดาษกราฟจากผักตบชวา ใบสับปะรด และกากกล้วย. *วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร*. 2560; 11(1): 15-22.
6. ฐานข้อมูลส่งเสริมและยกระดับคุณภาพสินค้า OTOP 2023.การผลิตกระดาษเชิงหัตถกรรมจากวัตถุดิบในท้องถิ่น.(ออนไลน์). (สืบค้นเมื่อ 27 มิถุนายน 2566). จาก:
<http://otop.dss.go.th/index.php/en/knowledge/interesting-articles/143-2017-07-31-03-26-10>
7. วุฒินันท์ คงทัด และคณะ. คู่มือองค์ความรู้ การเพิ่มมูลค่าและการใช้ประโยชน์เส้นใยผักตบชวาอย่างครบวงจรเพื่อการใช้ประโยชน์ทางด้านบรรจุภัณฑ์และการผลิตปุ๋ย. พิมพ์ครั้งที่ 1, isbn 9786162785078 . มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลผลิตทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร; 2562. 27.
8. จุฬามาส เรืองยศจันทนา. การสกัดเซลลูโลสและการทำกระดาษจากเปลือกข่อย. *สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยศิลปากร*. 2560;4(3): 50–59.
9. กาญจนา ลือพงษ์ และคณะ. *การผลิตกระดาษผักตบชวาเพื่องานบรรจุภัณฑ์*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. 2554.
10. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน กระดาษผักตบชวา มผช.390/2547. (ออนไลน์). (สืบค้นเมื่อ 10 เมษายน 2566). จาก:
https://www.nkw.ac.th/courseware/www.nectec.or.th/courseware/siamculture/otop-tis/tcps390_47.pdf
11. A. Hassan, S. Md Salleh, and N. Jafferri. The effects of sodium hydroxide content on mechanical and physical properties of rice straw paper. *ARPN J. Eng. Appl. Sci.*, 2016;11(12): 7475–7479.
12. จารุสิทธิ์ เครือจันทร์. การพัฒนาบรรจุภัณฑ์อาหารพื้นบ้านอีสาน. *วารสารศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*. 2557; 6(1): 174–198.
13. ณภัค แสงจันทร์ และคณะ. การพัฒนาบรรจุภัณฑ์จากเส้นใยพืชในท้องถิ่นเพื่อส่งเสริมวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยว ต.ห้วยแร่ อ.เมือง จ.ตราด. *วารสารวิชาการนวัตกรรมสื่อสารสังคม*. 2563; 2(16): 63–77.

