

SsSci^{2nd conference}2019

การประชุมสวนสุนันทาวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 2
“วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน”

The 2nd Suan Sunandha National and International Academic
Conference on Science and Technology (SsSci 2019)

“Science, Technology and Innovation
for Sustainable Development”

วันศุกร์ที่ 8 พฤศจิกายน 2562
8th November 2019

ณ โรงแรมเดอะรอยัลริเวอร์ กรุงเทพมหานคร
The Royal River Hotel, Bangkok, Thailand

ความเป็นมาของการประชุมสวนสุนันทาวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 2 “วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน”

หลักการและเหตุผล

มหาวิทยาลัยราชภัฏเน้นการผลิตบัณฑิตที่มีคุณภาพเป็นเลิศโดยกระบวนการจัดการเรียนการสอนเพื่อการพัฒนาชุมชนและท้องถิ่นให้มีความเข้มแข็ง และยั่งยืน ตามยุทธศาสตร์ใหม่มหาวิทยาลัยราชภัฏเพื่อการพัฒนาท้องถิ่นตามพระบรมราโชบายของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวรัชการที่ 10 และแผนยุทธศาสตร์ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560 – 2579) โดยมีการขับเคลื่อนงานวิจัย สร้างความรู้และนวัตกรรมให้มีคุณภาพและได้มาตรฐานสากล ให้บริการทางวิชาการ ถ่ายทอดเทคโนโลยี น้อมนำแนวพระราชดำริ สร้างเครือข่ายและความร่วมมือกับภาคประชาชน ชุมชน ท้องถิ่น และผู้ประกอบการในการจัดการศึกษาสู่การเปลี่ยนแปลง และการพัฒนาก้าวหน้า อย่างต่อเนื่องและยั่งยืน ทัดเทียมกับนานาชาติอารยประเทศ ประกอบกับประเทศไทยมีนโยบายการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม (Thailand 4.0) โดยมีแนวคิดหลักคือ เปลี่ยนจากการขับเคลื่อนประเทศด้วยภาคอุตสาหกรรมไปสู่การขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยี การพัฒนาวิชาการ ความคิดสร้างสรรค์ นวัตกรรม วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี การวิจัยและพัฒนาแล้วต่อยอดสู่เทคโนโลยีอุตสาหกรรมในหลายกลุ่มเป้าหมาย เช่น กลุ่มอาหาร เกษตร และเทคโนโลยีชีวภาพ กลุ่มสาธารณสุข สุขภาพ และเทคโนโลยีทางการแพทย์ กลุ่มดิจิทัล เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตที่เชื่อมต่อและบังคับอุปกรณ์ต่าง ๆ ปัญหาประติสฐ์และเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว รวมทั้งกลุ่มอุตสาหกรรมสร้างสรรค์ วัฒนธรรม และบริการที่มีมูลค่าสูง

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ตระหนักถึงความสำคัญของการศึกษาวิจัยและพัฒนา เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ การพัฒนาการเรียนการสอน และการวิจัยประยุกต์ บนพื้นฐานการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรของประเทศอย่างมีประสิทธิภาพ ได้ส่งเสริมและสนับสนุนการสร้างงานวิจัย และสร้างความร่วมมือทางวิชาการของนักศึกษา คณาจารย์ นักวิจัย และนักวิชาการจากสถาบันอุดมศึกษาในประเทศ และเครือข่ายมหาวิทยาลัยที่ทำข้อตกลงทางวิชาการ (MoU) ในต่างประเทศ รวมทั้งหน่วยงานเครือข่ายทั้งภาครัฐและเอกชน เพื่อให้ผลิตงานวิจัยที่มีคุณค่าต่อสังคม รวมทั้งส่งเสริมให้เกิดการเผยแพร่ผลงานวิจัยที่มีประโยชน์สู่สาธารณะ เพื่อก่อให้เกิดการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ด้านวิชาการ และการพัฒนา การต่อยอดสู่การใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์หรืออุตสาหกรรม นำไปสู่เป้าหมายเพื่อการพัฒนาได้อย่างยั่งยืน

จากความสำคัญดังกล่าว ทางคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงได้จัดทำโครงการประชุมสวนสุนันทาวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 2 “วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน” ขึ้น เพื่อเป็นเวทีในการแลกเปลี่ยนประสบการณ์และความรู้ของนักศึกษา คณาจารย์ นักวิจัย และนักวิชาการจากสถาบันอุดมศึกษา รวมทั้งหน่วยงานที่สนใจทั้งภาครัฐและเอกชนทั้งในและต่างประเทศ ในสาขาวิชาต่าง ๆ จำนวน 8 กลุ่มสาระ ได้แก่

- 1) คอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศ
- 2) คณิตศาสตร์ และสถิติ
- 3) ฟิสิกส์ และพลังงาน
- 4) เคมี และนิติวิทยาศาสตร์

- 5) ชีววิทยา เทคโนโลยีชีวภาพ และจุลชีววิทยา
- 6) วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
- 7) วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร และคหกรรมศาสตร์
- 8) วิทยาศาสตร์การกีฬา และสุขภาพ

วัตถุประสงค์ของการประชุมสนันทาวิชาการ

1. เพื่อเป็นเวทีในการเผยแพร่ผลงานวิจัยและผลงานสร้างสรรค์ในระดับชาติและนานาชาติ
2. เพื่อส่งเสริมให้นักศึกษา คณาจารย์ นักวิจัย และนักวิชาการจากสถาบันอุดมศึกษา รวมทั้งหน่วยงานที่สนใจทั้งภาครัฐและเอกชน ตระหนักถึงความสำคัญของงานวิจัยและการเผยแพร่ผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ
3. เพื่อตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัยและผลงานสร้างสรรค์ในระดับชาติและนานาชาติ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการประชุมสนันทาวิชาการ

1. เป็นเวทีในการเผยแพร่ผลงานวิจัยและผลงานสร้างสรรค์ในระดับชาติและนานาชาติ
2. ส่งเสริมให้นักศึกษา คณาจารย์ นักวิจัย และนักวิชาการจากสถาบันอุดมศึกษา รวมทั้งหน่วยงานที่สนใจทั้งภาครัฐและเอกชน ตระหนักถึงความสำคัญของงานวิจัยและการเผยแพร่ผลงานวิจัย ในการประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ
3. การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัยและผลงานสร้างสรรค์ในระดับชาติและนานาชาติ



Conference Background

The 2nd Suan Sunandha National and International Academic Conference on Science and Technology (SsSci2019) “Science, Technology and Innovation for Sustainable Development”



The 2nd Suan Sunandha National and International Academic Conference on Science and Technology, entitled "Science, Technology and Innovation for Sustainable Development" is the prestigious event organizes by Faculty of Science and Technology, SSRU, to provide an excellent platform for the national and international academicians, researchers, industrial participants and students to share their findings and establish collaborations with each other's and experts. The conference will be held in Bangkok, Thailand on 8th November 2019.

The key intention of this conference is to provide opportunity for the national and international participants to share their ideas and experiences. In addition this conference will help the delegates and participants to establish research or business relations and future collaborations in their career path nationally and internationally. We hope the outcome will lead the major impact on updating the knowledge and research base scopes of conference's eight major topics.

This Conference is sponsored and organized by Faculty of Science and Technology, Suan Sunandha Rajabhat University. The conference would offer a large number of invited lectures and presentations from distinguished speakers. The best paper awards will be given for the papers judged to make the most significant contribution to the conference.

This conference provides respectable platform and decent opportunity for participants to exchange knowledge, share experiences and develop connections with faculty members, researchers from academia, industry, government and students. The conference includes eight major research areas:

1. Computer Science and Information Technology
2. Mathematics and Statistics
3. Physics and Energy
4. Chemistry and Forensic Science
5. Biology, Biotechnology, and Microbiology
6. Environmental Science and Technology
7. Food Science and Technology, and Home Economics
8. Sports and Health Science

เจ้าภาพร่วม และผู้สนับสนุน Conference Co-hosts and Supporters

สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา
Office of the Higher Education Commission

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
National Research council of Thailand

Faculty of Science
University of Hradec Kralove (Czech Republic)

Okayama University (Japan)

Ho Chi Minh City Open University
(Vietnam)

Kazan Federal University
(Russian Federation)

Chia Nan University of Pharmacy and Science
(Taiwan)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
Chiang Mai Rajabhat University

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
Nakhon Si Thammarat Rajabhat University

มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
Lampang Rajabhat University

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
Rajabhat Mahasarakham University

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
Sakonnakhon Rajabhat University

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
Surindra Rajabhat University

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University



OKAYAMA
UNIVERSITY



Kazan Federal
UNIVERSITY



Faculty of Science and Technology
Chiang Mai Rajabhat University





SsSci^{2nd conference}2019

เจ้าภาพร่วม และผู้สนับสนุน Conference Co-hosts and Supporters

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
Thepsatri Rajabhat University



มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
Nakhonratchasima Rajabhat University



มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
Phetchaburi Rajabhat University



บริษัท อาไลติส เยน่า ฟารีอีสต์ (ประเทศไทย) จำกัด
Analytik Jena Far East (Thailand) Ltd.



บริษัท ฮิสโตเซนเตอร์ จำกัด
Histocenter Co.,Ltd (Thailand)
บริษัท สิทธิพรแอสโซซิเอต จำกัด
Sithiphorn Associates Co.,Ltd.



บริษัท วนาไซเอนซ์ จำกัด
Vana Science Co.,Ltd.



บริษัท ยูไนเต็ด แอนนาลิส แอนท์ เอนจิเนียริ่ง
คอนซัลแตนท์ จำกัด
United Analyst and Engineering Consultant Co., Ltd.



บริษัท เมอร์ค จำกัด
Merck Ltd.



บริษัท ซายน์ สเปค จำกัด
Scispec Co., Ltd.



บริษัท เพอร์กิน เอลเมอร์ จำกัด
PerkinElmer Co., Ltd.



คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาและกลั่นกรองบทความ Conference Committee



กลุ่มคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ

- 1 รองศาสตราจารย์ ดร.พยุ่ง มีสัจ
Assoc. Prof. Dr. Phayung Meesad
- 2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มณเฑียร รัตนศิริวงศ์วุฒิ
Asst. Prof. Dr. Montean Rattanasiriwongwut
- 3 รองศาสตราจารย์ ดร.พรฤดี เนติโสภาคกุล
Assoc. Prof. Dr. Ponrudee Netisopakul
- 4 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชฎิภัคค์ เขมวิมุตติวงศ์
Asst. Prof. Dr. Chutipuk Kemwimoottiwong
- 5 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รมชัย ชื่นธวัช
Asst. Prof. Dr. Ronnachai Chuentawat
- 6 อาจารย์ ดร.นพดล ผู้มีจรรยา
Dr. Noppadon Phumeechaya
- 7 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิจิตรา จอมศรี
Assist. Prof. Dr. Pijitra Jomsri

- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
King Mongkut's University of Technology North Bangkok
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
King Mongkut's University of Technology North Bangkok
- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
- มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
Chiang Mai Rajabhat University
- มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
Nakhon Ratchasima Rajabhat University
- มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University
- มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University

กลุ่มคณิตศาสตร์ สถิติ

- 1 รองศาสตราจารย์ ดร.ฉัฐไชย ลีนาวงศ์
Assoc. Prof. Dr. Chartchai Leenawong
- 2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิโรจน์ ดีก๊ะ
Asst. Prof. Dr. Wirot Tikjha
- 3 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุรพา สิงหา
Asst. Prof. Dr. Boorapa Singha
- 4 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บงกช นิมตระกูล
Asst. Prof. Dr. Bongkoch Nimtrakul
- 5 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณพัทธ์ โสภีพันธ์
Asst. Prof. Dr. Nop Sopipan

- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
- มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University
- มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
Chiang Mai Rajabhat University
- มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
Thepsatri Rajabhat University
- มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
Nakhon Ratchasima Rajabhat University

กลุ่มฟิสิกส์ พลังงาน

- 1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤปดี ศรีสังข์
Asst. Prof. Dr. Naruebodee Srisang
- 2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นวรรณ ทงมี
Asst. Prof. Dr. Navavan Thongmee
- 3 อาจารย์ ดร. ชเนษฎ์ วิชาศิลป์
Dr. Chanade Wichasilp
- 4 อาจารย์ ดร.ปกรณ์ ปรีชาบุรณะ
Dr. Pakorn Preechaburana
- 5 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัณฑ์พัฒน์ กิตติอัครวาลย์
Asst. Prof. Dr. Kanthapat Kitti-atchawan
- 6 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เขมรุตัย งามะพัฒน์
Asst. Prof. Dr. Kheamrutai Thamaphat
- 7 รองศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ สังวรนันท์
Assoc. Prof. Dr. Narong Sangwanatee
- 8 รองศาสตราจารย์ ดร.อมรา อธิพงษ์
Assoc. Prof. Dr. Ammara Ittipongse

- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
- มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University
- มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
Chiang Mai Rajabhat University
- มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
Thammasat University
- มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
Thepsatri Rajabhat University
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
King Mongkut's University of Technology Thonburi
- มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University
- มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University



กลุ่มเคมี นิติวิทยาศาสตร์

- | | |
|---|--|
| 1 ศาสตราจารย์ พลตำรวจตรีหญิง ดร.พัชรา สินลอยมา
Prof. Pol .Maj. Gen. Patchara Sinloyma | โรงเรียนนายร้อยตำรวจ
Royal Police Cadet Academy |
| 2 รองศาสตราจารย์ พันตำรวจเอก วรัชช์ วิชชุวณิชช์
Assoc. Prof. Pol. Col. Witchuvanit Witchuvanit | โรงเรียนนายร้อยตำรวจ
Royal Police Cadet Academy |
| 3 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิพรรณ จันทร์มณี
Asst. Prof. Dr. Rapiphun Janmanee | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University |
| 4 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาธิตา ทองพร้อม
Asst. Prof. Dr. Saithan Thongphrom | มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต
Phuket Rajabhat University |
| 5 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สราวุธ สมนาม
Asst. Prof. Dr. Sarawut Somnam | มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
Chiang Mai Rajabhat University |
| 6 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัลลิกา สุขสำราญ
Asst. Prof. Dr. Wallika Suksomran | มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
Thepsatri Rajabhat University |
| 7 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนากร เปลื้องกลาง
Asst. Prof. Dr. Thanakorn Pluangklang | มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
Nakhon Ratchasima Rajabhat University |
| 8 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วนิดา วอนสวัสดิ์
Asst. Prof. Dr. Wanida Wonsawat | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |
| 9 อาจารย์ ดร.พลอยทราย โอฮาม่า
Dr. Ploysai Ohama | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |

กลุ่มชีววิทยา เทคโนโลยีชีวภาพ จุลชีววิทยา

- | | |
|--|---|
| 1 รองศาสตราจารย์ ดร.มณีนี ตัญเจตมวงค์
Assoc. Prof. Dr. Kooranee Tuitemwong | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Kasetsart University |
| 2 รองศาสตราจารย์ ดร.อัชฌาณิน จงจิตวิมล
Assoc. Prof. Dr. Touchkanin Jongjitvimol | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University |
| 3 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตติริน ก้อนคง
Asst. Prof. Dr. Chisiri Konkong | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University |
| 4 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กชนิภา อุดมทวี
Asst. Prof. Dr. Kotchanipha Udomthawee | มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
Surindra Rajabhat University |
| 5 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษณ์ ปิ่นทอง
Asst. Prof. Dr. Krit Pinthong | มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
Surindra Rajabhat University |
| 6 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติศักดิ์ โชติเดชานรงค์
Asst. Prof. Dr. Kittisak Chotikadachanarong | มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
Chiang Mai Rajabhat University |
| 7 อาจารย์ ดร.ภกกุล สังข์สุริยะ
Dr.Pakkakul Sangsuriya | ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ
National Center for Genetic Engineering and Biotechnology |
| 8 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เทียมหทัย ชูพันธ์
Asst. Prof. Dr. Thiamhathai Choopan | มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
Nakhon Ratchasima Rajabhat University |
| 9 อาจารย์ ดร.ไตรวิทย์ รัตนโรจน์พงศ์
Dr.Triwit Rattanaojpong | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
King Mongkut's University of Technology Thonburi |
| 10 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อมรพันธ์ อัจจิมาพร
Asst. Prof. Dr. Amornpan Ajjimaporn | มหาวิทยาลัยมหิดล
Mahidol University |
| 11 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทนา กาญจน์กมล
Asst. Prof. Dr. Chantana Kankamol | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |
| 12 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะดา อาชายุทธการ
Asst. Prof. Dr. Piyada Achayuthakan | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |
| 13 อาจารย์ ดร.วัฒนา พันธุ์พีช
Dr.Wattana Panphut | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |
| 14 Dr. Mohammad Bagher Javadi Nobandegani | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |
| 15 Dr. Ha Thanh Dong | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |



กลุ่มวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและเทคโนโลยี

- | | | |
|----|--|---|
| 1 | รองศาสตราจารย์ ดร.สุเทพ ศิลพานันท์กุล
Assoc. Prof. Dr. Suthep Silapanuntakul | มหาวิทยาลัยมหิดล
Mahidol University |
| 2 | รองศาสตราจารย์ ดร.เบญจภรณ์ ประภักดิ์
Assoc. Prof. Dr. Benjaphorn Prapagdee | มหาวิทยาลัยมหิดล
Mahidol University |
| 3 | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ โฆษิตานนท์
Asst. Prof. Dr. Charnwit Kositanont | จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University |
| 4 | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสาวนีย์ วิจิตรโกสุม
Asst. Prof. Dr. Saowanee Wijitkosum | จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University |
| 5 | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธันวดี ศรีธาวีรัตน์
Asst. Prof. Dr. Thaunwadee Srithawirat | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University |
| 6 | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เขมณิจารีย์ สาริพันธ์
Asst. Prof. Dr. Khamanijaree Saripan | มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
Thepsatri Rajabhat University |
| 7 | รองศาสตราจารย์ ดร.ไพบุณย์ แจ่มพงษ์
Assoc. Prof. Dr. Paiboon Jeamponk | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |
| 8 | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อานัติ ต๊ะปิ่นตา
Asst. Prof. Dr. Anat Thapinta | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |
| 9 | รองศาสตราจารย์ ศิวพันธุ์ ชูอินทร์
Assoc. Prof. Sivapan Choo-In | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |
| 10 | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศนาวลัย อุทราสกุล
Asst. Prof. Dr. Tatsanawalai Utarasakul | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |

กลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร วิศวกรรมศาสตร์

- | | | |
|---|---|---|
| 1 | รองศาสตราจารย์ ดร.ชื่นจิตต์ บุญเกิด
Assoc. Prof. Dr. Chuenchit Boonchird | มหาวิทยาลัยมหิดล
Mahidol University |
| 2 | รองศาสตราจารย์ ดร.ทัศนีย์ ลิ้มสุวรรณ
Assoc. Prof. Dr. Tasanee Limsuwan | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Kasetsart University |
| 3 | รองศาสตราจารย์ ดร.คงศักดิ์ ศรีแก้ว
Assoc. Prof. Dr. Khongsak Srikaeo | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University |
| 4 | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรินทร์ ฉายศิริโชติ
Asst. Prof. Dr. Teerin Chysirichote | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang |
| 5 | อาจารย์ ดร.ธนิดา ชั่วเจริญ
Dr. Thanida Chuacharoen | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |

กลุ่มวิทยาศาสตร์การกีฬา วิทยาศาสตร์สุขภาพ

- | | | |
|---|---|---|
| 1 | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันิดา หลายวัฒนไพศาล
Asst. Prof. Dr. Wanida LAIWATTANAPAISAN | จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University |
| 2 | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมจินตนา ท้วทิพย์
Asst. Prof. Dr. Somjintana Toutip | มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
Mahasarakham University |
| 3 | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชยานิต ลือวานิช
Asst. Prof. Dr. Chayanit Luevanich | มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต
Phuket Rajabhat University |
| 4 | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อมรพันธ์ อัจจิมาพร
Asst. Prof. Dr. Amornpan Ajijmaporn | มหาวิทยาลัยมหิดล
Mahidol University |
| 5 | อาจารย์อัมพิกา นันทปัญญา
Ampika Nanbancha | มหาวิทยาลัยมหิดล
Mahidol University |

Editorial Board

- | | | |
|---|---|--|
| 1 | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อานัติ ต๊ะปิ่นตา
Asst. Prof. Dr. Anat Thapinta | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |
| 2 | Prof. Dr. Hongjoo Kim | Kyungpook National University, Korea |
| 3 | Prof. Dr.-Ing. Mitra Djamel | Institut Teknologi Bandung, Indonesia |
| 4 | Assoc. Prof. Dr. Nguyen Hieu Trung | Can Tho University, Vietnam |



- | | | |
|----|--------------------------------|--|
| 5 | Prof. Dr. Subhash C. Pandey | Journal of Environmental Research and Development (JERAD), India |
| 6 | Prof. Emeritus Manit Rappon | Lakehead University, Canada |
| 7 | Assoc. Prof. Dr. Thanh Son Dao | Vietnam National University, Vietnam |
| 8 | Dr. Soo Rin Kim | Kyungpook National University, Korea |
| 9 | Dr. Vinh Truong Hoang | Ho Chi Minh City Open University, Vietnam |
| 10 | Dr. Wong Tze Jin | Universiti Putra Malaysia Bintulu Campus, Malaysia |
| 11 | Dr. Stephen Raymond Morley | Leicester Royal Infirmary, England |

Editorial Managers

- | | | |
|----|---|--|
| 1 | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาณัติ ต๊ะปิ่นตา
Asst. Prof. Dr. Anat Thapinta | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |
| 2 | ดร.วัฒนา พันธุ์พีช
Dr. Wattana Panphut | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |
| 3 | ผศ.ดร.ทัศนาวลัย อุทารสกุล
Asst. Prof. Dr. Tatsanawalai Utarasakul | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |
| 4 | ผศ.ดร.พิจิตรา จอมศรี
Asst. Prof. Dr. Pijitra Jomsri | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |
| 5 | ดร.นิช วงศ์สงจำ
Dr. Nich Wongsongja | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |
| 6 | ดร.มนัสวี เดชกล้า
Dr. Manussawee Dechkla | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |
| 7 | ดร.ธนิดา ฉั่วเจริญ
Dr. Thanida Chuacharoen | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |
| 8 | ดร.คันสนีย์ แสนศิริพันธ์
Dr. Sansanee Sansiribhan | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |
| 9 | ดร.ชูเกียรติ ผุดพรมราช
Dr. Chookait Pudprommarat | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |
| 10 | ดร.พลอยทราย โอฮามา
Dr. Ploysai Ohama | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |
| 11 | ดร.สุริยัน สมพงษ์
Dr. Suriyan Sompong | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |

กำหนดการการประชุมสวนสุนันทาวิชาการฯ



08.00 - 09.00 น.	ลงทะเบียน ณ บริเวณด้านหน้าห้องประชุมกรุงธนบอลล์รูม ชั้น 3
09.00 - 09.15 น.	กล่าวรายงานการประชุม โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาณัติ ต๊ะปิ่นตา คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
09.15 - 09.30 น.	กล่าวเปิดการประชุม โดย รองศาสตราจารย์ ดร.ฤเดช เกิดวิชัย อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
09.30 - 10.00 น.	- พิธีมอบของที่ระลึกแก่เจ้าภาพร่วมและถ่ายภาพร่วมกัน - พิธีมอบรางวัลบทความวิจัยดีเด่น จำนวน 3 รางวัล โดย รองศาสตราจารย์ ดร.ฤเดช เกิดวิชัย อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
10.00 - 10.30 น.	บรรยายพิเศษ เรื่อง “Recent Technology Breakthroughs in the Control of Iron Deficiency Anemia” โดย Prof.Dr.Michael Bruce Zimmermann Zurich Swiss Federal Institute of Technology (ETH), Switzerland
10.30 - 11.00 น.	บรรยายพิเศษ เรื่อง “Universities Facing Severe Challenges of Fewer Children Trend and International Competition” โดย Prof.Dr.Chih-Hsiang Liao Vice President of Chia Nan University of Pharmacy and Science, Taiwan
11.00 - 11.15 น.	รับประทานอาหารว่าง ณ ด้านหน้าห้องประชุมภาณุรังษีบอลล์รูม ชั้น 1
11.00 - 12.15 น.	นำเสนอผลงานวิจัยแบบภาคโปสเตอร์ ณ ด้านหน้าห้องประชุมภาณุรังษีบอลล์รูม ชั้น 1
11.15 - 12.15 น.	นำเสนอผลงานวิจัยแบบภาคบรรยาย ณ ห้องประชุม ชั้น 1, 2 และ 3
ห้องภาณุรังษี เอ	ชั้น 1 กลุ่มสาขาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ (กลุ่มย่อยที่ 1)
ห้องภาณุรังษี ซี	ชั้น 1 กลุ่มสาขาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ (กลุ่มย่อยที่ 2)
ห้องบงกชรัตน์ เอ	ชั้น 2 กลุ่มสาขาฟิสิกส์และพลังงาน
ห้องบงกชรัตน์ บี	ชั้น 2 กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์การกีฬาและวิทยาศาสตร์สุขภาพ
ห้องบงกชรัตน์ ซี	ชั้น 2 กลุ่มสาขาเคมีและนิติวิทยาศาสตร์
ห้องบุษบงกช เอ	ชั้น 2 กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและเทคโนโลยี
ห้องบุษบงกช บี	ชั้น 2 กลุ่มสาขาชีววิทยา เทคโนโลยีชีวภาพ และจุลชีววิทยา
ห้องกรุงธนบอลล์รูม	ชั้น 3 กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารและคหกรรมศาสตร์
12.15 - 13.15 น.	รับประทานอาหารกลางวัน ณ ห้องอาหารริมน้ำ ชั้น 1

13.15 – 15.30 น.	นำเสนอผลงานวิจัยแบบภาคโปสเตอร์ ณ ด้านหน้าห้องประชุมภาณรังษีบอลล์รูม ชั้น 1 (ต่อ) พร้อมมอบวุฒิบัตรการนำเสนอผลงานวิจัยแบบภาคโปสเตอร์
13.15 – 14.45 น.	นำเสนอผลงานวิจัยแบบภาคบรรยาย ณ ห้องประชุมชั้น 1, 2 และ 3 (ต่อ)
ห้องภาณรังษี เอ	ชั้น 1 กลุ่มสาขาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ (กลุ่มย่อยที่ 1)
ห้องภาณรังษี ซี	ชั้น 1 กลุ่มสาขาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ (กลุ่มย่อยที่ 2)
ห้องบงกชรัตน์ เอ	ชั้น 2 กลุ่มสาขาฟิสิกส์และพลังงาน
ห้องบงกชรัตน์ บี	ชั้น 2 กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์การกีฬาและวิทยาศาสตร์สุขภาพ
ห้องบงกชรัตน์ ซี	ชั้น 2 กลุ่มสาขาคณิตศาสตร์และสถิติ
ห้องบุษบงกช เอ	ชั้น 2 กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและเทคโนโลยี
ห้องบุษบงกช บี	ชั้น 2 กลุ่มสาขาชีววิทยา เทคโนโลยีชีวภาพ และจุลชีววิทยา
ห้องกรุงธนบอลล์รูม	ชั้น 3 กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารและคหกรรมศาสตร์
14.45 – 15.00 น.	รับประทานอาหารว่าง ณ ด้านหน้าห้องประชุมกลุ่มย่อย ชั้น 1, 2 และ 3
15.00 – 17.00 น.	นำเสนอผลงานวิจัยแบบภาคบรรยาย ณ ห้องประชุม 1, 2 และ 3 (ต่อ) พร้อมมอบวุฒิบัตรการนำเสนอผลงานวิจัยแบบภาคบรรยาย ณ ห้องประชุมกลุ่มย่อย

Conference Schedule

08.00 - 09.00	Registration (Krungthon Ballroom, 3 rd floor front area)
09.00 - 09.15	Giving a briefing of the conference Asst. Prof. Dr. Anat Thapinta Dean of Faculty of Science and Technology
09.15 - 09.30	SsSCI 2019 Opening ceremony Associate Professor Dr. Luedech Girdwichai President of Suan Sunandha Rajabhat University
09.30 - 10.00	Presenting a token of appreciation to the distinguished co-hosts and taking a group photo Presenting three awards for outstanding Associate Professor Dr. Luedech Girdwichai President of Suan Sunandha Rajabhat University
10.00 - 10.30	Keynote Speech “Recent Technology Breakthroughs in the Control of Iron Deficiency Anemia” Professor Dr. Michael Bruce Zimmermann Zurich Swiss Federal Institute of Technology (ETH), Switzerland
10.30 - 11.00	Keynote Speech “Universities Facing Severe Challenges of Fewer Children Trend and International Competition” Professor Dr. Chih-Hsiang Liao Vice President of Chia Nan University of Pharmacy and Science, Taiwan
11.00 - 11.15	Refreshment Breaks at Phanurandsi Ballroom, 1st floor front area
11.00 - 12.15	Poster presentation session (Phanurangsai Ballroom, 1st floor front area)
11.15 - 12.15	Oral presentation session (meeting room 1st, 2nd and 3rd floor)
Phanurangsai Room A, 1 st floor	Computer Science and Information Technology (Group 1)
Phanurangsai Room C, 1 st floor	Computer Science and Information Technology (Group 2)
Bongkotrat Room A, 2 nd floor	Physics and Energy
Bongkotrat Room B, 2 nd floor	Sports and Health Science
Bongkotrat Room C, 2 nd floor	Chemistry and Forensic Science
Busabongkot Room A, 2 nd floor	Environmental Science & Technology

Busabongkot Room B, 2 nd floor	Biology, Biotechnology and Microbiology
Krungthon Ballroom, 3 rd floor	Food Science & Technology and Home Economics

12.15 – 13.15 Lunch at Rim Nam Terrace, 1st floor

13.15 – 15.30 **Poster presentation session (Phanurangsi Ballroom, 1st floor front area) (cont.)**
Presenting poster presentation certificates at the presentation area

13.15 – 14.45 **Oral presentation session (Meeting room 1st, 2nd and 3rd floor) (cont.)**

Phanurangsi Room A, 1 st floor	Computer Science and Information Technology (Group 1)
Phanurangsi Room C, 1 st floor	Computer Science and Information Technology (Group 2)
Bongkotrat Room A, 2 nd floor	Physics and Energy
Bongkotrat Room B, 2 nd floor	Sports and Health Science
Bongkotrat Room C, 2 nd floor	Chemistry and Forensic Science
Busabongkot Room A, 2 nd floor	Environmental Science & Technology
Busabongkot Room B, 2 nd floor	Biology, Biotechnology and Microbiology
Krungthon Ballroom, 3 rd floor	Food Science & Technology and Home Economics

14.45 – 15.00 **Refreshment Breaks at front area of each meeting room (1st, 2nd and 3rd floor)**

15.00 – 17.00 **Oral presentation session (Meeting room 1st, 2nd and 3rd floor) (cont.)**

Presenting oral presentation certificates at the presentation rooms

Oral Presentation

Conference Sessions: Computer Science and Information Technology (Group 1)

Phanurangsi Room A, 1st floor (ห้องภาณูรังษี เอ ชั้น 1)

		Chairperson	Co-Chairperson			
		Dr.Vinh Truong Hoang Vice-Dean, Faculty of Information Technology Ho Chi Minh City Open University ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรสิทธิ์ ชูชัยวัฒนา คณบดีวิทยาลัยครีเอทีฟดีไซน์แอนด์ เอ็นเตอร์ เทนเมนต์เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต	อาจารย์ ดร.กิตติคุณ มีทองจันทร์ หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา			
No.	Time	Paper Code/ Registration Code	Name	Institute	Topic	International/ National
1.	11.15-11.30	SSSCI2019_CS_4 SSSCI2019_O_121	Way Sokhom	Mahidol University	Development of Innovative Media for Communication Sangha in Phra Nakhon, Bangkok, Thailand	International
2.	11.30.-11.45	SSSCI2019_CS_8 SSSCI2019_O_56	กรรณิการ์ กมลรัตน์ Kannikar Kamolrat	Sakon Nakhon Rajabhat University	Application Development for Pon-Yang- Kham Fattened Cattle in Sakon Nakhon Province on Android Operating System	National
3.	11.45-12.00	SSSCI2019_CS_1 SSSCI2019_O_4	รุจิจันทร์ วิชวานิเวศน์ Rujijan Vichivanives	มหาวิทยาลัยราชภัฏ สวนสุนันทา	การพัฒนาต้นแบบสมาร์ตฟาร์มการปลูกดอกมะลิ ด้วยอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง	National
4.	12.00-12.15	SSSCI2019_CS_6 SSSCI2019_O_44	จีระศักดิ์ น้าประดิษฐ์ Jeerasak Numpradit	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ	การบำบัดทางเลือกสำหรับโรคกลัวความสูงโดยใช้ ระบบความจริงเสมือน	National
12.15-13.15		Buffet Lunch, Rim Nam Terrace, 1 st floor				
5.	13.15-13.30	SSSCI2019_CS_9 SSSCI2019_O_71	ลูกหนู อู่ทอง Looknu Authong	Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi	การนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตออฟติงค์มา ประยุกต์ใช้งาน	National
6.	13.30-13.45	SSSCI2019_CS_10 SSSCI2019_O_80	ชัชชนันท์ น้าวัน Chatchanun Namwon	มหาวิทยาลัยราชภัฏ พิบูลสงคราม	การวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมในการตั้งโรงงาน อุตสาหกรรมชีวมวลอัดแท่งในจังหวัดพิษณุโลก	National

No.	Time	Paper Code/ Registration Code	Name	Institute	Topic	International/ National
7.	13.45-14.00	SSSCI2019_CS_11 SSSCI2019_O_85	ศราวุธ พาจรทิต Sarawut Pajonetid	มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงใหม่	โมบายแอปพลิเคชันสำหรับรู้จำสมุนไพรรบน ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยใช้ไลบรารีของเทน เซอร์โฟร	National
8.	14.00-14.15	SSSCI2019_CS_12 SSSCI2019_O_91	ประภาภรณ์ นพภาลัย Praphaporn Nopparai	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ	การประยุกต์กระบวนการออกแบบประสบการณ์ ผู้ใช้ในการพัฒนาเว็บไซต์พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ สำหรับผู้ประกอบการที่ไม่เชี่ยวชาญเทคโนโลยี	National
9.	14.15-14.30	SSSCI2019_CS_13 SSSCI2019_O_93	ธนาวุฒิ ฐูปูชา Thanawut Thoopucha	มหาวิทยาลัยราชภัฏ พิบูลสงคราม	การป้องกันและตรวจจับการรั่วไหลของน้ำภายใน บ้านผ่านระบบควบคุมการไหลของน้ำด้วยอุปกรณ์ เคลื่อนที่	National
10	14.30-14.45	SSSCI2019_CS_14 SSSCI2019_O_95	ศุภชัย พรหมประเสริฐ Supachai Promprasoet	มหาวิทยาลัยราชภัฏ พิบูลสงคราม	ระบบควบคุมการเปิดปิดคอมพิวเตอร์ทางไกลผ่าน อุปกรณ์เคลื่อนที่	National
14.45-15.00				Refreshment Break		
11.	15.00-15.15	SSSCI2019_CS_15 SSSCI2019_O_99	อุบลศิลป์ โพธิ์พรม Ubonsilp Phoprom	มหาวิทยาลัยราชภัฏ สกลนคร	การพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อสนับสนุนงานบริการ ด้วยมาตรฐานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ	National
12.	15.15-15.30	SSSCI2019_CS_16 SSSCI2019_O_83	พิสิษฐ์ แม้นวงศ์เดือนPisit Manwongdeon	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ	การเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการคลังสินค้า กรณีศึกษาบริษัทผู้ผลิตและจำหน่ายชิ้นส่วน อะไหล่เครื่องจักรกลการเกษตร	National
13.	15.30-15.45	SSSCI2019_CS_17 SSSCI2019_O_117	มนีรัตน์ ภารนนท์ Maneerat Paranan	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราช มงคลตะวันออก วิทยาเขต จักรพงษ์ภูวนารถ	การพัฒนาเว็บปัญญาประดิษฐ์เพื่อการเทียบโอน หน่วยกิตส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต	National
14.	15.45-16.00	SSSCI2019_CS_18 SSSCI2019_O_120	อุบลศิลป์ โพธิ์พรม Ubonsilp Phoprom	มหาวิทยาลัยราชภัฏ สกลนคร	การพัฒนากระบวนการบริการตอบคำถามอัตโนมัติ โดยเทคโนโลยี โลว์ บอท (LINE BOT) ของ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏ สกลนคร	National
15.	16.00-16.15	SSSCI2019_CS_38 SSSCI2019_O_235	ปานจิต มุสิก	มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครศรีธรรมราช	การพัฒนากระบวนการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นใน โรงเรือนปลูกพืชจำลอง	National

SsSci^{2nd} conference 2019

Conference Sessions: Computer Science and Information Technology (Group 2)

Phanurangsi Room C, 1st floor (ห้องภาณูรังษี ซี ชั้น 1)

Chairperson			Co-Chairperson			
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมศักดิ์ ศรีสุวรรณ คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพ			อาจารย์ ดร.นพดล ผู้มีจรรยา สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม			
No.	Time	Paper Code/ Registration Code	Name	Institute	Topic	International/ National
1.	11.15-11.30	SSSCI2019_CS_24 SSSCI2019_O_152	พฤษนันท์ คำลาพิศ Pruksanan Kamlapit	มหาวิทยาลัยพะเยา	การวิเคราะห์และพยากรณ์ช่องทางการจำหน่าย สินค้าในธุรกิจอีคอมเมิร์ซ	National
2.	11.30.-11.45	SSSCI2019_CS_25 SSSCI2019_O_156	รัชดาพร คณาวงษ์ Ratchadaporn Kanawong,	มหาวิทยาลัยศิลปากร	Ginrai-Bot for Ordering and Recommending Healthy Food Online Application	National
3.	11.45-12.00	SSSCI2019_CS_26 SSSCI2019_O_158	สุทธิษา กันจู Suttisa Kunju	มหาวิทยาลัยพะเยา	การพัฒนาการส่งเสริมการขายเครื่องสำอางบน เฟสบุ๊ก กรณีศึกษาร้าน เอ็ม แอนด์ แพร์	National
4.	12.00-12.15	SSSCI2019_CS_28 SSSCI2019_O_162	Chaiyapan Charoensuk	มหาวิทยาลัย ราชภัฏพระนคร	แอปพลิเคชันช่วยแจ้งเตือน การรับประทานยา	National
12.15-13.15			Buffet Lunch, Rim Nam Terrace, 1 st floor			
5.	13.15-13.30	SSSCI2019_CS_29 SSSCI2019_O_163	สุมิตรา นวลมีศรี Sumitra Nuanmeesri	Suan Sunandha Rajabhat University	การพัฒนาเว็บไซต์และเว็บแอปพลิเคชันด้วยบูทส แตรป กรณีศึกษา นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยี สารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา	National
6.	13.30-13.45	SSSCI2019_CS_31 SSSCI2019_O_181	ทนาลักษณ์ ปรานีคุณากร Thanaluk Pranekunakol	Burapha University	การคัดกรองข้อมูลสำหรับระบบเซนเซอร์ไร้สาย ขนาดใหญ่โดย STackSTorm	National
7.	13.45-14.00	SSSCI2019_CS_32 SSSCI2019_O_202	กิตติพัฒน์ ปันพัก Kttipat Panfak	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ	การออกแบบ FTP เพื่อใช้ในการรับส่งไฟล์ระหว่าง Client และ Server	National

No.	Time	Paper Code/ Registration Code	Name	Institute	Topic	International/ National
8.	14.00-14.15	SSSCI2019_CS_35 SSSCI2019_O_214	ปรีตาวรรณ เกษเมธีการุณ Preedawon Kadmateekarun	Suan Sunandha Rajabhat University	การพัฒนาแอปพลิเคชันระบบจัดการรดน้ำ อัตโนมัติ	National
9.	14.15-14.30	SSSCI2019_CS_36 SSSCI2019_O_221	กาญจนา ขัฒิทะจักร์ Kanchana Kanthachak	มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงใหม่	การส่งเสริมการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการ เพาะเลี้ยงกุ้งโดยใช้เทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์	National
10	14.30-14.45	SSSCI2019_CS_21 SSSCI2019_O_130	จักรภัฏ เจนโรสง Jakapat Janethaisong	Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi	การจัดการความปลอดภัยของดีเอ็นเอ	National
14.45-15.00		Refreshment Break				
11.	15.00-15.15	SSSCI2019_CS_39 SSSCI2019_O_250	ประชุม พันออก	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี	พัฒนาระบบการจัดการห้องประชุมออนไลน์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราช ภัฏเพชรบุรี	National
12.	15.15-15.30	SSSCI2019_CS_23 SSSCI2019_O_150	บพิตร ไชยนอก Bopit Chainok	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม	ระบบตรวจวัดสภาพอากาศที่มีผลต่อคุณภาพน้ำใน บ่อเลี้ยงกุ้งขาว	National
13.	15.30-15.45	SSSCI2019_CS_20 SSSCI2019_O_123	วุฒิชัย นาคเพียทา Voottichai Nakpeata	Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi	การนำโครงข่ายเฉพาะกิจมาประยุกต์ใช้งาน	National
14.	15.45-16.00	SSSCI2019_CS_19 SSSCI2019_O_122	พัทธนันท์ นาคยศ Pattanan Nakyos	Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi	การนำโปรโตคอลมาใช้หาเส้นทางบนเครือข่ายไร้สาย	National
15.	16.00-16.15	SSSCI2019_CS_5 SSSCI2019_P_42	ชัชชฎา โพธิ์ลักษณ์ Chatchuda Potiluck	Mahidol University	ระบบสารสนเทศควบคุมการประมวลผลการศึกษา กรณีศึกษาวิทยาลัยการจัดการ มหาวิทยาลัยมหิดล	National
16.	16.15-16.30	SSSCI2019_CS_7 SSSCI2019_P_45	อุไรวรรณ รักภักวงศ์ Uraiwn Ruxpakawong	มหาวิทยาลัยราชภัฏ พิบูลสงคราม	การสร้างแบบทดสอบคำสั่งสืบค้นข้อมูล และตรวจ คำตอบ โดยอัตโนมัติ	National

SsSci^{2nd} conference 2019

Conference Sessions: Chemistry and Forensic Science

Bongkotrat Room C, 2nd floor (ห้องบงกชรัตน์ ซี ชั้น 2)

Chairperson				Co-Chairperson		
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พูนศิริ ทิพย์เนตร คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี				อาจารย์ ดร.พลอยทราย โอฮามา สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา		
No.	Time	Paper Code/ Registration Code	Name	Institute	Topic	International/ National
1.	11.15-11.30	SSSCI2019_CH_7 SSSCI2019_O_160	Pornpan Tana	Maha Sarakham Rajabhat University	The preparation of hybrid material of cobalt complex into mesoporous silica from the rice husk	International
2.	11.30-11.45	SSSCI2019_CH_11 SSSCI2019_O_182	Pasakorn Sangnikul	Maha Sarakham Rajabhat University	DFT investigation of toluene adsorption on silicon carbide nanosheet doping with transition metal for sensing application	International
3.	11.45-12.00	SSSCI2019_CH_19 SSSCI2019_O_604	Jitlada Chumee	Suan Sunandha Rajabhat University	The Effect of Viscosity-imparting Agent on Textural Properties of Toddy Palm Syrup	International
4.	12.00-12.15	SSSCI2019_CH_3 SSSCI2019_O_76	ดุสิตพร ศรีลักษณ์ Dusitporn Srilak	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	อิทธิพลของสารตัวเติมต่อสมบัติเชิงกลของฟิล์ม ยางธรรมชาติโปรตีนตำผสมลิกนิน	National
12.15-13.15		Buffet Lunch, Rim Nam Terrace, 1 st floor				
5.	13.15-13.30	SSSCI2019_CH_6 SSSCI2019_O_140	ชุตินา ศิลาณีเวช Chutima Silamaneewet	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	ผลของการปรับสภาพขานอ้อยด้วยต่างที่มีต่อการ เพิ่มผลผลิตน้ำตาลและองค์ประกอบทางเคมี	National
6.	13.30-13.45	SSSCI2019_CH_21 SSSCI2019_O_246	วัชรารporn ปรภาสะโนบล Vacharaporn Prapasanol	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี	การศึกษาสารพิษจากเคมี ปริมาณฟีนอลิกและฤทธิ์ ต้านอนุมูลอิสระของจาวตาล	National

No.	Time	Paper Code/ Registration Code	Name	Institute	Topic	International/ National
7.	13.45-14.00	SSSCI2019_CH_22 SSSCI2019_O_243	ปัทมาพร ยอดสันติ Pattamaporn Yodsanti	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี	การประเมินศักยภาพการเก็บกักคาร์บอนของต้น ตาลในจังหวัดเพชรบุรี	National
8.	14.00-14.15	SSSCI2019_CH_20 SSSCI2019_P_147	Wilasinee Sathitdetkunchorn	Rajabhat Nakhonratchasima University	การวิเคราะห์ตะกั่ว เหล็ก และแคดเมียม ในน้ำ บาดาล โดยเทคนิคอะตอมมิก แอ็บซอร์พ ชันสเปกโทรโฟโตเมทรี	National
9	14.15-14.30	SSSCI2019_CH_14 SSSCI2019_P_199	เอกชัย อัครชะ Ekkachai Achcha	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์	การเคลือบสลายน้ำมือแฝงด้วยรีติวซ์แกรฟีน ออกไซด์บนกระจกเอฟทีโอโดยใช้การเคลือบ ไฟฟ้า	National
14.45-15.00		Refreshment Break				

SsSci^{2nd} conference 2019

Conference Sessions: Mathematics and Statistics
Bongkotrat Room C, 2nd floor (ห้องบงกชรัตน์ ซี ชั้น 2)

Chairperson			Co-Chairperson			
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประยัตต์ แสงงาม ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร			อาจารย์ ดร.ชูเกียรติ ผุดพรมราช หัวหน้าสาขาวิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา			
No.	Time	Paper Code/ Registration Code	Name	Institute	Topic	International/ National
10.	14.30-14.45	SSSCI2019_MA_1 SSSCI2019_O_12	สิริพร หล้าปวงคำ Siriporn Lapouangkham	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	เงื่อนไขบางประการของฟังก์ชันการบวก	National
14.45-15.00		Refreshment Break				
11.	15.00-15.15	SSSCI2019_MA_2 SSSCI2019_O_17	เจษฎา สุจริตธุระการ Jedsada Sutjaritthurakan	มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต	ผลของการรณรงค์การสวมหน้ากากอนามัยที่มีผล ต่อตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์การแพร่ระบาดของโรค หัด	National
12.	15.15-15.30	SSSCI2019_MA_3 SSSCI2019_O_77	ปณิธิ วิจิตรไกรวิน Paniti Vichitkraivin	มหาวิทยาลัยมหิดล	The Resistance Factors Affecting the Adoption of Healthcare Robots Technology in Thailand Government Hospital	National
13.	15.30-15.45	SSSCI2019_MA_5 SSSCI2019_O_86	สิทธิกร นาคขาว Sitthikorn Nakkao	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	เอกลักษณ์เชิงฟังก์ชันของอนุพันธ์	National
14.	15.45-16.00	SSSCI2019_MA_6 SSSCI2019_O_107	เยาวลักษณ์ ศรีเมือง Yaowaluk Srimuang	Faculty of Science, Ramkhamhang University	General Solution of the n -D Pompeiu Functional Equation	National
15.	16.00-16.15	SSSCI2019_MA_7 SSSCI2019_O_153	ธัญญลักษณ์ เทพสุวรรณ์ Tunyaluk Thepsuwan	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	กิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับอัตราส่วนทองบน ร่างกายมนุษย์	National

No.	Time	Paper Code/ Registration Code	Name	Institute	Topic	International/ National
16.	16.15-16.30	SSSCI2019_MA_8 SSSCI2019_O_171	ศศิวิมล คณทา Sasiwimon Raokhetkit Khontha	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	การศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ในการ ลดขั้นตอนของการเคลือบแข็งในกระบวนการผลิต เลนส์	National
17.	16.30-16.45	SSSCI2019_MA_9 SSSCI2019_O_173	Rukchart Prasertpong รักชาติ ประเสริฐพงษ์	Nakhon Sawan Rajabhat University	ไอทีลภายในรัฟและควอซี-ไอทีลรัฟในปริภูมิการ ประมาณของกึ่งกลุ่มภายใต้ความสัมพันธ์พรีออ เดอร์และคอมแพทิเบิล	National
18.	16.45-17.00	SSSCI2019_MA_10 SSSCI2019_O_176	ธัญวรัตน์ ชัชรัตน์ Thanwarat Chatcharata	มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครสวรรค์	ไป-ไอทีลรัฟและไป-ไอทีลเฉพาะรัฟในปริภูมิการ ประมาณของกึ่งกลุ่มภายใต้ความสัมพันธ์พรีออ เดอร์และคอมแพทิเบิล	National

SsSci^{2nd} conference 2019

Conference Sessions: Physics and Energy
Bongkotrat Room A, 2nd floor (ห้องบงกชรัตน์ เอ ชั้น 2)

Chairperson				Co-Chairperson		
รองศาสตราจารย์ ดร.ปานจิต มุสิก คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช				รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย เทพา คณะพลังงาน สิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี		
No.	Time	Paper Code/ Registration Code	Name	Institute	Topic	International/ National
1.	11.15-11.30	SSSCI2019_PH_25 SSSCI2019_O_164	Nattapon Chantarapanich	Kasetsart Univeristy	Design and Analysis of Plastic Medical Tray for Implant Packaging	International
2.	11.30.-11.45	SSSCI2019_PH_27 SSSCI2019_O_192	Natthaphong Kamma	Khon Kaen University	A Polymeric Coating on Prelithiated Silicon-Based Nanoparticles for High Capacity Anodes used in Li-ion Batteries	International
3.	11.45-12.00	SSSCI2019_PH_1 SSSCI2019_O_6	Pinyapach Tiamduangtawan	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	การพัฒนาวัสดุกำบังอนุภาคนิวตรอนที่สามารถซ่อมแซมตัวเองจากวัสดุเชิงประกอบ พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (PVA) และซาแมเรียมออกไซด์ (Sm ₂ O ₃)	National
4.	12.00-12.15	SSSCI2019_PH_2 SSSCI2019_O_7	กุลลิตา โกละนันท์ Kullita Kolanan	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	การตรวจวิเคราะห์โลหะอะมัลกัมด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด	National
12.15-13.15				Buffet Lunch, Rim Nam Terrace, 1 st floor		
5.	13.15-13.30	SSSCI2019_PH_4 SSSCI2019_O_16	Wichan Lertlop	มหาวิทยาลัยราชภัฏ สวนสุนันทา	การกำหนดปัญหาให้นักศึกษาค้นคว้าเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาฟิสิกส์ประยุกต์ปีการศึกษา 2562	National

No.	Time	Paper Code/ Registration Code	Name	Institute	Topic	International/ National
6.	13.30-13.45	SSSCI2019_PH_7 SSSCI2019_O_37	อัศวิน ยอดรักษ์ Assawin Yodruk	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระ จอมเกล้าพระนครเหนือ	การพัฒนาเครื่องทดสอบความล้าแบบหมุนดัด Development of A Rotary-Bending Fatigue Tester	National
7.	13.45-14.00	SSSCI2019_PH_9 SSSCI2019_O_46	อภิฤดี ตันทเวชกิจ Apirudee Tentawechakit	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน กรณีศึกษา: โรงพยาบาลของรัฐขนาดใหญ่	National
8.	14.00-14.15	SSSCI2019_PH_10 SSSCI2019_O_47	พิศาล ปานสุข Pisan Pansook	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ของ การผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลมแบบ แนวตั้ง โดยใช้ ลมทั้งจากระบบกักจัดฟุนในโรงงานผลิตปูนกาว ซีเมนต์	National
9.	14.15-14.30	sssci2019_PH_23 sssci2019_O_157	รัชนิกร ปันล่า atchaneekorn Punla	Maejo University	การพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์เพอรอฟสไกต์โดยใช้ คอปเปอร์ออกไซด์เป็นวัสดุนำโฮลแบบชั้นคู่	National
10	14.30-14.45	SSSCI2019_PH_29 SSSCI2019_O_136	Pich Khoem รวิภัทร ลาภเจริญสุข Ravipat Lapcharoensuk	สถาบันเทคโนโลยีพระจอม เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	การวิเคราะห์ความแม่นยำของเครื่องเนียร์ อินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์สำหรับการตรวจสอบ คุณภาพน้ำเค็ม	National
14.45-15.00		Refreshment Break				
11.	15.00-15.15	SSSCI2019_PH_30 SSSCI2019_O_155	มครินทร์ กาญจนสุด Makkaryn Kanchanasoot	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	การออกแบบและประยุกต์ใช้เซลล์ไฟฟ้าชีวภาพ จากพืช เพื่ออุปกรณ์ไฟฟ้าแรงดันต่ำ	National
12.	15.15-15.30	SSSCI2019_PH_31 SSSCI2019_O_224	อรอนงค์ เสนาะจิต Ornanong Sanorchit	มหาวิทยาลัยราชภัฏ เทพสตรี	การหาสัมประสิทธิ์การลดทอนรังสีแกมมาของ แผ่นเส้นใยชานอ้อยกับ BaSO ₄ โดยมีน้ำยางพารา เป็นตัวประสาน	National
13.	15.30-15.45	SSSCI2019_PH_32 SSSCI2019_O_237	Petcharat Jaiboon	Sakon Nakhon Rajabhat University	Effect of drying temperature on quality of RD6 variety brown parboiled glutinous rice	National
14.	15.45-16.00	SSSCI2019_PH_33 SSSCI2019_O_249	ชนษฎ์ วิชาศิลป์	มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงใหม่	การเปรียบเทียบศักยภาพเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่ใช้น้ำ หมักชีวภาพจากผลไม้	National
15.	16.00-16.15	SSSCI2019_PH_5 SSSCI2019_O_21	บัณฑิต จิตต์สุภาพ Bantorn Chitsupap	มหาวิทยาลัยบูรพา	การควบคุมเครื่องปรับอากาศแบบท่อนำสารทำ ความเย็นร่วมเพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้า	National

SsSci^{2nd} conference 2019

Conference Sessions: Biology, Biotechnology and Microbiology

Busabongkot Room B, 2nd floor (ห้องบุษบกข บี ชั้น 2)

Chairperson				Co-Chairperson		
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวย อุ๋นใจ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล				อาจารย์ ดร.มณฑารพ สุธาธรรม หัวหน้าสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา		
No.	Time	Paper Code/ Registration Code	Name	Institute	Topic	International/ National
1.	11.15-11.30	SSSCI2019_BT_1 SSSCI2019_O_19	ฤทัยรัตน์ สิริวัฒนรัชต์ Ruthairat Siri Wattanarat	มหาวิทยาลัยราชภัฏ สวนสุนันทา	ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ปลาน้ำจืดใน คลองแสนแสบพื้นที่กรุงเทพมหานคร	National
2.	11.30.-11.45	SSSCI2019_BT_2 SSSCI2019_O_28	Pornsiri Bumrunghtham พรศิริ บำรุงธรรม	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	การโคลน การแสดงออก และการศึกษาลักษณะ ของรีคอมบิแนนท์แมนนาเนส	National
3.	11.45-12.00	SSSCI2019_BT_9 SSSCI2019_O_89	รพีพรรณ กองตูม Rapeepan Kongtoom	มหาวิทยาลัยราชภัฏ หมู่บ้านจอมบึง	การศึกษาสมบัติบางประการของพันธุ์พริก พื้นเมือง(พริกกะเหรี่ยง) ที่ปลูกในพื้นที่ภาค ตะวันตกของประเทศไทย	National
4.	12.00-12.15	SSSCI2019_BT_11 SSSCI2019_O_103	Krit Phinetsathian ฤกษ์ณ พิเนตรเสถียร	มหาวิทยาลัยราชภัฏ สกลนคร	ความหลากหลายทางชีวภาพของพืชให้สีย้อม จังหวัดสกลนคร	National
12.15-13.15				Buffet Lunch, Rim Nam Terrace, 1 st floor		
5.	13.15-13.30	SSSCI2019_BT_12 SSSCI2019_O_108	Araya Pranpravit อารยา ปรานประวิตร	Suratthani Rajabhat University	ความสามารถในการต้านโรคเบาหวานผ่านการ ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์จากผักพื้นบ้าน ท้องถิ่นในเขตพื้นที่ หมู่ 9 ตำบลขุนทะเล อำเภอ เมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี	National
6.	13.30-13.45	SSSCI2019_BT_20 SSSCI2019_O_141	Asro Hajiabdullah อัซรอ หะยีอับดุลเลาะ	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	การผลิตกรดซีกินิกจากกากน้ำตาลด้วยเชื้อ Actinobacillus succinogenes	National

No.	Time	Paper Code/ Registration Code	Name	Institute	Topic	International/ National
7.	13.45-14.00	SSSCI2019_BT_21 SSSCI2019_O_144	รัชนิกร สวามิ Ruchnekor Swami	มหาวิทยาลัยบูรพา	การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของไฟโคไซยานินจากสาหร่าย <i>Arthrospira platensis</i> และสาหร่าย <i>Synechocystis</i> sp. PCC6803	National
8.	14.00-14.15	SSSCI2019_BT_28 SSSCI2019_O_220	กัลทิมา พิชัย Kaltima Pichai	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่	การเก็บรักษาเชื้อยีสต์จากน้ำหมักเปลือกสับปะรด โดยวิธีการทำแห้งแบบเยือกแข็ง	National
9.	14.15-14.30	SSSCI2019_BT_29 SSSCI2019_O_222	กัญญ์วรา วงศ์แพทย์ Kanwara Wongpaet	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่	พฤติกรรมของนกเป็ดแดง (<i>Dendrocygna javanica</i>) บริเวณอ่างเก็บน้ำ ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ศูนย์แมริม	National
10	14.30-14.45	SSSCI2019_BT_31 SSSCI2019_O_225	Peangjai Jianwichayakul เพียงใจ เจียรวิญญกุล	มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี	ความหลากหลายทางชีวภาพของไส้เดือนดินในจังหวัดลพบุรีที่มีศักยภาพในการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนจากผักตบชวา	National
14.45-15.00		Refreshment Break				
11.	15.00-15.15	SSSCI2019_BT_33 SSSCI2019_O_229	รุ่งนภา ทากัน Rungnapa Tagun	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่	ผลกระทบของมลพิษในระบบนิเวศนาข้าวต่อสิ่งมีชีวิตในอำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่	National
12.	15.15-15.30	SSSCI2019_EN_15 SSSCI2019_O_106	กิตติมา เกตุสอาด Kittima Ketsa-ad	มหาวิทยาลัยมหิดล	การคัดแยกแบคทีเรียต้านทานแคดเมียมที่สร้างสารลดแรงตึงผิวชีวภาพและสภาวะที่เหมาะสมในการสร้างสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ	National
13.	15.30-15.45	SSSCI2019_BT_38 SSSCI2019_O_245	ไกรฤกษ์ ทวีเชื้อ Kraierk Taweechue	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี	การศึกษาเพื่อทราบลำดับนิวคลีโอไทด์และความผันแปรของยีนมัยโอสแตตินในแพะ (<i>Capra hircus</i>) ที่เลี้ยงในจังหวัดเพชรบุรี	National
14.	15.45-16.00	SSSCI2019_BT_39 SSSCI2019_O_247	พรอริยา ฉิรินัง Pornariya Chirinang	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี	คุณสมบัติเป็นโพรไบโอติกของ <i>Lactobacillus plantarum</i> 3C2-10 ที่ผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพจากเปลือกส้ม	National
15.	16.00-16.15	SSSCI2019_BT_32 SSSCI2019_P_228	วัชร ชาญเมืองใจ Watcharee Hanmoungjai	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่	ผลการเจริญของเส้นใยเห็ดจิ้งจกบนอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรดัดแปลงชนิดต่าง ๆ	National

SsSci^{2nd} conference 2019

Conference Sessions: Environmental Science & Technology

Busabongkot Room A, 2nd floor (ห้องบุษบก เอ ชั้น 2)

Chairperson	Co-Chairperson
-------------	----------------

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรศักดิ์ นุ่มมีศรี

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศนาวลัย อุทาสกุล

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

No.	Time	Paper Code/ Registration Code	Name	Institute	Topic	International/ National
1.	11.15-11.30	SSSCI2019_EN_1 SSSCI2019_O_22	พรทิพย์ วิมลทรง Pornthip Wimonson	มหาวิทยาลัยราชภัฏ สุราษฎร์ธานี	การวิเคราะห์แผนเผชิญเหตุอุทกภัยระดับจังหวัด ของประเทศไทย	National
2.	11.30.-11.45	SSSCI2019_EN_2 SSSCI2019_O_34	ชำนาญพงษ์ เฉลิมเผ่า Chamnanpong Chalernpow	มหาวิทยาลัยมหิดล	การผลิตก๊าซไฮเทนชีวภาพจากของเสียทาง การเกษตรและอุตสาหกรรม	National
3.	11.45-12.00	SSSCI2019_EN_3 SSSCI2019_O_43	ภัทรธรา ฐานวิเศษ Phatlapha Thanwised	Sakon Nakhon Rajabhat University	แนวทางการจัดการขยะภายในมหาวิทยาลัย ราชภัฏสกลนคร	National
4.	12.00-12.15	SSSCI2019_EN_4 SSSCI2019_O_48	สุวิมล คุปติวุฒิ Suwimon Kooptiwoot	Suan Sunandha Rajabhat University	Mining waste separation behavior related factor	National
12.15-13.15		Buffet Lunch, Rim Nam Terrace, 1 st floor				
5.	13.15-13.30	SSSCI2019_EN_5 SSSCI2019_O_50	ทศพร นิละไพจิตร Todsaporn Neelapaijit	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี	การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากกิจกรรมของ ตลาดชุมชน	National
6.	13.30-13.45	SSSCI2019_EN_6 SSSCI2019_O_53	สุวิมล คุปติวุฒิ Suwimon Kooptiwoot	Suan Sunandha Rajabhat University	Development of a garbage bin selection expert system for waste separation	National
7.	13.45-14.00	SSSCI2019_EN_13 SSSCI2019_O_105	วิเวียน จุลมนต์ Vivian Chullamon	Thammasat University	การวิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ด้วย GIS เพื่อเลือกที่ตั้งโรงงานแปรรูปขยะมูลฝอยเป็น พลังงานในจังหวัดปทุมธานี	National
8.	14.00-14.15	SSSCI2019_EN_18 SSSCI2019_O_116	อัปษิราณ พงษ์เจตปุก Aphiranan Phongjetpuk	Mahidol University	การประเมินปริมาณการใช้น้ำ และผลกระทบ ด้านความขาดแคลนน้ำในการผลิตกระแสไฟฟ้า	National

No.	Time	Paper Code/ Registration Code	Name	Institute	Topic	International/ National
9.	14.15-14.30	SSSCI2019_EN_22 SSSCI2019_O_145	ไพบุลย์ แจ่มพงษ์ Paiboon Jeamponk	มหาวิทยาลัยราชภัฏ สวนสุนันทา	ผลกระทบจากปัญหาภาวะหมอกควันต่อปัญหา สุขภาพอนามัยของประชาชนที่มาเข้ารับบริการ ที่โรงพยาบาลเชียงแสน จังหวัดเชียงราย	National
10	14.30-14.45	SSSCI2019_EN_23 SSSCI2019_O_148	วลัยพร ฟ่อนพันธ์ Walaiporn Phonphan	มหาวิทยาลัยราชภัฏ สวนสุนันทา	การติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลน จังหวัดสมุทรสงครามด้วยเทคโนโลยีการสำรวจ ระยะไกล	National
14.45-15.00		Refreshment Break				
11.	15.00-15.15	SSSCI2019_EN_26 SSSCI2019_O_166	นิช วงศ์สงจำ Nich Wongsongja	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา	การศึกษาการมีส่วนร่วมของชุมชนด้านสังคม และสิ่งแวดล้อมบริเวณรอบโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ เขื่อนศรีนครินทร์ จังหวัดกาญจนบุรี Promotion of Community Participation for Saline Soil Remediation by Alternative Technology of Bio-Organic Fertilizers and Nano Material at Krabueang Yai, Phimai District, Nakhon Ratchasima Province	National
12.	15.15-15.30	SSSCI2019_EN_29 SSSCI2019_O_184	วรารณ โกศลวิตร Waraporn Kosanlavit	มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครราชสีมา	การเลือกเทคโนโลยีเตาเผาที่เหมาะสมสำหรับ การแปรรูปมูลฝอยเป็นพลังงาน กรณีศึกษา จังหวัดปทุมธานี	National
13.	15.30-15.45	SSSCI2019_EN_30 SSSCI2019_O_186	นฤพร เวชกุลชัย Naruporn Wetchayagulchai	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	ความหลากหลายชนิด ความชุกชุมและความคล้ายคลึง ของนก ในถิ่นที่อยู่อาศัยของนก บริเวณชายฝั่ง ทะเล เพื่อการอนุรักษ์และการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม	National
14.	15.45-16.00	SSSCI2019_EN_33 SSSCI2019_O_203	นิตินาถ เจริญโกคราช Nitinarth Charoenpokarj	Suan Sunandha Rajabhat University	การประเมินศักยภาพการเก็บกักคาร์บอนของต้น ตาลในจังหวัดเพชรบุรี	National
15.	16.00-16.15	SSSCI2019_EN_35 SSSCI2019_O_243	ปัทมาพร ยอดสันติ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี	การศึกษาคุณภาพน้ำจากตุน้ำดื่มหยอดเหรียญ บริเวณรอบ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์ รังสิต	National
16.	16.15-16.30	SSSCI2019_EN_17 SSSCI2019_O_115	วนิดา ชูอักษร Wanida Chooaksorn	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต		National

SsSci^{2nd} conference 2019

Conference Sessions: Food Science & Technology and Home Economics

Krungthon Ballroom, 3rd floor (ห้องกรุงธนบอลรูม ชั้น 3)

Chairperson				Co-Chairperson		
รองศาสตราจารย์ ดร.รัชคณิต จงจิตวิมล คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม				อาจารย์ ดร.ธนิดา ฉั่วเจริญ หัวหน้าสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา		
No.	Time	Paper Code/ Registration Code	Name	Institute	Topic	International/ National
1.	11.15-11.30	SSSCI2019_FT_19 SSSCI2019_O_114	Supatchalee Sirichokworakrit	Suan Sunandha Rajabhat University	The effect of extraction methods on phenolic, anthocyanin, and antioxidant activities of Riceberry bran	International
2.	11.30-11.45	SSSCI2019_FT_1 SSSCI2019_O_8	ฐานวีร์ ลอยแก้ว Thanawee Loikaeo	มหาวิทยาลัยรังสิต	ศึกษาสมบัติทางกายภาพ เคมี และ โภชนาการของ แป้งแกล่นตะวัน เพื่อนำมาแทนที่แป้งสาลีบางส่วนใน ผลิตภัณฑ์ขนมอบ	National
3.	11.45-12.00	SSSCI2019_FT_3 SSSCI2019_O_29	กัญญาพัชร เพชรภรณ์ Kanyapat Petcharaporn	มหาวิทยาลัยราชภัฏ สวนสุนันทา	นวัตกรรมการผลิตกระเทียมเจียวไร้มันพร้อมรับประทาน ด้วยเทคโนโลยีการทอดด้วยหม้อไร้มัน (Air Fryer)	National
4.	12.00-12.15	SSSCI2019_FT_5 SSSCI2019_O_38	จุฑามาศ มุลวงศ์ Jutamas Moolwong	มหาวิทยาลัยราชภัฏ สวนสุนันทา	การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมการผลิตน้ำพริกลงเรือดำรับวังสวนสุนันทา กึ่งสำเร็จรูปด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง	National
12.15-13.15				Buffet Lunch, Rim Nam Terrace, 1 st floor		
5.	13.15-13.30	SSSCI2019_FT_18 SSSCI2019_O_104	ชูสิทธิ์ หงษ์กุลทรัพย์ Choosit Hongkulsap	มหาวิทยาลัย ราชภัฏสวนสุนันทา	ผลของการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งต่อความคงตัวของสารสกัดจาก ดอกกระเจียว	National
6.	13.30-13.45	SSSCI2019_FT_20 SSSCI2019_O_146	ณัฐพล ประเทงจิตต์ Nattapol Prathengjit	มหาวิทยาลัย ราชภัฏสวนสุนันทา	การพัฒนาคุกกี้โดยการใช้แป้งมันเทศสีม่วงและแป้งข้าวทนต์แทนแป้งสาลี	National

The 2nd Suan Sunandha National and International Academic Conference on Science and Technology

No.	Time	Paper Code/ Registration Code	Name	Institute	Topic	International/ National
7.	13.45-14.00	SSSCI2019_FT_21 SSSCI2019_O_172	วรกร วิวัชรกรกุล Worakorn Wiwatcharakornkul	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	ลายพิมพ์เอชพีทีแอลซี ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ของ ดอกไม้ 5 ชนิดในพิกัดเกษตร	National
8.	14.00-14.15	SSSCI2019_FT_22 SSSCI2019_O_174	ธีรยุทธ์ พูนจันทร์นา Teerayut Poonjunna	มหาวิทยาลัย ราชภัฏนครศรีธรรมราช	การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนยประ Development of Pra Butter Products	National
9.	14.15-14.30	SSSCI2019_FT_18 SSSCI2019_O_104	วารารณ์ สงศรีอินท Waraporn Songsriin	มหาวิทยาลัย ราชภัฏนครศรีธรรมราช	การใช้ผงลูกประทดแทนผงอัลมอนต์ในมาการอง	National
10	14.30-14.45	SSSCI2019_FT_14 SSSCI2019_O_88	ครองศักดิ์ ภัคธนกนก Kongsakda Phakthanakanok	มหาวิทยาลัย ราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง	ผลของการอบแห้งต่อลักษณะบางประการของ เอนไซม์โปรตีนเอสจากเหง้าสับปะรด	National
14.45-15.00		Refreshment Break				
11.	15.00-15.15	SSSCI2019_FT_26 SSSCI2019_O_191	วันดี แก้วสุวรรณ Wandee Kaewsuwan	Nakhon Sri Thammarat Rajabhat Univerisity	กรรมวิธีการผสมต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของ กล้วยอบชุบแป้งทอด	National
12.	15.15-15.30	SSSCI2019_FT_27 SSSCI2019_O_207	อรุณชัย ตั้งเจริญบำรุงสุข Arunchai Tangcharoenbumrungsuk	มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์	การศึกษาเพื่อดูความเป็นไปได้ในการใช้ อินพราเรตสเปกโทรสโกปีและคีโมเมตริกส์เป็น สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ในการระบุแหล่งต้นทาง ของข้าวหอมมะลิ	National
13.	15.30-15.45	SSSCI2019_FT_30 SSSCI2019_O_242	สุนธรา สุนธธธรา	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี	การใช้มอลทิทอลทดแทนน้ำตาลทรายในขนมตาล	National
14.	15.45-16.00	SSSCI2019_FT_32 SSSCI2019_O_248	ธนิดา ขาญชัย	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี	อาหารท้องถิ่นเมืองเพชร	National
15.	16.00-16.15	SSSCI2019_FT_12 SSSCI2019_P_73	นันทยาภรณ์ เมืองแดง Nanyaporn Mueangdang	มหาวิทยาลัยราชภัฏ พิบูลสงคราม	การทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยผงลูกจันใน ลอดช่องสิงคโปร์	National
16.	16.15-16.30	SSSCI2019_FT_31 SSSCI2019_O_244	สุนธรา สุนธธธรา	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี	การพัฒนาวาฟเฟิลเพื่อสุขภาพจากข้าวโพดออก	National
17.	16.30-16.45	SSSCI2019_FT_28 SSSCI2019_P_227	ขนิษฐา อินทร์ประสิทธิ์ Khanittha Inprasit	กรมวิทยาศาสตร์บริการ	การศึกษาสมบัติสารยึดเกาะผสมระหว่างปลาย ข้าวคั่วกับไฮโดรคอลลอยด์ในการปรับปรุงเนื้อ สัมผัสของขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบ	National

SsSci^{2nd} conference 2019

Conference Sessions: Sports and Health Science
Bongkotrat Room B, 2nd floor (ห้องบงกชรัตน์ ปี ชั้น 2)

Chairperson				Co-Chairperson		
ดร.ภคกุล สังข์สุริยะ นักวิจัยห้องปฏิบัติการอนุพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีชีวภาพสัตว์น้ำ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (BIOTEC) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)				อาจารย์ ดร.คมกฤช รัตตะมณี หัวหน้าสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา		
No.	Time	Paper Code/ Registration Code	Name	Institute	Topic	International/ National
1.	11.15-11.30	SSSCI2019_SP_15 SSSCI2019_P_128	Churairat Srimanee	Mahidol University	Biomonitoring of metals exposure in Aranyik handicraft workers	International
2.	11.30.-11.45	SSSCI2019_SP_1 SSSCI2019_O_11	Jatuporn Ounprasertsuk	มหาวิทยาลัย ราชภัฏสวนสุนันทา	บุคลิกภาพ 5 มิติ และการจัดการความขัดแย้งของนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งหนึ่งในประเทศไทย	National
3.	11.45-12.00	SSSCI2019_SP_2 SSSCI2019_O_15	Luckwirun Chotisiri	มหาวิทยาลัย ราชภัฏสวนสุนันทา	The Development of Line Application for Home Visit among NCD Patients	National
4.	12.00-12.15	SSSCI2019_SP_5 SSSCI2019_O_23	Wachiaporn Chotipanut	มหาวิทยาลัย ราชภัฏสวนสุนันทา	ผลของโปรแกรมความสุขต่อพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพจิตผู้สูงอายุในตำบลบางนางลี่ อำเภอมโนรมย์ จังหวัดสุพรรณบุรี	National
12.15-13.15 Buffet Lunch, Rim Nam Terrace, 1 st floor						
5.	13.15-13.30	SSSCI2019_SP_9 SSSCI2019_O_33	ภูวสิทธิ์ ภูลวรรณ Mr.Phoowasit Phoolawan	มหาวิทยาลัย ราชภัฏสกลนคร	พฤติกรรมป้องกันโรคเบาหวานของประชาชนกลุ่มเสี่ยงในตำบลจันทอน อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร	National

No.	Time	Paper Code/ Registration Code	Name	Institute	Topic	International/ National
6.	13.30-13.45	SSSCI2019_SP_29 SSSCI2019_O_219	ดาวิณี ชินวงศ์ Dawinee Chinnawong	มหาวิทยาลัย ราชภัฏสุรินทร์	การศึกษาผลของตำรับยาพอกเข้าในผู้ป่วยข้อ เข่าเสื่อม ณ โรงพยาบาลสังขะและโรงพยาบาล ส่งเสริมสุขภาพตำบลม อำเภอสังขะ จังหวัด สุรินทร์	National
7.	13.45-14.00	SSSCI2019_SP_30 SSSCI2019_O_233	เอกสิทธิ์ ไชยปิ่น	มหาวิทยาลัย ราชภัฏนครราชสีมา	การพัฒนารูปแบบกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพโดย กระบวนการมีส่วนร่วมของผู้สูงอายุ เทศบาล ตำบลหนองบัว อำเภอไชยปราการ จังหวัด เชียงใหม่	National
8.	14.00-14.15	SSSCI2019_SP_31 SSSCI2019_O_232	Preetiwat Wonnabussapawich	มหาวิทยาลัย ราชภัฏนครราชสีมา	ผลของโปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อที่ ส่งผลต่อสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาระดับ มัธยมศึกษาจังหวัดนครราชสีมา	National
9.	14.15-14.30	SSSCI2019_SP_32 SSSCI2019_O_238	จิตติมา ถ้ายอง	วิทยาลัยการสาธารณสุข สิรินธร	ประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนการ สอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักเรื่องการดูแลรักษา ผู้ป่วยระบบหัวใจและหลอดเลือดต่อผลสัมฤทธิ์ การเรียนรู้ ทักษะการแก้ปัญหา การทำงานเป็น ทีม และความคิดเห็นของนักศึกษา หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาปฏิบัติการ ฉุกเฉินการแพทย์ วิทยาลัยการสาธารณสุข สิรินธร จังหวัดตรัง	National
10	14.30-14.45	SSSCI2019_SP_33 SSSCI2019_O_241	อัสมาต์ ใจเที่ยง	มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครศรีธรรมราช	คุณภาพชีวิตและภาวะโภชนาการของเกษตรกร ชาวสวนยางพื้นที่ตำบลนาเคียน อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช	National
14.45-15.00				Refreshment Break		
11.	15.00-15.15	SSSCI2019_SP_8 SSSCI2019_O_32	ทิพย์วารินทร์ เบญจนิรัตน์ Tipvarin Benjanirut	มหาวิทยาลัยราชภัฏ สวนสุนันทา	ความต้องการและการเข้าถึงบริการด้านสุขภาพ ของผู้สูงอายุในชนบทจังหวัดสมุทรสงคราม	National

Poster Presentation

SsSci ^{2nd} conference
2019

Phanurangsi Ballroom, 1st floor front area: หน้าห้องประชุมภาณุรังษี ชั้น 1

Conference Schedule: กำหนดการนำเสนอผลงาน

- 11.00-16.00 Poster presentation for participation
- 13.00-15.00 Poster presentation for evaluation committee (นำเสนอผลงานและการตรวจให้คะแนนโดยกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ)
- 15.00-16.00 Poster presentation awards ceremony (พิธีมอบรางวัลนำเสนอผลงานวิชาการประเภทโปสเตอร์)

No.	Paper Code/ Registration Code	Topic	Theme	Name	Institute
1.	SSSCI2019_CS_22 SSSCI2019_P_142	การจำแนกนักศึกษาตามคุณลักษณะและคณะที่เรียน โดยใช้เทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีต้นไม้การตัดสินใจ กรณีศึกษานักศึกษามหาวิทยาลัยหอการค้าไทย	Computer Science and Information Technology	สิริธร เจริญรัตน์ Sirithorn Jalearnrat	มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย
2.	SSSCI2019_CS_27 SSSCI2019_P_159	โมเดลการทำนายพฤติกรรมความเสี่ยงการเกิดภาวะความเครียดทางการเมือง	Computer Science and Information Technology	สมจินต์ จันทระเจษฎากร Somjin Junatarajessadkorn	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
3.	SSSCI2019_CS_30 SSSCI2019_P_165	การประยุกต์วิธีการเอจล์สำหรับกิจกรรมในการเรียนการสอน	Computer Science and Information Technology	สกวรัตน์ จงพัฒนานกร Sakauwrat Jongpattanakorn	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
4.	SSSCI2019_CS_33 SSSCI2019_P_211	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำนายสีหมึกพิมพ์ยูวีเฟล็กโซกราฟีบนฉลากพอลิโพรพิลีนโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมและซอฟต์แวร์การทำนายสี	Computer Science and Information Technology	ณัฐวิทย์ โสหา Natthawut Soha	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
5.	SSSCI2019_MA_4 SSSCI2019_P_78	ทัศนคติและพฤติกรรมของนิสิตระดับปริญญาตรีมหาวิทยาลัยบูรพา ที่มีต่อการใช้บริการรถตู้โดยสารเส้นทางกรุงเทพฯ (รังสิต) – บางแสน	Mathematics and Statistics	ปรียารัตน์ นาคสุวรรณ Preyarat Naksuwan	มหาวิทยาลัยบูรพา

No.	Paper Code/ Registration Code	Topic	Theme	Name	Institute
6.	SSSCI2019_MA_11 SSSCI2019_P_189	Stratified Unified Ranked Set Sampling for Asymmetric Distributions	Mathematics and Statistics	Chainarong Pianpailoon	Sakon Nakhon Rajabhat University
7.	SSSCI2019_MA_12 SSSCI2019_P_193	ความสัมพันธ์ระหว่างลำดับจากคอปและลำดับพี โบนซ์ซีดัดแปลง	Mathematics and Statistics	ณัฐฉิณีย์ คงนวล Nattinee Khongnual	มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครศรีธรรมราช
8.	SSSCI2019_MA_13 SSSCI2019_P_205	ผลกระทบของปริมาณน้ำฝนที่มีผลต่อตัวแบบ สำหรับโรคมือ เท้า ปาก	Mathematics and Statistics	กิตติภัทร พลเดช Kittipat Pondach	มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครศรีธรรมราช
9.	SSSCI2019_PH_8 SSSCI2019_P_40	การเตรียมไม้เทียมจากพลาสติก และเส้นใย มะพร้าว	Physics and Energy	สิงหนเดช แดงจวง Singhadej Tangjuank	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
10.	SSSCI2019_PH_11 SSSCI2019_P_64	Energy Absorption and Exposure Buildup Factors for Coconut fiber gypsum board	Physics and Energy	Kittisak Sriwongsa	มหาวิทยาลัยศิลปากร
11.	SSSCI2019_PH_12 SSSCI2019_P_65	Evaluation of radiation shielding properties for samarium bismuth borate glasses	Physics and Energy	Kittisak Sriwongsa	มหาวิทยาลัยศิลปากร
12.	SSSCI2019_PH_13 SSSCI2019_P_66	Evaluated shielding radiation and exposure build up factor for La ₂ O ₃ based glasses	Physics and Energy	Kittisak Sriwongsa	มหาวิทยาลัยศิลปากร
13.	SSSCI2019_PH_14 SSSCI2019_P_94	Energy Conservation of Split Type Air Conditioner in Mechanical Engineering Department Building of RMUTL Tak	Physics and Energy	Yuttana Sriudom	Rajamangala University of Technology Lanna Tak
14.	SSSCI2019_PH_15 SSSCI2019_P_110	การประยุกต์วิธีการหาค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าของ ชั้นดินเพื่อค้นหาแหล่งน้ำบาดาล และการแก้ภัย แล้ง	Physics and Energy	ธนวัฒน์ รุ่งสูงเนิน Thanawat RangSungnoen	NakhonRatchasima Rajabhat University
15.	SSSCI2019_PH_16 SSSCI2019_P_111	Development of quantum mechanics learning by integrated teaching using normal scattering effects on charge transport in a metal/superconductor junction	Physics and Energy	ภาณุพัฒน์ ชัยวร Panupat Chaiworn	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
16.	SSSCI2019_PH_19 SSSCI2019_P_131	ประสิทธิภาพของเครื่องย่อยชีวมวลและเครื่องอัด แท่งเชื้อเพลิงจากเศษเหลือทิ้งทางการเกษตร	Physics and Energy	พงษ์ศักดิ์ จิตตบุตร Pongsuk Jittabut	มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครราชสีมา

No.	Paper Code/ Registration Code	Topic	Theme	Name	Institute
17.	SSSCI2019_PH_20 SSSCI2019_P_143	อิทธิพลของการปรับสภาพทางความร้อนต่อ โครงสร้างจุลภาคและสมบัติของผิวพื้นเคลือบ ความร้อนของโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม-โม ลิบดีนัม-อะลูมิเนียม	Physics and Energy	อรัชพร ศรีจันทร์ Aradchaporn Srichen	Chiang Mai University
18.	SSSCI2019_PH_21 SSSCI2019_P_151	การเผาถ่าน วิธีดั้งเดิมของชุมชนในบริเวณอ่างเก็บ น้ำห้วยเสนง	Physics and Energy	ลำพูน เหลลาราช Lumpoon Laorach	มหาวิทยาลัยราชภัฏ สุรินทร์
19.	SSSCI2019_PH_22 SSSCI2019_P_154	การเตรียม เฟสโครงสร้างและสมบัติทางไดอิเล็ก ตริกของวัสดุเซรามิก $\text{Na}_1/3\text{Ca}_1/3\text{Yb}_1/3\text{Cu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$	Physics and Energy	จุฑาพล จำปาแถม Jutapol Jumpatam	มหาวิทยาลัยราชภัฏ สุรินทร์
20.	SSSCI2019_PH_24 SSSCI2019_P_161	โครงสร้างโฟโตนิกส์คริสตัลของดั่งขาโต <i>Carvedon serratus</i> Olivier เพศผู้	Physics and Energy	ฐิติพร เจาะจง Thitiporn Jorjong	มหาวิทยาลัยราชภัฏ พิบูลสงคราม
21.	SSSCI2019_PH_26 SSSCI2019_P_167	Conductive Composite Paper from Cellulose Fiber by in situ polymerization of pyrrole	Physics and Energy	Siripassorn Sukkhawuttigit	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์ รังสิต
22.	SSSCI2019_PH_28 SSSCI2019_P_195	การเตรียมและศึกษาคุณสมบัติเฉพาะของถ่านกัม มันต์จากกล้วยน้ำว้า โดยวิธีการกระตุ้นด้วย โพแทสเซียมคาร์บอเนต	Physics and Energy	ภาคิน อินทร์จิตจ้อย พรทิพย์ ภูมิยิ่ง	มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครสวรรค์
23.	SSSCI2019_CH_1 SSSCI2019_P_54	การใช้ตัวดูดซับแบบผสมสำหรับการเก็บตัวอย่าง สารก่อเพลิงชนิดเหลวตกค้าง	Chemistry and Forensic science	นิสาลักษณ์ ทาเครือ Nisalak Thakheru	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
24.	SSSCI2019_CH_2 SSSCI2019_P_75	การสังเคราะห์ถ่านกัมมันต์จากเปลือกผสมจุลสัประรด ด้วยการกระตุ้น โดยใช้โพแทสเซียม ไฮดรอกไซด์ และ โซเดียมไฮดรอกไซด์	Chemistry and Forensic science	พูนฉวี สมบัติศิริ Punchavee Sombatsiri	มหาวิทยาลัยราชภัฏ ลำปาง
25.	SSSCI2019_CH_4 SSSCI2019_P_109	Synthesis and Evaluation of Molecularly Imprinted Polymer as a Selective Material for Vanillin	Chemistry and Forensic science	วีรณัฐ คฤหานนท์ Wiranut Karuehanon	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
26.	SSSCI2019_CH_5 SSSCI2019_P_129	การปรับปรุงคุณภาพของผ้าไหมด้วยสаниมเหล็ก	Chemistry and Forensic science	วีรญา สิงคณิภา Weeraya singkanipa	มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

No.	Paper Code/ Registration Code	Topic	Theme	Name	Institute
27.	SSSCI2019_CH_8 SSSCI2019_P_168	Participation of Evidence Collection in Forensic Science by the Foundation Officer	Chemistry and Forensic science	Somchart Ketpan	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
28.	SSSCI2019_CH_9 SSSCI2019_P_170	Effects of PEG-based triazolyl substituents on copper-catalyzed aerobic alcohol oxidation	Chemistry and Forensic science	ชมทิตา บ่อทรัพย์ Chomtisa Borsap	มหาวิทยาลัยมหิดล
29.	SSSCI2019_CH_10 SSSCI2019_P_178	Formulation of Calcium Tablets by Direct Compression Tableting	Chemistry and Forensic science	Auttapol Hogjalern	Chulalongkorn University
30.	SSSCI2019_CH_13 SSSCI2019_P_198	Rapid Analysis of Alpha-Mangostin Content in Mangosteen Pericarps by Near-Infrared Spectroscopy	Chemistry and Forensic science	ศุมาพร เกษมสำราญ Sumaporn Kasemsumran	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
31.	SSSCI2019_CH_15 SSSCI2019_P_208	การศึกษาองค์ประกอบเคมี และประสิทธิภาพของสารสกัดสมุนไพรพื้นบ้านต่อการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคไหม้ข้าว	Chemistry and Forensic science	วัชรภรณ์ ทาหาร Watcharaporn Thahan	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
32.	SSSCI2019_CH_16 SSSCI2019_P_209	การเตรียมและการวิเคราะห์ลักษณะของอิมัลชันเชิงซ้อนที่เตรียมได้จากน้ำมันถั่วดาวอินคาด้วยเทคนิคสองขั้นตอน	Chemistry and Forensic science	ภัทรฤทัย ปัญหานไรวินท์ Pattararuethai Piyachanraiwin	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
33.	SSSCI2019_CH_17 SSSCI2019_P_210	Selection of alternative commercial amine solutions for acid gases removal	Chemistry and Forensic science	Aomkwan Lueadkrungsri	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
34.	SSSCI2019_CH_18 SSSCI2019_P_216	การตรวจวัดปริมาณโปรตีนบนผลิตภัณฑ์จากยางธรรมชาติ ด้วยเทคนิคพื้นผิวขยายสัญญาณรามาน	Chemistry and Forensic science	Apichat Phengdaam	Prince of Songkla University
35.	SSSCI2019_BT_3 SSSCI2019_P_63	ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบของฝอยทองต่อการควบคุมไรโซปลาในเห็ดหูหนู	Biology, Biotechnology and Microbiology	Suphak Kondara สุภัก คณดารา	Pibulsongkram Rajabhat University
36.	SSSCI2019_BT_4 SSSCI2019_P_67	การศึกษาเชื้อราที่ก่อโรคเน่าในมันสำปะหลังในเขตอำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก	Biology, Biotechnology and Microbiology	อารียา ประเสริฐกรรณ์ Arriya Prasertgun	Pibulsongkram Rajabhat University

No.	Paper Code/ Registration Code	Topic	Theme	Name	Institute
37.	SSSCI2019_BT_6 SSSCI2019_P_79	การเปรียบเทียบวัสดุฝังชนิดต่าง ๆ เพื่อทำพรรณไม้แห้งแบบสามมิติ ที่เก็บรักษาด้วยพอลิเอสเตอร์เรซิน	Biology, Biotechnology and Microbiology	พรอนันต์ บุญก่อน Pornanan Boongorn	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
38.	SSSCI2019_BT_7 SSSCI2019_P_82	ผลของการต้มและการนึ่งต่อศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของผักโขม	Biology, Biotechnology and Microbiology	ชนิกานุจน์ จันทร์มาทอง Chanikan Junmatong	มหาวิทยาลัยราชภัฏ พิบูลสงคราม
39.	SSSCI2019_BT_10 SSSCI2019_P_101	ผลของสารสกัดจากใบและผลตีปัสติการยับยั้งเชื้อ <i>Penicillium digitatum</i> และ <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> สาเหตุโรคพืช	Biology, Biotechnology and Microbiology	อังคณา เชื้อเจ็ดตน Angkana Chuajedton	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
40.	SSSCI2019_BT_13 SSSCI2019_P_124	Using ultrafiltration technique for concentrate influenza virus from the supernatant.	Biology, Biotechnology and Microbiology	ทรงศนีย์ บุญยทรงศนีย์ Darsaniya Punyadarsaniya	Mahanakorn University of technilogy
41.	SSSCI2019_BT_14 SSSCI2019_P_125	Screening and identification of the phytase producing bacteria isolated from natural environments and swine manure	Biology, Biotechnology and Microbiology	สงกรานต์ เชื้อครุฑ Songkran Chuakrut	Naresuan University
42.	SSSCI2019_BT_18 SSSCI2019_P_133	ผลของสารสกัดมะขามเครือต่อการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค	Biology, Biotechnology and Microbiology	หฤทัย ไทยสุชาติ Haruthai Thaisuchat	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
43.	SSSCI2019_BT_19 SSSCI2019_P_134	การศึกษาขนาดและรูปแบบของโปรตีนไวเทลลินในแม่พันธุ์กึ่งกลาดำที่ได้รับอาหารผสมฮอร์โมน 17 β -estradiol	Biology, Biotechnology and Microbiology	ศรีภาพรพรณ ธาระนารถ Sripapan Tharanart	มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขต จันทบุรี
44.	SSSCI2019_BT_22 SSSCI2019_P_183	ผลของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสารสกัดใบมะรุมในการป้องกันความเป็นพิษของเอทานอลในยีสต์ <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Biology, Biotechnology and Microbiology	วิสุตา ชุมสวัสดิ์ Wisuta Chumsawat	Mahidol University
45.	SSSCI2019_BT_24 SSSCI2019_P_201	แบคทีเรียจากลำไส้ของสัตว์ที่มีศักยภาพย่อยกลากาแฟสำหรับผลิตกาแฟหมักระดับอุตสาหกรรม	Biology, Biotechnology and Microbiology	ธีรวัฒน์ งามนอก Teerawat Ngamnok	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
46.	SSSCI2019_BT_26 SSSCI2019_P_215	ประสิทธิภาพของเจลแถมสีจากสารสกัดกระเทียมและข่าลิ้งต่อการยับยั้งสี	Biology, Biotechnology and Microbiology	สุวิชญา บัวชาติ Suwichaya Buachard	มหาวิทยาลัยราชภัฏ กำแพงเพชร

No.	Paper Code/ Registration Code	Topic	Theme	Name	Institute
47.	SSSCI2019_BT_27 SSSCI2019_P_217	การสกัดคอลลาเจนชนิดที่ 2 จากเศษของครีปปลาหมึกซึ่งเป็นของเสียในอุตสาหกรรมอาหารทะเล	Biology, Biotechnology and Microbiology	Siripong Somsiriwon	Chulalongkorn University
48.	SSSCI2019_BT_30 SSSCI2019_P_223	ผลของสารสกัดหยาบจากกล้วยไม้ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บางชนิด	Biology, Biotechnology and Microbiology	วิมลรัตน์ พจนไทรทิพย์ Wimonrat Phottraithip	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
49.	SSSCI2019_BT_35 SSSCI2019_P_234	การศึกษาเบื้องต้นถึงความหลากหลายชนิดและสังคมพืชในป่าผลัดใบภายหลังการสัมปทานทำไม้ บริเวณป่าชุมชนบ้านทุ่งฮ้าง อำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง	Biology, Biotechnology and Microbiology	ชัตนารี มีสุขโข	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
50.	SSSCI2019_EN_11 SSSCI2019_P_100	การศึกษาคุณภาพน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปในกระบวนการแช่ฟอกเปลือกปอกระเจา	Environmental science and technology	ประภา โส๊ะสลาม Prapa Sohsalam	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
51.	SSSCI2019_EN_12 SSSCI2019_P_102	การลดฝุ่นขนาด 2.5 ไมครอนด้วยการติดตั้งแผงบังแดดพร้อมพืชใบแคบและใบกว้าง	Environmental science and technology	เอกรัตน์ ปานแร่ Akarat Panrare	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
52.	SSSCI2019_EN_14 SSSCI2019_P_81	ความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตในน้ำและคุณภาพน้ำผิวดิน ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว)	Environmental science and technology	ศิริรัตน์ จิตบรรเทา Silorat Jitbanthao	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
53.	SSSCI2019_EN_31 SSSCI2019_P_187	ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและไดอะตอมในชุมชนแบบยึดเกาะ เพื่อหาแนวโน้มในการประยุกต์ใช้ในการประเมินคุณภาพน้ำ	Environmental science and technology	เอกชัย ญาณะ Ekkachai Yana	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
54.	SSSCI2019_FT_2 SSSCI2019_P_25	ผลของฟอสเฟต น้ำและโซเดียมต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์หมูสับ	Food Science and Home Economics	มาลี ชัมศรีสกุล Malee Simsriskul	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
55.	SSSCI2019_FT_4 SSSCI2019_P_31	ผลของโซเดียมแลคเตทที่มีต่อคุณภาพเนื้อปลาบดแช่เยือกแข็งที่ผลิตจากปลายี่สก(<i>Probarbus jullieni</i>)	Food Science and Home Economics	ปัทมา ภาสุถาน Pattama Phasuthan	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
56.	SSSCI2019_FT_6 SSSCI2019_P_41	ออกแบบและพัฒนาเครื่องคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้องแบบตะแกรงโยก สำหรับโรงสีข้าวชุมชน	Food Science and Home Economics	สุกัญญา ทองโยธี Sukanya Thongyothee	มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์ วิทยาเขตขอนแก่น

No.	Paper Code/ Registration Code	Topic	Theme	Name	Institute
57.	SSSCI2019_FT_7 SSSCI2019_P_49	การสกัดและความคงตัวของแอนโธไซยานินจาก ข้าวหอมมะลิสีน้ำตาล	Food Science and Home Economics	Wipada Siri-anusornsak วิภาดา ศิริ อนุสรณ์ศักดิ์,	Kasetsart University
58.	SSSCI2019_FT_8 SSSCI2019_P_61	การใช้มอลทิทอลทดแทนน้ำตาลซูโครสใน เมอแรงค์	Food Science and Home Economics	ภรณ์ ลิ้มปิสุต Pouranee Limpisut	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระ จอมเกล้าพระนครเหนือ
59.	SSSCI2019_FT_9 SSSCI2019_P_62	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวพองปราศจากน้ำมันจาก ข้าวกล้องหับทิมชุมแพ	Food Science and Home Economics	กมลทิพย์ มั่นภักดี Kamontip Manpakdee	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระ จอมเกล้าพระนครเหนือ
60.	SSSCI2019_FT_11 SSSCI2019_P_72	Development of high anthocyanin crispy rice bar	Food Science and Home Economics	Nuttawut Lainumngen	Institute of Food Research and Product Development
61.	SSSCI2019_FT_16 SSSCI2019_P_96	การศึกษาสำหรับอาหารไทยทรงดำตามประเพณี กรณีศึกษา : ตำบลบ่อทอง อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก	Food Science and Home Economics	วรรณิสรา สุดวังยาง Wannisa Sutwangyang,	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูล สงคราม
62.	SSSCI2019_FT_17 SSSCI2019_P_97	การศึกษาดำรงอาหารพื้นบ้านชาวไท-ยวน กรณีศึกษา : หมู่บ้านสมอแข ตำบลสมอแข อำเภอ เมือง จังหวัดพิษณุโลก	Food Science and Home Economics	บันฑิตา ทับทิมเพชรรางกูล Bantita Tubtimpeachranggul	มหาวิทยราชภัฏพิบูลสงคราม
63.	SSSCI2019_FT_24 SSSCI2019_P_185	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังปราศจากกลูเตน	Food Science and Home Economics	ปวีณสุดา ชีปนวัฒนา Paweesuda Keepanawattana	Kasetsart University
64.	SSSCI2019_SP_11 SSSCI2019_P_39	Effects of walking meditation and massage on neuropathic symptoms in persons with type-2 diabetic peripheral neuropathy	Sports and Health Science	พิชญา สุขไพบูลย์ Ms.Pichaya Sukphaibool	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
65.	SSSCI2019_SP_12 SSSCI2019_P_60	A Research of Model of Professional Basketball Management for Professional Basketball Players	Sports and Health Science	Jatuporn Banroengsanoh	Kasetsart University
66.	SSSCI2019_SP_13 SSSCI2019_P_113	ความรู้ ทักษะ การปฏิบัติตนในการดูแลสุขภาพ ช่องปาก และสภาวะทันตสุขภาพของนักเรียน มัธยมศึกษาตอนต้น อำเภอมะนัง จังหวัด อุบลราชธานี	Sports and Health Science	Banhan Aemprakhon	วิทยาลัยการสาธารณสุข สิรินธร

No.	Paper Code/ Registration Code	Topic	Theme	Name	Institute
67.	SSSCI2019_SP_14 SSSCI2019_P_118	การจัดการกองทุนหลักประกันสุขภาพระดับ ท้องถิ่นหรือพื้นที่ กรณีศึกษาองค์การบริหารส่วน ตำบลบัวงาม อำเภอดงหลวง จังหวัดอุบลราชธานี Factors Related to achievement of Athlete	Sports and Health Science	Sarawut Saiboon	วิทยาลัยการสาธารณสุข สิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี
68.	SSSCI2019_SP_16 SSSCI2019_P_135	at Institute of Physical Education participating in the University Games of Thailand.	Sports and Health Science	Thitipong Sukdee	มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ
69.	SSSCI2019_SP_19 SSSCI2019_P_138	ความชุกของฮีโมโกลบินอีในกลุ่มชาติพันธุ์ลาวเทิง ในสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว	Sports and Health Science	Amkha Sanephonasa	Chulalongkorn University
70.	SSSCI2019_SP_20 SSSCI2019_P_139	ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการซื้อยาของประชาชน ในตำบลเชียงดา อำเภอสว่างคอม จังหวัดอุดรธานี	Sports and Health Science	สรญา แสนมานน Soraya Saenmanot	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
71.	SSSCI2019_SP_22 SSSCI2019_P_177	The Development of Promoting Model for Quality of Life of Elderly with a Retro Dance	Sports and Health Science	Atthaphol Rodkaew	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูล สงคราม
72.	SSSCI2019_SP_23 SSSCI2019_P_179	การพัฒนาโปรแกรมการเสริมสร้างการรับรู้ ความสามารถของตนเองในการป้องกันการ ตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควร	Sports and Health Science	ชลดา กิ่งมาลา Chonlada Kingmala	วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี สุรินทร์
73.	SSSCI2019_SP_24 SSSCI2019_P_180	การศึกษาความเครียดและการเผชิญความเครียด ในญาติผู้ดูแลผู้สูงอายุที่เจ็บป่วยด้วยโรคเรื้อรังใน ชุมชน	Sports and Health Science	ภาวิณี แผงสุข Pavinee Pangsuk	วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี สุรินทร์
74.	SSSCI2019_SP_25 SSSCI2019_P_188	ความรู้และทัศนคติต่อวิชาชีพสาธารณสุข ของ นักศึกษาสาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ สุรินทร์	Sports and Health Science	นราวุธ สิ้นสุพรรณ Narawut Sinsupun	มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
75.	SSSCI2019_SP_26 SSSCI2019_P_231	พฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ และ พฤติกรรมการสูบบุหรี่ของนักศึกษาชั้นปี 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์	Sports and Health Science	นภา วงษ์ศรี Napha Wongsri	มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

No.	Paper Code/ Registration Code	Topic	Theme	Name	Institute
76.	SSSCI2019_SP_27 SSSCI2019_P_204	Enhancement of visual perception in primary education: A case study of Mae Tha school, Lampang province	Sports and Health Science	Chatsuda Mata	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
77.	SSSCI2019_SP_28 SSSCI2019_P_218	พฤติกรรมอนามัยที่เป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการติดเชื้อพยาธิกับภาวะโภชนาการของประชาชนโดยรอบอ่างเก็บน้ำสำคัญในจังหวัดสุรินทร์	Sports and Health Science	จีระเดช อินทเจริญสานต์ Jeeradach Intajarurnsan	มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
78.	SSSCI2019_CS_2 SSSCI2019_O_5	การพัฒนาซอฟต์แวร์อ่านบทคัดย่อรูปเล่มโครงงานวิทยาการคอมพิวเตอร์	Computer Science and Information Technology	นินาณาด เตชะเพชรไพบูลย์ Nisanart Tachpetpaiboon	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
79.	SSSCI2019_CS_3 SSSCI2019_O_9	การพยากรณ์ปริมาณฝุ่น PM2.5 โดยใช้วิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูลกรณีศึกษา: กรุงเทพฯ เขตบางรัก	Computer Science and Information Technology	ทศภูมิ รันระนา Tusaphum Runrana	มหาวิทยาลัยสยาม
80.	SSSCI2019_PH_3 SSSCI2019_O_13	กัมมันตภาพรังสีในทรายชายหาด	Physics and Energy	อมรา อธิพิงษ์ Ammara Ittipongse	Suan Sunandha Rajabhat
81.	SSSCI2019_BT_16 SSSCI2019_O_90	การใช้แอคติโนมัยซีทด้านทานแคดเมียมกับพืชร่วมกันในการส่งเสริมการบำบัดแคดเมียมในดินปนเปื้อน	Biology, Biotechnology and Microbiology	ภัสราภรณ์ ฐูปเพ็ง Patsaraporn Thooppeng	Mahidol University
82.	SSSCI2019_BT_17 SSSCI2019_O_98	ความสามารถของแอคติโนมัยซีทด้านทานแคดเมียมในการกำจัดแคดเมียมออกจากน้ำและการละลายแคดเมียมในดิน	Biology, Biotechnology and Microbiology	โชตินันท์ จันประดิษฐ์ Chotinan Junpradit	Mahidol University
83.	SSSCI2019_BT_25 SSSCI2019_O_206	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้านเชื้อแบคทีเรีย และด้านการเกิดไบโอฟิล์มของสารสกัดสารสกัด จี๋ฉั่วต่อเชื้อในช่องปาก	Biology, Biotechnology and Microbiology	วรพรรณณี เผ่าทองสุข Worrapanee Powtongsook	มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
84.	SSSCI2019_BT_34 SSSCI2019_O_738	ผลของ Non-albicans <i>Candida</i> species ร่วมกับ <i>Streptococcus mutans</i> ต่อความสามารถในการก่อโรคฟันผุ	Biology, Biotechnology and Microbiology	วิรัชพัชร แสนเสนาะ Wirunphat Sansanoa	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
85.	SSSCI2019_FT_29 SSSCI2019_O_785	การพัฒนาคุณภาพน้ำมันปาล์มสำหรับการทอดอาหารโดยใช้สารสกัดจากสมุนไพร	Food Science and Home Economics	ปริญญญา จิยพิงค์	กรมวิทยาศาสตร์บริการ

No.	Paper Code/ Registration Code	Topic	Theme	Name	Institute
86.	SSSCI2019_SP_17 SSSCI2019_O_55	ประสิทธิภาพของการสอนด้วยชุดสื่อวีดิทัศน์เรื่อง การเช็ดตัวลดไข้ โดยประยุกต์ทฤษฎีแรงจูงใจใน การป้องกันโรคของผู้ดูแลเด็กป่วยแผนกศัลยกรรม เด็ก โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย	Sports and Health Science	ฐมาพร เชี่ยวชาญ Tamaporn Chaiwcharn	มหาวิทยาลัย ศรีนคริน ทรวิโรฒ

กลุ่มที่ 7

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารและคหกรรมศาสตร์

Food Science and Home Economics

ชื่อเรื่อง	หน้า
ศึกษาสมบัติทางกายภาพ เคมี และโภชนาการของแป้งแค้นตะวัน เพื่อนำมาทดแทนแป้ง สาลีบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมอบ ฐานวีร์ ลอยแก้ว, กิ่งกมล สีสัจจวรรณ และวราพร ลักษณะม้าย	7 - 1
ผลของฟอสเฟต น้ำ และไข่ขาวดิบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์หมูสับ มาลี ชัมศรีสกุล และปัทมา ภาสุถาน	7 - 11
การผลิตกระเทียมเจียวด้วยเทคโนโลยีการทอดด้วยหม้อไร้มัน (Air Fryer) กัญญาพัชร เพชรภรณ์, จุฑามาศ มูลวงศ์ และธนิดา ฉั่วเจริญ	7 - 21
ผลของโซเดียมแลคเตทที่มีต่อคุณภาพเนื้อปลาบดแช่เยือกแข็งที่ผลิตจากปลายี่สก (Probarbus jullieni) ปัทมา ภาสุถาน และมาลี ชัมศรีสกุล	7 - 28
การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมการผลิตน้ำพริกลงเรือดำรับวังสวนสุนันทากิ่งสำเร็จรูปด้วยเครื่อง ทำแห้งแบบลูกกลิ้ง จุฑามาศ มูลวงศ์, กัญญาพัชร เพชรภรณ์ และธนิดา ฉั่วเจริญ	7 - 38
การออกแบบและพัฒนาเครื่องคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้องแบบตะแกรงโยก สำหรับโรงสีข้าวชุมชน สุกัญญา ทองโยธี	7 - 46
การสกัดและความคงตัวของแอนโธไซยานินจากข้าวหอมมะลิสีนิล วิภาดา ศิริอนุสรณ์ศักดิ์, กฤตยา เพชรผึ้ง และศิริวิทย์ สร้อยกล่อม	7 - 53
การใช้มอลทิทอลทดแทนน้ำตาลซูโครสในเมอแรงค์ ภรณ์ ลิ้มปิสุต, กมลทิพย์ มั่นภักดี, ณัฐนิชา วัดเขียว และวรวรรณ เชื้อนขันธ	7 - 60
การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวพองปราศจากน้ำมันจากข้าวกล้องทับทิมชุมแพ กมลทิพย์ มั่นภักดี, ภรณ์ ลิ้มปิสุต, ปุณรดา ชาวเงิน และศศิธร สวัสดิ์	7 - 69

ชื่อเรื่อง	หน้า
การทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยผงลูกจันในลอดช่องสิงคโปร์ นันทยาภรณ์ เมืองแดง, พิศุทธิ์ พรหมสมบูรณ์, อารียา ใจโองงำ, กุลชญา สิวหงวน และวิรัชยา อินทะกันท์	7 - 80
ผลของการอบแห้งต่อลักษณะบางประการของเอนไซม์โปรตีเอสจากเหง้าสับปะรด ครองศักดิ์ ภัคธนกนก, รพีพรรณ กองตูม และศศิธร สายแก้ว	7 - 88
การศึกษาตำรับอาหารพื้นบ้านชาวไทยทรงดำ กรณีศึกษา : ตำบลบ่อทอง อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก วรรณิสา สุตวิงยาง, สุกัญญา ไทรนนทรี, อารีย์ โฉมวานิช, กิรติญา สอนเนย และวิรัชยา อินทะกันท์	7 - 96
การศึกษาตำรับอาหารพื้นบ้านชาวไทยวน กรณีศึกษา : หมู่บ้านสมอแข ตำบลสมอแข อำเภอ เมือง จังหวัดพิษณุโลก นางสาวบัณฑิตา ทับทิมเพชรรวงกุล, นายธีรภูมิ ภูมิชูชิต, นายพัฒนธรรฐ์ อัครแก้วเพชร, นางสาวจิราพัทธ์ แก้วศรีทอง และนางสาววิรัชยา อินทะกันท์	7 - 105
ผลของการสกัดโดยวิธีไฮโมจิโนเซนชันและการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งต่อปริมาณสารสกัด แอนโทไซยานินจากกระเจี๊ยบแดง ชูสิทธิ์ หงษ์กุลทรัพย์ และปัญชลี พัฒนินุลย์	7 - 119
The effect of extraction methods on phenolic, anthocyanin, and antioxidant activities of Riceberry bran Supatchalee Sirichokworakit ¹ , Hathairat Rimkeeree, Withida Chantrapornchai, cUdomluk Sukatta and Prapasson Rukyhaworn	7 - 127
การพัฒนาคุกกี้โดยใช้แป้งมันเทศสีม่วงและแป้งข้าวทดแทนแป้งสาลี ณัฐพล ประเทืองจิตต์, จุฑามาศ มูลวงศ์, ภัฏญญาพัชร เพชรภรณ์, และณิชา วงศ์ส่องจำ	7 - 137
ลายพิมพ์เอชพีทีแอลซี ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ของดอกไม้ 5 ชนิดในพิกัดเกษตร วรกร วิวัชรกรกุล, จิราณัฐ มิ่งเมือง และสุชาดา สุขหรั่ง	7 - 145
การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนยประ ธีรยุทธ์ พูนจันทร์นา และวันดี แก้วสุวรรณ	7 - 155

ชื่อเรื่อง	หน้า
ผลการใช้ผงประทัดแทนผงอัลมอนต์ในมาการอง วรารณณ์ สงศรีอินทร์ และวันดี แก้วสุวรรณ	7 – 161
การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังปราศจากกลูเตน ปวีณสุตา ชีปนวัฒนา และวลัยรัตน์ จันทรปานนท์	7 – 169
ผลของกรรมวิธีต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของกล้วยอบชุบแป้งทอด วันดี แก้วสุวรรณ และอุษา นัยจันทร์	7 – 179
การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้อินฟราเรดสเปกโทรสโกปีและซีโมเมตริกส์เป็นสิ่งบ่งชี้ทาง ภูมิศาสตร์ในการระบุแหล่งต้นทางของข้าวหอมมะลิ อรุณชัย ตั้งเจริญบำรุงสุข, กมลวรรณ ตั้งเจริญบำรุงสุข, สนอง เอกสิทธิ์, สุรพล ใจดี, ณรรวูฒิ ปิยโชติสกุลชัย, พูนศักดิ์ เมฆวัฒนากาญจน์, วาริ ไชยเทพ และกัญญาพัชร เพชรารณณ์	7 – 190
การศึกษาสมบัติสารยึดเกาะผสมระหว่างปลายข้าวบดกับไฮโดรคอลลอยด์ในการปรับปรุงเนื้อ สัมผัสของขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบ ชนิษฐา อินทร์ประสิทธิ์, ปัญญ์ศ มงคลชาติ และลลิตา ชูแก้ว	7 – 198
การใช้มอลทิทอลทดแทนน้ำตาลทรายในขนมตาล สุคนธา สุคนธ์ธारा, กัญญารัตน์ เหล่าเกษม, ชุติมา รุจิรา และสัณห์พิชญ์ นนทรี	7 – 210
การพัฒนาวาฟเฟิลเพื่อสุขภาพจากข้าวโพดงอก สุคนธา สุคนธ์ธारा, ปรางค์สิริญาณี สิงห์เล็ก, คณิชา บัวเกิด และพูนศิริ ทิพย์เนตร	7 – 216
อาหารท้องถิ่นเมืองเพชร ธนิดา ชาญชัย	7 - 224
การพัฒนาคุณภาพน้ำมันปาล์มสำหรับการทอดอาหารโดยใช้สารสกัดจากสมุนไพร ปริญญญา จิยพงศ์ และจันทร์ฉาย ยศศักดิ์ศรี	7 – 236

ศึกษาสมบัติทางกายภาพ เคมี และ โภชนาการของแป้งแค้นตะวัน เพื่อนำมาทดแทนแป้ง สาลีบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมอบ

ฐานวีร์ ลอยแก้ว^{1*} กิ่งกมล สีลาจารุวรรณ¹ วราพร ลักษณะม้าย¹

¹คณะเทคโนโลยีอาหาร วิทยาลัยนวัตกรรมการเกษตร เทคโนโลยีชีวภาพและอาหาร มหาวิทยาลัยรังสิต
ถนนพหลโยธิน ตำบลหลักหก อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี 12000
email: nans.thanawee@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพ เคมี และ โภชนาการ สำหรับการแทนที่แป้งสาลี ในสูตรคุกกี้ แป้งข้าว ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบพื้นฐานทางเคมี และปริมาณอินนูลินของแค้นตะวันอบแห้ง พบว่าประกอบด้วยปริมาณ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถ้า และ เส้นใยหยาบ เท่ากับร้อยละ (น้ำหนักแห้ง) 8.99, 0.56, 79.84, 4.03 และ 3.80 ตามลำดับปริมาณอินนูลิน และ ปริมาณฟรุกโตส เท่ากับร้อยละ (น้ำหนักแห้ง) 75.42 และ 2.45 ตามลำดับ พบปริมาณแร่ ธาตุในแค้นตะวันอบแห้งได้แก่ โพแทสเซียม โซเดียม แมกนีเซียม แคลเซียมและสังกะสี 14,584.67 มก /กิโลกรัม, 261.60 มก /กิโลกรัม, 6,039.00 มก /กิโลกรัม, 321.54 มก /กิโลกรัม และ 12.74 มก /กิโลกรัมตามลำดับ คุณสมบัติการดูดซับน้ำ (Water holding capacity WHC) พบว่า แค้นตะวันผงจะมีความสามารถในการดูดซับน้ำที่อุณหภูมิ 40 °C สูงกว่าที่ 80 °C และสูงกว่าแป้งมันสำปะหลัง แค้นตะวันจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับอุตสาหกรรมอาหารในการใช้เป็นตัวดูดความชื้น ในส่วนผสมของอาหาร ค่าการดูดซับน้ำมัน (Oil holding capacity OHC) ของแค้นตะวันผงเมื่อเปรียบเทียบกับแป้งมัน สำปะหลังพบว่าไม่แตกต่างกันที่อุณหภูมิ 40 °C และ 80 °C การศึกษาระดับทดแทนแป้งข้าวสาลีโดยใช้แค้นตะวันใน ผลิตภัณฑ์คุกกี้แป้งข้าวผสมแค้นตะวัน ที่ระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยแค้นตะวันที่ระดับต่างๆ พบว่า ปริมาณการทดแทน ร้อยละ 20 เป็นปริมาณที่เหมาะสมในการพัฒนาสูตรคุกกี้แป้งข้าวผสมแค้นตะวัน คุณค่าทางโภชนาการของคุกกี้แค้นตะวัน ส่วนผสมร้อยละ 20 มีปริมาณร้อยละของน้ำหนักแห้งดังนี้ : โปรตีน 6.46 ไขมัน 23.64 เถ้า 1.97 คาร์โบไฮเดรต 63.36 ไฟเบอร์ 0.37 และ อินนูลิน 15.08 น้ำหนักแห้ง นอกจากนั้นยังนำผลิตภัณฑ์คุกกี้ให้ผู้บริโภคทั่วไป (จำนวน 101 คน) ชิม ผลคือ ผู้บริโภคจำนวน ร้อยละ 98 ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ ทั้ง สี เนื้อสัมผัส และ รสชาติ

คำสำคัญ: *Helianthus tuberosum* แค้นตะวัน ผลิตภัณฑ์คุกกี้จากแป้งข้าว

Physical, Chemical, and Nutritional Properties of Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosum* L) Flour for Partial Replacement of Wheat Flour in Baked Products

Thanawee Loikaeo^{1*}, Kingkamol Leelajaruwan¹ and Varaporn Laksanalamai¹

¹Faculty of Food Technology, College of agricultural innovation biotechnology and food, Rangsit University, Phahonyothin Rd., Lak-hok, Patumtanee, Thailand 12000

email: nans.thanawee@gmail.com

Abstract

This research investigated the physical, chemical and nutritional properties of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosum* L) flour to replace wheat flour, in conjunction with rice flour for the development of baked products such as cookies. The protein, lipid, carbohydrate, ash, and crude fiber contents of a fresh Jerusalem artichoke are 8.99%, 0.56%, 79.84%, 4.03% and 3.80% (dry weight), respectively. A fresh Jerusalem artichoke contains 75.42% inulin and 2.45% fructose (dry weight) with 14,584.67 mg/kg potassium and 6039.00mg/kg Magnesium as major elements. Other minor elements include 321.54 mg/kg Calcium, 261.60 mg/kg Sodium and 12.74 mg/kg Zinc. At 40°C and 80°C, water holding capacity (WHC) of Jerusalem artichoke flour is superior to that of cassava flour, whereas the oil holding capacity (OHC) is not significantly different. Replacement of wheat flour with 20% Jerusalem artichoke and 30% rice flours, thereby, improves the nutritional quality of the products. The analysis revealed that nutritional competition developed formula cookie was as follows (% dw.): protein (6.46%), lipid (23.64%), ash (1.97%), carbohydrate (63.36%), fiber (0.37%), and inulin (15.08%). Additionally, the result from consumer survey reveals that 98% (N=101) are satisfied with the newly developed product for its texture, flavor and color.

Keywords: *Helianthus tuberosum*, Jerusalem artichoke, Rice cookie

บทนำ

แก่นตะวัน (Jerusalem artichoke, *Helianthus tuberosus*) หรือ ทานตะวันหัว เป็นพืชดอกในตระกูลทานตะวัน (Asteraceae) มีดอกคล้ายทานตะวัน แต่มีขนาดเล็กกว่า รากมีลักษณะเป็นหัวอยู่ใต้ดินเพื่อเก็บสะสมอาหาร มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกาเหนือ ชาวอินเดียนแดงปลูกไว้รับประทานหัว โดยเชื่อว่ามีสรรพคุณช่วยให้เจริญอาหาร ต่อมาจึงแพร่หลายไปในสหรัฐอเมริกาและยุโรปนิยมนำมาเป็นอาหารและอาหารสัตว์ ปัจจุบันมีการนำพันธุ์เข้ามาแล้วขยายพันธุ์ และ ปรับปรุงพันธุ์ให้เข้ากับภูมิอากาศของประเทศไทย เป็นพืชที่ปลูกง่ายชอบดินร่วนปนทราย ในต่างประเทศนิยมนำหัวแก่นตะวันมาทำอาหารและอาหารสัตว์ ในช่วงระยะเวลาเกือบ 10 ปี มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์สนับสนุนว่าแก่นตะวันเป็นแหล่งสำคัญของสารอาหารสำคัญทางโภชนาการ เช่น Inulin, Oligofructose และ Fructose (Yang et al., 2015) นอกจากนั้นยังพบว่าสารสำคัญเหล่านี้สามารถสกัดได้จากใบและลำต้นเพิ่มทางเลือกให้กับทางเภสัชวิทยานำไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น เมื่อมีข้อมูลเกี่ยวกับประโยชน์ของแก่นตะวันมากขึ้น จึงทำให้มีการปลูกแก่นตะวันเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว การนำไปใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่มักยังคงเป็นการนำส่วนของหัวใต้ดินของแก่นตะวัน ซึ่งมี Inulin สะสมอยู่มาก สามารถบริโภคหัวสด หรือ ต้มให้สุก นิยมนำไปผสมทำซูปชั่น และ Puree เพราะ Inulin เมื่อผสมกับน้ำจะเกิดการสร้าง Gel ให้ลักษณะเนื้อสัมผัสนุ่มและเป็นครีม

ปัจจุบันคนไทยสนใจดูแลสุขภาพและบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพมากยิ่งขึ้น จึงมีการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกแก่นตะวันกันมากขึ้น อย่างไรก็ตามการนำแก่นตะวันมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารในชีวิตประจำวันยังมีไม่มากและหลากหลาย ดังนั้นงานวิจัยนี้ยังมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้แบ่งข้าวผสมแก่นตะวัน โดยเน้นการเพิ่มคุณภาพทางโภชนาการให้กับคุกกี้แบ่งข้าว และการนำเสนอผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการ ซึ่งชุมชนหรือเกษตรกรที่ปลูกแก่นตะวัน สามารถที่จะนำผลงานวิจัยนี้ไปต่อยอดในเชิงพาณิชย์ได้ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพ เคมี และโภชนาการของแป้งแก่นตะวัน สำหรับการทดแทนแป้งสาลีในสูตรคุกกี้แบ่งข้าว

ระเบียบวิธีวิจัย

1. ศึกษาสมบัติทางกายภาพ เคมี ปริมาณสารสำคัญและสมบัติเชิงหน้าที่ในหัวแก่นตะวันเบอร์ 1

นำแก่นตะวันเบอร์ 1 (จากสถานีวิจัยเกษตรเพชรบูรณ์) ปอกเปลือกล้างทำความสะอาด อบแห้งที่อุณหภูมิ 70 °C เวลา 7 ชั่วโมง บดละเอียดผ่านตะแกรงร่อนขนาด 100 mesh เก็บใส่ถุงพอยด์ ไว้ในตู้ดูดความชื้น เตรียมไว้ใช้ในการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ เคมี ปริมาณสารสำคัญ สมบัติเชิงหน้าที่ และใช้เป็นส่วนผสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้สุขภาพจากแป้งข้าวผสมแก่นตะวัน นำแก่นตะวันผงที่ได้มาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ เคมี และ ปริมาณสารสำคัญต่างๆ ได้แก่ (1) ปริมาณโปรตีน (AOAC method, 2002) (2) ความชื้น (AOAC method, 2002) (3) เส้นใยหยาบ (AOAC method, 2002) (4) ปริมาณเถ้า (AOAC method, 2002) (5) ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (AOAC method, 2002) (6) ปริมาณแร่ธาตุ (Puwastien et al., 2011) (7) ปริมาณ Inulin (Abou-Arab et al., 2011) และ (8) ปริมาณ Fructose (Khuenpet et al., 2017)

2. คุณสมบัติเชิงหน้าที่ของแป้งแก่นตะวันผง

ศึกษาคุณสมบัติการดูดซับน้ำ (Water holding capacity, WHC) และ คุณสมบัติการดูดซับน้ำมัน (Oil holding capacity, OHC) โดยนำแป้งแก่นตะวันผง น้ำหนัก 0.50 กรัม ลงในหลอดทดลอง เติมน้ำกลั่น 10 กรัม หรือน้ำมันถั่วเหลือง 5 กรัม ปิดฝาหลอดทดลอง เขย่าหลายรอบให้เข้ากันหรือจนกระทั่งแป้งแก่นตะวันผงเข้ากับตัวทำละลาย นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 40°C และ 80°C นาน 60 นาที นำสารละลาย ไปเซนตริฟิวจ์ที่ 3000 rpm เป็นเวลา 5 นาที แยกส่วนที่ตกตะกอนและของเหลว นำส่วนของเหลวไปชั่งน้ำหนัก (กรัม) คำนวณค่า WHC และ OHC จากการดูดซับน้ำและน้ำมัน (g water/g dry weight) และ (g oil/g dry weight) ตามลำดับ เปรียบเทียบกับ แป้งมันสำปะหลัง (Control) (Takeuchi and Nagashima, 2011)

3. พัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้สุขภาพจากแป้งข้าวผสมแก่นตะวัน

ศึกษาการทดแทนแป้งสาลีโดยใช้แป้งแก่นตะวัน โดยมีสูตรพื้นฐานที่ประกอบด้วยส่วนผสมอื่นๆคงที่ (เนยร้อยละ 27 ไอซิ่งร้อยละ 16 ไข่ไก่ร้อยละ 11 ผงฟูร้อยละ 1) และกำหนดให้แป้งข้าวกล้องร้อยละ 30 ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สูตรการพัฒนาลิขสิทธิ์คุกกี้สุขภาพจากแป้งข้าวผสมแกล่นตะวันที่ระดับการทดแทนต่างๆ

สูตร	แป้งสาลี (ร้อยละ)	แป้งข้าวกล้อง (ร้อยละ)	แกล่นตะวันผง (ร้อยละ)
1	60	30	10
2	50	30	20
3	40	30	30
4	30	30	40

นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปทดสอบทางประสาทสัมผัส ทางด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ กลิ่น เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม โดยใช้ วิธี ทดสอบแบบ 9 points hedonic scale (9 = ชอบมากที่สุด, 1= ไม่ชอบมากที่สุด) จากผู้ทดสอบชิมที่ได้รับการฝึกฝนจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาและเจ้าหน้าที่ภายในคณะเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยรังสิต ที่ผ่านการฝึกฝน

จากนั้นนำสูตรที่มีคะแนนความชอบสูงที่สุดมาทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้ข้าวกล้องผสมแกล่นตะวันโดยผู้ทดสอบทั่วไป จำนวน 101 คน ด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scale และวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี (ความชื้น โปรตีน ไขมัน เกล็ด เส้นใย และคาร์โบไฮเดรต) และปริมาณอินนูลิน

ผลการวิจัย

1. ศึกษาปริมาณสารสำคัญเชิงหน้าที่ในหัวแกล่นตะวันเบอร์ 1

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบพื้นฐานทางเคมีและปริมาณอินนูลินของแกล่นตะวันอบแห้ง พบว่าประกอบด้วยปริมาณโปรตีนร้อยละ 8.99 ± 0.55 น้ำหนักแห้ง ปริมาณไขมันร้อยละ 0.56 ± 0.11 น้ำหนักแห้ง ปริมาณคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 79.84 ± 0.47 น้ำหนักแห้ง เกล็ดและใยหยาบร้อยละ 4.03 ± 0.49 และ 3.80 ± 0.72 น้ำหนักแห้ง ซึ่งคาร์โบไฮเดรตส่วนหนึ่งจะเป็นอินนูลินร้อยละ 75.42 ± 6.59 และปริมาณ ฟรุคโตสร้อยละ 2.45 ± 0.96 น้ำหนักแห้ง (ตารางที่ 2) นอกจากนั้นยังพบชนิดและปริมาณแร่ธาตุในแกล่นตะวันอบแห้ง ได้แก่ โพแทสเซียม โซเดียม แมกนีเซียม แคลเซียมและสังกะสี $14,584.67 \pm 0.88$, 261.60 ± 0.15 , $6,039.00 \pm 0.9$, 321.54 ± 0.58 และ 12.74 ± 0.17 mg/kg ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 2 องค์ประกอบพื้นฐานทางเคมีและปริมาณอินนูลินแกล่นตะวันอบแห้ง

องค์ประกอบทางเคมี	ร้อยละน้ำหนักแห้ง
ความชื้น	2.79 ± 0.14
โปรตีน	8.99 ± 0.55
ไขมัน	0.56 ± 0.11
คาร์โบไฮเดรต	79.84 ± 0.47
เกล็ด	4.03 ± 0.49
ใยหยาบ	3.80 ± 0.72
อินนูลิน (ร้อยละของคาร์โบไฮเดรต)	75.42 ± 6.59
ฟรุคโตส (ร้อยละของคาร์โบไฮเดรต)	2.45 ± 0.96

ตารางที่ 3 ปริมาณแร่ธาตุในแกล่นตะวันอบแห้ง (mg/kg)

ชนิดของแร่ธาตุในแกล่นตะวัน	ปริมาณแร่ธาตุ (mg/kg)
โพแทสเซียม	$14,584.67 \pm 0.88$
โซเดียม	261.60 ± 1.15
แมกนีเซียม	$6,039.00 \pm 1.00$
แคลเซียม	321.54 ± 0.58
เหล็ก	ND*

สังกะสี	12.74 ± 0.17
*ND = not detected	

2. คุณสมบัติเชิงหน้าที่ของแก๊นตะวันผง

จากการศึกษาคุณสมบัติการดูดซับน้ำและการดูดซับน้ำมัน ของแก๊นตะวันผงพบว่า แก๊นตะวันผงจะมีความสามารถในการดูดซับน้ำที่อุณหภูมิ 40 °C จะสูงกว่าที่ 80 °C ซึ่งสูงกว่าแป้งมันสำปะหลัง แก๊นตะวันจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับอุตสาหกรรมอาหารในการใช้เป็นตัวดูดความชื้นในส่วนผสมของอาหาร สำหรับค่าการดูดซับน้ำมันของแก๊นตะวันผงเมื่อเปรียบเทียบกับแป้งมันสำปะหลังพบว่าไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 สมบัติการดูดซับน้ำ (Water holding capacity; WHC) และการดูดซับน้ำมัน (Oil holding capacity; OHC) ของแก๊นตะวันผง

แป้ง	การดูดซับน้ำ (WHC) (g water / g dry weight)		การดูดซับน้ำมัน (OHC) (g oil / g dry weight)	
	40°C	80°C	40°C	80°C
แก๊นตะวันผง	3.05 ± 0.26	2.48 ± 0.38	1.02 ± 0.00	1.01 ± 0.00
แป้งมันสำปะหลัง	1.04 ± 0.00	1.74 ± 0.06	1.04 ± 0.00	1.19 ± 0.11

3. พัฒนาลักษณะที่คุกกี้แป้งข้าวผสมแก๊นตะวัน

3.1 การศึกษาระดับทดแทนแป้งข้าวสาลีโดยใช้แก๊นตะวันในผลิตภัณฑ์คุกกี้แป้งข้าวผสมแก๊นตะวัน

นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปทดสอบทางประสาทสัมผัส ทางด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ กลิ่น เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม โดยใช้วิธี ทดสอบแบบ 9 Points hedonic scale (9 = ชอบมากที่สุด, 1= ไม่ชอบมากที่สุด) จากผู้ทดสอบชิมที่ได้รับการฝึกฝนจำนวน 30 คน (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 คะแนนความชอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้แป้งข้าวผสมแก๊นตะวันที่ระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยแก๊นตะวันที่ระดับต่างๆ (ร้อยละ 10 - 40)

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	ระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยแก๊นตะวัน (ร้อยละ)			
	10	20	30	40
ลักษณะปรากฏ	6.00 ^a ± 1.32	6.00 ^a ± 1.00	6.10 ^a ± 1.18	5.60 ^a ± 1.21
สี	6.71 ^a ± 1.16	5.92 ^a ± 1.21	6.33 ^a ± 1.13	5.00 ^b ± 1.53
กลิ่น	6.00 ^a ± 1.38	5.75 ^a ± 1.07	5.33 ^{ab} ± 1.37	5.00 ^b ± 1.77
รสชาติ	6.21 ^a ± 1.67	5.88 ^a ± 1.33	4.71 ^b ± 1.68	3.67 ^c ± 1.76
เนื้อสัมผัส	6.13 ^a ± 1.42	5.96 ^a ± 1.27	4.58 ^b ± 1.67	4.38 ^b ± 1.79
ความชอบโดยรวม	6.50 ^a ± 1.41	5.83 ^a ± 1.43	4.96 ^b ± 1.49	4.54 ^b ± 1.38

ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษร a, b ที่แตกต่างกันในแนวนอนหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

จากผลการทดสอบพบว่าคะแนนความชอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้แป้งข้าวผสมแก๊นตะวันที่ระดับการทดแทนที่ร้อยละ 10 – ร้อยละ 20 มีคะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมสูงแตกต่างจากที่ระดับการทดแทนร้อยละ 30 และ 40 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p ≤ 0.05) จึงทำการทดสอบปริมาณการทดแทนอีกครั้งเพื่อหาปริมาณการทดแทนที่สูงที่สุดที่สามารถเป็นไปได้ โดยทำการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้แป้งข้าวผสมแก๊นตะวันที่ระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยแก๊นตะวันที่ระดับร้อยละ 10 – ร้อยละ 25 (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 คะแนนความชอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้แบ่งข้าวผสมแค้นตะวันที่ระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยแค้นตะวันที่ระดับต่างๆ (ร้อยละ 10 - 25)

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	ระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยแค้นตะวัน (ร้อยละ)			
	10	15	20	25
ลักษณะปรากฏ	6.96 ^a ± 1.20	6.71 ^a ± 1.00	6.71 ^a ± 1.33	6.33 ^a ± 1.27
สี	7.17 ^a ± 1.40	6.83 ^a ± 0.76	6.79 ^a ± 1.32	6.04 ^b ± 1.04
กลิ่น	6.75 ^a ± 1.26	6.83 ^a ± 0.92	5.96 ^b ± 1.37	5.54 ^b ± 1.32
รสชาติ	6.63 ^a ± 0.97	6.63 ^a ± 1.01	6.08 ^{ab} ± 1.47	5.63 ^b ± 1.13
เนื้อสัมผัส	6.63 ^a ± 0.97	6.21 ^a ± 0.78	6.13 ^{ab} ± 1.36	5.54 ^b ± 1.14
ความชอบโดยรวม	6.75 ^a ± 0.79	6.79 ^a ± 0.78	6.25 ^a ± 1.36	5.38 ^b ± 1.35

ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษร a, b ที่แตกต่างกันในแนวนอนหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากผลการทดสอบพบว่าคะแนนความชอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้แบ่งข้าวผสมแค้นตะวัน คะแนนความชอบที่ระดับการทดแทนที่ร้อยละ 10 – ร้อยละ 25 พบว่าคะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมที่ระดับการทดแทนที่ ร้อยละ 10 – ร้อยละ 20 มีแนวโน้มที่ไม่แตกต่างกัน แต่คะแนนความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับระดับการทดแทนที่ร้อยละ 25 ($p \leq 0.05$)

จากผลการทดสอบดังกล่าว สรุปได้ว่าที่ระดับการทดแทนร้อยละ 20 เป็นระดับการทดแทนสูงที่สุด ที่ผู้บริโภคยังคงให้คะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมสูง ซึ่งเมื่อทำการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ระดับการทดแทนที่ร้อยละ 20 ร้อยละ 22, ร้อยละ 24 และ ร้อยละ 25 อีกครั้ง (ตารางที่ 7) ศึกษาความเป็นไปได้ว่าระดับการทดแทนอาจสูงขึ้นมากกว่าร้อยละ 20 หรือไม่ ผลการทดสอบพบว่าระดับการทดแทนที่ร้อยละ 20 มีคะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ โดยคะแนนลักษณะปรากฏ และสี (ที่ระดับการทดแทนร้อยละ 20 – ร้อยละ 25) ไม่มีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) การทดแทนที่ร้อยละ 22 มีคะแนนความชอบทางด้านรสชาติและเนื้อสัมผัสแตกต่างเมื่อเทียบกับที่ร้อยละ 20 จึงทำการเลือกระดับการทดแทนที่ ร้อยละ 20 ไปทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 7 คะแนนความชอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้แบ่งข้าวผสมแค้นตะวันที่ระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยแค้นตะวันที่ระดับต่างๆ (ร้อยละ 20 - 25)

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	ระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยแค้นตะวัน (ร้อยละ)			
	20	22	24	25
ลักษณะปรากฏ	7.00 ^a ± 1.21	6.75 ^a ± 0.68	6.56 ^a ± 1.31	6.56 ^a ± 1.63
สี	6.25 ^a ± 1.34	6.06 ^a ± 1.39	6.50 ^a ± 0.97	6.13 ^a ± 1.67
กลิ่น	6.69 ^a ± 1.35	5.69 ^{ab} ± 1.25	5.88 ^{ab} ± 1.45	5.44 ^b ± 1.36
รสชาติ	7.31 ^a ± 1.20	5.94 ^b ± 1.53	5.31 ^b ± 2.09	5.94 ^b ± 1.34
เนื้อสัมผัส	7.00 ^a ± 1.67	5.56 ^b ± 2.22	5.00 ^b ± 2.07	6.13 ^{ab} ± 1.71
ความชอบโดยรวม	7.06 ^a ± 0.93	5.97 ^{ab} ± 1.94	5.50 ^b ± 1.59	5.97 ^{ab} ± 1.40

ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษร a, b ที่แตกต่างกันในแนวนอนหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

3.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์คุกกี้แบ่งข้าวผสมแค้นตะวัน และคุณภาพทางโภชนาการผลิตภัณฑ์

จากผลการทดลอง ในขั้นตอนที่ 3.1 พบว่าผลิตภัณฑ์คุกกี้แบ่งข้าวผสมแค้นตะวันที่ร้อยละ 20 โดยมีส่วนผสมของแป้งสาลี แป้งข้าวกล้อง และผงแค้นตะวันเป็นหลัก ในขณะที่เนย ไอซิ่ง ไข่ไก่ และ ผงฟู เป็นส่วนประกอบ จึงนำมาทดสอบการ

ยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้แบ่งข้าวผสมแค้นตะวัน จำนวนผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 101 คน ด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scale พบว่าทุกคุณลักษณะผู้บริโภคให้ความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลาง – ชอบมาก ค่าคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจในภาพรวมของผู้บริโภคหลังชิมผลิตภัณฑ์คุกกี้ข้าวกล้องผสมแค้นตะวันครั้งนี้ เป็น 7.62 อยู่ในเกณฑ์ของระดับความชอบมากและผู้บริโภคร้อยละ 98 ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์คุกกี้แบ่งข้าวผสมแค้นตะวันในอัตราทดแทนร้อยละ 20 (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 คะแนนความชอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้แบ่งข้าวผสมแค้นตะวันและการยอมรับของผู้บริโภค (n=101)

คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส	คะแนนเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
ลักษณะปรากฏ	7.46 $\pm$ 1.23	ชอบปานกลาง
สี	7.52 $\pm$ 1.07	ชอบมาก
กลิ่น	7.55 $\pm$ 1.27	ชอบมาก
รสชาติ	7.55 $\pm$ 1.14	ชอบมาก
เนื้อสัมผัส	7.47 $\pm$ 1.31	ชอบปานกลาง
ความชอบโดยรวม	7.62 $\pm$ 1.11	ชอบมาก
การยอมรับผลิตภัณฑ์	ร้อยละ 98	

ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ ดังตารางที่ 8 โดยมีคิดคะแนนและเกณฑ์ระดับความพึงพอใจเป็นดังนี้

คะแนนค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ/ความคิดเห็น ไม่ชอบมากที่สุด

คะแนนค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ/ความคิดเห็น ไม่ชอบมาก

คะแนนค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ/ความคิดเห็น ไม่ชอบปานกลาง

คะแนนค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ/ความคิดเห็น ไม่ชอบเล็กน้อย

คะแนนค่าเฉลี่ย 4.51-5.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ/ความคิดเห็น เฉยๆ

คะแนนค่าเฉลี่ย 5.51-6.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ/ความคิดเห็น ชอบเล็กน้อย

คะแนนค่าเฉลี่ย 6.51-7.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ/ความคิดเห็น ชอบปานกลาง

คะแนนค่าเฉลี่ย 7.51-8.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ/ความคิดเห็น ชอบมาก

คะแนนค่าเฉลี่ย 8.51-9.00 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ/ความคิดเห็น ชอบที่สุด

ผู้บริโภคให้ความเห็นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์คือ ชอบ เพราะมีกลิ่นและรสชาติอร่อย โดยเฉพาะกลิ่นมีความเป็นเอกลักษณ์คล้ายอบควันเทียน แตกต่างจากคุกกี้ทั่วไป เนื้อสัมผัสเหมือนคุกกี้ แต่มีอีกจำนวนหนึ่งให้ความเห็นตรงกันข้ามว่า เนื้อสัมผัสค่อนข้างหยาบ มีความกระด้าง และไม่ชอบกลิ่นที่เป็นเอกลักษณ์นี้ อย่างไรก็ตามในกลุ่มผู้รักสุขภาพ ส่วนใหญ่ยอมรับคุกกี้แค้นตะวัน ผู้บริโภคให้ข้อเสนอแนะ ในเรื่องการบอกคุณประโยชน์ และคุณค่าทางอาหารของแค้นตะวัน และอาจต้องมีการปรับสูตรอีกเล็กน้อยเพื่อให้คุกกี้เกาะตัวไม่ร่วง

เมื่อนำผลิตภัณฑ์คุกกี้แบ่งข้าวผสมแค้นตะวันที่ระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยผงแค้นตะวันที่ร้อยละ 20 มาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของคุกกี้พบว่า มีปริมาณอินนูลินร้อยละ 15.08 (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 คุณค่าทางโภชนาการของคุกกี้แบ่งข้าวผสมแค้นตะวัน

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณ (ร้อยละ)
ความชื้น	4.20 ± 0.03
โปรตีน	6.46 ± 0.04
ไขมัน	23.64 ± 1.87
เถ้า	1.97 ± 0.04
คาร์โบไฮเดรต	63.36 ± 1.79
เส้นใย	0.37 ± 0.04
อินนูลิน	15.08 ± 1.32

สรุปและอภิปรายผล

1. ศึกษาปริมาณสารสำคัญเชิงหน้าที่ในหัวแค้นตะวันเบอร์ 1

ข้อมูลปริมาณองค์ประกอบพื้นฐานทางเคมีของแค้นตะวันอบแห้ง พบว่า สารอาหารส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปคาร์โบไฮเดรต 79.84 กรัม / 100 กรัม ซึ่งคาร์โบไฮเดรตนี้ส่วนหนึ่งจะเป็นอินนูลิน เท่ากับ 75.42 กรัม / 100 กรัม ซึ่งมีปริมาณต่ำกว่า (ตารางที่ 2 และ 3) เล็กน้อยเมื่อเทียบกับปริมาณอินนูลินของ Afoakwah et al., (2015) ที่พบปริมาณอินนูลินในแค้นตะวันเท่ากับ 78.22 ± 0.40 กรัม/100 กรัม และ ปริมาณโปรตีน 8.99 กรัม/100 กรัม แค้นตะวันจะมีปริมาณไขมันต่ำ 0.56 กรัม/100 กรัม ปริมาณใยหยาบและเถ้า 3.8 กรัม/100 กรัม และ 4.03 กรัม/100 กรัม ตามลำดับ

Khuenpet et al., (2017) พบปริมาณอินนูลินที่สกัดได้จากตัวอย่างแค้นตะวันอยู่ในช่วง 75.58 กรัม /100 กรัม-80.85 กรัม / 100 กรัม น้ำหนักแห้ง และปริมาณฟรุกโตสและซูโครส ระหว่าง 2.46 กรัม / 100 กรัม – 2.67 กรัม / 100 กรัม และ 4.83กรัม / 100 กรัม – 5.66 กรัม / 100 กรัม น้ำหนักแห้ง สำหรับแค้นตะวันเบอร์1 พบปริมาณฟรุกโตส 2.45 ± 0.96 กรัม / 100 กรัม น้ำหนักแห้ง

ปริมาณแร่ธาตุในแค้นตะวันเบอร์ 1 จะพบว่า โพแทสเซียม (K) เป็นแร่ธาตุที่พบมากกว่าแร่ธาตุชนิดอื่น ประมาณ 14,584.67 มิลลิกรัม / กิโลกรัม ปริมาณแมกนีเซียม แคลเซียม และโซเดียม พบในปริมาณ 6,039.00 มิลลิกรัม / กิโลกรัม 321.54 มิลลิกรัม / กิโลกรัม และ 261.60 มิลลิกรัม / กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนแร่ธาตุที่พบน้อยมากคือ สังกะสี 12.74 มิลลิกรัม / กิโลกรัม ความแปรปรวนของปริมาณสารอาหาร แร่ธาตุและอินนูลิน เมื่อเปรียบเทียบกับผลงานวิจัยที่อ้างอิง เนื่องจากจากการปลูก สายพันธุ์และการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยว (Praznik et al., 2002; Abou-Arab et al., 2011; Afoakwah et al., 2015)

2. คุณสมบัติเชิงหน้าที่ของแค้นตะวันผง

คุณสมบัติการดูดซับน้ำ (Water holding capacity, WHC) และการดูดซับน้ำมัน (Oil holding capacity, OHC) ของแค้นตะวันผง เป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญสำหรับ โยอาหารเพราะสามารถนำไปใช้เป็นสารเติมแต่ง (Ingredients) ในผลิตภัณฑ์อาหารได้ดี (Afoakwash et al., 2015; Takeuchi and Nagashima, 2011) คุณสมบัติการดูดซับน้ำในแค้นตะวันมีค่าสูงแสดงว่าแค้นตะวันผงมีส่วนของโยอาหารที่ละลายน้ำได้ดี และมีสมบัติในการดูดซับน้ำมันสูง แสดงว่ามีความสามารถในการจับน้ำมันในโครงสร้างของโยอาหาร สามารถนำมาใช้ในการเพิ่มความคงตัวของอิมัลชันในอาหารได้

ค่าการดูดซับน้ำของแค้นตะวันผงมีค่าสูงเมื่อเปรียบเทียบกับค่าการดูดซับน้ำของแป้งมันสำปะหลังที่อุณหภูมิ 40° และ 80 °C ในอุตสาหกรรมอาหารนิยมใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นสารดูดความชื้น (Moisture absorbent) และมีคุณสมบัติดูดซับน้ำดีขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ในขณะที่ อุณหภูมิ 40 °C แค้นตะวันผงมีความสามารถในการดูดซับน้ำที่สูงกว่าที่อุณหภูมิ 80 °C เนื่องจากสมบัติของแค้นตะวันผงที่มีไฟเบอร์สูงทำให้สามารถยึดจับกับน้ำได้มากกว่า (Takeuchi and Nagashima, 2011) ดังนั้นจากสมบัติการดูดซับน้ำนี้ แค้นตะวันผงจึงเป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งในการนำไปใช้เป็นสารดูดความชื้นในอุตสาหกรรมอาหารทดแทนแป้งมันสำปะหลังได้ และนอกจากนั้นแค้นตะวันผงจะไม่เกิดการเจลาติไนซ์ (gelatinization) ระหว่างให้ความร้อนอีกด้วย

จากการทดลองของ Abou-Arab et al., (2011) ค่าการดูดซับน้ำมัน เท่ากับ 1.37 – 1.45 ซึ่งสูงกว่า แต่ค่าการดูดซับน้ำต่ำกว่า ผลการทดลองแค้นตะวันผงของผู้วิจัย สำหรับค่าการดูดซับน้ำมันของแค้นตะวันผงเมื่อเปรียบเทียบกับแป้งมัน

สำหรับพบว่าไม่แตกต่างกันทั้ง 2 อุณหภูมิ อย่างไรก็ตามคุณสมบัติการดูดซับน้ำมันของแก่นตะวันยังไม่น่าสนใจสำหรับความต้องการของอุตสาหกรรม

3. พัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้แป้งข้าวผสมแก่นตะวัน

3.1 การศึกษาระดับทดแทนแป้งข้าวสาลีโดยใช้แก่นตะวันในผลิตภัณฑ์คุกกี้แป้งข้าวผสมแก่นตะวัน

การศึกษาระดับทดแทนแป้งข้าวสาลีโดยใช้แก่นตะวันในผลิตภัณฑ์คุกกี้แป้งข้าวผสมแก่นตะวัน ที่ระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยแก่นตะวันที่ระดับต่างๆ พบว่า ปริมาณการทดแทน ร้อยละ 20 เป็นปริมาณที่เหมาะสมในการพัฒนาสูตรคุกกี้แป้งข้าวผสมแก่นตะวัน โดยผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับ ทั้งลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และ รสชาติ

จากผลการทดลองดังกล่าว สอดคล้องกับงานวิจัยของ จิตรา สิงห์ทอง (2562) ที่ทำการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังเพื่อสุขภาพจากแป้งแก่นตะวันพบว่าที่ระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยแก่นตะวันที่มีปริมาณมากขึ้นส่งผลต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส รวมทั้งความชอบโดยรวมมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากแป้งแก่นตะวันมีกลิ่นเฉพาะตัวของแป้งและมีรสชาติฝาด หวานเล็กน้อย ทำให้ขนมปังที่เติมแป้งแก่นตะวันมีกลิ่น และรสชาติที่เปลี่ยนแปลงไปจากตัวอย่างขนมปังควบคุม และในงานวิจัยของ ดวงใจ มาลัย และคณะ (2556) พัฒนาระบบหีสดผสมผงแก่นตะวัน การทดสอบทางประสาทสัมผัสมีแนวโน้มลดลงเช่นเดียวกัน เมื่อระดับการทดแทนด้วยแป้งแก่นตะวันที่มากขึ้นส่งผลต่อสี เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมลดลงเช่นเดียวกัน ซึ่งจากงานวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับผลการทดลองของผู้วิจัยเมื่อทดแทนในระดับที่มากขึ้นคุณลักษณะปรากฏทางด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมมีแนวโน้มลดลง

3.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์คุกกี้แป้งข้าวผสมแก่นตะวัน และคุณภาพทางโภชนาการผลิตภัณฑ์

เมื่อนำคุกกี้สูตรดังกล่าวทดสอบกับผู้บริโภคทั่วไป พบว่า ผู้บริโภค ร้อยละ 98 ให้การยอมรับคุกกี้ แป้งข้าวผสมแก่นตะวัน คุณค่าทางโภชนาการของคุกกี้แก่นตะวันส่วนผสมร้อยละ 20 มีปริมาณร้อยละของน้ำหนักแห้งดังนี้: โปรตีน 6.46 ไขมัน 23.64 เถ้า 1.97 คาร์โบไฮเดรต 63.36 ไฟเบอร์ 0.37 และ อินูลิน 15.08

ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้แป้งข้าวผสมแก่นตะวัน เป็นการนำเสนอผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าผลิตภัณฑ์คุกกี้ในสูตรปกติ โดยเฉพาะกลิ่นมีความเป็นเอกลักษณ์ คล้ายอบควั่นเทียน แตกต่างจากคุกกี้ทั่วไป ซึ่งชุมชนหรือเกษตรกรที่ปลูกแก่นตะวัน หรือผู้ที่สนใจสามารถนำจุดเด่นของผลิตภัณฑ์ดังกล่าวไปต่อยอดในเชิงพาณิชย์ได้ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- จิตรา สิงห์ทอง. 2562. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังเพื่อสุขภาพจากแป้งแก่นตะวัน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ปีที่ 21. 1: 76-29.
- ดวงใจ มาลัย, ชุตติมณีนันท์ ชัยสวัสดิ์, สุพรรณษา จันทร์เพ็ญ และ สุชาญุช ไหมละเอียด. (2556). การพัฒนาระบบหีสดโดยการเติมผงแก่นตะวัน. ว. วิทย์. กษ. 44(2)(พิเศษ): 269-272.
- Abou-Arab, A.A., Talaat, H.A., Abu-Salem, F.M. 2011. Physico-chemical properties of inulin produced from Jerusalem artichoke tubers on bench and pilot plant scale. Aust. J. Basic Appl. Sci. 5. 1297-1309.
- Afoakwah, N. A., Dong, Y., Zhao, Y., Xiong, Z., Owusu, J., Wang, Y., and Zhang, J. 2015. Characterization of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) powder and its application in emulsion-type sausage. LWT-Food Science and Technology 64: 74 – 81.
- AOAC. (2002). Official Methods of Analysis. Centennial Edition Edited by Sidney Williams. The Association of Official Analytical Chemists International, Virginia U.S.A.
- Khuenpet, K., Fukuoka, M., Jittanit, W., and Sirisansaneeyakul, S. 2017. Spray drying of inulin component extracted from Jerusalem artichoke tuber powder using conventional and ohmic-ultrasonic heating for extraction process, Journal of Food Engineering. 194. 67-78

- Praznik, W., Cieslik, E., and Filipiak-Florkiewicz, A. 2002. **Soluble-dietary-fibres in Jerusalem artichoke-powders: Composition and application in bread.** Food Nahrung. 46(3): 151-157.
- Puwastien P, Siong TE, Kantasubrata J, Craven G, Feliciano RR, Judprasong, K. 2011. **ASEAN Manual of Food Analysis.** 188 p. Institute of Nutrition, Mahidol University, Thailand.
<http://www.inmu.mahidol.ac.th/aseanfoods/publication.html>
- Takeuchi, J. and Nagashima, T. 2011. **Preparation of dried chips from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) tubers and analysis of their functional properties.** Food chemistry 126: 922-926.
- Yang, L., He, Q., Corscadden, K., and Udenigwe, C. 2015. **The prospects of Jerusalem artichoke in functional food ingredients and bioenergy production.** Biotechnology Reports. 5. 77-88.

ผลของฟอสเฟต น้ำและไข่ขาวดิบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์หมูสับ

Effect of phosphates, water and raw egg white on quality of minced pork product

มาลี ชีมศรีสกุล^๑ และ ปัทมา ผาสุกาน^๒

คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail; ^๑malee.s@sci.kmutnb.ac.th, ^๒pattama.p@sci.kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

หมูสับที่พึงประสงค์ควรมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ยืดหยุ่น เกาะติดกันไม่ร่วน และชุ่มน้ำ งานวิจัยนี้ทำเพื่อปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัมผัสของหมูสับ ตอนที่ 1 ศึกษาผลของชนิดสารประกอบฟอสเฟต (ร้อยละ 0.15 (P_2O_5) ของน้ำหนักเนื้อหมู) ได้แก่ 1) เตตระโซเดียมไพโรฟอสเฟต 2) โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และ 3) ฟอสเฟตผสมอัตราส่วน 1:1 ร่วมกับปริมาณน้ำ (ร้อยละ 20 และ 30 ของน้ำหนักเนื้อหมู) พบว่าทุกสูตรที่ใส่สารประกอบฟอสเฟตให้หมูสับที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแข็งแรงความสามารถในการเกาะกันและความยืดหยุ่น และความสามารถในการอุ้มน้ำสูงกว่า แต่เตตระโซเดียมไพโรฟอสเฟตให้ผลดีกว่าในทุกด้าน และการเพิ่มปริมาณน้ำขึ้นร้อยละ 10 ส่งผลให้ลักษณะเนื้อสัมผัสทั้ง 3 ด้านและความสามารถในการอุ้มน้ำลดลง โดยสรุปการใช้เตตระโซเดียมไพโรฟอสเฟตร่วมกับปริมาณน้ำร้อยละ 20 ให้ผลทุกด้านดีที่สุด ตอนที่ 2 ศึกษาผลของการใส่ไข่ขาวดิบ ได้แก่ 1) ใส่ร้อยละ 5 ของน้ำหนักหมู 2) ใส่ร้อยละ 5 ของน้ำหนักหมู ร่วมกับการลดน้ำในสูตร และ 3) ไม่ใส่ พบว่าการใส่ไข่ขาวดิบร่วมกับการลดปริมาณน้ำในสูตรให้ลักษณะเนื้อสัมผัสทุกด้านดีกว่าสูตรที่ไม่มีการลดปริมาณน้ำและมีความสามารถในการอุ้มน้ำสูงสุด ตอนที่ 3 ศึกษาผลของการทำให้เกิดเจลก่อนการปรุงสุก พบว่าการให้ความร้อนที่ 60 °C นาน 15 นาทีก่อนนำไปต้มสุกนาน 10 นาที ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเนื้อสัมผัส ความสามารถในการอุ้มน้ำ และการยอมรับทางประสาทสัมผัสดีขึ้น

คำสำคัญ: ฟอสเฟต, ไข่ขาว, หมูสับ, ความสามารถในการอุ้มน้ำ, คุณภาพเนื้อสัมผัส

Effect of phosphates, water and raw egg white on quality of minced pork product

Malee Simsrisakul^a and Pattama Phasuthan^b

Faculty of Applied Science, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok, Thailand

E-mail; ^amalee.s@sci.kmutnb.ac.th, ^bpattama.p@sci.kmutnb.ac.th

Desired textural characteristics of minced pork include springiness, cohesiveness and juiciness. This research aims to improve the textural quality of minced pork. Firstly, the effect of two phosphate salts (0.15% P₂O₅ w/w) including 1) tetrasodium pyrophosphate (TSPP), 2) sodium tripolyphosphate (STPP) and 3) a 1:1 mixture of TSPP and STPP together with the effect of water content (20% versus 30%) were evaluated. The results indicated that the phosphate salts yielded superior hardness, cohesiveness and springiness and water holding capacity (WHC), yet TSPP was more effective. Besides, increasing the water content led to decrease in the three textural attributes as well as the WHC. To conclude, using TSPP together with 20% water content yielded the most preferred textural results. The second study determined the impact of raw egg white (REW) by comparing adding 1) 5% w/w REW, 2) 5% w/w REW along with decreasing the water content and 3) without REW. We found that adding REW along with decreasing the water content resulted in better textural characteristics and in maximal WHC. The third study evaluated the effect of REW gelation prior to cooking to cookedness. We found that heating at 60 °C for 15 minutes ahead of boiling for 10 minutes resulted in the cooked minced pork product with desired textural attributes and enhanced organoleptic acceptance.

Key words : phosphates, raw egg white, minced pork, water holding capacity, textural quality

บทนำ

เนื้อสัตว์เป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เป็นแหล่งโปรตีน เนื้อสัตว์ประกอบด้วยน้ำ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน แร่ธาตุ และวิตามิน ในกลุ่มของเนื้อสัตว์คนไทยนิยมบริโภคเนื้อหมูรองลงมาจากเนื้อปลา มีผลิตภัณฑ์จากเนื้อหมูมากมายจำหน่ายในท้องตลาด ผลิตภัณฑ์หมูสับเป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์ที่เป็นส่วนผสมหนึ่งของสูตรอาหารหลายชนิด เช่น แกงจืด โจ๊กและข้าวต้ม เป็นต้น อีกทั้งผู้บริโภคสามารถทำเองได้ในครัวเรือน โดยทั่วไปผู้บริโภคมักตัดสินคุณภาพจากลักษณะเนื้อ สัมผัสและความสามารถในการอุ่มน้ำ กลิ่นและรสชาติของผลิตภัณฑ์ แต่ผลิตภัณฑ์หมูสับส่วนใหญ่จะมีเนื้อสัมผัสที่ร่วน ไม่ ยืดหยุ่นและอาจรู้สึกไม่ชุ่มน้ำ

ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์โดยปกติมักเติมเกลือเพื่อช่วยในเรื่องรสชาติ ขณะเดียวกันเกลียยังมีหน้าที่ในการสกัดโปรตีน แอคตินและไมโอซิน ซึ่งช่วยในการเชื่อมประสานชิ้นเนื้อและเป็นอิมัลซิไฟเออร์ นอกจากนี้ฟอสเฟตเป็นวัตถุเจือปนอาหารที่ นิยมเติมในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูป ซึ่งส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่ม alkaline phosphates เช่น โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต โพโร ฟอสเฟต หรือโมโนฟอสเฟต เป็นต้น

เนื้อแดง (lean meat) เช่น เนื้อส่วนอก หรือเนื้อส่วนสะโพกซึ่งมีโปรตีนไมโอไฟบริลลาร์เป็นส่วนประกอบหลัก เมื่อนำมาผสมร่วมกับเกลือ ฟอสเฟต และน้ำแข็ง โปรตีนไมโอไฟบริลลาร์และโปรตีนซาโคพลาสมิกจะละลายและพองตัว รวมถึงมีโปรตีนบางส่วนเกิดการคลายตัว (unfolding) เนื่องจากเกิดแรงผลักทางประจุระหว่างเส้นใยโปรตีน (ionic forces) ทำให้เกิดช่องว่างระหว่างเส้นใยโปรตีนซึ่งสามารถจับน้ำไว้ในโครงสร้างได้ นอกจากนี้ฟอสเฟตที่เติมลงไปในระบบจะช่วยเพิ่ม ค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อสัตว์ ส่งผลให้เส้นใยโปรตีนมีประจุเป็นลบมากขึ้นเช่นกัน ด้วยเหตุนี้เส้นใยโปรตีนจึงพองตัวมาก ขึ้น โดยในขั้นตอนนี้จำเป็นต้องควบคุมอุณหภูมิของส่วนผสมให้ไม่เกิน 4.4 องศาเซลเซียส เพื่อให้เกิดการสกัดโปรตีนไม โอไฟบริลลาร์ออกมาในระบบได้มากขึ้น (Long et al., 2011; Petracci et al., 2013)

ในขั้นตอนการให้ความร้อนต้องให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิใจกลางไม่ต่ำกว่าช่วง 60 ถึง 75 องศาเซลเซียส เพื่อให้ โปรตีนไมโอไฟบริลลาร์เสียสภาพ และเกิดการเซ็ทตัวเป็นโครงสร้างเจล (meat gel) ที่สามารถกักเก็บไขมันและน้ำให้อยู่ ภายในโครงสร้างได้ รวมถึงโปรตีนคอลลาเจนที่มีอยู่ในระบบจะหดตัวเมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า 64.4 องศา เซลเซียส ในสภาวะร้อนชื้น (moist heat) และเกิดการเปลี่ยนโครงสร้างเป็นเจลลาตินถูกกักเก็บไว้ในโครงสร้างเจลและ สามารถจับกับน้ำที่มีอยู่ในระบบได้บางส่วน (Montejano, 1984, Peng et al., 2009)

ในขณะที่สารช่วยยัดเกาะจะช่วยเพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งนอกจากจะช่วยเพิ่มการยัดเกาะขึ้นเนื้อแล้ว ยังอาจ ส่งผลต่อความสามารถในการอุ่มน้ำและคุณภาพทางประสาทสัมผัสอีกด้วย ไข่ขาวก็เป็นสารช่วยยัดเกาะตัวหนึ่งที่ยิยมใช้ตาม ครัวเรือนทั่วไปเนื่องจากหาได้ง่าย

หมูสับเป็นผลิตภัณฑ์บดหยาบ ดังนั้นการสกัดโปรตีนเพื่อให้เกิดการยัดเกาะจึงสกัดได้น้อยกว่าผลิตภัณฑ์บดละเอียด ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเลือกใช้สารที่สามารถสกัดโปรตีนได้มาก จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าน้ำเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อ คุณภาพของหมูสับ โดยหมูสับที่ไม่เติมน้ำจะมีลักษณะที่แข็งกระด้าง ไม่ชุ่มน้ำ การเติมน้ำจะเพิ่มความชุ่มน้ำให้ผลิตภัณฑ์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาผลของชนิดสารฟอสเฟตและปริมาณน้ำต่อคุณภาพหมูสับ
2. ศึกษาผลของการใช้ไข่ขาวดิบเป็นสารช่วยยัดเกาะและสภาวะการให้ความร้อนต่อคุณภาพหมูสับ

ระเบียบวิธีวิจัย

1. สูตรและวิธีการผลิตหมูสับ

1.1 การเตรียมเนื้อหมูด

นำเนื้อหมูส่วนสะโพกที่ควบคุมอุณหภูมิไม่เกิน 5 องศาเซลเซียสมาล้างทำความสะอาด ตัดแต่งเอาส่วนเอ็นและพังพืดออก หั่นให้มีขนาดประมาณ 2*2 เซนติเมตร บดผ่านรูตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร เติมเกลือร้อยละ 1.8 โดยน้ำหนัก นวดผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน 10 นาที เก็บที่อุณหภูมิไม่เกิน 5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง

1.2 สูตรและวิธีทำหมูสับ

สูตร เนื้อหมูด ร้อยละ 100 เกลือ ร้อยละ 1.8 ของเนื้อหมู น้ำตาล ร้อยละ 1.5 ของเนื้อหมู
พริกไทยขาวป่นและกระเทียมป่น อย่างละร้อยละ 0.5 ของเนื้อหมู น้ำ ร้อยละ 20 / 30 ของเนื้อหมู

วิธีทำ

นวดส่วนผสมทั้งหมดเป็นเวลา 10 นาที บรรจุในไส้พลาสติกเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร ยาว 10 เซนติเมตร ควบคุมให้น้ำหนัก 32-34 กรัมต่อชิ้น ควบคุมอุณหภูมิไม่ให้เกิน 5 องศาเซลเซียส ให้ความร้อนในน้ำเดือด 10 นาที แล้วทำให้เย็นทันทีในน้ำเย็นไม่เกิน 5 องศาเซลเซียส 5 นาที เก็บที่อุณหภูมิไม่เกิน 5 องศาเซลเซียสเป็นเวลาไม่เกิน 24 ชั่วโมง

2. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อหมู

นำเนื้อหมูดมาวิเคราะห์ประมาณความชื้น โดยอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสจนน้ำหนักคงที่ ปริมาณโปรตีนโดยวิธีเจลดาล์ (Kjeldahl) ใช้ conversion factor 6.25 ปริมาณไขมันโดยใช้เครื่องสกัดไขมันเป็นจำนวน 30 รอบในเวลา 2 ชั่วโมง ใช้ปิโตรเลียมอีเทอร์เป็นตัวทำละลาย

3. ศึกษาผลของชนิดฟอสเฟตและปริมาณน้ำต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์หมูสับ

เตรียมผลิตภัณฑ์หมูสับตามสูตรและวิธีในข้อ 1 แปรชนิดของฟอสเฟตดังนี้ (1) โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต : STPP (2) เตตระโซเดียมไทรโพลีฟอสเฟต : TSPP และ (3) ฟอสเฟตผสมระหว่าง STPP และ TSPP ในอัตราส่วน 1:1 ควบคุมปริมาณฟอสเฟต (ในรูป P_2O_5) ในสูตรเป็นร้อยละ 0.15 ของน้ำหนักเนื้อหมู และแปรปริมาณน้ำในสูตรเป็น 2 ระดับ คือ ร้อยละ 20 และ 30 ของน้ำหนักหมู

ประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์ด้านลักษณะเนื้อสัมผัส โดยวิธี TPA ด้วยเครื่อง Texture Analysers รุ่น TA-XT2i ใช้หัววัด Cylinder probe เส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ตัดตัวอย่างหนา 1.5 เซนติเมตร หาค่าความสามารถในการอุ้มน้ำโดยวัดปริมาณของเหลวที่ไหลออกตามวิธีที่ดัดแปลงจาก Shand (2000) ตัดตัวอย่างหนา .5 เซนติเมตร

4. ศึกษาผลของไขขาวดิบต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์หมูสับ

เลือกชนิดฟอสเฟตและปริมาณน้ำจากการศึกษาในข้อ 3 มาศึกษาผลของไขขาวดิบดังนี้ (1) ไม่ใส่ (2) ใส่ร้อยละ 5 ของน้ำหนักหมู และ (3) ใส่ร้อยละ 5 ของน้ำหนักหมูและควบคุมปริมาณน้ำทั้งหมดในสูตรให้เท่ากับสูตรที่ไม่เติมไขขาวโดยลดปริมาณน้ำในสูตรที่เติม (ปริมาณน้ำอัตราส่วนปกติลบด้วยปริมาณน้ำที่มีในไขขาวร้อยละ 80) ประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์เช่นเดียวกับข้อ 3

5. ศึกษาผลของการให้ความร้อนต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์หมูสับ

นำหมูสับสูตรที่ได้จากข้อ 4 มาศึกษาผลของสภาวะการให้ความร้อน ดังนี้ (1) ให้ความร้อนในน้ำเดือด 10 นาที (2) ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 15 นาที ก่อนให้ความร้อนในน้ำเดือด 10 นาที ประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์เช่นเดียวกับข้อ 3

6. ศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัส

เลือกหมูสับสูตรที่มีคุณภาพจากข้อ 5 มาศึกษาการยอมรับเทียบกับสูตรควบคุม (ไม่ใส่ฟอสเฟตและไขขาว ให้ความร้อนขั้นตอนเดียว) ด้วยวิธี Hedonic 9 scale ใช้ผู้ทดสอบที่เป็นนักศึกษาปริญญาตรีจำนวน 40 คน

7. การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยโปรแกรม SPSS version 19 วางแผนการทดลองสำหรับข้อ 3 แบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCB) โดยจัดสิ่งทดลองแบบแฟคทอเรียล แบบแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์สำหรับข้อ 4 และ 5 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างทรีทเมนต์ด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อหมู

จากการนำเนื้อหมูส่วนสะโพกที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการวิจัยมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อหมูส่วนสะโพก

องค์ประกอบทางเคมี	ร้อยละ (น้ำหนักเปียก)
ความชื้น	76.31 ± 0.39
โปรตีน (%N x 6.25)	20.07 ± 0.28
ไขมัน	5.64 ± 0.15

จากผลการวิเคราะห์ในตารางจะพบว่า เนื้อสะโพกหมูมีปริมาณความชื้น โปรตีนและไขมัน เฉลี่ยร้อยละ 76.31 20.07 และ 5.64 ตามลำดับ โดยในเนื้อหมูส่วนสะโพกมีปริมาณไขมันต่ำกว่าเนื้อบริเวณอื่นๆ

2. ผลของชนิดฟอสเฟตและปริมาณน้ำต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์หมูสับ

ผลการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์หมูสับที่แปรชนิดของสารประกอบฟอสเฟตและปริมาณน้ำแสดงดังตารางที่ 2-4 และภาพที่ 1

ตารางที่ 2 ลักษณะเนื้อสัมผัสและปริมาณของเหลวที่ไหลออกของผลิตภัณฑ์หมูสับที่แปรชนิดฟอสเฟตและปริมาณน้ำ

ชนิดฟอสเฟต	ปริมาณน้ำ (ร้อยละ)	ความแข็ง (กรัม-แรง)	ความสามารถในการเกาะกัน	ความยืดหยุ่น	ปริมาณของเหลวที่ไหลออก (ร้อยละ)
Control	20	3683.9 ± 29.3	0.415 ± 0.003	0.884 ± 0.001	20.03 ± 0.45
STPP		4402.5 ± 92.7	0.510 ± 0.003	0.893 ± 0.003	9.11 ± 0.86
Mix		4576.6 ± 75.2	0.513 ± 0.004	0.906 ± 0.003	8.20 ± 0.004
TSPP		4736.6 ± 17.7	0.519 ± 0.005	0.910 ± 0.005	6.06 ± 0.95
Control	30	2242.3 ± 94.4	0.384 ± 0.002	0.875 ± 0.002	25.87 ± 0.94
STPP		3309.9 ± 68.3	0.473 ± 0.009	0.881 ± 0.003	13.79 ± 0.56
Mix		3418.9 ± 63.7	0.484 ± 0.001	0.893 ± 0.001	11.96 ± 0.53
TSPP		3600.3 ± 41.3	0.492 ± 0.007	0.896 ± 0.003	8.89 ± 0.23
ระดับนัยสำคัญ	ชนิดฟอสเฟต	*	*	*	*
	ปริมาณน้ำ	*	*	*	*
	ชนิดฟอสเฟต x ปริมาณน้ำ	*	ns	ns	ns

หมายเหตุ : Control หมายถึง สูตรควบคุมที่ไม่เติมฟอสเฟต
STPP หมายถึง โซเดียมไตรโพลฟอสเฟต
Mix หมายถึง ฟอสเฟตผสมระหว่าง STPP และ TSPP ในอัตราส่วน 1:1
TSPP หมายถึง เตตระโซเดียมไพโรฟอสเฟต
* หมายถึง ปัจจัยมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)
ns หมายถึง ปัจจัยไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 3 ผลของชนิดฟอสเฟตต่อค่าเนื้อสัมผัสด้านความสามารถในการเกาะกัน ความยืดหยุ่นและปริมาณของเหลวที่ไหล

ออกของผลิตภัณฑ์หมูสับ

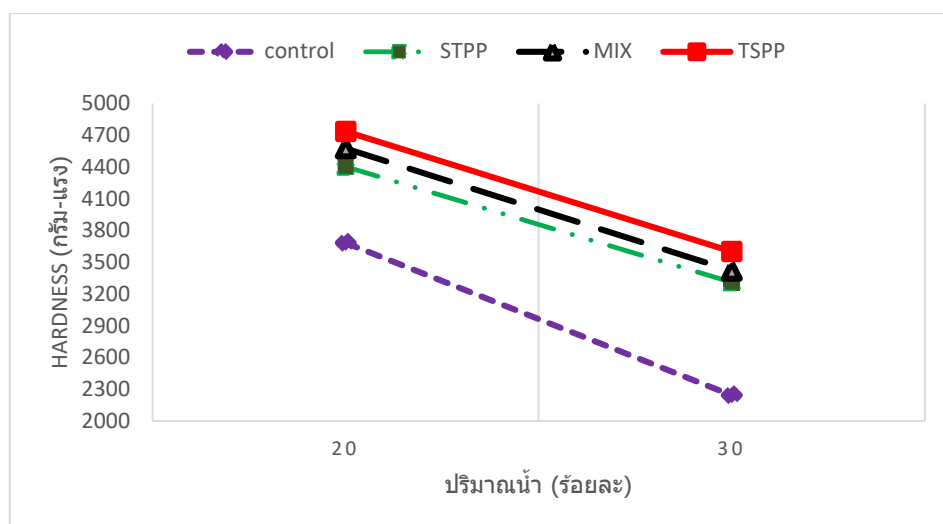
ชนิดฟอสเฟต	ความสามารถในการเกาะกัน	ความยืดหยุ่น	ปริมาณของเหลวที่ไหลออก (ร้อยละ)
Control	0.400 ± 0.018^d	0.879 ± 0.006^d	22.96 ± 3.20^a
STPP	0.491 ± 0.021^c	0.887 ± 0.007^c	11.45 ± 2.64^b
Mix	0.499 ± 0.016^b	0.900 ± 0.007^b	10.08 ± 2.14^{bc}
TSP	0.505 ± 0.016^a	0.913 ± 0.008^a	7.48 ± 1.64^c

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางที่ 4 ผลของปริมาณน้ำต่อค่าเนื้อสัมผัสด้านความสามารถในการเกาะกัน ความยืดหยุ่น และปริมาณของเหลวที่ไหลออกของผลิตภัณฑ์หมูสับ

ปริมาณน้ำ (ร้อยละ)	ความสามารถในการเกาะกัน	ความยืดหยุ่น	ปริมาณของเหลวที่ไหลออก
20	0.489 ± 0.045^a	0.898 ± 0.011^a	10.85 ± 5.70^b
30	0.458 ± 0.046^b	0.886 ± 0.009^b	15.13 ± 6.64^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพที่ 1 ผลของชนิดฟอสเฟตและปริมาณน้ำต่อเนื้อสัมผัสด้านความแข็งของผลิตภัณฑ์หมูสับ

จากผลในตารางที่ 2 จะเห็นว่าทั้งสองปัจจัยมีอิทธิพลต่อคุณภาพหมูสับ โดยมีอิทธิพลร่วมกันระหว่างชนิดฟอสเฟตและปริมาณน้ำต่อค่าความแข็ง จากภาพที่ 1 จะเห็นว่าในสูตรที่ไม่เติมฟอสเฟต (สูตรควบคุม) การเพิ่มปริมาณน้ำจะทำให้หมูสับมีค่าความแข็งลดลงมากกว่าสูตรที่เติมฟอสเฟต การเติมฟอสเฟตส่งผลให้หมูสับมีความแข็งเพิ่มขึ้นมากเมื่อเทียบกับสูตรควบคุมในทุกระดับน้ำที่เติม โดย TSP ทำให้หมูสับมีค่าความแข็งสูงกว่าการใช้ STPP ในทุกระดับน้ำที่เติมเช่นกัน

สำหรับเนื้อสัมผัสด้านความสามารถในการเกาะกันและความยืดหยุ่นของหมูสับ พบว่า หมูสับที่เติม TSP ให้ค่าสูงกว่า STPP ในขณะที่หมูสับสูตรควบคุมให้ค่าต่ำสุดดังตารางที่ 3 ($p < 0.05$) สำหรับปริมาณน้ำที่เติมในสูตรพบว่า ปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้หมูสับมีค่าความแข็ง ความสามารถในการเกาะกันและความยืดหยุ่นลดลง ($p < 0.05$)

ปริมาณของเหลวที่ไหลออกเป็นค่าที่แสดงถึงความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์ ซึ่งถ้าปริมาณของเหลวที่ไหลออกน้อยแสดงว่าผลิตภัณฑ์มีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง จากตารางที่ 3 พบว่า การเติมฟอสเฟตจะทำให้หมูสับมีความสามารถในการอุ้มน้ำสูงขึ้น โดยหมูสับที่เติม TSP มีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำสูงกว่า STPP ($p < 0.05$) สำหรับผลของปริมาณที่เติมพบว่า ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของหมูสับจะลดลงตามปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้น ตารางที่ 4

3. ผลของไข่ขาวดิบต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์หมูสับ

ผลการนำหมูสับสูตรที่เติมน้ำร้อยละ 20 และฟอสเฟต TSPP มาศึกษาผลของไข่ขาวดิบได้ผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลของไข่ขาวต่อค่าเนื้อสัมผัสและปริมาณของเหลวที่ไหลออกของผลิตภัณฑ์หมูสับ

ร้อยละไข่ขาวดิบ	ความแข็ง (กรัม-แรง)	ความสามารถในการเกาะกัน	ความยืดหยุ่น	ปริมาณของเหลวที่ไหลออก (ร้อยละ)
0	4989.2 ± 29.5 ^a	0.515 ± 0.006 ^a	0.901 ± 0.002 ^a	7.50 ± 3.20 ^a
5 (ปกติ)	4660.5 ± 16.3 ^c	0.485 ± 0.007 ^c	0.881 ± 0.001 ^c	7.57 ± 2.64 ^a
5 (ลดน้ำ)	4811.2 ± 13.6 ^b	0.495 ± 0.007 ^b	0.895 ± 0.001 ^b	6.53 ± 2.14 ^b

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

ปกติ หมายถึง สูตรเติมไข่ขาวดิบร้อยละ 5 ของน้ำหนักหมู

ลดน้ำ หมายถึง สูตรเติมไข่ขาวดิบร้อยละ 5 ของน้ำหนักหมูและควบคุมน้ำในสูตรให้เท่ากับสูตรที่ไม่เติมไข่ขาว

จากตารางที่ 5 พบว่าการเติมไข่ขาวดิบทั้งสูตรปกติและสูตรลดน้ำให้ค่าความแข็ง ความสามารถในการเกาะกันและความยืดหยุ่นของหมูสับลดลงโดยเฉพาะสูตรปกติ ส่วนค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของหมูสับ พบว่าหมูสับที่เติมไข่ขาวดิบสูตรลดน้ำ ให้ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำสูงกว่าสูตรที่ไม่เติมไข่ขาวดิบ

5. ผลของวิธีให้ความร้อนต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์หมูสับ

จากการนำหมูสับสูตรเติมไข่ขาวดิบ (ลดน้ำ) มาปรับปรุงคุณภาพโดยการปรับสภาวะการให้ความร้อน ดังนี้ (1) ให้ความร้อนขึ้นตอนเดียวในน้ำเดือด 10 นาที (2) ให้ความร้อนสองขั้นตอน คือที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 15 นาที ก่อนให้ความร้อนในน้ำเดือด 10 นาที ได้ผลดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลของวิธีการให้ความร้อนต่อค่าเนื้อสัมผัสและปริมาณของเหลวที่ไหลออกของผลิตภัณฑ์หมูสับ

วิธีการให้ความร้อน	ความแข็ง (กรัม-แรง)	ความสามารถในการเกาะกัน	ความยืดหยุ่น	ปริมาณของเหลวที่ไหลออก (ร้อยละ)
แบบที่ 1	5245 ± 22.5 ^b	0.514 ± 0.006 ^b	0.884 ± 0.002 ^b	7.16 ± 0.11 ^a
แบบที่ 2	5997 ± 36.4 ^a	0.524 ± 0.002 ^a	0.906 ± 0.003 ^a	5.98 ± 0.24 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

แบบที่ 1 หมายถึง ให้ความร้อนขึ้นตอนเดียว

แบบที่ 2 หมายถึง ให้ความร้อนสองขั้นตอน

การให้ความร้อนแบบที่ 2 ซึ่งเป็นการให้ความร้อนสองขั้นตอน โดยให้ความร้อนในน้ำอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ก่อนการให้ความร้อนในน้ำเดือด จะทำให้หมูสับมีค่าความแข็ง ความสามารถในการเกาะกัน ความยืดหยุ่นและความสามารถในการอุ้มน้ำสูงกว่าการให้ความร้อนแบบที่ 1 ที่เป็นการให้ความร้อนขึ้นตอนเดียว (ตารางที่ 6)

6. ศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัส

ผลการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสของหมูสับที่เติม TSPP น้ำร้อยละ 20 และไข่ขาว (ลดน้ำ) ให้ความร้อนสองขั้นตอน (สูตรปรับปรุง) เทียบกับหมูสับที่เติมน้ำร้อยละ 20 และให้ความร้อนขั้นตอนเดียว (สูตรควบคุม) โดยวิธี hedonic แสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์หมูสับสูตรควบคุมและสูตรปรับปรุง

ผลิตภัณฑ์หมูสับ	คะแนนความชอบโดยวิธี hedonic	
	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
สูตรควบคุม	5.3 ± 1.6 ^b	5.5 ± 1.7 ^b
สูตรปรับปรุง	7.4 ± 1.4 ^a	7.5 ± 1.1 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

สูตรควบคุม หมายถึง สูตรที่ไม่เติม TSPP ไข่ขาว และให้ความร้อนขั้นตอนเดียว

สูตรปรับปรุง หมายถึง สูตรที่เติม TSPP ไข่ขาว และให้ความร้อนสองขั้นตอน

ระดับคะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด ระดับคะแนน 5 หมายถึง เฉยๆ

ระดับคะแนน 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด

จากผลการทดสอบความชอบด้านเนื้อสัมผัสและความชอบรวม จะพบว่าหมูสับสูตรปรับปรุงที่เติมฟอสเฟต TSPP ไข่ขาวดิบและให้ความร้อนสองขั้นตอนได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสทั้งด้านเนื้อสัมผัสและความชอบรวมสูงกว่าสูตรควบคุมที่ไม่มีการเติมฟอสเฟต ไข่ขาวดิบและให้ความร้อนขั้นตอนเดียว

สรุปและอภิปรายผล

จากผลการเติมสารประกอบฟอสเฟตลงในผลิตภัณฑ์หมูสับ พบว่า หมูสับจะมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีขึ้นในทุกด้าน รวมถึงมีความฉ่ำน้ำมากขึ้นกว่าสูตรควบคุมที่ไม่ใส่ฟอสเฟต ซึ่งเป็นผลมาจากในหมูสับสูตรควบคุมใช้เกลือในการสกัดโปรตีนไมโอซิน โดยเกลือจะมีผลต่อไมโอไฟบริลลาโปรตีน ซึ่งองค์ประกอบที่สำคัญในไมโอไฟบริลลาโปรตีนที่มีความสำคัญเกี่ยวข้องกับการสามารถในการจับน้ำของเนื้อ คือโปรตีนแอคติน และโปรตีนไมโอซิน โดยเกลือจะทำให้เกิดการคล่อออกของไมโอไฟบริลลาโปรตีน และสามารถละลายได้ในสารละลายน้ำเกลือ การคล่อออกของไมโอไฟบริลลาโปรตีน เป็นผลมาจากแรงผลักระหว่างประจุของ Cl^- การเพิ่มประจุในโมเลกุลของโปรตีนทำให้โปรตีนมีความสามารถในการจับน้ำเพิ่มขึ้น และแรงผลักระหว่างประจุส่งผลให้ช่องว่างระหว่างโปรตีนแอคตินและโปรตีนไมโอซินเพิ่มขึ้น สามารถรับน้ำเข้าไปภายในโครงสร้างได้มากขึ้น (Xiong, et al., 2000) ในขณะที่การเติมฟอสเฟตลงในหมูสับ จะช่วยให้สกัดไมโอซินได้มากขึ้น เนื่องจากฟอสเฟตจะทำให้เนื้อมีความเป็นกรด-ด่างสูงขึ้นจากจุด isoelectric โดยทำให้โปรตีนไมโอซินและแอคตินมีประจุเป็นลบมากขึ้น จึงทำให้เกิดแรงผลักทางประจุระหว่างโมเลกุลโปรตีน ส่งผลให้เกิดการขยายตัวของช่องว่างในไมโอไฟบริลลามากกว่าเดิมเกลือเพียงอย่างเดียว ทำให้เกิดเป็นร่างแหตาข่ายที่แข็งแรงขึ้นและสามารถกักเก็บน้ำไว้ในช่องว่างระหว่างโมเลกุลของโปรตีนได้มากขึ้น (Long et al., 2011; Petracci et al., 2013) TSPP ยังทำให้เกิดการแตกตัวของแอคโตไมโอซินเป็นแอคตินและไมโอซินอีกด้วย โดย TSPP จะมีผลในการปรับปรุงคุณภาพได้มากกว่า STPP เนื่องจาก STPP จะต้องเกิด dephosphorylated เป็น pyrophosphate โดยเอนไซม์ ATP-ase ที่พบในไมโอไฟบิล (Xiong & Kupski, 1999; Brewer, 2004) ดังนั้นในระยะเวลาที่ควบคุมเท่ากัน TSPP จึงให้ผลที่ดีกว่า

สำหรับผลการเติมไข่ขาวดิบ พบว่า การเติมไข่ขาวดิบทำให้หมูสับมีเนื้อสัมผัสดีลดลง อาจเกิดจากสภาวะการให้ความร้อนสูงเกินไปทำให้โปรตีนไข่ขาวเกิดการแข็งตัวก่อนที่จะไปสร้างแรงยึดเหนี่ยวกับโปรตีนของเนื้อหมู ทำให้ความสามารถในการทำหน้าที่สารยึดเกาะลดลง แต่สูตรเติมไข่ขาว (ลดน้ำ) มีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง เนื่องจากความสามารถในการสร้างพันธะไฮโดรเจนของโปรตีนโอวัลบูมินซึ่งเป็นฟอสโฟไกลโคโปรตีนในไข่ขาว (Burgarella et al., 1985; Massimiliano & Bianchi, 2012; Montejano et al., 1984)

ในการให้ความร้อนแก่หมูสับแบบสองขั้นตอน ในขั้นตอนแรกเป็นการให้ความร้อนช่วงอุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส เป็นช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการแข็งตัวของทั้งโปรตีนไข่ขาวและไมโอซิน การให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศา

เซลล์เซียส 15 นาที่ จะทำให้โปรตีนเกิดการสูญเสียสภาพธรรมชาติได้มากขึ้น เมื่อนำหมูสับไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิน้ำเดือดในขั้นตอนที่ 2 จะเริ่มเกิดโครงสร้างเจลที่แข็งแรงในช่วงอุณหภูมิสูง 80-90 องศาเซลเซียส โดยจะมีการสร้างพันธะไดซัลไฟด์และเกิด hydrophobic interactions และเกิดการสร้างพันธะไฮโดรเจนมากขึ้นเมื่อผลิตภัณฑ์มีอุณหภูมิต่ำลง (Torley et al.,2000)

จากผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า การเติมสารประกอบฟอสเฟต น้ำและไข่ขาวดิบลงในหมูสับ สามารถทำให้หมูสับมีลักษณะเนื้อสัมผัสและความชุ่มน้ำสูงขึ้น โดย TSPP ให้ผลดีกว่า STPP

ข้อเสนอแนะ

1. จากผลการวิจัยใช้ไข่ขาวดิบช่วยในการยืดเกาะซึ่งหาได้ง่ายในครัวเรือน แต่ในไข่ขาวมีน้ำถึงร้อยละ 80 ดังนั้นในการศึกษาต่อไป สามารถปรับลดปริมาณน้ำที่เติมและเพิ่มปริมาณไข่ขาวดิบให้มากขึ้น น่าจะช่วยให้หมูสับมีเนื้อสัมผัสที่ดีขึ้น
2. จากปัญหาเรื่องสุขภาพในปัจจุบัน อาจลดปริมาณเกลือและฟอสเฟตลงให้ได้มากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- Agnihotri, M.K. and Pal, U.K. (1997). Effect of tetra sodium pyrophosphate on quality of chevon sausages. *The Indian Journal of Animal Sciences* 67: 1000–1003.
- Burgarella, J. C., Lanier, T. C., and Hamann, D. D., (1985), Effects of Added Egg White or Whey Protein Concentrate on Thermal Transitions in Rigidity of Croaker Surimi, *Journal of Food Science*, Vol. 50, p. 1588.
- Heinz, G., & Hautzinger, P. (2007). Meat processing technology for small- to medium-scale producers. Bangkok: FAO Regional Office for Asia and the Pacific. 456 p.
- Long, N.H.B.S., Gal, R., & Bunka, F. (2011). Use of phosphates in meat products. *African Journal of Biotechnology* 10(86): 19874-19882
- Massimiliano, P., & Bianchi G., (2012). Functional ingredients for poultry meat products *World's Poultry Congress 5 - 9 August*
- MINE, Y. (1995). Recent advances in the understanding of egg white protein functionally. *Trends in Food Science and Technology*, v.6, p.225-231.
- Montejano, J.G.; Hamann, D.D., & Lanier, T.C. (1984). Induced gelation of selected comminuted muscle systems-rheological changes during processing, final strengths and microstructure. *Journal of Food Science*, v.49, p.1496-1501
- Peng, W., Lian, X.X., & Hong, Z.G. (2009). Effects of meat and phosphate level on water holding capacity and texture of emulsion-type sausage during storage. *Agricultural Sciences in China* 8(12): 1475-1481.
- Petracci, M., Bianchi, M., Mudalal, S., & Cavani, C. (2013). Functional ingredients for poultry meat products. *Trends in Food Science & Technology* 33: 27-39.
- Torley, P.J., Bruce, R.A. & Trout, R.C. (2000). The effect of ionic strength, polyphosphates type, pH, cooking temperature and preblending on the functional properties of normal and pale, soft, exudative (PSE) pork. *Meat Science*. 55 : 451-462
- Wang P, Xu X, & Zhou G. (2009). Effects of meat and phosphate level on water-holding capacity and Texture of emulsion-type sausage during storage. *Agr Sci China*.;8:1475–81.
- Xiong YL, Lou X, Wang C, Moody WG, & Harmo RJ. (2000). Protein extraction from chicken myofibrils irrigated with various polyphosphate and NaCl solutions. *J Food Sci*.;65:96–100.
- Yeung, C.K., & Huang, S.C. (2018) Effects of Food Proteins on Sensory and Physico-Chemical Properties of Emulsified Pork Meatballs. *Journal of Food and Nutrition Research*, , Vol. 6 (1), 8-12

การผลิตกระเทียมเจียวด้วยเทคโนโลยีการทอดด้วยหม้อไรร้อน (Air Fryer)

กัญญาพัชร เพชรารณ¹ จุตามาศ มุลวงศ์¹ และ ธนิดา ฉั่วเจริญ²

¹สาขาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

²สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

email: yelly26girl@gmail.com, kanyapat.pe@ssru.ac.th

บทคัดย่อ

กระเทียมเจียว เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของอาหารไทยมาแต่โบราณกาล ทั้งเป็นส่วนประกอบ วัตถุดิบ และเครื่องเคียงในอาหารไทยทั้งอาหารคาว อาหารหวานหรือแม้แต่เป็นส่วนหนึ่งของหน้าขนมไทยหลายชนิด ในยุคสมัยปัจจุบัน มีผลิตภัณฑ์กระเทียมเจียวสำเร็จรูปมากมายที่ขายและพบเห็นได้ทั่วไปตามท้องตลาด ทำให้ประหยัดเวลาในการทำกระเทียมเจียวสำหรับใช้ในอาหาร แต่เนื่องด้วยกระเทียมเจียวสำเร็จรูปเหล่านั้น ผ่านการทอดด้วยน้ำมันท่วม มีปริมาณไขมันค่อนข้างสูงและยังทำให้อาหารที่มีกระเทียมเจียวเป็นส่วนประกอบ มีพลังงานสูงขึ้นอีกด้วย ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงเห็นว่าการลดปริมาณของไขมันในกระเทียมเจียวสำเร็จรูป เพื่อเป็นการลดปริมาณไขมันที่อยู่ในกระเทียมเจียวจากการบริโภคกระเทียมเจียวจากการทอดด้วยน้ำมันท่วมแบบดั้งเดิม ด้วยการผลิตกระเทียมเจียวไรร้อนพร้อมรับประทาน โดยเทคโนโลยีการทอดด้วยหม้อทอดไรร้อน (Smarthome Air Fryer MV-014) เพื่อลดปริมาณไขมันในกระเทียมเจียวได้ดีกว่าการทอดด้วยน้ำมันท่วมแบบดั้งเดิม ดังวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์กระเทียมเจียวไรร้อนพร้อมรับประทาน โดยเทคโนโลยีการทอดด้วยหม้อทอดไรร้อนที่ได้นั้นมีปริมาณไขมันที่น้อยกว่ากระเทียมเจียวทั่วไป และทำให้ผู้บริโภคที่บริโภคกระเทียมเจียวการทอดรูปแบบใหม่นี้ได้รับพลังงานจากไขมันในอาหารที่ลดลงอีกด้วย

และเมื่อได้ทำการวิเคราะห์ความพึงพอใจทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคพบว่า ผลิตภัณฑ์กระเทียมเจียวที่ได้จากการทอดด้วยหม้อทอดไรร้อน จากผลการทดสอบความพึงพอใจทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคทั้ง 5 ปัจจัยคือ สีของกระเทียมเจียว ความหอมกระเทียมเจียว รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมพบว่า ผลิตภัณฑ์ได้รับคะแนนความพึงพอใจจากผู้บริโภคในระดับมากถึงมากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยของปัจจัยในกระเทียมเจียวที่ได้จากการทอดด้วยเทคโนโลยีการทอดด้วยหม้อทอดไรร้อน มากกว่ากระเทียมเจียวที่ได้จากการทอดวิธีการทอดแบบน้ำมันท่วมธรรมดา ในปัจจัย สีของกระเทียมเจียว และรสชาติ ส่วนปัจจัย 2 ด้านคือ สีของกระเทียมเจียว เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมนั้น ไม่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยที่ $F > 0.05$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งสามารถกล่าวได้ว่าปัจจัยดังกล่าว ระหว่างกระเทียมเจียวที่ได้จากการทอดวิธีการทอดแบบน้ำมันท่วมธรรมดา และกระเทียมเจียวที่ได้จากการทอดด้วยเทคโนโลยีการทอดด้วยหม้อทอดไรร้อนนั้นไม่มีความแตกต่างกัน ทั้งยังได้รับการตอบรับจากผู้บริโภคในระดับดีอีกด้วย

คำสำคัญ: กระเทียมเจียว, การทอด, การทอดแบบน้ำมันท่วม, หม้อทอดไรร้อน

Production of fried garlic by Air frying technology.

Kanyapat Petcharaporn¹, Jutamas Moolwong¹ and Thanida Chuacharoen¹

¹Faculty of Science and Technology, Suan Sunandha Rajabhat University, Bangkok, Thailand

E-mail; yelly26girl@gmail.com and kanyapat.pe@ssru.ac.th

Abstract

Fried garlic it's an important component of Thai food since ancient times both as raw materials and side dishes in Thai food, or even a part of many Thai desserts. For now, there are many ready-to use fried garlic products commonly found in the market for saving time of consumers. But those usually fried with oil and too high of fat level in product Therefore, the research team agreed that it will be good if there is a reduction the amount of fat in the fried garlic to reduce the amount of fat in the garlic as a goal of our research. The production of ready to eat non-fat fried garlic by Air Fryer technology (Smarthome MV-014) to reduce the amount of fat less than deep fried garlic and it can be a new type of fried garlic for consumer.

For the sensory evaluation of consumers, for 5 factors are color of garlic, aroma of garlic, flavor, texture and overall preference found that the non-fat fried garlic product by air frying technology had a high level of satisfaction acceptance from consumers in every factor. While the 3 factors are color of garlic, texture and overall preference for both types of fried garlic, there is no difference at statistical significance, with $F \leq 0.05$ at 95% confidence level.

Keywords: fried garlic, frying, deep frying, air fryer

บทนำ

กระเทียมเจียว มักเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของอาหารไทยมาแต่โบราณกาล ทั้งเป็นส่วนประกอบ วัตถุดิบ และเครื่องเคียงในอาหารไทยทั้งอาหารคาว อาหารหวานหรือแม้แต่เป็นส่วนของขนมไทยหลายชนิด ในยุคสมัยปัจจุบัน มีผลิตภัณฑ์กระเทียมเจียวสำเร็จรูปมากมายที่ขายและพบเห็นได้ทั่วไปตามท้องตลาด ซึ่งกระเทียมเจียวสำเร็จรูปเหล่านี้ช่วยเพิ่มความสะดวก และเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภคและผู้ประกอบการอาหาร ให้ประหยัดเวลาในการทำกระเทียมเจียวสำหรับใช้ใน

อาหารอีกด้วย แต่เนื่องด้วยกระเทียมเจียวสำเร็จรูปเหล่านั้นมักผ่านการทอดด้วยน้ำมันท่วม และมีปริมาณไขมันค่อนข้างสูง และยังทำให้อาหารที่มีกระเทียมเจียวเป็นส่วนประกอบ มีพลังงานสูงขึ้นอีกด้วย กระเทียมเจียวจึงไม่เหมาะกับผู้ที่มีความเสี่ยงต่อโรคหัวใจ โรคความดัน และผู้ที่ต้องการควบคุมพลังงานของอาหารอีกด้วยผู้ที่รักในการดูแลสุขภาพ

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงเห็นว่า จะเป็นการดีไม่น้อยถ้ามีการลดปริมาณของไขมันในกระเทียมเจียวสำเร็จรูป เพื่อเป็นการลดปริมาณไขมันที่อยู่ในกระเทียมเจียวและลดความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการบริโภคกระเทียมเจียวจากการทอดด้วยน้ำมันท่วมแบบดั้งเดิม ด้วยความคิดค้นนวัตกรรมการผลิตกระเทียมเจียวไร้มันพร้อมรับประทาน โดยเทคโนโลยีการทอดด้วยหม้อไร้มัน (Air Fryer) หม้อชนิดนี้จะใช้ลมร้อนเป่าผ่านอาหารแทน ด้วยอุณหภูมิที่สูงจะทำให้อาหารสุกจนมีลักษณะเหมือนหรือคล้ายกับอาหารที่ผ่านการทอดปกติโดยน้ำมันได้ และหากในอาหารมีน้ำมันเคลือบหรือผสมอยู่ น้ำมันก็จะเดือดระหว่างปรุง ทำให้อาหารมีลักษณะและรสสัมผัสเหมือนกับผ่านการทอดด้วยน้ำมันมากยิ่งขึ้น (KitchenXclusive, หม้อทอดไร้น้ำมัน ชนิดต่างๆ) จึงช่วยรักษาคุณภาพของอาหาร เช่น สี กลิ่น รสชาติ ได้ดีกว่าการทอดด้วยน้ำมันท่วมแบบดั้งเดิม ดังวัตถุประสงค์ของงานวิจัย อีกทั้งยังมีการทอดแบบสุญญากาศ (vacuum frying) เป็นการทอดด้วยสถานะที่เป็นสุญญากาศ ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารเกิดการเดือดได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส ทำให้น้ำระเหยออกจากชิ้นของอาหารที่อุณหภูมิต่ำ จึงช่วยรักษาคุณภาพของอาหาร เช่น สี กลิ่น รสชาติ ได้ดีกว่าการทอดด้วยน้ำมันท่วมแบบดั้งเดิม อีกทั้งยังลดการเกิดปฏิกิริยา hydration ของน้ำมัน ทำให้ไตรกลีเซอไรด์ในน้ำมัน สลายตัวเป็นกรดไขมันอิสระได้น้อยลงและลดการอมน้ำมันของอาหารลงได้ (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, Vacuum fryer / เครื่องทอดสุญญากาศ) ผลิตภัณฑ์กระเทียมเจียวไร้มันพร้อมรับประทาน โดยเทคโนโลยีการทอดด้วยหม้อไร้มัน (Air Fryer) ที่ได้นั้น มีปริมาณไขมันที่น้อยกว่ากระเทียมเจียวทั่วไป และทำให้ผู้บริโภคที่บริโภคกระเทียมเจียวจากนวัตกรรมการทอดรูปแบบใหม่นี้ได้รับพลังงานจากไขมันในอาหารที่ลดลงอีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อผลิตกระเทียมเจียวไร้มันพร้อมรับประทาน โดยเทคโนโลยีการทอดด้วยหม้อไร้มัน (Air Fryer)
2. เพื่อลดปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์กระเทียมเจียวไร้มัน พร้อมรับประทาน
3. เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์กระเทียมเจียวไร้มันพร้อมรับประทาน ในการเป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภค

ระเบียบวิธีวิจัย

ขั้นตอนการทำกระเทียมเจียว

1. ขั้นตอนการทำกระเทียมเจียวด้วยวิธีการทอดด้วยน้ำมันแบบธรรมดา

ส่วนผสม

กระเทียมจีน	100	กรัม
น้ำมันปาล์ม	500	มิลลิลิตร
เกลือ	1/2	ช้อนชา
น้ำตาลทราย	1/2	ช้อนชา

น้ำสะอาดสำหรับล้างกระเทียม

ขั้นตอน

1. นำกระเทียมมาล้างทำความสะอาด กระเทียมจีนตัดหัวปอกเปลือกให้หมด กระเทียมไทยลอกเปลือกหนาแข็งทิ้ง ล้างอีกรอบ (บางครั้งมีรา) ซับให้แห้ง
2. มีดใหญ่บุบ (ตบ ไม่แนะนำให้โขลก เพราะจะไม่กรอบ) (น้ำมันหอมระเหยจะได้ออกมา) และสับกระเทียมไม่ต้องละเอียดมาก
3. ใช้กระทะหรือหม้อเทฟลอน (จะไม่เหนียวติดไหม้ข้างภาชนะ) ตั้งไฟให้ร้อน เติมน้ำมันรอให้ร้อนพอสมควร (จะไม่อมน้ำมัน) ใช้ไฟกลางค่อนข้างแรง ใส่กระเทียมลงกระทะ คนเป็นระยะ
4. เมื่อน้ำในกระเทียมเริ่มแห้ง ลดไฟอ่อน คนตลอดเวลา (สีจะได้เหลืองสวยเท่ากัน) จนกระเทียมเริ่มลอย
5. ใส่เกลือ (เพื่อรสชาติและไม่หืนเร็ว) น้ำตาลทราย (เพื่อความกรอบนาน) คนตลอดเวลา แรงไฟแรง
6. พอกกระเทียมสีเหลืองอ่อนๆ ยกออกจากเตา คนตลอดเวลาจนกระทั่งสีเหลืองทอง

อีก

7. เตรียมน้ำเปล่าใส่ถาด นำกระทะที่เจียวกระเทียมสั้ได้ที่แล้ว ลงแช่น้ำให้เย็นตัว เพื่อหยุดไม่ให้กระเทียมเหลืองเข้มขึ้น
8. คนเป็นระยะ กระเทียมจะได้ไม่ติดเป็นก้อน รอให้เย็น จะกรอบมาก นำไปปรุงอาหารได้



ภาพที่ 1 ภาพการคัดเลือก ปอกเปลือก และทำการสับกระเทียมสำหรับการเจียวทั้งสองวิธี
ที่มา : ภาพถ่ายโดยกัญญาพัชร เพชรารณณ์ เมื่อวันที่ 6 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2562



ภาพที่ 2 ภาพขั้นตอนการเจียวกระเทียมให้เหลืองทอง ด้วยวิธีการทอดด้วยน้ำมันแบบธรรมดา
ที่มา : ภาพถ่ายโดยกัญญาพัชร เพชรารณณ์ เมื่อวันที่ 6 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2562



ภาพที่ 3 ภาพกระเทียมเจียวที่ได้จากวิธีการทอดด้วยน้ำมันแบบธรรมดา

ที่มา : ภาพถ่ายโดยกัญญาพัชร เพชรารณณ์ เมื่อวันที่ 6 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2562

2. ขั้นตอนการทำกระเทียมเจียวโดยเทคโนโลยีการทอดด้วยหม้อทอดไร้น้ำมัน

ส่วนผสม

กระเทียมจีน	100	กรัม
เกลือ	1/2	ช้อนชา
น้ำตาลทราย	1/2	ช้อนชา
น้ำสะอาดสำหรับล้างกระเทียม		

ขั้นตอน

1. นำกระเทียมมาล้างทำความสะอาด กระเทียมจีนตัดหัวปอกเปลือกให้หมด กระเทียมไทยลอกเปลือกหนาแข็งทั้งล้างอีกรอบ (บางครั้งมีรา) ซับให้แห้ง
2. นำกระเทียมที่ผ่านการสับให้ได้ปริมาณ 100 กรัมแล้ว เข้ากระบวนการทอด ด้วยเทคโนโลยีการทอดด้วยหม้อทอดไร้น้ำมัน (Smarthome Air Fryer MV-014) แสดงในภาพที่ 4 จากนั้นให้ความร้อนกับกระเทียมที่อุณหภูมิการทอดที่ 100 องศาเซลเซียส และใช้เวลาในการทอดโดยการจับเวลา 7 นาที หลังจากนั้น เปิดฝาเครื่องนำกระเทียมเจียวออกมา



ภาพที่ 4 ภาพหม้อทอดไร้มัน (Smarthome Air Fryer MV-014)
ที่มา : ภาพถ่ายโดยกัญญาพัชร เพชรารักษ์ เมื่อวันที่ 8 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2562

3. นำกระเทียมที่ผ่านการทอดด้วยหม้อทอดไร้มัน โรยเกลือและน้ำตาลเพื่อให้คงความกรอบ ลักษณะตามภาพที่ 5 คือกระเทียมเจียวที่ได้จากการทอดด้วยเทคโนโลยีการทอดหม้อทอดไร้มัน



ภาพที่ 5 ภาพกระเทียมเจียวที่ได้จากการทอดด้วยหม้อทอดไร้มัน (Smarthome Air Fryer MV-014)
ที่มา : ภาพถ่ายโดยกัญญาพัชร เพชรารักษ์ เมื่อวันที่ 8 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2562

ผลการวิจัย

1. การทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค

นำกระเทียมเจียวที่ได้จากการทอดวิธีการทอดแบบน้ำมันท่วมธรรมดา และกระเทียมเจียวที่ได้จากการทอดด้วยเทคโนโลยีการทอดด้วยหม้อทอดไร้มัน มาทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภค ด้วยวิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัสหรือด้วยการชิม ด้วยวิธี 5-point hedonic scale โดยมีจำนวนผู้ทดสอบ 30 คน จากบุคลากรและนักศึกษาจากสาขาเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ซึ่งมีการทดสอบทั้ง 5 ด้านคือ สีของกระเทียมเจียว ความหอมกระเทียมเจียว รสชาติ เนื้อสัมผัส และ ความชอบโดยรวม โดยมีคะแนนความพึงพอใจคือ 5= มากที่สุด, 4= มาก, 3= ปานกลาง, 2= น้อย, 1= น้อยที่สุด จากนั้นนำคะแนนความพึงพอใจจากผู้บริโภคทั้งหมดเข้าโปรแกรมการวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อหาความสัมพันธ์ด้วยวิธี T-test ต่อไป

การประเมินผลความพึงพอใจของผู้บริโภคทางสถิติ ของกระเทียมเจียวที่ได้จากการทอดวิธีการทอดแบบน้ำมันท่วมธรรมดา และกระเทียมเจียวที่ได้จากการทอดด้วยหม้อทอดไร้มันนั้น จะมีการรวบรวมคะแนนการประเมินจากผู้บริโภค จากการประเมินผลความพึงพอใจของผู้บริโภคโดยวิธี 5-point hedonic scale ทั้งหมด มาวิเคราะห์ข้อมูลและประเมินผลทางสถิติเพื่อหา ความสัมพันธ์ด้วยวิธี T-test ดังตารางที่ 1 โดยแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นเป็นแบบคะแนนความคิดเห็นที่ระดับคะแนน 1-5 คะแนน ซึ่งผู้วิจัยใช้เกณฑ์ของเบสต์ (Best, 1986: p. 78) ซึ่งมีเกณฑ์ในการวิเคราะห์ผลข้อมูลดังต่อไปนี้

ค่าเฉลี่ย	4.21 – 5.00	หมายถึง	มีความเห็นด้วยในระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.41 – 4.20	หมายถึง	มีความเห็นด้วยในระดับมาก
ค่าเฉลี่ย	2.61 – 3.40	หมายถึง	มีความเห็นด้วยในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย	1.81 – 2.60	หมายถึง	มีความเห็นด้วยในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00 – 1.80	หมายถึง	มีความเห็นด้วยในระดับน้อยที่สุด

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบความพึงพอใจทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคใน กระเทียมเจียวที่ได้จากการทอดวิธีการทอดแบบ น้ำมันท่วมธรรมดา และกระเทียมเจียวที่ได้จากการทอดด้วยเทคโนโลยีการทอดด้วยหม้อทอดไร้น้ำมัน

ตัวอย่าง/ปัจจัยที่ใช้ในการประเมิน	กระเทียมเจียวที่ได้จากการทอดวิธีการทอดแบบน้ำมันท่วมธรรมดา	กระเทียมเจียวที่ได้จากการทอดด้วยเทคโนโลยีการทอดด้วยหม้อทอดไร้น้ำมัน
สีของกระเทียมเจียว	4.22 ± 0.66	4.28 ± 0.54
ความหอมกระเทียมเจียว	4.56 ± 0.53	4.13 ± 0.54
รสชาติ	4.24 ± 0.45	4.32 ± 0.47
เนื้อสัมผัส	4.63 ± 0.62	4.46 ± 0.57
ความชอบโดยรวม	4.36 ± 0.66	4.31 ± 0.61

จากตารางที่ 1 ผลการทดสอบความพึงพอใจทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคทั้ง 5 ปัจจัย นั้นสีของกระเทียมเจียว ความหอมกระเทียมเจียว รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมนั้น พบว่าปัจจัยของกระเทียมเจียวที่ได้จากการทอดด้วยเทคโนโลยีการทอดด้วยหม้อทอดไร้น้ำมัน ได้คะแนนการยอมรับจากผู้บริโภคมากกว่า กระเทียมเจียวที่ได้จากการทอดวิธีการทอดแบบ น้ำมันท่วมธรรมดา โดยมีคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยมากกว่าในปัจจัยด้านสีของกระเทียมเจียว เป็น 4.28 ± 0.54, ด้านรสชาติ เป็น 4.32 ± 0.47 ตามลำดับ ส่วนกระเทียมเจียวที่ได้จากการทอดวิธีการทอดแบบน้ำมันท่วมธรรมดา ได้คะแนนการยอมรับจากผู้บริโภคมากกว่ากระเทียมเจียวที่ได้จากการทอดด้วยเทคโนโลยีการทอดด้วยหม้อทอดไร้น้ำมัน ในปัจจัยด้านความหอมของกระเทียมเจียวคิดเป็นคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ย 4.56 ± 0.53 ปัจจัยด้านเนื้อสัมผัสเป็น 4.63 ± 0.62 และปัจจัยความชอบโดยรวมเป็น 4.36 ± 0.66 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของปัจจัยทั้ง 5 ด้าน ที่ใช้ในการประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค ที่มีต่อกระเทียมเจียวที่ได้จากการทอดวิธีการทอดแบบน้ำมันท่วมธรรมดา และกระเทียมเจียวที่ได้จากการทอดด้วยเทคโนโลยีการทอดด้วยหม้อทอดไร้น้ำมัน

ตัวอย่าง/ปัจจัยที่ใช้ในการประเมิน	t-test for equality of mean		
	t	df	Sig.
สีของกระเทียมเจียว	-2.874	29	0.053
ความหอมกระเทียมเจียว	-4.583	29	0.000*
รสชาติ	-2.276	29	0.021*
เนื้อสัมผัส	-1.980	29	0.057
ความชอบโดยรวม	-1.044	29	0.071

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 2 แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของปัจจัยทั้ง 5 ด้านที่ใช้ในการประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อกระเทียมเจียวที่ได้จากการทอดวิธีการทอดแบบน้ำมันท่วมธรรมดา และกระเทียมเจียวที่ได้จากการทอดด้วยเทคโนโลยีการทอดด้วยหม้อทอดไร้น้ำมัน พบว่าจากปัจจัยที่ใช้ในการประเมินความพึงพอใจทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคใน 3 ปัจจัยคือปัจจัยด้าน สีของกระเทียมเจียว เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ระหว่างกระเทียมเจียวที่ได้จากการทอดวิธีการทอดแบบน้ำมันท่วมธรรมดา และกระเทียมเจียวที่ได้จากการทอดด้วยหม้อทอดไร้น้ำมันนั้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยที่ $F \geq 0.05$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งสามารถกล่าวได้ว่าปัจจัยในด้าน สีของกระเทียมเจียว

เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ระหว่างผลิตภัณฑ์กระเทียมเจียวที่ได้จากการทอดด้วยเทคโนโลยีการทอดด้วยหม้อทอดไร้น้ำมันไม่มีความแตกต่างจากผลิตภัณฑ์กระเทียมเจียวที่ได้จากการทอดวิธีการทอดแบบน้ำมันท่วมธรรมดา ในทางกลับกันปัจจัยที่ใช้ในการประเมินความพึงพอใจทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคในด้าน ความหอมกระเทียมเจียว และรสชาติ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยที่ $F \leq 0.05$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การเปรียบเทียบความแตกต่างของปัจจัยทั้ง 5 ด้าน ที่ใช้ในการประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อกระเทียมเจียวที่ได้จากการทอดวิธีการทอดแบบน้ำมันท่วมธรรมดา และกระเทียมเจียวที่ได้จากการทอดด้วยเทคโนโลยีการทอดด้วยหม้อทอดไร้น้ำมัน โดยอิงตามเกณฑ์ของเบสต์ สามารถกล่าวได้ว่าผู้บริโภคมีความเห็นด้วยในระดับมาก ถึงมากที่สุดกับทุกๆปัจจัยของ กระเทียมเจียวที่ได้จากการทอดด้วยเทคโนโลยีการทอดด้วยหม้อทอดไร้น้ำมัน ในปัจจัยของ สีของกระเทียมเจียว ความหอมกระเทียมเจียว รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมอีกด้วย

สรุปและอภิปรายผล

ผลิตภัณฑ์กระเทียมเจียวที่ได้จากการทอดด้วยเทคโนโลยีการทอดด้วยหม้อทอดไร้น้ำมัน จากผลการทดสอบความพึงพอใจทางประสาทสัมผัสของ ผู้บริโภคทั้ง 5 ปัจจัยนั้นพบว่า ผลิตภัณฑ์ได้รับคะแนนความพึงพอใจจากผู้บริโภคในระดับมากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยของปัจจัยในกระเทียมเจียวที่ได้จากการทอดด้วยเทคโนโลยีการทอดด้วยหม้อทอดไร้น้ำมัน มากกว่ากระเทียมเจียวที่ได้จากการทอดวิธีการทอดแบบน้ำมันท่วมธรรมดา ในปัจจัยด้าน สีของกระเทียมเจียว และ รสชาติ เนื่องจากผลิตภัณฑ์กระเทียมเจียวที่ได้จากการทอดด้วยเทคโนโลยีการทอดด้วยหม้อทอดไร้น้ำมันนั้นเป็นที่พึงพอใจของผู้บริโภค และได้รับการตอบรับจากผู้บริโภคในระดับดี ทั้งยังเป็นผลิตภัณฑ์ที่น่าสนใจและแปลกใหม่และเป็นผลิตภัณฑ์กระเทียมเจียวที่มีปริมาณไขมันลดลงมากกว่ากระเทียมเจียวจากการทอดวิธีการทอดแบบน้ำมันท่วมธรรมดาอีกด้วย

ข้อเสนอแนะ

จากงานวิจัยนวัตกรรมการผลิตกระเทียมเจียวไร้น้ำมันพร้อมรับประทาน ด้วยเทคโนโลยีการทอดด้วยหม้อไร้น้ำมัน (Air Fryer) นั้น ได้ผลิตผลิตภัณฑ์กระเทียมเจียวแบบสำเร็จรูปและไร้ไขมัน ซึ่งผู้วิจัยคาดว่าจะสามารถนำประโยชน์ของผลิตภัณฑ์กระเทียมเจียวนี้ไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน หรือเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่รักสุขภาพ และยังอาจเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับการค้าในระดับอุตสาหกรรมต่อไปได้

เอกสารอ้างอิง

- ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. (2561). Vacuum fryer / เครื่องทอดสุญญากาศ. 10 สิงหาคม 2562. สืบค้นจาก <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2793/vacuum-fryer%E0%B9%80%E0%B8%84%E0%B8%A3%E0%B8%B7%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B8%97%E0%B8%AD%E0%B8%94%E0%B8%AA%E0%B8%B8%E0%B8%8D%E0%B8%8D%E0%B8%B2%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A8>
- หม้อทอดไร้น้ำมันชนิดต่างๆ ใช้ลมร้อนทอดอาหาร. (2562). สืบค้นเมื่อ 10 สิงหาคม 2562, จาก <https://www.kitchenxclusive.com/prod/13236/หม้อทอดไร้น้ำมัน>
- Best, John W. & Kahn, James V. (1986). Research in Education. (5th ed.). New Jersey: Prentice Hall.

ผลของโซเดียมแลคเตทที่มีต่อคุณภาพเนื้อปลาบดแช่เยือกแข็งที่ผลิตจากปลายี่สก (*Probarbus jullieni*)

ปัทมา ภาสุถาน และ มาลี ชัมศรีสกุล

ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร อาหาร และสิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพฯ 10800
email: pattama.p@sci.kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

เนื้อปลาบดแช่เยือกแข็งเป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น ลูกชิ้นปลา และปู้ด ซึ่งการผลิตในระดับ SMEs หรือ OTOP ถ้าสามารถเก็บรักษาเนื้อปลาบดแช่เยือกแข็งได้นานและมีปริมาณสำรองมาก จะเป็นการลดต้นทุนการผลิต เวลา และแรงงาน ซึ่งโซเดียมแลคเตทถูกใช้เป็นสารป้องกันการเสียสภาพโปรตีน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาผลของโซเดียมแลคเตทความเข้มข้นต่างๆ (ร้อยละ 0, 2, 3 และ 4 (โดยน้ำหนัก)) ที่มีต่อคุณภาพเนื้อปลาบดแช่เยือกแข็งที่ผลิตจากปลายี่สก (*Probarbus jullieni*) (โดยใช้อุณหภูมิแช่เยือกแข็ง -40°C เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18°C นาน 48 ชั่วโมง) พบว่าการเติมโซเดียมแลคเตทที่ความเข้มข้นเพิ่มขึ้น ทำให้เนื้อปลาก่อนการแช่เยือกแข็งมีปริมาณความชื้นลดลง ($p < 0.05$) ในขณะที่เนื้อปลาก่อนการแช่เยือกแข็งมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 6.31–6.42 โดยเมื่อเติมโซเดียมแลคเตทที่ความเข้มข้นเพิ่มขึ้น มีผลให้ค่าการสูญเสียระหว่างการละลายน้ำแข็ง (drip loss) ลดลง ($p < 0.05$) และปริมาณโปรตีนที่ละลายในน้ำเกลือมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนเจลปลาบดที่เตรียมจากเนื้อปลาบดแช่เยือกแข็งที่เติมโซเดียมแลคเตทความเข้มข้นต่างๆ นั้น พบว่าการเติมโซเดียมแลคเตท ทำให้เจลปลาบดมีความสว่างและความขาวมากกว่าการไม่เติมโซเดียมแลคเตท ($p < 0.05$) ค่าความแข็งแรงของเจลปลาบดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) ตามความเข้มข้นของโซเดียมแลคเตทที่เพิ่มขึ้น และการเติมโซเดียมแลคเตทความเข้มข้นร้อยละ 3 และ 4 (โดยน้ำหนัก) ส่งผลให้เจลปลาบดมีคุณภาพการพับที่ดีที่สุด คือสามารถพับได้ 4 ส่วน โดยไม่แตก

คำสำคัญ: โซเดียมแลคเตท เนื้อปลาบดแช่เยือกแข็ง ปลายี่สก

Effect of Sodium Lactate on Quality of Frozen Ground Jullien's Golden-Price Carp (*Probarbus jullieni*)

Pattama Phasuthan^{1,a} and Malee Simsriskul^{1,b}

¹Department of Agro-Industrial, Food, and Environmental Technology, Faculty of Applied Science,
King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok, Thailand
E-mail; ^apattama.p@sci.kmutnb.ac.th, ^bmalee.s@sci.kmutnb.ac.th

Abstract

Frozen ground fishes are raw materials for production of fish ball and crab stick products. For SMEs (Small and Medium Enterprises) or OTOP (One Tambon One Product) scale production, well-preserved and large stock of frozen ground fish would contribute to minimizing manufacturing cost, time and labor. Sodium lactate is commonly used as a cryoprotectant to prevent protein denaturation. As a result, this study determined the effect of sodium lactate at various concentrations (0, 2, 3 and 4% (w/w)) on quality of frozen ground Jullien's Golden-Price Carp (*Probarbus jullieni*), prepared at -40°C and stored at -18°C for 48 hours. We found that increasing concentration of sodium lactate yielded the pre-frozen ground fish with lower moisture content ($p < 0.05$) whereas the frozen ground fish pH ranged 6.32 – 6.42. At increased concentrations of sodium lactate led to lowering drip loss values ($p < 0.05$) and the salt-soluble protein content tended to increase. As for the frozen ground fish gels prepared from the frozen ground fish added with sodium lactate at various concentrations, we found that the sodium lactate addition yielded the gels with more lightness and whiteness ($p < 0.05$). The gel strength values tended to increase ($p < 0.05$) in corresponding with the increased sodium lactate concentrations. Addition of 3% and 4% (w/w) sodium lactate led to the gels with the best folding quality which were still intact even after folded four times.

Keywords: Sodium lactate; Frozen minced fish product; Jullien's Golden-Price Carp

บทนำ

เนื้อปลาบด คือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำปลาเพียงหนึ่งชนิดหรือปลาหลายชนิดที่มีลักษณะทางประสาทสัมผัสคล้ายคลึงกัน ซึ่งผ่านการเตรียมเบื้องต้นด้วยการล้างด้วยน้ำสะอาด ตัดหัว ควักไส้ หรือแล่เป็นชิ้น ไปแยกเนื้อออกจากส่วนของก้าง หน้างปลา และอวัยวะภายใน แล้วนำเนื้อปลามาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดเนื้อ (สุวรรณ วิรัชกุล, อารยา เขาว์เรืองฤทธิ์, และศุภวรรณ ถาวรชินสมบัติ, 2543; กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2548; Joint FAO/WHO Codex Alimentarius Commission, 1995) ปลาทะเล เช่น ปลาทรายแดง ปลาทรายขาว และปลาตาบเงิน นิยมนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเนื้อปลาบด แต่ในปัจจุบันปลาทะเลเหล่านี้มีปริมาณลดน้อยลงส่งผลให้เกิดปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบ ดังนั้นจึงได้มีการหันมาใช้ปลาน้ำจืดเป็นแหล่งวัตถุดิบทดแทน ซึ่งหนึ่งในนั้นคือ ปลายี่สก (*Probarbus jullieni*) หรือภาษาท้องถิ่นเรียก อีสก ยี่สกทอง และปลาเอน ปลายี่สกจัดเป็นปลาน้ำจืดขนาดใหญ่ในสกุล *Probarbus* มีปริมาณการเพาะเลี้ยงมากเป็นอันดับต้นๆ และเป็นปลาเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรมประมง, 2538; สุวรรณ วิรัชกุล และคณะ, 2543; Ali, Benjakul, Prodpran, & Kishimura, 2018) เนื้อปลาบดถูกนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆได้หลากหลายชนิด เช่น ลูกชิ้นปลา ทอดมันปลา ไส้กรอกปลา และปูด เป็นต้น โดยนิยมนำเนื้อปลาบดไปผลิตผลิตภัณฑ์อาหารทันทีหรือนำไปแช่เยือกแข็งด้วยการลดอุณหภูมิที่จุดกึ่งกลางของเนื้อปลาบดจนถึง -18°C หรือต่ำกว่า แล้วเก็บรักษาในสภาวะแช่เยือกแข็ง เพื่อถนอมและยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์สำหรับรอการแปรรูปต่อไป (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2548; U.S. Patent No. US 2012/0064196 A1, 2012) ซึ่งเนื้อปลาบดแช่เยือกแข็งสามารถทำรายได้ให้กับอุตสาหกรรมส่งออกของประเทศไทยเป็นอย่างมาก โดยในระหว่างเดือนมกราคม-สิงหาคม ปี พ.ศ. 2562 มีมูลค่าการส่งออกรวม 5018.52 ล้านบาท มีประเทศญี่ปุ่นเป็นตลาดส่งออกอันดับหนึ่งของไทย (กระทรวงพาณิชย์, 2562) นอกจากนี้จะทำรายได้เข้าประเทศในระดับอุตสาหกรรมแล้ว เนื้อปลาบดแช่เยือกแข็งยังสามารถนำมาใช้ในอุตสาหกรรมระดับครัวเรือนหรือ SMEs (Small and Medium Enterprises) และ OTOP (One Tambon One Product) ได้เช่นเดียวกัน เนื่องจากเล็งเห็นประโยชน์จากการเก็บรักษาเนื้อปลาบดได้นาน สรรพปริมาณไว้ได้มาก และไม่ต้องเตรียมวัตถุดิบทุกวัน ทำให้เป็นการช่วยลดต้นทุนการผลิต เวลา และแรงงาน แม้ว่าการนำเนื้อปลาบดไปแช่เยือกแข็งและการเก็บรักษาในสภาวะแช่เยือกแข็งจะมีผลช่วยรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไว้ให้ใกล้เคียงของเดิม แต่ก็ยังมีข้อจำกัดคือการเกิดการเสียสภาพของโปรตีนไมโอไฟบริลลาร์ (myofibrillar protein) ส่งผลให้เนื้อปลาบดแช่เยือกแข็งมีคุณภาพด้อยลง เช่น ผลิตภัณฑ์จะสูญเสียเนื้อเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่าหรือเท่ากับ -20°C จนเกิดการตกตะกอนของโปรตีนและผลิตภัณฑ์มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำลง อีกทั้งปริมาณความเข้มข้นของเกลือในเนื้อปลาเพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 1.0-1.5 ทำให้โปรตีนละลายในน้ำเกลือน้อยลงส่งผลให้ความเหนียวลดลง นอกจากนี้การเกิดผลึกน้ำแข็งจากการแช่เยือกแข็งและอุณหภูมิที่ไม่คงที่ระหว่างการเก็บรักษานั้นมีผลทำให้โปรตีนเสียสภาพ (วรุณ กาญจนานู และวิไลรัตน์ มณีเสถียรรัตนนา, 2531; Jittinandana, Kenney, & Slider, 2005) ซึ่งการเสียสภาพของโปรตีนทั้งจากการแช่เยือกแข็ง การเก็บรักษาในสภาวะแช่เยือกแข็ง และการละลาย ส่งผลให้โปรตีนเสียสมบัติเชิงหน้าที่ (functional properties) โดยเฉพาะความสามารถในการละลายและความสามารถในการเกิดเจลที่มีผลต่อคุณภาพของเนื้อปลาบดแช่เยือกแข็ง ดังนั้นเพื่อป้องกันการสูญเสียคุณภาพของผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็งจึงมีการเติมสารป้องกันการเสียสภาพของโปรตีนหรือสารไครโอโพรเทกแทนต์ (cryoprotectant) ได้แก่ สารผสมระหว่างซูโครส (sucrose) กับซอร์บิทอล (sorbitol) โพลีฟอสเฟต (polyphosphate) และโซเดียมแลคเตท (sodium lactate) เป็นต้น (จักรี ทองเรือง, 2544; Boonsupthip, & Lee, 2003) โซเดียมแลคเตทจัดเป็นสารเติมแต่งอาหารที่รับรองให้อยู่ในรายการของสารเติมแต่งที่มีความปลอดภัย นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเพราะมีราคาถูก ไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์เปลี่ยนสี ให้ความสว่างแก่ผลิตภัณฑ์ มีความหวานน้อย และให้พลังงานต่ำ โดย MacDonald, and Lanier (1994) ทำการทดลองพบว่าโซเดียมแลคเตทความเข้มข้นร้อยละ 6 มีประสิทธิภาพเป็นสารไครโอโพรเทกแทนต์ที่ดี และทำให้แอกโตไมโอซิน (actomyosin) ในปลานิลทนต่อสภาวะการแช่เยือก

แข็ง-การละลาย (freeze-thaw) และทนต่อการเสียสภาพด้วยความร้อน (thermal denaturation) ได้ดีกว่าซูโครส ในขณะที่ Jittinandana, Kenney, and Slider (2003) พบว่าโซเดียมแลคเตทความเข้มข้นร้อยละ 1 มีผลทำให้โปรตีนในชั้นเนื้อมีปลาเรนโบว์เทรตมีความคงตัว นอกจากนี้โซเดียมแลคเตทยังสามารถควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่าง ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ใช้เป็นสารเสริมรส (flavor enhancer) สารปรุงแต่งกลิ่นรสอาหาร (favoring agent) และมีความสามารถในการเป็นอิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) (MacDonald, & Lanier, 1994; Jittinandana et al., 2005) ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษาความสามารถของโซเดียมแลคเตทในการป้องกันการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและการปรับปรุงคุณภาพเนื้อมีปลาเรนโบว์เทรตจากปลาเยื่อระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะแช่เยือกแข็ง เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในอุตสาหกรรมระดับครัวเรือน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของปริมาณโซเดียมแลคเตทที่มีต่อการปรับปรุงและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อมีปลาเรนโบว์เทรตแช่เยือกแข็งระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18°C นาน 48 ชั่วโมง

ระเบียบวิธีวิจัย

1. วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อมีปลาเยื่อ

นำปลาเยื่อที่ซื้อจากบ่อเลี้ยงปลาจังหวัดสุพรรณบุรีซึ่งผ่านการตัดหัว คอตเกล็ด ควักไส้ เอาเครื่องในออก แลเป็นชิ้น ล้างทำความสะอาด และอัดน้ำแข็งบรรจุกล่องโฟม (ใช้เวลาขนส่งมายังห้องปฏิบัติการประมาณ 2 ชั่วโมง) มาตัดแต่ง ณ ห้องปฏิบัติการ ด้วยการกำจัดก้าง เศษเลือด เกล็ดปลา รวมทั้งหนังปลาที่ยังเหลือค้าง และหั่นเป็นชิ้นขนาดเท่าๆกัน หลังจากนั้นนำมาวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โปรตีน เถ้า ตามวิธีของ Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2000) และไขมัน ตามวิธีในคู่มือของเครื่องวิเคราะห์ไขมัน Büchi Extraction System B-811 (Büchi Labortechnik AG, 1998)

2. การผลิตเนื้อมีปลาเรนโบว์เทรตแช่เยือกแข็ง (ดัดแปลงจาก วราทิพย์ สมบุญญฤทธิ, 2531 และ Marine Fisheries Research Department [MFRD], 1987) โดยควบคุมอุณหภูมิของเนื้อมีปลาระหว่างการผลิตไม่เกิน 20°C

นำชิ้นเนื้อมีปลาจากข้อ 1 ที่ผ่านการตัดแต่งแล้ว มาล้างน้ำแรกเป็นน้ำธรรมดา (อัตราส่วนเนื้อมีปลาต่อน้ำ 1:4) นาน 5 นาที ล้างน้ำที่ 2 เป็นน้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 0.2 (อัตราส่วนเนื้อมีปลาต่อน้ำเกลือ 1:4) นาน 5 นาที ล้างน้ำที่ 3 เป็นน้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 0.3 (อัตราส่วนเนื้อมีปลาต่อน้ำเกลือ 1:4) นาน 5 นาที และล้างน้ำสุดท้ายเป็นน้ำธรรมดา (อัตราส่วนเนื้อมีปลาต่อน้ำ 1:4) นาน 5 นาที สะเด็ดน้ำนาน 5 นาที ทำการบดผสมระหว่างเนื้อมีปลากับส่วนผสม (ที่ประกอบด้วย เกลือร้อยละ 0.5 น้ำแข็งร้อยละ 5 และฟอสเฟตร้อยละ 0.2 ของน้ำหนักปลา) ด้วยเครื่องบดอาหาร ใช้เวลาในการบด 2 นาที นำเนื้อมีปลาที่ผ่านการบดแล้วมานวดด้วยเครื่องผสมอาหาร ใช้ใบพัดรูปตัวเค ซึ่งระหว่างการนวดใส่โซเดียมแลคเตทความเข้มข้นร้อยละ 0, 2, 3 และ 4 (โดยน้ำหนัก) ใช้เวลาในการนวด 2 นาที ที่ความเร็วระดับที่ 2 หลังจากนั้นบรรจุเนื้อมีปลาบดลงในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน น้ำหนัก 500 กรัมต่อถุง ขนาด 15×13 เซนติเมตรหนา 0.8 เซนติเมตร และปิดผนึกด้วยความดันบรรยากาศ แล้วแช่เยือกแข็งอย่างรวดเร็วด้วยเครื่อง Shelf Plate Freezer ที่อุณหภูมิ -40°C นาน 2 ชั่วโมง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18°C นาน 48 ชั่วโมง

3. การศึกษาผลของปริมาณโซเดียมแลคเตทความเข้มข้นร้อยละ 0, 2, 3 และ 4 (โดยน้ำหนัก) ต่อคุณภาพของเนื้อมีปลาเรนโบว์เทรตก่อนและหลังการแช่เยือกแข็งระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18°C นาน 48 ชั่วโมง ตามที่ผลิตในข้อ 2

3.1 วิเคราะห์ปริมาณความชื้นเนื้อมีปลาเรนโบว์เทรตก่อนแช่เยือกแข็ง ตามวิธีของ AOAC (2000)

3.2 วิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพของเนื้อมีปลาเรนโบว์เทรตหลังการแช่เยือกแข็ง

นำเนื้อปลาสดหลังการแช่เยือกแข็งเป็นเวลา 48 ชั่วโมง มาละลายน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ขณะละลายน้ำแข็งทำการวิเคราะห์หาค่าการสูญเสียระหว่างการละลายน้ำแข็ง (drip loss) จากสมการ (Ueng, & Chow, 1998)

$$\text{ค่าการสูญเสียระหว่างการละลายน้ำแข็ง (ร้อยละ)} = [(A1 - A2) \times 100] / A1$$

เมื่อ A1 = น้ำหนักเนื้อปลาสดก่อนการละลายน้ำแข็ง (กรัม)

A2 = น้ำหนักเนื้อปลาสดหลังการละลายน้ำแข็ง (กรัม)

และเมื่อครบเวลาละลายน้ำแข็ง 12 ชั่วโมง ทำการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง ตามวิธีของ Scott, Porter, Kudo, Miller, and Koury (1988) และปริมาณโปรตีนที่ละลายในน้ำเกลือ (salt extractable protein) ตามวิธีของ จิรวัดน์ ยงสวัสดิกุล (2544)

3.3 วิเคราะห์สมบัติของเจลเนื้อปลาสดหลังการแช่เยือกแข็ง

เตรียมเจลปลาสดโดยการบรรจุเนื้อปลาสดแช่เยือกแข็งที่ผ่านการละลายน้ำแข็งตามวิธีข้อ 3.2 ลงในท่อ สแตนเลสขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 มิลลิเมตร ยาว 6 เซนติเมตร นำไปให้ความร้อน 2 ระดับ คือ 40°C นาน 20 นาที และ 90°C นาน 20 นาที หลังจากนั้นนำมาแช่น้ำเย็นทันที นาน 10 นาที ถอดเจลปลาสดออกจากท่อสแตนเลสเก็บไว้ที่อุณหภูมิ ต่ำเย็น 4°C นาน 18-24 ชั่วโมง เมื่อครบเวลานำเจลปลาสดมาตัดให้มีขนาดความสูง 25 มิลลิเมตร (ดัดแปลงจากวิธีของ อรรวรรณ คงพันธุ์, พรรณทิพย์ สุวรรณสาครกุล, และจิราภรณ์ รุ่งทอง, 2541 และ MFRD, 1987) แล้วนำไปวัด

3.3.1 ค่าสี L^* , a^* และ b^* ด้วยเครื่องวัดสี (Hunter Lab) และค่าความขาว (whiteness) (อรรวรรณ คงพันธุ์ และคณะ, 2541) โดยใช้สมการ ค่าความขาว (whiteness) = $100 - [(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}]^{0.5}$

3.3.2 ค่าความแข็งแรงของเจล (gel strength) (ดัดแปลงจากวิธีของ อรรวรรณ คงพันธุ์ และคณะ, 2541 และ MFRD, 1987) ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Stable Micro System TA-XT2) ตัวอย่างถูกกดด้วยหัววัดทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.25 มิลลิเมตร ความเร็ว 1 มิลลิเมตรต่อวินาที จนกระทั่งผิวหน้าแตก อ่านค่าแรงที่ใช้กดตัวอย่าง (กรัม) และ ระยะทางที่หัววัดตกลงในตัวอย่างก่อนที่ตัวอย่างแตกออก (เซนติเมตร) แล้วคำนวณค่าความแข็งแรงของเจล (กรัม.เซนติเมตร) จาก แรงที่ใช้กดตัวอย่าง (กรัม) คูณ ระยะทางที่หัววัดตกลงในตัวอย่างก่อนที่ตัวอย่างแตกออก (เซนติเมตร)

3.3.3 ทดสอบการพับ (folding test) (อรรวรรณ คงพันธุ์ และคณะ, 2541) โดยนำเจลปลาสดมาหั่นเป็นชิ้น บางๆหนา 5 มิลลิเมตร ไปทดสอบการพับและให้คะแนน ซึ่งคะแนนสูงสุด (5 คะแนน) เป็นระดับคุณภาพ AA คือ ไม่มีรอยแตก เมื่อพับ 4 ส่วน และมีระดับความเหนียวดีมาก ส่วนคะแนนต่ำสุด (1 คะแนน) เป็นระดับคุณภาพ D คือมีรอยแตกออกจากกัน เมื่อพับ 2 ส่วน และไม่มีมีความเหนียว

4. ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCB) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และทำการเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่างด้วยวิธีของดันแคน (Duncan's New Multiple Range Test, DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) ด้วยโปรแกรม SPSS for Windows version 25

ผลการวิจัย

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของปลายี่สก พบว่าปลายี่สกมีความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า ร้อยละ 81.37 ± 0.39 19.24 ± 3.47 0.17 ± 0.04 และ 1.16 ± 0.2 โดยน้ำหนักเปียก ตามลำดับ และการศึกษาผลของปริมาณโซเดียมแลคเตทความ เข้มข้นร้อยละ 0, 2, 3 และ 4 (โดยน้ำหนัก) ต่อปริมาณความชื้นของเนื้อปลาสดก่อนการแช่เยือกแข็ง สมบัติทางเคมีกายภาพ และสมบัติของเจลเนื้อปลาสดหลังการแช่เยือกแข็งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18°C นาน 48 ชั่วโมง (ผลการทดลองแสดงในตาราง ที่ 1)

ตารางที่ 1 ปริมาณความชื้นของเนื้อปลาบดก่อนการแช่เยือกแข็ง สมบัติทางเคมีกายภาพและสมบัติของเจลเนื้อปลาบด หลังการแช่เยือกแข็ง เมื่อเติมปริมาณโซเดียมแลคเตทความเข้มข้นร้อยละ 0, 2, 3 และ 4 (โดยน้ำหนัก) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18°ซ นาน 48 ชั่วโมง

สมบัติ	ปริมาณโซเดียมแลคเตท (ร้อยละโดยน้ำหนัก)			
	0	2	3	4
1. ปริมาณความชื้นของเนื้อปลาบดก่อนการแช่เยือกแข็ง (ร้อยละโดยน้ำหนักเปียก)	80.82±0.38 ^c	79.78±0.49 ^b	79.06±0.77 ^a	78.69±0.59 ^a
2. สมบัติทางเคมีกายภาพของเนื้อปลาบด หลังการแช่เยือกแข็ง				
2.1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง	6.37±0.07 ^b	6.39±0.08 ^b	6.42±0.08 ^b	6.31±0.01 ^a
2.2 ค่าการสูญเสียไอน้ำระหว่างการละลาย น้ำแข็ง (ร้อยละ)	4.01±0.20 ^d	2.17±0.59 ^c	1.28±0.23 ^b	0.21±0.17 ^a
2.3 ปริมาณโปรตีนที่ละลายในน้ำเกลือ (มิลลิกรัมต่อกรัม)	34.49±5.98 ^a	40.68±7.11 ^{ab}	43.03±6.82 ^{ab}	47.26±5.29 ^b
3. สมบัติของเจลเนื้อปลาบดหลังการแช่เยือกแข็ง				
3.1 ค่าการวัดสี				
3.1 L*	66.41±0.96 ^a	67.13±0.76 ^b	67.53±0.69 ^{bc}	67.85±1.04 ^c
3.2 a*	-0.41±0.10 ^b	-0.51±0.12 ^{ab}	-0.6±0.23 ^a	-0.6±0.2 ^a
3.3 b*(ns)	13.28±0.35	12.98±0.35	13.02±0.38	13.12±0.51
3.2 ค่าความขาว	63.87±0.83 ^a	64.64±0.74 ^b	64.98±0.77 ^b	65.27±1.14 ^b
3.3 ค่าความแข็งแรงของเจล (กรัม.เซนติเมตร)	247.26±36.39 ^a	295.21±37.10 ^a	383.33±48.55 ^b	478.72±79.43 ^c
3.4 ค่าการทดสอบการพับ	2.07±0.55 ^a	2.87±0.38 ^b	4.93±0.14 ^c	5.00±0.00 ^c

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c... ที่แตกต่างกันตามแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ตัวอักษร ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

สรุปและอภิปรายผล

1. ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของปลาเยือกที่ได้นั้นส่วนใหญ่ไม่แตกต่างจากปลาเศรษฐกิจทั่วไปที่มีปริมาณความชื้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 70-80 โปรตีนร้อยละ 16-19 และเถ้าร้อยละ 0.4-1.5 ยกเว้นปริมาณไขมันที่ปลาเยือกมีผลการวิเคราะห์ร้อยละ 0.17 ซึ่งน้อยกว่าปลาเศรษฐกิจทั่วไปมีปริมาณไขมันร้อยละ 1-5 (จิราวรรณ แยมประยูร และอมรรรัตน์ สุขโข, 2536) การที่ปลาเยือกมีปริมาณไขมันของน้อยกว่าร้อยละ 1 แสดงให้เห็นว่าปลาเยือกจัดอยู่ในกลุ่มปลาซึ่งมีปริมาณไขมันต่ำและมีปริมาณกล้ามเนื้อขาวสูง (Oehlenschläger, & Rehbein, 2009; Hosseini-Shekarabi, Hosseini, Soltani, Kamali, & Valinassab, 2014) ไขมันมีผลให้เกิดความหืนจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของลิพิด (lipid oxidation) อีกทั้งไขมันที่ถูกออกซิไดส์สามารถเกิดอันตรกิริยา (interaction) กับโปรตีน ทำให้หมู่ที่ไม่ชอบน้ำของโปรตีนเปิดออกสู่ภายนอกมากขึ้นซึ่งมีผลให้โปรตีนจับตัวกันเป็นสาเหตุให้โปรตีนเสียสภาพ นอกจากนี้ไขมันยังขัดขวางการเกิดเจลของโปรตีนเนื่องจากเกิดการขัดขวางไม่ให้โปรตีนรวมตัวเป็นร่างแหเพราะส่วนที่ไม่ชอบน้ำของไขมันจับกับหมู่ที่ไม่ชอบน้ำของโปรตีน ส่งผลให้โครงสร้างของเจลที่ได้

ไม่แข็งแรงและมีความเหนียวลดลง (เขมวัลย์ เพชรฤทธิ์, 2545; Trindade, Contreras, & Felício, 2005; Hosseini-Shekarabi et al., 2014) ดังนั้นการที่ปลายีสกมีปริมาณไขมันต่ำจึงเหมาะสมกับการใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเนือปลาบดแช่เยือกแข็ง

2. การศึกษาผลของปริมาณโซเดียมแลคเตทความเข้มข้นร้อยละ 0, 2, 3 และ 4 (โดยน้ำหนัก) ต่อปริมาณความชื้นของเนือปลาบดก่อนการแช่เยือกแข็ง และสมบัติทางเคมีกายภาพของเนือปลาบดหลังการแช่เยือกแข็งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18°C นาน 48 ชั่วโมง พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณโซเดียมแลคเตทมากขึ้นมีผลให้ปริมาณความชื้นของเนือปลาบดก่อนการแช่เยือกแข็งลดลง และมีค่าน้อยที่สุดที่ปริมาณโซเดียมแลคเตทความเข้มข้นร้อยละ 3 และ 4 (โดยน้ำหนัก) ($p < 0.05$) คือร้อยละ 79.06 ± 0.77 และ 78.69 ± 0.59 (โดยน้ำหนักเปียก) เพราะโซเดียมแลคเตทมีสมบัติเป็นสารโครโอโพรเทกแทนต์ ซึ่งจะไปเชื่อมจับกับโมเลกุลของโปรตีนและน้ำเกิดเป็นโครโอโพรเทกแทนต์คอมเพล็กซ์ (cryoprotectant complex) ทำให้เพิ่มปริมาณน้ำที่อยู่ร่วมกับสารอื่น (bound water) ส่งผลให้ปริมาณน้ำอิสระ (free water) ลดลง ดังนั้นปริมาณความชื้นจึงลดปริมาณลง (MacDonald, & Lanier, 1994; Chang, & Regenstein, 1997) อีกทั้งจากผลการทดลองยังแสดงว่าเนือปลาบดก่อนการแช่เยือกแข็งที่เติมโซเดียมแลคเตทมีปริมาณความชื้นต่ำกว่าเนือปลาบดก่อนการแช่เยือกแข็งที่ไม่เติมโซเดียมแลคเตท ($p < 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Suvanich, Jahncke, and Marshall (2000) ที่พบว่าเนือปลาบดจากปลาตุ๋นที่เติมสารโครโอโพรเทกแทนต์มีปริมาณความชื้นต่ำกว่าไม่เติม

เนือปลาบดหลังการแช่เยือกแข็งมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 6.31–6.42 ค่าดังกล่าวมีค่าใกล้เคียงกับผลการทดลองในปลาเรนโบว์เทราต์บด (Jittinandana et al., 2005) และอยู่ในช่วงใกล้เคียงกับค่าความเป็นกรด-ด่างของเนือปลาบดโดยทั่วไปคือ 6.5–7.0 ค่าความเป็นกรด-ด่างมีผลต่ออัตราการเสียสภาพของโปรตีนไมโอไฟบริลลาร์ซึ่งเป็นโปรตีนที่มีความสำคัญต่อความสามารถในการเกิดเจลของเนือปลาบด โดยค่าความเป็นกรด-ด่างไม่เกิน 7 เหมาะสมสำหรับการเกิดเจลที่แข็งแรง มีความเหนียว และความยืดหยุ่นดี เพราะโปรตีนยังคงสภาพไม่เปลี่ยนแปลง (จิราวรรณ แยมประยูร และอมรรัตน์ สุขโข, 2536; Matsumoto, & Noguchi, 1992)

การวัดค่าการสูญเสียไอน้ำระหว่างการละลายน้ำแข็งเป็นการวัดปริมาณน้ำที่สูญเสียออกมาหลังการแช่เยือกแข็งจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าค่าการสูญเสียไอน้ำระหว่างการละลายน้ำแข็งของเนือปลาบดหลังการแช่เยือกแข็งลดลงเมื่อเติมโซเดียมแลคเตทเพิ่มขึ้น และที่ปริมาณโซเดียมแลคเตทความเข้มข้นร้อยละ 4 (โดยน้ำหนัก) มีค่าการสูญเสียไอน้ำระหว่างการละลายน้ำแข็งต่ำที่สุด ร้อยละ 0.21 ± 0.17 ($p < 0.05$) แสดงว่าโซเดียมแลคเตทยังมีปริมาณมากขึ้นทำให้เนือปลาบดหลังการแช่เยือกแข็งมีความสามารถในการอุ้มน้ำมากขึ้น เนื่องจากโซเดียมแลคเตทจะช่วยเพิ่มแรงดึงดูดของน้ำ เพิ่มการจับน้ำ และลดการสูญเสียไอน้ำจากโมเลกุลโปรตีน (MacDonald, & Lanier, 1994) ดังนั้นปริมาณน้ำที่ออกมาหลังจากการละลายน้ำแข็งจึงน้อย

ในขณะที่ปริมาณโปรตีนที่ละลายในน้ำเกลือซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงปริมาณโปรตีนที่ยังไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง (native) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณโซเดียมแลคเตทที่เพิ่ม เนื่องจากโซเดียมแลคเตทมีผลป้องกันโมเลกุลโปรตีนในรูปแบบของการปกคลุม (coating) ด้วยการเข้าไปเกิดอันตรกิริยากับโมเลกุลโปรตีนทางหมู่ฟังก์ชัน (functional groups) บริเวณผิวหน้าของโปรตีน ส่วนโมเลกุลน้ำจะถูกจับไว้กับหมู่ฟังก์ชันที่เหลืออยู่อีกข้างหนึ่งของโซเดียมแลคเตท นั่นคือโปรตีนแต่ละโมเลกุลจะถูกปกคลุมด้วยโมเลกุลของโซเดียมแลคเตทที่จับกับน้ำ ลักษณะดังกล่าวทำให้โอกาสที่โมเลกุลโปรตีนเกิดปฏิกิริยากันในระหว่างการแช่เยือกแข็งมีน้อยลง ส่งผลให้เกิดการเกาะกลุ่มรวมตัวกัน (aggregation) ลดลง และสามารถอุ้มน้ำได้มากขึ้น โดยปริมาณโปรตีนไมโอไฟบริลลาร์มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความสามารถในการอุ้มน้ำของเนือปลาบดซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพของเจล (เขมวัลย์ เพชรฤทธิ์, 2545; Suvanich et al., 2000) จากแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นของปริมาณโปรตีนที่ละลายในน้ำเกลือชี้ให้เห็นว่าโซเดียมแลคเตทสามารถป้องกันไม่ให้โปรตีนเปลี่ยนแปลงและมีการเกาะกลุ่มรวมตัวกัน

3. การศึกษาผลของปริมาณโซเดียมแลคเตทความเข้มข้นร้อยละ 0, 2, 3 และ 4 (โดยน้ำหนัก) ต่อสมบัติของเจลเนือปลาบดหลังการแช่เยือกแข็งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18°C นาน 48 ชั่วโมง พบว่าเจลปลาบดที่เตรียมจากเนือปลาบดแช่เยือก

แข็งซึ่งเติมโซเดียมแลคเตทความเข้มข้นต่างๆ มีค่าความขาวและมีค่า L^* ซึ่งแสดงถึงความสว่าง มากกว่าเจลปลาบดที่ไม่ได้เติมโซเดียมแลคเตท ($p < 0.05$) นอกจากนี้โซเดียมแลคเตทที่มีผลค่าความขาวและความสว่างของเจลปลาบดแล้วอาจจะเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการล้างเนื้อปลาร่วมด้วย ซึ่งการล้างเป็นการกำจัดโปรตีนซาร์โคพลาสซึม (sarcoplasmic protein) เลือด และรงควัตถุโดยเฉพาะไมโอโกลบิน (myoglobin) ทำให้เจลมีความขาวมากขึ้น (Hosseini-Shekarabi et al., 2014) ถ้าเจลปลาบดมีค่าความขาวสูงกว่า 60 ถือว่าอยู่ในระดับที่ดีมาก ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าเนื้อปลาบดจากปลายี่สกนี้สามารถนำไปใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตซูริมิที่ต้องการความขาวสูงได้ (เขมวัลย์ เพชรฤทธิ์, 2545)

ค่าความแข็งแรงของเจลปลาบดมีค่าสูงสุด 478.72 ± 79.43 กรัม/เซนติเมตร เมื่อเติมโซเดียมแลคเตทความเข้มข้นร้อยละ 4 (โดยน้ำหนัก) และค่าความแข็งแรงของเจลปลาบดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณโซเดียมแลคเตทที่เพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) เป็นผลมาจากโซเดียมแลคเตทช่วยลดการเปลี่ยนแปลงของหมู่ซัลไฮดริลไปเป็นพันธะไดซัลไฟด์จากปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้โปรตีนมีความยืดหยุ่น ความเหนียว และการยึดเกาะดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Zhou, Benjakul, Pan, Gong, and Lin (2006) นอกจากนี้เมื่อพิจารณาค่าความแข็งแรงของเจลกับปริมาณโปรตีนที่ละลายในน้ำเกลือจะเห็นได้ว่าความแข็งแรงของเจลปลาบดมีความสัมพันธ์กับปริมาณโปรตีนที่ละลายในน้ำเกลือที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณโปรตีนที่ละลายในน้ำเกลือเป็นกลุ่มโปรตีนไมโอไฟบริลลาร์ อาทิ ไมโอซิน แอคติน (actin) ซึ่งกลุ่มโปรตีนเหล่านี้มีบทบาทสำคัญต่อการเกิดเจลของโปรตีน (สุเชษฐ์ สมุทเสนโต, 2535)

ผลการทดสอบการพับแสดงให้เห็นว่าการเติมโซเดียมแลคเตทความเข้มข้นร้อยละ 3 และ 4 (โดยน้ำหนัก) มีผลให้เจลปลาบด มีคุณภาพการพับสูงสุดคือ 5 คะแนน ระดับคุณภาพ AA สามารถพับได้ 4 ส่วน โดยไม่แตก ซึ่งหมายถึงมีความเหนียวดีมาก ซึ่งสอดคล้องกับค่าความแข็งแรงของเจลที่มีค่าสูง แต่การเติมโซเดียมแลคเตทความเข้มข้นร้อยละ 2 (โดยน้ำหนัก) นั้น เจลปลาบดมีความเหนียวระดับพอใช้คือแตกเล็กน้อยเมื่อพับครึ่ง ส่วนเจลปลาบดที่ไม่เติมโซเดียมแลคเตทจะไม่มีความเหนียว

กล่าวโดยสรุปคือ การเติมโซเดียมแลคเตทลงไปในกระบวนการผลิตเนื้อปลาบดแช่เยือกแข็งสามารถป้องกันการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและปรับปรุงคุณภาพทั้งทางด้านสมบัติทางเคมีกายภาพ และสมบัติของเจลเนื้อปลาบดแช่เยือกแข็งจากปลายี่สกระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18°C นาน 48 ชั่วโมงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้เป็นแนวทางหนึ่งในการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์เนื้อปลาบดแช่เยือกแข็งที่ผลิตในอุตสาหกรรมระดับครัวเรือน

ข้อเสนอแนะ

ควรศึกษาเพิ่มเติมถึงอายุการเก็บรักษาเนื้อปลาบดแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิการเก็บรักษาอื่นๆ และเพิ่มระยะเวลาการเก็บรักษา รวมทั้งศึกษาสภาวะการแช่เยือกแข็ง-ละลายที่มีต่อคุณภาพของเนื้อปลาบดแช่เยือกแข็ง

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรมประมง. (2538). *ปลายี่สก Jullien Carp (Probarbus jullieni Sauvage)*. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. (2548). *มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 7411-2548 การปฏิบัติที่ดีในการผลิตสัตว์น้ำ และผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ เล่ม 2: การผลิตปลาสด ปลาแช่เยือกแข็ง และเนื้อปลาบด การผลิตซูริมิเยือกแข็ง*. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.

กระทรวงพาณิชย์. (2562). *ตลาดส่งออกเนื้อปลาสด แช่เย็น แช่แข็ง 15 อันดับแรกของไทยรายประเทศ*. สืบค้นเมื่อ 1 กันยายน 2562, จาก http://www.ops3.moc.go.th/infor/MenuComTH/stru1_export/export_topn_re/report.asp

- เขมวัลย์ เพชรฤทธิ์. (2545). ผลกระทบของสารทรีฮาโลส น้ำตาลซูโครส และซอร์บิทอล เป็นไครโอโพรเทกแทนต์ต่อคุณภาพซูริมิที่ได้จากปลาน้ำจืดเศรษฐกิจ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.
- จักรี ทองเรือง. (2544). ซูริมิ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จิรวรรณ ยงสวัสดิกุล. (2544). ผลกระทบของคุณภาพความสดและการสูญเสียสภาพธรรมชาติของแอกโตไมโอซินต่อความสามารถในการเกิดเจลของโปรตีนกล้ามเนื้อจากปลาทรายแดง (*Nemipterus spp.*) (รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์). กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- จิรวรรณ แยมประยูร และอมรรัตน์ สุขโข. (2536). ผลการล้าง การใช้สารปรุงแต่ง และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อคุณภาพเนื้อปลาที่แยกกระดูกแล้วด้วยเครื่องแยกเนื้อปลา (รายงานการวิจัย). กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง.
- วราทิพย์ สมบุญฤทธิ. (2531). คุณภาพเนื้อปลาสดแบบสุริมิจากปลาหลังเขียวและปลานิลสดและแช่เยือกแข็ง (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.
- วรุณ กาญจนากู และวีไลรัตน์ มณีเสถียรรัตน์. (2531). การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาสดแช่แข็ง (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.
- สุเชษฐ์ สมุห์เสนีโต. (2535). การใช้ปลาเนื้อแข็งเป็นวัตถุดิบในการผลิตซูริมิ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- สุวรรณ วิรัชกุล, อารยา เชาวเรืองฤทธิ์ และศุภวรรณ ถาวรชินสมบัติ. (2543). ผลของการเก็บรักษาโดยการแช่แข็งของเนื้อปลานิลสดไม่ล้างน้ำต่อคุณภาพของซูริมิ. *วารสารวิจัย มช.*, 5(1), 56-65.
- อรรวรรณ คงพันธุ์, พรรณทิพย์ สุวรรณสาครกุล และจิราภรณ์ รุ่งทอง. (2541). การตรวจคุณภาพซูริมิ. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง.
- Ali, A. M. M., Benjakul S., Prodpran T., & Kishimura H. (2018). Extraction and characterisation of collagen from the skin of golden carp (*Probarbus Jullieni*), a processing by-product. *Waste and Biomass Valorization*, 9(5), 783-791.
- Association of Official Analytical Chemists. (2000). *Official methods of analysis of the association of official analytical chemists*. Washington, DC: Author.
- Boonsupthip, W., & Lee, T. -C. (2003). Application of antifreeze protein for food preservation: effect of type III antifreeze protein for preservation of gel-forming of frozen and chilled actomyosin. *Journal of Food Science*, 68(5), 1804-1809.
- Büchi Labortechnik AG. (1998). *Operation manual (original), extraction system B-811*. Switzerland: Author.
- Chang, C. C., & Regenstein, J. M. (1997). Textural changes and functional properties of cod mince proteins as affected by kidney tissue and cryoprotectants. *Journal of Food Science*, 62(2), 299-304.
- Hosseini-Shekarabi, S. P., Hosseini, S. E., Soltani, M., Kamali, A., & Valinassab, T. (2014). A comparative study on physicochemical and sensory characteristics of minced fish and surimi from black mouth croaker (*Amblyeleotris nibe*). *Journal of Agricultural Science and Technology*, 16(6), 1289-1300.
- Jittinandana, S., Kenney, P. B., & Slider, S. D. (2003). Cryoprotection affects physiochemical attributes of rainbow trout fillets. *Journal of Food Science*, 68(4), 1208-1214.

- Jittinandana, S., Kenney, P. B., & Slider, S. D. (2005). Cryoprotectants affect physical properties of restructured trout during frozen storage. *Journal of Food Science*, 70(1), C35-C42.
- Joint FAO/WHO Codex Alimentarius Commission. (1995). *Standard for quick frozen blocks of fish fillets, minced fish flesh and mixtures of fillets and minced fish flesh (CODEX STAN 165-1989)*. Retrieved September 12, 2019, from http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/marco/Codex_Alimentarius/normativa/fao/cx_165e.pdf
- Kubota, M., Iijima, M., & Ishida, T. (2012). *U.S. Patent No. US 2012/0064196 A1*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark office.
- MacDonald, G. A., & Lanier, T. C. (1994). Actomyosin stabilization to freeze-thaw and heat denaturation by lactate salts. *Journal of Food Science*, 59(1), 101-105.
- Marine Fisheries Research Department. (1987). *Handbook on processing of frozen surimi and fish jelly products in southeast asia*. Singapore: Southeast Asian Fisheries Development Center.
- Matsumoto, J. J., & Noguchi, S. F. (1992). Cryostabilization of protein in surimi. In T. C. Lanier & C. M. Lee (Eds.), *Surimi Technology* (pp. 357-388). New York: Marcel Dekker.
- Oehlenschläger, J., & Rehbein, H. (2009). Basic facts and figures. In H. Rehbein, & J. Oehlenschläger (Eds.), *Fishery products: Quality, safety and authenticity* (pp. 1-18). West Sussex, UK: John Wiley & Sons.
- Scott, D. N., Porter, R. W., Kudo, G., Miller, R., & Koury, B. (1988). Effect of freezing and frozen storage of alaska pollock on the chemical and gel-forming properties of surimi. *Journal of Food Science*, 53(2), 353-358.
- Suvanich, V., Jahncke, M. L., & Marshall, D. L. (2000). Changes in selected chemical quality characteristics of channel catfish frame mince during chill and frozen storage. *Journal of Food Science*, 65(1), 24-29.
- Trindade, M. A., Contreras, C. C., & Felício, P. E. (2005). Mortadella sausage formulations with partial and total replacement of beef and pork backfat with mechanically separated meat from spent layer hens. *Journal of Food Science*, 70(3), 236-241.
- Ueng, Y. E., & Chow, C. J. (1998). Textural and histological changes of different squid mantle muscle during frozen storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(11), 4728-4733.
- Zhou, A., Benjakul, S., Pan, K., Gong, J., & Lin, X. (2006). Cryoprotective effects of trehalose and sodium lactate on tilapia (*Saroterodon nilotica*) surimi during frozen storage. *Food Chemistry*, 96(1), 96-103.

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมการผลิตน้ำพริกลงเรือดำรับวังสวนสุนันทา กิ่งสำเร็จรูปด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง

จุฑามาศ มุลวงศ์¹, กัญญาพัชร เพชรารณ¹ และ ธนิตา ฉั่วเจริญ²

¹สาขาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

²สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

email: jutamas_mw@hotmail.com, jutamas.mo@ssru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำพริกลงเรือดำรับวังสวนสุนันทากิ่งสำเร็จรูปด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง นำน้ำพริกลงเรือดำรับวังสวนสุนันทามาทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง โดยมีปัจจัยที่ทำการศึกษาได้แก่อุณหภูมิผิวลูกกลิ้ง 80, 90, 100, 110 และ 120 องศาเซลเซียส กำหนดระยะห่างของลูกกลิ้งเท่ากับ 0.5 มิลลิเมตร ความเร็วรอบการหมุน 2 รอบต่อนาที (rpm) วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ผลลัพธ์ที่ได้นำมาวิเคราะห์สมบัติต่างๆประกอบด้วย ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี ค่าความชื้น และค่าการละลาย ผลจากการทดลองพบว่าในการเพิ่มอุณหภูมิในการทำแห้งส่งผลต่อค่าการเปลี่ยนแปลงของค่าวอเตอร์แอกทิวิตี ค่าความชื้นมีค่าลดลง ในขณะที่ค่าการละลายมีค่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ สภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการทำแห้งคือการใช้อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี 0.54 ค่าความชื้นร้อยละ 12.23 ความสามารถในการละลายร้อยละ 61.49 เมื่อทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคเปรียบเทียบกับน้ำพริกลงเรือแบบต้นตำรับพบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

คำสำคัญ: น้ำพริกลงเรือ, การทำแห้ง, เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งหมุน

Study the optimized conditions of drum drying processing parameters for production of Suan Sunandha palace recipe semi-finished chili paste powder

Jutamas Moolwong¹ Kanyapat Petcharaporn¹ and Thanida Chuacharoen¹

¹Faculty of Science and Technology, Suan Sunandha Rajabhat University, Bangkok, Thailand

email: jutamas_mw@hotmail.com, jutamas.mo@ssru.ac.th

Abstract

The objective of this research was to study the optimized conditions for the production of semi-finished chili paste powder of Suan Sunandha palace recipe using a drum dryer. Drying parameter used to study was roller surface temperature: 80 90 100 110 and 120 °C. The conditions of drum dryer was controlled at the roller distance equal to 0.5 mm and rotation speed 2 rpm. The experiment was statistically analyzed with a Completely Randomized Design (CRD). The powdered samples were analyzed for various properties including water activity, moisture content and solubility. The results showed that increased drying temperature affected water activity values. The moisture content decreased while the solubility values were significantly higher. The most suitable conditions for drying the chili paste was drying temperature of 100 °C with 0.54 water activity, 12.23% moisture content, and 61.49% solubility. The consumer acceptability found that consumers accepted the chili paste product in terms of appearance, color, taste, texture and overall preference with no significant difference ($p > 0.05$) compared to traditional chili pastes.

Keywords: chili paste, drying, drum dryer

บทนำ

น้ำพริกอาหารประชาติของไทย เป็นอาหารที่มีเอกลักษณ์ทางด้านรสชาติที่มีครบทุกรส ทำได้ง่าย และมีคุณค่าทางโภชนาการ “น้ำพริกเครื่อง” ดำรับวังสวนสุนันทา โดยเจ้าจอมหม่อมราชวงศ์สดับ รัชกาลที่ ๕ เป็นหนึ่งในน้ำพริกยอดนิยมในปัจจุบัน วัตถุดิบหลักที่ใช้ได้แก่ กะปิ พริกขี้หนู พริกขี้ฟ้า กระเทียม กระเทียมดอง มะเขือเปราะ ปูรสด้วยน้ำปลา น้ำตาลมะดันหรือมะนาวตามชอบ รับประทานเคียงกับไข่แดงเค็ม ปลาฟู หมูหวาน และผักสดนานาชนิด รับประทานกับข้าวสวยจะช่วยให้มีรสชาติดีมากยิ่งขึ้น หัวใจหลักของการทำน้ำพริกคือคัดเลือกวัตถุดิบที่ดีและปรับสัดส่วนเครื่องปรุงให้เหมาะสมทั้งทางด้านรสชาติและสีสัมผัส (เสาวลักษณ์ จิตรบรรเจิดกุล และคณะ, 2550) ทั้งนี้ในการปรุงประกอบค่อนข้างประณีตและละเอียดอ่อน ตรงข้ามกับสภาพเศรษฐกิจและชีวิตประจำวันของคนยุคปัจจุบันที่มีความเร่งรีบ จึงหันมานิยมรับประทานน้ำพริกพร้อมบริโภคหรือน้ำพริกสำเร็จรูปมากยิ่งขึ้นเนื่องจากสะดวกต่อการปรุงและการบริโภค สามารถหาซื้อได้ตามท้องตลาดและร้านสะดวกซื้อ (สุภาพร อภิรัตนานุสรณ์ และกฤตภาส จินาภาค, 2556) โดยผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปดังกล่าวมีการผ่านขบวนการผลิตที่แตกต่างกันไป หนึ่งในนั้นคือกระบวนการทำแห้งแบบลูกกลิ้งซึ่งเป็นกระบวนการลดปริมาณความชื้นของอาหารจนถึงระดับที่สามารถป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเกิดการเน่าเสีย และช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของอาหารจากปฏิกิริยาต่างๆได้อีกด้วย (กัญญาณัฐ อุดรชน และคณะ, 2555) อย่างไรก็ตามคณะผู้วิจัยยังไม่พบการใช้เทคนิคการทำแห้งแบบลูกกลิ้งนี้ในผลิตภัณฑ์น้ำพริกเครื่องดำรับวังสวนสุนันทา ในงานวิจัยนี้จึงสนใจนำวิธีการทำแห้งแบบลูกกลิ้งมาประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์น้ำพริกเครื่องดำรับวังสวนสุนันทาเพื่อพัฒนาให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ เป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกให้กับผู้บริโภค

ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำพริกเครื่องดำรับวังสวนสุนันทาสำเร็จรูปด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง โดยศึกษาการทำแห้งน้ำพริกเครื่องดำรับวังสวนสุนันทาสำเร็จรูปด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งแล้ว

ทดสอบค่าวอเตอร์แอกทิวิตี ค่าความชื้น ค่าการละลาย และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคเพื่อให้ทราบสถานะที่เหมาะสม เกิดเป็นผลิตภัณฑ์น้ำพริกเครื่องสำอางสำเร็จรูปด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งที่สะดวกต่อการนำไปบริโภค ยังช่วยเพิ่มมูลค่าและทางเลือกที่หลากหลายให้กับผู้บริโภคได้อีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสถานะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำพริกเครื่องสำอางสำเร็จรูปด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง
2. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำพริกเครื่องสำอางสำเร็จรูปด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งเป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกให้กับผู้บริโภค

ระเบียบวิธีวิจัย

1. ศึกษาตำรับน้ำพริกเครื่องสำอางพื้นฐาน

สืบค้นข้อมูลสูตรน้ำพริกเครื่องสำอางจากหนังสือตำรับกับข้าวไทยตำรับพระวิมาดาเธอ กรมพระยาสุทธาสินีนาฏ (สำนักศิลปวัฒนธรรม สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา, 2544) ตัดแปลงเพื่อใช้เป็นน้ำพริกเครื่องสำอางมาตรฐานมีส่วนผสมดังนี้

กะปิ	225	กรัม (ร้อยละ 15)
กระเทียม	35	กรัม (ร้อยละ 2.33)
กระเทียมดอง	40	กรัม (ร้อยละ 2.67)
พริกชี้ฟ้าสด	40	กรัม (ร้อยละ 2.67)
มะเขือเปราะ	80	กรัม (ร้อยละ 5.33)
น้ำปลา	20	กรัม (ร้อยละ 1.33)
น้ำตาลปีบ	200	กรัม (ร้อยละ 13.33)
น้ำมะนาว	210	กรัม (ร้อยละ 14)
พริกเหลืองและพริกแดง	50	กรัม (ร้อยละ 3.33)
น้ำต้มสุก	100	กรัม (ร้อยละ 6.67)

ทั้งนี้คณะผู้วิจัยได้มีการเติมสารเพิ่มเนื้อมอลโตเด็กซ์ตินค่า DE 10 ลงไป 500 กรัม หรือร้อยละ 33.33 เพื่อช่วยปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของอาหารให้เหมาะสมต่อการทำแห้ง

2. การเตรียมน้ำพริกเครื่องสำอาง

วิธีการทำน้ำพริกเริ่มจากปั่นกระเทียมกับกะปิเข้าด้วยกันให้ละเอียด ใส่พริก มะดัน มะเขือเปราะ กระเทียมดองโขลกให้ละเอียดเข้ากันอีกครั้งแล้วปรุงรสด้วยน้ำปลา น้ำตาล น้ำมะนาวตามสูตรที่ให้ไว้เบื้องต้น หลังจากนั้นผสมสารเพิ่มเนื้อมอลโตเด็กซ์ตรินลงไปแล้วปั่นผสมให้เข้ากันอีกครั้งดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 วิธีการเตรียมการทำน้ำพริกเครื่องสำอางสำเร็จรูปก่อนเข้าสู่กระบวนการทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง

3. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำพริกผงเรือดาร์บวังสวนสุนันทากึ่งสำเร็จรูปเมื่อผลิตด้วยวิธีการทำแห้งแบบลูกกลิ้งในสภาวะอุณหภูมิที่แตกต่างกัน

การทำแห้งโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งชนิดลูกกลิ้งคู่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลูกกลิ้งเท่ากับ 30 เซนติเมตร ความกว้างของลูกกลิ้งเท่ากับ 45 เซนติเมตร โดยใช้ไอน้ำเป็นตัวกลางในการให้ความร้อน กำหนดระยะห่างของลูกกลิ้งเท่ากับ 0.5 มิลลิเมตร นำน้ำพริกผงเรือดาร์บวังสวนสุนันทาที่เตรียมไว้ในข้อ 2 ป้อนเข้าเครื่องทำแห้งโดยปรับค่าตัวแปรอิสระประกอบด้วยอุณหภูมิที่ใช้ในการทำตามแผนการทดลองได้แก่ 80, 90, 100, 110 และ 120 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบการหมุน 2 rpm วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ผลิตภันต์น้ำพริกผงเรือดาร์บวังสวนสุนันทาที่ได้นำมาวิเคราะห์สมบัติต่างๆ ทางเคมี กายภาพ จุลินทรีย์ และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อไป

3.1 การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำอิสระ (Water activity, a_w) ใช้เครื่องวัด a_w (AQUALAB series4TE)

3.2 การวิเคราะห์ความชื้นตามวิธีการของ AOAC (1995)

3.3 การวิเคราะห์ความสามารถในการละลาย

3.4 การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด

3.5 ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส กลิ่นรส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 7-Point hedonic scale



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการทำน้ำพริกผงเรือดาร์บวังสวนสุนันทากึ่งสำเร็จรูปเมื่อผลิตด้วยวิธีการทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง

ผลการวิจัย

1. ผลศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำพริกผงเรือดาร์บวังสวนสุนันทากึ่งสำเร็จรูปเมื่อทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งในสภาวะอุณหภูมิที่แตกต่างกัน

จากการทดลองพบว่าการใช้อุณหภูมิและเวลาที่ต่างกันมีผลต่อค่าวอเตอร์แอคทิวิตี ค่าความชื้น และค่าการละลาย จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตน้ำพริกผงเรือดาร์บวังสวนสุนันทากึ่งสำเร็จรูป โดยการเปลี่ยนแปลงของค่าตอบสนองมีรายละเอียดดังนี้

1.1 การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำอิสระ (Water activity, a_w) ของน้ำพริกผงเรือดาร์บวังสวนสุนันทาผง เมื่อใช้อุณหภูมิที่แตกต่างกันมีผลทำให้ค่าวอเตอร์แอคทิวิตีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยเมื่อใช้อุณหภูมิสูงและเวลานานส่งผลให้ค่าวอเตอร์แอคทิวิตีลดลง การทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งหมุนที่อุณหภูมิสูงสุดคือ 120 องศาเซลเซียส ให้น้ำพริกผงเรือดาร์บวังสวนสุนันทาผงที่มีค่า a_w น้อยที่สุดคือ 0.45 ± 0.02 ส่วนอุณหภูมิที่ต่ำที่สุดคือ 80 องศาเซลเซียส ให้น้ำพริกผงเรือดาร์บวังสวนสุนันทากึ่งสำเร็จรูปแบบผงที่มีค่า a_w มากที่สุดคือ 0.65 ± 0.04 เนื่องมาจากการใช้อุณหภูมิที่มากขึ้นจะทำให้ปริมาณน้ำอิสระ (free water) ที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ระเหยออกจากผลิตภัณฑ์ได้ง่าย สอดคล้องกับงานวิจัยการผลิตสีหมึกผงสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมบริการอาหาร (อรุณทัย โอวัฒนา, 2557) ที่รายงานว่าเมื่อใช้อุณหภูมิสูงและเวลานานจะส่งผลให้ค่าวอเตอร์แอคทิวิตีลดลง

1.2 การวิเคราะห์ความชื้น จากการทดลองพบว่าอุณหภูมิที่แตกต่างกันมีผลทำให้ค่าความชื้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยเมื่อใช้อุณหภูมิสูงส่งผลให้ค่าความชื้นลดน้อยลง เนื่องมาจากการระเหยน้ำออกจากอาหาร ยิ่งใช้อุณหภูมิสูงน้ำจะยิ่งระเหยออกไปได้เร็วขึ้นหรืออัตราการแห้งสูงขึ้นทำให้ใช้เวลาในการทำแห้งน้อยลง (สมบัติ ขอทวีวัฒนา, 2526) โดยการทำแห้งของน้ำพริกผงเรือดาร์บวังสวนสุนันทากึ่งสำเร็จรูป เมื่อผลิตด้วยวิธีการทำแห้งแบบลูกกลิ้งจนเป็นผงใช้อุณหภูมิการทำแห้งอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 80 องศาเซลเซียส ให้น้ำพริกผงเรือดาร์บวังสวน

สุนันทากิ่งสำเร็จรูปมีค่าความชื้นสูงที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 18.36 ± 0.37 ส่วนการทำแห้งที่ใช้อุณหภูมิสูงสุดคือ 120 องศาเซลเซียส ให้น้ำพริกแห้งสำเร็จรูปมีค่าความชื้นน้อยที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 10.46 ± 0.50 จะเห็นได้ว่าปริมาณความชื้นลดลงเมื่ออุณหภูมิในการทำแห้งสูงขึ้น

1.3 การวิเคราะห์ความสามารถในการละลาย จากการทดลองพบว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการทำแห้งที่แตกต่างกันมีผลต่อค่าการละลายของน้ำพริกแห้งสำเร็จรูปแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังตารางที่ 1 อุณหภูมิที่ต่างกันส่งผลต่อค่าการละลายน้ำพริกแห้งสำเร็จรูปที่อบด้วยอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสมีค่าการละลายในช่วงร้อยละ 56.42 ± 0.13 เมื่อใช้อุณหภูมิที่สูงขึ้นอยู่ที่ 120 องศาเซลเซียสมีค่าการละลายสูงขึ้นอยู่ที่ร้อยละ 62.79 ± 0.04 เนื่องมาจากน้ำพริกแห้งที่ผ่านการทำแห้งด้วยอุณหภูมิสูงมีความชื้นน้อยกว่า ทำให้มีค่าการละลายที่ดีกว่า

ตารางที่ 4.1 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำพริกแห้งสำเร็จรูปที่ผลิตในสภาวะอุณหภูมิที่แตกต่างกัน

Sample	Temperature (°C)	a_w	Moisture (%)	Solubility (%)
1	80	0.65 ± 0.04^a	18.36 ± 0.37^a	56.42 ± 0.13^a
2	90	0.61 ± 0.03^a	17.24 ± 0.40^a	57.64 ± 0.09^a
3	100	0.54 ± 0.02^b	12.23 ± 0.23^{bc}	61.49 ± 0.04^b
4	110	0.48 ± 0.01^c	11.68 ± 0.41^{cd}	62.3 ± 0.06^b
5	120	0.45 ± 0.02^c	10.46 ± 0.50^d	62.79 ± 0.04^b

หมายเหตุ ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

^{a-d} หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากผลการทดลองในตารางที่ 1 คณะผู้วิจัยพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตน้ำพริกแห้งสำเร็จรูปที่ผลิตด้วยวิธีการทำแห้งแบบลูกกลิ้งคือ 100 องศาเซลเซียสเนื่องจากมีค่าวอเตอร์แอกทิวิตีเท่ากับ 0.54 อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน น้ำพริกกะปิผง (มผช. 1498/2561) ที่กำหนดไว้ว่าต้องไม่เกิน 0.6 มีความชื้นอยู่ที่ร้อยละ 12.23 อยู่ในระดับดี และมีค่าการละลายอยู่ที่ร้อยละ 61.49 อยู่ในระดับดี ส่วนการผลิตที่อุณหภูมิ 110 และ 120 องศาเซลเซียสมีค่าวอเตอร์แอกทิวิตีอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเช่นกันแต่พบว่าผลิตภัณฑ์น้ำพริกที่ได้มีลักษณะไหม้ เมื่อทำการละลายแล้วผลิตภัณฑ์มีลักษณะ เนื้อสัมผัส กลิ่น รส ที่ไม่พึงประสงค์

3.4 การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและยีสต์ รา

ผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ได้แก่การตรวจสอบหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์ รา ในน้ำพริกแห้งสำเร็จรูปด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศ ดังตารางที่ 2 พบว่าไม่มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางจุลินทรีย์ และยีสต์ รา ทั้งนี้เนื่องจากการผลิต มีขั้นตอนการทำแห้งซึ่งใช้อุณหภูมิสูง เพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์มาเบื้องต้นแล้ว ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำพริกกะปิผง (มผช.1498/2561) กำหนดให้จุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ดังนั้นปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของน้ำพริกแห้งสำเร็จรูปด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง ไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา ในน้ำพริกลงเรือดำรับวังสวนสุนันทา

เชื้อ	ปริมาณที่พบ (โคโลนี/กรัม)
จุลินทรีย์ทั้งหมด	น้อยกว่า 10
ยีสต์ และรา	น้อยกว่า 10

3.5 ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสดังตารางที่ 3 ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน โดยนำผลิตภัณฑ์น้ำพริกลงเรือผงละลายในน้ำต้มสุกให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านอาหารและคุ้นเคยกับน้ำพริกลงเรือสูตรต้นตำรับชิมเพื่อประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 7-Point hedonic scale เพื่อประเมินผลการยอมรับผลิตภัณฑ์พบว่าผู้ทดสอบชิมน้ำพริกลงเรือดำรับวังสวนสุนันทากึ่งสำเร็จรูปด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศเปรียบเทียบกับน้ำพริกลงเรือดำรับวังสวนสุนันทาแบบต้นตำรับให้คะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ในขณะที่คะแนนความชอบทางด้านกลิ่นของตัวอย่างน้ำพริกลงเรือดำรับวังสวนสุนันทากึ่งสำเร็จรูปด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศมีค่าน้อยกว่าน้ำพริกลงเรือสูตรต้นตำรับ (ตัวอย่างควบคุม) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากตัวอย่างน้ำพริกลงเรือสูตรต้นตำรับ ไม่ได้ผ่านการทำแห้ง ทำให้ยังคงมีกลิ่นของวัตถุดิบแสดงถึงความสด มีกลิ่นที่ดีมากกว่าจึงทำให้คะแนนความชอบทางด้านกลิ่นสูงกว่าน้ำพริกลงเรือดำรับวังสวนสุนันทากึ่งสำเร็จรูปด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศซึ่งผ่านขั้นตอนการให้ความร้อนทำให้กลิ่นความสดของวัตถุดิบหายไป

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Hedonic scale 7 ระดับคะแนนของตัวอย่างน้ำพริกลงเรือดำรับวังสวนสุนันทากึ่งสำเร็จรูปด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง

คุณลักษณะ	ค่าระดับคะแนน	
	น้ำพริกปรุงสด	น้ำพริกผ่านการทำแห้ง
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	6.07±0.74	6.03±0.81
สี ^{ns}	5.50±0.63	5.63±0.85
กลิ่น	5.93±0.69 ^a	5.03±1.03 ^b
รสชาติ ^{ns}	5.23±1.19	5.43±0.97
เนื้อสัมผัส ^{ns}	5.10±1.27	5.47±1.22
ความชอบโดยรวม ^{ns}	5.87±0.68	5.83±0.79

หมายเหตุ ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน

^{a-b} หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ค่าเฉลี่ยที่ไม่มีอักษรกำกับตามแนวดิ่งของแต่ละปัจจัย ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

สรุปและอภิปรายผล

สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำพริกเครื่องตำรับวังสวนสุนันทากึ่งสำเร็จรูปด้วยเทคนิคการทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง เมื่อศึกษาแล้วพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตคือ 100 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบการหมุน 2 รอบต่อนาที (rpm) โดยน้ำพริกเครื่องตำรับวังสวนสุนันทากึ่งสำเร็จรูปหรือน้ำพริกเครื่องตำรับวังสวนสุนันทาผงที่ได้นี้มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตีเท่ากับ 0.54 มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนซึ่งจะช่วยชะลอการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ ความชื้นร้อยละ 12.23 ความสามารถในการละลายร้อยละ 61.49 และเพียงพอต่อการทำลายเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นได้ ผลิตภัณฑ์น้ำพริกเครื่องตำรับวังสวนสุนันทากึ่งสำเร็จรูปด้วยเทคนิคการทำแห้งแบบลูกกลิ้งได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารทุกคนที่ได้ร่วมทำการทดสอบการใช้ผลิตภัณฑ์ อยู่ในระดับชอบมาก เมื่อนำน้ำพริกเครื่องตำรับวังสวนสุนันทากึ่งสำเร็จรูปด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งเปรียบเทียบกับน้ำพริกเครื่องตำรับวังสวนสุนันทาแบบต้นตำรับพบว่าคะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาเบื้องต้นในเรื่องนวัตกรรมการผลิตน้ำพริกเครื่องตำรับวังสวนสุนันทากึ่งสำเร็จรูปด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง ควรมีการศึกษาและพัฒนาเพิ่มเติมในด้านการวัดค่าสี การศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ การเพิ่มไข่แดงเค็ม หมูหวาน และปลาพู่เข้าไปเสริมเพื่อให้ครบองค์ประกอบน้ำพริกเครื่องตำรับวังสวนสุนันทา

เอกสารอ้างอิง

- กัญญาณัฐ อุดรชน, กานต์พิชชา ซื่อหมื่อ, บุชบา มะโนแสน, สุภาวดี ศรีแย้ม และจิรัชต์ กันทะชู. (2555). **การศึกษาการแปรรูปน้ำพริกมะกอกป่าอบแห้ง**. วารสารวิจัยและพัฒนา มจร., ปีที่ 35 (ฉบับที่ 1 มกราคม-มีนาคม), 65- 73 มพข.1498-2561. (2561). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์น้ำพริกกะปิผง สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม**. เข้าถึงได้จาก [http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps1498_61\(น้ำพริกกะปิผง\).pdf](http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps1498_61(น้ำพริกกะปิผง).pdf) (อ้างถึง 1 เมษายน 2562)
- สมบัติ ขอทวีวัฒนา. (2526). **หลักการทำให้แห้ง**. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- เสาวลักษณ์ จิตรบรรเจิดกุล ก่องกาญจน์ กิจรุ่งโรจน์ สุพิชชา จันทะชุม และเถวียน บัวตุ้ม. (2550). **น้ำพริกสมุนไพรไทยสำเร็จรูป** งานวิจัย ม.อ. เพื่อชุมชน. (ออนไลน์). สืบค้นจาก : <http://www.hatyai.psu.ac.th/index> [21 มิถุนายน 2562]
- สุภาพร อภิตนานุสรณ์ และกฤตภาส จินาภาค. (2556). **การพัฒนาบรรจุภัณฑ์น้ำพริกพร้อมบริโภค**. วารสารวิจัยและพัฒนา มจร., ปีที่ 36 (ฉบับที่ 4 ตุลาคม - ธันวาคม), 451- 464
- สำนักศิลปวัฒนธรรม สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา. (2544). **ตำรากับข้าวไทยตำรับพระวิมาดาเธอ กรมพระสุทธาสินีนาฏ**. พิมพ์ครั้งที่ 1. พิธีกรรมพิมพ์, กรุงเทพฯ.
- อรุณทัย โอวัฒนา. (2557). **การผลิตดีหมักผงสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมบริการอาหาร**. ปริญญาโท วิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการและบริการอาหาร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.
- AOAC. (1995). *Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists*, 16th ed. The Association of Official Agricultural Chemists, Virginia.
- AOAC. (2000). *Official Methods of Analysis of AOAC international*. 17th ed. The Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, Maryland.

การออกแบบและพัฒนาเครื่องคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้องแบบตะแกรงโยก สำหรับโรงสีข้าวชุมชน

Design and Development of Swaying Sieve Paddy Separator for Rice Mill Community

สุกัญญา ทองโยธี

สาขาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่น 150 ถ.ศรีจันทร์ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40000

Corresponding author: Tel: +66-8-1444-0833, E-mail: Jelly_to@hotmail.com

บทคัดย่อ

การออกแบบและพัฒนาเครื่องคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้องแบบตะแกรงโยก สำหรับโรงสีข้าวชุมชนนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษา ลักษณะทางกายภาพของข้าวกล้องและข้าวเปลือก 2) ออกแบบและพัฒนาเครื่องคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้องแบบตะแกรงโยก 3) ทดสอบ ประเมินผลเครื่องคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้องแบบตะแกรงโยก

จากการศึกษาพบว่าลักษณะทางกายภาพของข้าวกล้องและข้าวเปลือก พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ได้นำข้อมูลมาออกแบบและพัฒนาเครื่อง คัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้องแบบตะแกรงโยก ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ 1) ชุดคัดแยกแบบตะแกรงโยก 10 ช่องฟันปลา มีโครงสร้างทำจาก แผ่นสแตนเลส ความกว้าง ยาว และสูง 72.2, 110 และ 4 ซม. ตะแกรงคัดขนาดทำจากเหล็กแผ่นขนาดรูเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.2 และ 2.4 มม. 2) ชุด โครงสร้างส่งกำลังขับเคลื่อน ประกอบด้วย 2 ชั้นส่วน ได้แก่ ชุดโครงสร้างขับเคลื่อนตะแกรงโยกทำจากเหล็กกล่องขนาดความกว้าง ยาว และสูง 68.5 111.5 และ 3.2 ซม. ตามลำดับ ชุดโครงสร้างส่งกำลังทำจากเหล็กฉากขนาดความกว้าง ยาว และสูง 60 100 และ 40 ซม. ตามลำดับ มอเตอร์ ส่งกำลังขนาด 1/3 แรงม้า เพื่อขับเคลื่อนชุดตะแกรงโยกโดยการหมุนของเฟลาถูกเบี้ยวเคลื่อนไปและกลับ

ผลการทดสอบเครื่องคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้องแบบตะแกรงโยกความเหมาะสมอยู่ที่ระยะมุมเอียงตะแกรงโยก 2 องศา และ ความเร็วรอบตะแกรงโยก 120 รอบต่อนาที มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การคัดขนาดข้าวกล้องอยู่ที่ 96.88 เปอร์เซ็นต์ข้าวกล้องเต็ม 89.62 เปอร์เซ็นต์ การคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้อง 99.53 % และความสามารถในการทำงาน 50.46 กิโลกรัมต่อชั่วโมง จากการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยน้ำหนักผลผลิต 48,441.60 กิโลกรัมต่อปี นำไปรับจ้างตัดแยก (กิโลกรัมละ 1.50 บาท กลุ่มเกษตรกร อำเภอบ้านไผ่) จุดคุ้มทุนอยู่ที่ อัตราการคัดแยก 51,616.93 กิโลกรัมต่อปี ระยะเวลาคืนทุนอยู่ที่ 1.06 ปี หรือ 169.09 วัน

คำสำคัญ : ข้าวเปลือก, ข้าวกล้อง, ตะแกรงโยก

Abstract

The objectives of this research are as follows: 1) to physical characteristics of brown rice and paddy, 2) to design and development of swaying sieve paddy separator, and 3) to test and evaluate the swaying sieve paddy separator.

This study indicates that the, physical characteristics of KDML 105 brown rice and paddy for designing and developing of swaying-sieve paddy separator. The machine can be into two parts: 1) a swaying-sieve paddy separator structure is made of 10 zigzag-shaped stainless steel with 72.2 cm. of width and 110 cm. of length and 4 cm of height. The sieve is made of with steel diameter 2.2 mm. and 2.4 mm. 2) The power movement structure consists of two parts following: structural parts driven swaying-sieve made of box steel with 68.5 cm. of width and 111.5 cm of length and 3.2 cm of height. The power movement structural part made of scene steel with 60.0 cm of width and 100 cm of length and 40 cm of height powered by 1/3 Hp motors to driven swaying-sieve by rotation of the camshaft moving on and back.

The testing of a swaying-sieve paddy separator is proper with sloping at 2° of tilt angle and swaying-sieve rotated with 120 rpm of speed. The result shows that the percentage size of brown rice is 96.88, and the percentage of full brown rice is 89.62, Then the percentage separator paddy from brown rice is 99.53, and its capability is 50.46 kilograms per hours. The economic analysis shows that cost per unit weight product 48,441.60 kilograms per year taken for screening at rate of 1.50 baht per kilograms form farmers Ban Pai District, the breakeven point would be 51,616.93 kilograms per year the payback period of 1.06 year or 1690.9 day

Keywords: Paddy, Brown Rice, Separator

1. ที่มาและความสำคัญของปัญหา

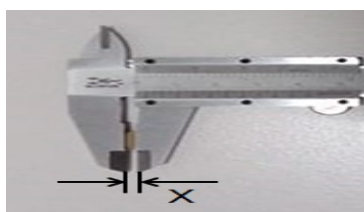
ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญมากในประเทศไทย ทั้งในด้านการบริโภคและการส่งออก ในปี 2559 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าว ประมาณ 58.69 ล้านไร่ ได้ผลผลิตข้าวประมาณ 25.20 ล้านตัน (ล้านตันข้าวเปลือก) เฉพาะข้าวนาปี จังหวัดขอนแก่นมีพื้นที่ปลูกข้าวประมาณ 2.3 ล้านไร่ ได้ผลผลิตข้าวประมาณ 0.75 ล้านตัน โดยแบ่งผลผลิตข้าวเป็น ข้าวหอมมะลิ 0.17 ล้านตัน ข้าวเจ้า 0.0027 ล้านตัน ข้าวเหนียว 0.58 ล้าน

ตัน และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปีจากการขยายตัวทางเศรษฐกิจ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559) ปัจจุบันความต้องการผู้บริโภคหันมาให้ความสนใจเรื่องโภชนาการและอาหารเพื่อสุขภาพมากขึ้น โดยเฉพาะข้าวกล้องปลอดสารพิษซึ่งในการสีข้าวกล้องจะมีโรงสีของกลุ่มเกษตรกรในชุมชนขนาดเล็ก และขนาดกลางใช้เครื่องจักรล้าสมัย และขบวนการกะเทาะมักจะกะเทาะข้าวออกได้ไม่หมด มีข้าวเปลือกบางส่วนปนอยู่กับข้าวกล้องและยังมีปลายข้าว ข้าวหักปนอยู่ด้วย จึงต้องมีการใช้กระดังมาผัดเพื่อคัดแยกข้าวเปลือกออกก่อน หรือใช้คนนั่งเก็บข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้อง (ผดุงศักดิ์, 2555) ในปัจจุบันการใช้เครื่องคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้องนั้นจะไม่สามารถคัดแยกขนาดข้าวกล้องได้ตามที่ต้องการ เพราะขนาดของเมล็ดข้าวกล้องมีผลต่อการนิยมการบริโภค ซึ่งเมล็ดข้าวกล้องไม่แตกหักมีสภาพสมบูรณ์จะจำหน่ายได้ดีกว่าข้าวกล้องที่มีเมล็ดหักปนมาด้วย และหากมีเมล็ดหักปนปริมาณมากจะส่งผลให้ราคาและจำนวนที่ต้องการจำหน่ายลดลงตามไปด้วย หากสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการคัดแยกข้าวกล้องได้ โดยการศึกษาเครื่องคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้อง ให้มีหลักการทำงานคัดแยกแบบตะแกรงโยก สามารถคัดแยกขนาดข้าวกล้องและต่อเข้ากับเครื่องกะเทาะข้าวกล้องได้ มีขนาดกะทัดรัดเคลื่อนย้ายได้สะดวก เพื่อให้กลุ่มเกษตรกรหรือผู้ที่สนใจสามารถนำไปใช้ในครัวเรือนและชุมชน โดยใช้ต้นทุนที่เหมาะสมกับค่าใช้จ่ายทำให้ได้ข้าวกล้องเก็บไว้บริโภคและจำหน่ายต่อไป

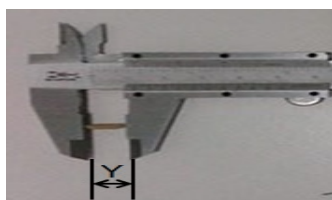
2. วิธีการดำเนินงาน

2.1 การศึกษาลักษณะทางกายภาพของข้าวกล้องเต็มเมล็ด และข้าวเปลือก

2.1.1 การศึกษาขนาด และรูปร่างของข้าวกล้องเต็มเมล็ดและเมล็ดข้าวเปลือก มีวัตถุประสงค์เพื่อนำค่าที่ได้จากการวัดขนาดไปใช้ในการออกแบบและพัฒนาตะแกรงคัดแยกขนาดข้าวกล้องเต็มเมล็ด และช่องทางออกของข้าวเปลือก โดยวัดขนาดเมล็ดข้าวกล้องเต็มเมล็ดและข้าวเปลือก ตามแนวแกน X คือความกว้างของเมล็ดข้าว Y คือ ความยาวของเมล็ดข้าว และ Z คือ ความหนาของเมล็ดข้าว ดังภาพที่ 1



(ก) ขนาดความกว้าง



(ข) ขนาดความยาว



(ค) ขนาดความหนา

รูปที่ 1 การวัดขนาด และรูปร่างเมล็ดข้าวกล้องเต็มเมล็ด และเมล็ดข้าวเปลือก

2.1.2 การศึกษามุมการไหลของข้าวกล้องเต็มเมล็ดและข้าวเปลือก โดยใช้พื้นเหล็กทดสอบมุมการไหล เพื่อนำค่าที่ได้ไปใช้ในการออกแบบและพัฒนาช่องทางออกของข้าวกล้องเต็มเมล็ดและข้าวเปลือก ดังภาพที่ 2



(ก) การทดสอบมุมการไหลข้าวกล้องเต็มเมล็ด



(ข) การทดสอบมุมการไหลข้าวเปลือก



ภาพที่ 2 การศึกษามุมการไหลของข้าวกล้องและข้าวเปลือก โดยใช้วัสดุพื้นเหล็ก

2.2 การออกแบบและพัฒนาเครื่องคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้องแบบตะแกรงโยก

2.2.1 ศึกษาการออกแบบถังป้อนข้าว โดยออกแบบให้มีความคงทนแข็งแรงเหมาะสม สามารถบรรจุข้าวกล้องที่ใช้ในการคัดแยกข้าวเปลือกออก และสามารถประยุกต์เข้ากับโรงสีข้าวชุมชน (วรวิทย์ และชาญ, 2556)

2.2.2 ศึกษาการออกแบบชุดคัดแยกแบบตะแกรงโยก เพื่อกำหนดขนาดของรูตะแกรงโยกให้ข้าวกล้องไหลลงช่องทางออก ซึ่งมีความแตกต่างกันด้านขนาด รูปร่างเมล็ดปลายข้าวกล้อง เพื่อคัดขนาดเมล็ดข้าวกล้องหักชั้นที่สอง สามารถลอดผ่านรูตะแกรงชั้นแรกลงมาได้ เพื่อคัดขนาดเมล็ดปลายข้าวกล้อง ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ตะแกรงรูกกลม (ชัยวัฒนา, 2559)

2.2.3 ศึกษาการออกแบบชิ้นส่วนโครงสร้างขับเคลื่อนชุดคัดแยกแบบตะแกรงโยก ออกแบบชุดโครงสร้างให้คงทนแข็งแรงและเหมาะสมต่อการเสียดสี โดยรับแรงจากแขนโยกเพลาลูกเบี้ยวเคลื่อนที่ด้วยล้อลูกกลิ้งในการเคลื่อนที่ และมีแผ่นเหล็กที่ใช้ปรับระยะมุมเอียงตะแกรงโยก

2.2.4 ศึกษาการออกแบบชิ้นส่วนโครงสร้างส่งกำลัง วัสดุที่นำมาสร้างจะต้องมีความแข็งแรงทนทาน และสามารถประยุกต์เข้ากับโรตารีชาวมุขมน ได้เลือกใช้เหล็กฉาก 40x40 มิลลิเมตร และเลือกใช้มอเตอร์ขนาด 1/3 แรงม้า ในการออกแบบชุดส่ง เพราะสามารถส่งกำลังได้ดีหาซื้อง่าย

2.3 การทดสอบและประเมินผลเครื่องคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้องแบบตะแกรงโยก

จากการศึกษาข้อมูลจะใช้วิธีการทดสอบเครื่องคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้องแบบตะแกรงโยก เพื่อเปรียบเทียบการคัดแยกโดยชุดตะแกรงโยกสามารถปรับระยะมุมเอียงต่างกันคือ 1 2 และ 3 องศา ดังภาพที่ 4 และใช้ความเร็วรอบตะแกรงโยกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ 110 120 และ 130 รอบต่อนาที ดังภาพที่ 5 ใช้ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 กลุ่มเกษตรกร อ.บ้านไผ่ จ.ขอนแก่น จำนวน 10 กิโลกรัม เป็นตัวอย่างในการทดสอบหาความสามารถในการทำงาน, เปอร์เซ็นต์การคัดขนาดข้าวกล้อง, เปอร์เซ็นต์ข้าวกล้องเต็มเมล็ด, เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย, เปอร์เซ็นต์การคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้อง



ภาพที่ 4 การปรับตั้งระยะมุมเอียงตะแกรงโยก



ภาพที่ 5 การวัดระดับความเร็วรอบตะแกรงโยก

2.3.1 การทดสอบเครื่องคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้องแบบตะแกรงโยก ใช้สมการในการคำนวณดังนี้

$$\text{ความสามารถในการทำงาน (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)} = \frac{\text{น้ำหนักข้าวกล้องขณะทดสอบ}}{\text{เวลาที่ใช้ในการทดสอบ}} \quad (2.1)$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์การคัดขนาดข้าวกล้อง} = \frac{(A + B + C) \text{ กรัม}}{(A + B + C + D) \text{ กรัม}} \times 100 \quad (2.2)$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ข้าวกล้องเต็มเมล็ด} = \frac{(A) \text{ กรัม}}{(A + B + C + D) \text{ กรัม}} \times 100 \quad (2.3)$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย} = \frac{(D) \text{ กรัม}}{(A + B + C + D) \text{ กรัม}} \times 100 \quad (2.4)$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์การคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้อง} = \frac{(A) \text{ กรัม}}{(E) \text{ กรัม}} \times 100 \quad (2.5)$$

เมื่อ	A	แทน น้ำหนักข้าวกล้องเต็มเมล็ดที่ได้จากช่องทางออกข้าวกล้องเต็มเมล็ด, กรัม
	B	แทน น้ำหนักข้าวกล้องหักที่ได้จากช่องทางออกข้าวกล้องหัก, กรัม
	C	แทน น้ำหนักปลายข้าวกล้องที่ได้จากช่องทางออกปลายข้าวกล้อง, กรัม
	D	แทน น้ำหนักข้าวกล้องที่ได้จากช่องทางออกข้าวเปลือก, กรัม
	E	แทน น้ำหนักช่องทางออกข้าวกล้องเต็มเมล็ด, กรัม

2.4 การศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม โดยนำหลักการของ Donnell Hunt มาคิดค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง (straight-line method) เพื่อคำนวณหาต้นทุนในการใช้เครื่องคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้องแบบตะแกรงโยก และหาจุดคุ้มทุนในการใช้งาน ดังสมการ 2.6

การคำนวณค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง

$$D = \frac{(P - L)}{N} \quad (2.6)$$

เมื่อ P แทน ราคาแรกซื้อ, บาท
 N แทน ราคารวมแรกซื้อ, ปี
 L แทน มูลค่าซาก, บาทต่อปี

3. ผลการดำเนินงาน

3.1 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของข้าวกล้องเต็มเมล็ด และข้าวเปลือก

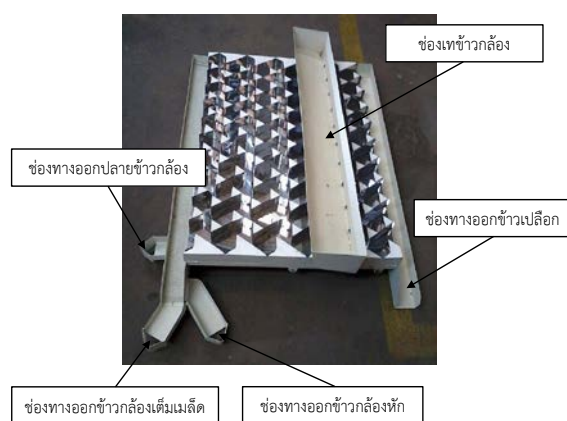
3.1.1 ผลการศึกษานา และรูปร่างของเมล็ดข้าวกล้องเต็มเมล็ด พบว่ามีขนาดความกว้าง ยาว และหนาเฉลี่ย 2.20 7.48 และ 1.78 มิลลิเมตร และเมล็ดข้าวเปลือกมีขนาดความกว้าง ยาว และหนาเฉลี่ย 2.80 10.55 และ 2.10 มิลลิเมตร ตามลำดับ

3.1.2 ผลการศึกษามุมการไหลของข้าวกล้องเต็มเมล็ด และข้าวเปลือก ใช้พื้นที่หลักในการทดสอบพบว่า มุมการไหลหมดของข้าวกล้องเต็มเมล็ดและข้าวเปลือก มีค่าเฉลี่ย 24.80 และ 28.20 องศา โดยสามารถนำไปใช้เป็นวัสดุในการออกแบบและพัฒนาช่องทางออกของข้าวกล้องเต็มเมล็ด และข้าวเปลือก

3.2 ผลการออกแบบและพัฒนาเครื่องคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้องแบบตะแกรงโยก

3.2.1 ผลการออกแบบถังป้อนข้าว สามารถบรรจุข้าวกล้องที่ใช้ในการคัดแยกข้าวเปลือกออก โดยมีช่องเปิด 10 ช่อง และสามารถประยุกต์เข้ากับโรงสีข้าวชุมชน เลือกลูกเหล็กแผ่นหนา 2 มิลลิเมตรซึ่งมีความคงทนแข็งแรง

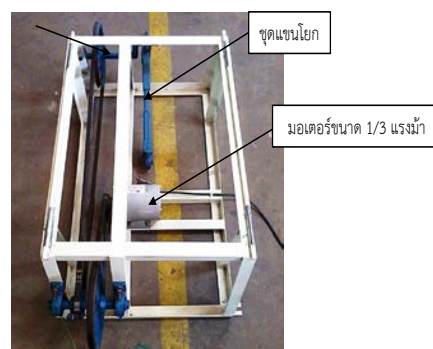
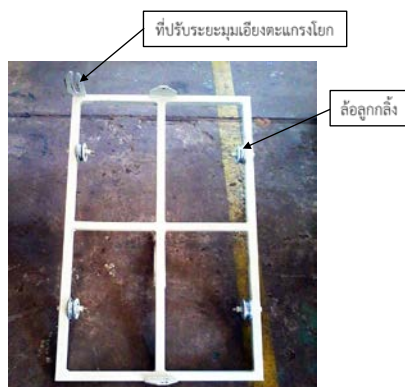
3.2.2 ผลการออกแบบและพัฒนาชุดคัดแยกแบบตะแกรงโยก เลือกตะแกรงรูกกลมขนาด 2.4 มิลลิเมตร เพื่อคัดขนาด รูปร่างเมล็ดข้าวกล้องหักชั้นที่ 2 และเลือกตะแกรงรูกกลมขนาด 2.2 มิลลิเมตร เพื่อคัดขนาด รูปร่างเมล็ดปลายข้าวกล้อง มีหลักการทำงานโดยใช้เพลาลูกเบี้ยวเป็นตัวหมุนการขับเคลื่อน เพื่อให้ตะแกรงโยกเคลื่อนไป-กลับ และกำหนดให้มีช่องทางออก 4 ช่องทาง ได้แก่ 1) ช่องทางออกข้าวกล้องเต็มเมล็ด 2) ช่องทางออกข้าวกล้องหัก 3) ช่องทางออกปลายข้าวกล้อง 4) ช่องทางออกข้าวเปลือก ผลการออกแบบและพัฒนา ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ชุดคัดแยกแบบตะแกรงโยก

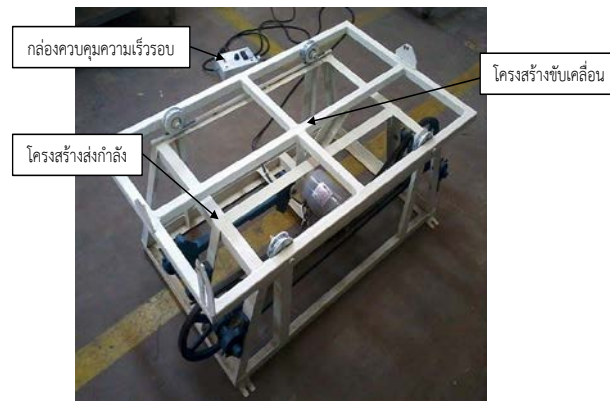
3.2.3 ผลการออกแบบและพัฒนาชิ้นส่วนชุดโครงสร้างขับเคลื่อนชุดคัดแยกแบบตะแกรงโยก ดังภาพที่ 7 โดยเลือกใช้เหล็กกล่องหนา 2 มิลลิเมตร ดังภาพที่ 7(ก) ชิ้นส่วนโครงสร้างขับเคลื่อนชุดคัดแยกแบบตะแกรงโยก รับแรงจากแขนโยกเพลาลูกเบี้ยวเคลื่อนที่ด้วยล้อลูกกลิ้ง

3.2.4 ผลการออกแบบโครงสร้างส่งกำลัง โดยใช้พูลเลย์และเพลาลูกเบี้ยวเป็นตัวหมุนขับเคลื่อนเพื่อให้ชุดตะแกรงโยกเคลื่อนไปและกลับ ใช้สายพาน B-98 และ B-50 และเลือกใช้มอเตอร์ขนาด 1/3 แรงม้า ดังภาพที่ 7(ข)



(ก) โครงสร้างขับเคลื่อน

(ข) โครงสร้างส่งกำลัง



ภาพที่ 7 ชุดโครงสร้างส่งกำลังขับเคลื่อนตะแกรงโยก

3.3 ผลการทดสอบและประเมินผลเครื่องคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้องแบบตะแกรงโยก

3.3.1 ความสามารถในการทำงานของเครื่องคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้องแบบตะแกรงโยกที่มุมเอียงตะแกรงโยก 1 2 และ 3 องศา ความเร็วรอบตะแกรงโยก 120 รอบต่อนาที มีผลทำให้ความสามารถในการทำงาน 41.89, 50.46 และ 54.38 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์การคัดขนาดข้าวกล้องสูงสุดอยู่ที่ระหว่างมุมเอียงตะแกรงโยก 2 องศา ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 เครื่องคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้องแบบตะแกรงโยก

3.3.2 เปอร์เซ็นต์การคัดขนาดข้าวกล้องของเครื่องคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้องแบบตะแกรงโยก ที่มุมเอียงตะแกรงโยก 1 2 และ 3 องศา ความเร็วรอบตะแกรงโยก 120 รอบต่อนาที มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การคัดขนาดข้าวกล้องที่ 95.97 96.88 และ 94.88 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์การคัดขนาดข้าวกล้องสูงสุดอยู่ระหว่างมุมเอียงตะแกรงโยก 2 องศา

3.3.3 ผลการทดสอบและประเมินผลเครื่องคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้องแบบตะแกรงโยก พบว่าที่ความเร็วรอบตะแกรงโยก 120 รอบต่อนาที มุมเอียงตะแกรงโยก 2 องศา มีผลทำให้ความสามารถในการทำงาน 50.46 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เปอร์เซ็นต์การคัดขนาดข้าวกล้องที่ 96.88 ข้าวกล้องเต็มเมล็ดที่ 89.62 และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียที่ 3.18 และเปอร์เซ็นต์การคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้องที่ 99.53 ดังภาพที่ 9



(ก) ข้าวกล้องเต็มเมล็ด



(ข) ข้าวกล้องหัก



(ค) ปลายข้าวกล้อง



(ง) ข้าวเปลือก

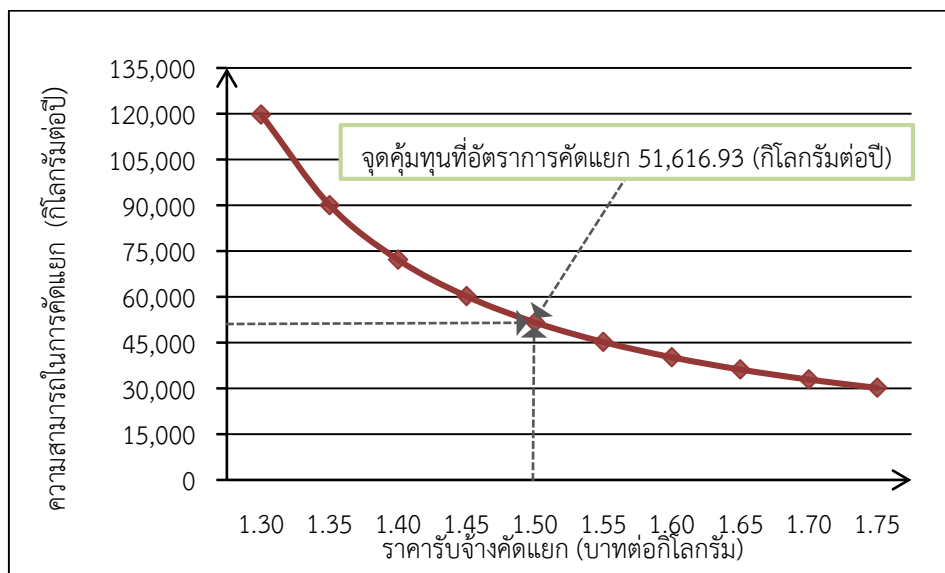
ภาพที่ 9 ลักษณะส่วนประกอบของข้าวกล้องหลังการคัดแยก

3.3.4 ผลการทดสอบและประเมินผลเครื่องคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้องแบบตะแกรงโยก ที่ระยะมุมเอียงตะแกรงโยก 2 องศา ซึ่งมีผลทำให้ความสามารถในการทำงาน 41.04 50.46 และ 53.00 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งความสามารถในการทำงานสูงสุดอยู่ที่ความเร็วรอบตะแกรงโยก 120 รอบต่อนาที ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบและประเมินผลเครื่องคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้องแบบตะแกรงโยก ระยะมุมเอียงตะแกรงโยก 2 องศา ที่ความเร็วรอบตะแกรงโยก 110 120 และ 130 รอบต่อนาที

ระยะมุมเอียง (องศา)	น้ำหนักข้าวกล้อง (กิโลกรัม)	ความเร็วรอบตะแกรงโยก (รอบต่อนาที)	เวลาที่ใช้ (นาฬิกา)	ความสามารถในการทำงาน (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์การคัดแยกข้าวกล้อง (เปอร์เซ็นต์)	เปอร์เซ็นต์ข้าวกล้องเต็มเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)	เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย (เปอร์เซ็นต์)	เปอร์เซ็นต์การคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้อง (เปอร์เซ็นต์)
2	10	110	14.62	41.04	95.34	86.28	4.71	99.00
		120	11.89	50.46	96.88	89.62	3.18	99.53
		130	11.32	53.00	95.91	85.92	4.12	99.13

3.4 ผลการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม เมื่อนำเครื่องคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้องแบบตะแกรงโยก ไปปรับจ้างคัดแยกกับกลุ่มเกษตรกร อำเภอบ้านไผ่ เนื่องจากเกษตรกรคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้องเป็นครั้งตามรอบการปลูกคิดเป็น 160 วันทำงานวันละ 6 ชั่วโมงต่อวัน ด้วยราคากิโลกรัมละ 1.50 บาท และค่าจ้างแรงงานวันละ 250 บาท ผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยน้ำหนักผลผลิต 48,441.60 กิโลกรัมต่อปี จุดคุ้มทุนอยู่ที่อัตราการคัดแยก 51,616.93 กิโลกรัมต่อปี จะมีระยะเวลาคืนทุนอยู่ที่ 1.06 ปี หรือ 169.09 วัน ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 ผลการวิเคราะห์จุดคุ้มทุน

4. สรุปและอภิปรายผล

เครื่องตัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้องแบบตะแกรงโยก สำหรับโรงสีข้าวชุมชน ในการตัดแยกเมล็ดข้าวเปลือกออกจากเมล็ดข้าวกล้อง ควรเลือกใช้ตะแกรงตัวแรกที่มีขนาดรูตะแกรง 2.2 มิลลิเมตร ตัดแยกเมล็ดข้าวกล้องที่มีความบริสุทธิ์ 100% ผลผลิตที่เหลือยังมีเมล็ดข้าวกล้องปนอยู่กับข้าวเปลือกจะถูกแยกด้วยตะแกรงขนาด 2.4 มิลลิเมตร อีกครั้งเพื่อตัดแยกเอาเมล็ดข้าวเปลือกที่มีความบริสุทธิ์สูงออกไปทางปลายตะแกรง จากผลการทดสอบพบว่า เครื่องตัดแยกมีความสามารถในการทำงาน 50.46 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ข้าวกล้องมีความบริสุทธิ์ที่ 96.88% โดยเครื่องจะทำงานได้เหมาะสมเมื่อปรับตั้งมุมเอียงตะแกรงที่มุม 2 องศา ความเร็วรอบตะแกรงโยก 120 รอบต่อนาที จะได้ข้าวกล้องเต็มเมล็ดมีความบริสุทธิ์ที่ช่องทางออก 89.62% และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียที่ 3.18 และการตัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้องที่ 99.53% อัตราการตัดแยก 51,616.93 กิโลกรัมต่อปี มีระยะเวลาคืนทุน 1.06 ปี หรือ 169.09 วัน

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่น ที่สนับสนุน ช่วยเหลือให้ผลงานวิจัยลุล่วงไปด้วยดี

6. เอกสารอ้างอิง

- ชัยวัฒนา. 2559. **ขนาดรูมาตรฐานตะแกรงรูกกลม** [ออนไลน์]. ชัยวัฒนา สามเอ. เข้าได้ถึงจาก [URL:http://www.chaiwattana3a.com/ตะแกรงเจาะรูแบบต่างๆสามเหลี่ยมรูกกลมรูยาว/ตะแกรงรูกกลมเหล็กเจาะรูกกลมขายปลีก-ส่งราคาโรงงาน.html](http://www.chaiwattana3a.com/ตะแกรงเจาะรูแบบต่างๆสามเหลี่ยมรูกกลมรูยาว/ตะแกรงรูกกลมเหล็กเจาะรูกกลมขายปลีก-ส่งราคาโรงงาน.html). (5 สิงหาคม 2562).
- ผดุงศักดิ์ วานิชชัง. 2555. “**การพัฒนาเครื่องตัดแยกกากข้าวกล้องแบบถังหมุนสำหรับธุรกิจชุมชน**”, การประชุมสัมมนาทางวิชาการ มทร.ตะวันออก มรภ.กลุ่มศรีอยุธยาและราชชนกรินทร์วิชาการและวิจัย. หน้า 208-213. 14-16 พฤษภาคม. ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตบางพระ.
- วรสิทธิ์ อึ้งภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน, 2556. **การออกแบบเครื่องจักรกล**. เล่ม 1. กรุงเทพมหานคร:บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน).
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมการข้าว, 2559. **รายงานสถานการณ์การเพาะปลูกข้าว ปี 2559** [ออนไลน์]. กรมการข้าว. เข้าถึงได้จาก URL: <https://www.ricethailand.go.th/web/home/images/brps/text2559/15092559/15092559.pdf>. (5 สิงหาคม 2562).

การสกัดและความคงตัวของแอนโธไซยานินจากข้าวหอมมะลิสีนิล

วิภาดา ศิริอนุสรณ์ศักดิ์, กฤตยา เพชรผิ้ง, ศิริวัลย์ สร้อยกล่อม

ฝ่ายเครื่องมือและวิจัยทางวิทยาศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่ง มก. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ
email: rdisws@ku.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันข้าวถูกพัฒนาสายพันธุ์เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะข้าวมีสีซึ่งมีสารแอนโธไซยานิน ที่มีศักยภาพการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดและความคงตัวของแอนโธไซยานิน เพื่อใช้เป็นข้อมูลเชิงพาณิชย์ และข้อมูลทางโภชนาการ รวมทั้งเป็นแนวทางในการพัฒนาไปสู่การผลิตผลิตภัณฑ์อื่น ๆ โดยศึกษาตัวทำละลายในการสกัด คือ เอทานอลต่อน้ำ และ เมทานอลต่อน้ำ ในอัตราส่วนเท่ากับ 70:30, 90:10 และ 100:0 (v/v) ทำการสกัดโดยวิธีการแช่เย็น แบบซอกท์เลต และใช้คลื่นเสียง นำสารสกัดที่ได้ไปศึกษาความคงตัวต่อความร้อน ความเป็นกรด-ด่าง และแสง ต่อปริมาณแอนโธไซยานินของสารสกัด จากการศึกษาพบว่าการสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลในอัตราส่วนของตัวทำละลายต่อน้ำ คือ 100:0 (v/v) มีร้อยละผลผลิตสูงกว่าใช้ตัวทำละลายเมทานอล และการสกัดโดยวิธีการแช่เย็นมีร้อยละผลผลิตที่สกัดได้สูงกว่าการสกัดโดยวิธีซอกท์เลตและแบบคลื่นเสียง เมื่อนำสารสกัดที่ได้ไปวิเคราะห์ พบปริมาณแอนโธไซยานินชนิด Cyanidin-3-O-glycoside chloride เท่ากับ 12.06 µg/mL นอกจากนี้ยังพบว่าอุณหภูมิมีผลต่อความคงตัวของ Cyanidin-3-O-glycoside chloride ในสภาวะที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้น ทำให้ Cyanidin-3-O-glycoside chloride มีแนวโน้มลดลงมากกว่า 50% ความเป็นกรด-ด่างและแสงมีผลต่อความคงตัวของ Cyanidin-3-O-glycoside chloride ในทิศทางที่ลดลง

คำสำคัญ: แอนโธไซยานิน การสกัด ความคงตัว ข้าวมีสี

Extraction and Stability of Anthocyanin from Mali Nil Rice

Wipada Siri-anusornsak^{1, a}, Krittaya Petchpoung^{1, b}, Siriwan Soiklom^{1, c}

¹ Scientific Equipment and Research Division, Kasetsart University Research and Development Institute,
Kasetsart University, Bangkok, Thailand

E-mail; ^ardiws@ku.ac.th, ^brdikyp@ku.ac.th, ^crdisws@ku.ac.th

Abstract

At present, rice has been developed in more varieties especially colored rice is well known as the natural source of anthocyanin, which contain antioxidant activity. The purposes of this research were to determination of suitable conditions for anthocyanin extraction and the anthocyanin stability for used as commercial and nutritional data as well as guidelines for the other products development. Ratio of extracting solvents which were ethanol-water and methanol- water (70:30, 90:10 and 100:0 (v/v)). The method of extraction including maceration, soxhlet and ultrasonic method were also study. Additionally, Effect of temperature, pH and light exposure on stability of anthocyanin were also determined. The result showed that ethanol and water at ratio of 100:0 provided higher %yield than methanol solvents. Maceration provided higher % yield than soxhlet and ultrasonic extraction. Cyanidin-3-O-glycoside chloride type of anthocyanin amount of extract was 12.06 µg/mL. The result also suggested that increasing of temperature may decrease cyanidin-3-O-glycoside chloride by at least 50%. In the same way, acid and base and light exposure decrease cyanidin-3-O-glycoside chloride.

Keywords: anthocyanin, extraction, stability, colored rice

บทนำ

ปัจจุบันข้าวถูกพัฒนาสายพันธุ์เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก ซึ่งแต่ละสายพันธุ์ล้วนมีลักษณะต่าง ๆ ที่คล้ายคลึงหรือแตกต่างกันออกไปรวมถึงสีของข้าว จากการรายงานทางวิชาการหลายเรื่อง พบว่า ข้าวมีคุณค่าทางอาหารสูงและมีสารสำคัญที่มีประโยชน์ต่าง ๆ มากมายที่สามารถช่วยส่งเสริมสุขภาพที่ดีแก่ผู้บริโภค ทั้งยังช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดโรคต่าง ๆ เช่น โรคมะเร็ง โรคหลอดเลือดหัวใจ เป็นต้น โดยเฉพาะในข้าวมีสี ซึ่งสีของข้าวแต่ละชนิดจะมีคุณประโยชน์และคุณสมบัติที่ต่างกัน ข้าวที่มีสีดำ สีแดง สีม่วง จะมีสารที่ชื่อว่า แอนโธไซยานิน (anthocyanin) ซึ่งเป็นสารโพลีฟีนอลชนิดหนึ่งที่จัดอยู่ในกลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoids) เป็นสารประกอบไกลโคไซด์ มีโครงสร้างพื้นฐานทั่วไปเป็นอนุพันธ์ Polyhydroxy และ Polymethoxy ของสาร Flavylum หรือ 2-Phenylbenzopyrylium โมเลกุล ประกอบด้วย แอนโทไซยานิดิน หรือเรียกว่า Aglycone จับกับน้ำตาลด้วยพันธะ β -Glycosidic และจับที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 3 ของโครงสร้างแอนโทไซยานิดิน (Lee, Woo, Kim, Son, and Jeong, 2007; Castaneda-Ovando, Pacheco-Hernandez, Paez-Hernandez, Rodriguez, and Galán-Vidal, 2009; Shen, Jin, Xiao, Lu, and Bao, 2009) มีการรายงานวิจัย พบว่า แอนโธไซยานิน เป็นสารต้านอนุมูลอิสระอีกชนิดหนึ่งที่มีประโยชน์ช่วยเสริมภูมิคุ้มกันให้แก่ร่างกาย ยับยั้งไม่ให้เลือดจับตัวเป็นก้อน ช่วยการหมุนเวียนของกระแสโลหิต ป้องกันการเกิดโรคความดันโลหิตสูง โรคมะเร็ง โรคมะเร็ง โรคเบาหวาน ชะลอความเสื่อมของดวงตา ชะลอสภาวะเสื่อมของเซลล์ (Ratthanatham, Laohakunjit, and Kerdchoechuen, 2013)

แอนโธไซยานินเป็นสารที่สามารถละลายน้ำได้แต่ไม่ละลายใน non-hydroxyl solvent เช่น อีเทอร์ อะซิโตน คลอโรฟอร์มและเบนซีน ในการสกัดสารนั้น นอกจากปัจจัยในเรื่องของตัวทำละลาย ลักษณะของวัตถุดิบ ระยะเวลาและอุณหภูมิในการสกัด ซึ่งต่างก็มีผลต่อปริมาณสารองค์ประกอบของสารและความสามารถในการออกฤทธิ์ของสาร ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการสกัดและมีผลต่อสารแอนโธไซยานินมีหลายปัจจัย เช่น ลักษณะของวัตถุดิบที่ใช้สกัด ชนิดของตัวทำละลาย อัตราส่วนระหว่างวัตถุดิบต่อตัวทำละลาย รวมถึงสภาวะที่ใช้ในการสกัดได้ ได้แก่ อุณหภูมิและระยะเวลาในการสกัด มีงานวิจัยหลายฉบับที่ศึกษาหาปริมาณแอนโธไซยานินจากข้าวมีสี เช่น Hao, Zhu, Zhang, Yang, and Li (2015) ศึกษาปริมาณแอนโธไซยานินในข้าวสีดำ สกัดตัวอย่างด้วยเอทานอล: น้ำ: กรดไฮดรอกลอลริก ในอัตราส่วน 50:50:0.5 (v/v/v) ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง จากการทดลองพบว่าข้าวเม็ดสีดำประกอบด้วยปริมาณแอนโธไซยานิน 41.69% ปี ค.ศ. 2014 Moko, Purnomo, Kushadi, and Ijong (2014) ศึกษาพันธุ์ข้าวที่มีสีและไม่มีสีของเมือง Minahasa ประเทศอินโดนีเซีย ทำการสกัดตัวอย่างข้าวโดยวิธีการแช่ข้ามคืน ณ อุณหภูมิห้อง สกัดด้วย 70% เอทานอล แยกเอทานอลออกจากตัวอย่างด้วยสารละลายอินทรีย์ (เฮกเซน, เอทิลอะซิเตต และ บิวทานอล) กรองสารสกัดผ่านกระดาษกรอง whatman เบอร์ 42 จากนั้นปั่นเหวี่ยงภายใต้สุญญากาศ นำตัวอย่างที่ได้ไปทดสอบ พบว่าข้าวสายพันธุ์สีแดงมีปริมาณแอนโธไซยานิน ประมาณ 68 มิลลิกรัม โดยใช้เครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 700 nm และในปี ค.ศ. 2012 กลุ่มของ Chen, Nagao, Itani, and Irifune (2012) วิเคราะห์หาปริมาณแอนโธไซยานินทั้งหมด (TAC) ในข้าวมีสี พบว่าในข้าวเม็ดสีดำมีปริมาณแอนโธไซยานินทั้งหมด 79.5-473.7 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ขณะที่ข้าวเม็ดสีแดงมีปริมาณแอนโธไซยานินทั้งหมด 7.9-34.4 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ส่วนปัจจัยที่ส่งผลต่อความคงตัวของแอนโธไซยานินนั้น เช่น ความเป็นกรด มีการศึกษาเกี่ยวกับความคงตัวของสีแอนโธไซยานิดิน 6 ชนิดในสารละลายที่มี pH ต่างกัน ตั้งแต่ 1-12 พบว่าแอนโธไซยานิดิน 6 ชนิดมีความคงตัวในช่วง pH ที่มีความเป็นกรดสูง แต่เมื่อความเป็นกรดลดลง ความคงตัวก็ลดลงจนเกิดการสลายตัวหมด (Cabrita, Fossen, and Andersen, 2000) อุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความคงตัวของแอนโธไซยานิน ผลจากการศึกษาของ Cabrita, Fossen, and Andersen (2000) พบว่าความคงตัวของแอนโธไซยานินในสารละลายบัฟเฟอร์ pH 1-12 เก็บที่อุณหภูมิ 10 °C และ 23 °C ในทุก ๆ ระดับ pH ปริมาณของแอนโธไซยานินลดลงเมื่ออุณหภูมิในการเก็บเพิ่มขึ้น อีกหนึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อความคงตัวของสารแอนโธไซยานินคือ แสง จากการศึกษานี้ของ Moris, Romos, Forgacs, Cserhati, and Oliveira (2002) ศึกษาสภาวะการเก็บทั้งสภาวะที่มีแสงและไม่มีแสง ณ อุณหภูมิ 24 °C 32 °C และ 40 °C พบว่าสภาวะการเก็บเหมือนกัน การสลายตัวของแอนโธไซยานินจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาเพิ่มขึ้น จากประเด็นต่าง ๆ นี้ ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดและความคงตัวของแอนโธไซยานินเพื่อใช้เป็นข้อมูลเชิงพาณิชย์ และข้อมูลทางโภชนาการรวมทั้งเป็นแนวทางในการพัฒนาไปสู่การผลิตผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ศึกษาสภาวะในการสกัดแอนโธไซยานินและปัจจัยที่ส่งผลต่อความคงตัวของสีแอนโธไซยานินที่สกัดได้จากข้าวเม็ดสีนิล

ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดที่ตัวทำละลายต่าง ๆ

นำผงข้าวมะลินิลสุรินทร์ที่บดละเอียด 50 กรัม มาสกัดด้วยตัวทำละลายโดยใช้อัตราส่วนของตัวทำละลายในการสกัด ดังนี้ เอทานอลต่อน้ำ เท่ากับ 70:30, 90:10 และ 100:0 (v/v) เมทานอลต่อน้ำ เท่ากับ 70:30, 90:10 และ 100:0 (v/v) ซึ่งทำการสกัดโดยวิธีการแช่อยู่ (maceration) วิธีการสกัดแบบซอกซ์เลต (Soxhlet) และวิธีการสกัดแบบคลื่นเสียงด้วยเครื่อง Sonicator ระยะเวลาที่ใช้ได้แก่ 10, 20, 30, และ 60 นาที สภาวะการสกัดที่เหมาะสมพิจารณาจากร้อยละผลผลิต (% yield) ของสารสกัด (crude extract) ที่มากที่สุด โดยร้อยละผลผลิต (% yield) = ส่วนสารที่สกัดได้ (g) x100 / ปริมาณตัวอย่าง (g)

การศึกษาปริมาณแอนโธไซยานิน (Anthocyanin)

ในการวิเคราะห์หาปริมาณแอนโธไซยานินครั้งนี้ใช้เทคนิคทางด้านโครมาโทกราฟีโดยใช้เครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) ยี่ห้อ Shimadzu LC30 สภาวะที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ Mobile phase; Acetonitrile : 0.85% Phosphoric acid (20 : 80), column temperature : 40°C, flow rate : 1 mL/min, UV detector : 520 nm, injection volume : 10 µL, run time: 15 min และสารมาตรฐานที่ใช้คือ cyanidin 3-glucoside

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวของแอนโธไซยานินที่สกัดได้

ศึกษาผลของ pH อุณหภูมิ และแสง ต่อความคงตัวของแอนโธไซยานินที่สกัดได้ ละลายสารสกัดที่ได้ด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ ปรับ pH ด้วย 0.2 M HCl หรือ 0.2 M NaOH จากนั้นนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 4 °C 30 °C 50 °C และ 80 °C ในสภาวะที่มีการควบคุมปริมาณแสง (ได้รับแสงและไม่ได้รับแสง) ตรวจสอบความคงตัวของแอนโธไซยานินส์

ผลการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้เลือกใช้ตัวทำละลาย 2 ชนิด คือ เอทานอลและเมทานอล ในการสกัดตัวอย่างข้าวมะลินิลสุรินทร์ แบ่งวิธีการสกัดออกเป็น 3 วิธี ได้แก่ การสกัดโดยวิธีการแช่อยู่ (maceration) วิธีการสกัดแบบซอกซ์เลต (Soxhlet) และวิธีการสกัดแบบคลื่นเสียง โดยสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดตัวอย่างพิจารณาจากร้อยละผลผลิต (% yield) ของสารสกัดที่มากที่สุด พบว่าการสกัดแบบแช่อยู่โดยใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลาย อัตราส่วนเอทานอลต่อน้ำ 70:30 (v/v) 90:10 (v/v) และ 100:0 (v/v) ข้าวมะลินิลสุรินทร์ มีผลผลิตที่สกัดได้ร้อยละ 2.30 ร้อยละ 2.96 และร้อยละ 3.03 ตามลำดับ เมื่อใช้เมทานอลเป็นตัวทำละลาย อัตราส่วนเมทานอลต่อน้ำ 70:30 (v/v) 90:10 (v/v) และ 100:0 (v/v) ข้าวมะลินิลสุรินทร์มีผลผลิตที่สกัดได้ร้อยละ 2.47 ร้อยละ 2.85 และร้อยละ 2.03 ตามลำดับ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ร้อยละผลผลิตที่สกัดได้ของตัวทำละลายโดยวิธีการสกัดแบบซอกซ์เลตและแบบแช่อยู่

อัตราส่วนตัวทำละลาย (v/v)	ร้อยละผลผลิต			
	การสกัดแบบซอกซ์เลต		การสกัดแบบแช่อยู่	
	เอทานอล	เมทานอล	เอทานอล	เมทานอล
70:30	2.35 ± 0.15	2.15 ± 0.24	2.30 ± 0.04	2.47 ± 0.02
90:10	2.40 ± 0.12	2.15 ± 0.08	2.96 ± 0.13	2.85 ± 0.05
100:0	3.03 ± 0.04	2.54 ± 0.12	3.03 ± 0.11	2.03 ± 0.20

การสกัดแบบซอกซ์เลตโดยใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลาย อัตราส่วนเอทานอลต่อน้ำ 70:30 (v/v) 90:10 (v/v) และ 100:0 (v/v) ข้าวมะลินิลสุรินทร์มีผลผลิตที่สกัดได้ ร้อยละ 2.35 ร้อยละ 2.40 และร้อยละ 3.03 ตามลำดับ เมื่อใช้เมทานอล

เป็นตัวทำละลาย อัตราส่วนเมทานอลต่อน้ำ 70:30 (v/v) 90:10 (v/v) และ 100:0 (v/v) ข้าวมะลินิลสุรินทร์ มีผลผลิตที่สกัดได้ ร้อยละ 2.15 ร้อยละ 2.15 และร้อยละ 2.54 ตามลำดับ ดังตารางที่ 1

วิธีการสกัดแบบคลื่นเสียง ช่วงระยะเวลาทดสอบ 10 นาที และ 20 นาที ตัวทำละลายเอทานอลให้ร้อยละผลผลิตต่ำกว่าตัวทำละลายเมทานอล แต่เมื่อเปลี่ยนระยะเวลาในการทดสอบเป็น 30 นาที และ 60 นาที ตัวทำละลายเอทานอลให้ร้อยละผลผลิตสูงกว่าตัวทำละลายเมทานอล (ดังตารางที่ 2) จากข้อมูลดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาในการสกัดสารสกัดแบบคลื่นเสียงด้วยเครื่อง Sonicator คือ 30 นาที และเอทานอลเหมาะที่ใช้เป็นตัวทำละลาย

ตารางที่ 2 ร้อยละผลผลิตที่สกัดได้ของตัวทำละลาย ณ ช่วงเวลา (นาที) ต่างๆ ด้วยเครื่อง Sonicator

ตัวทำละลาย	ร้อยละผลผลิต			
	10 นาที	20 นาที	30 นาที	60 นาที
Ethanol	1.65 ± 0.20	1.38 ± 0.17	1.98 ± 0.15	1.64 ± 0.51
Methanol	1.68 ± 0.15	1.49 ± 0.17	1.58 ± 0.06	1.52 ± 0.16

สีของข้าวมะลินิลสุรินทร์ถูกวัดด้วยเครื่องวัดสี Benchtop Spectrophotometers: UltraScan PRO D65 โดยใช้ Background สีขาวในการวิเคราะห์ ในการวิเคราะห์ค่าสีใช้ระบบ CIE: L* และ a* ผลการวิเคราะห์ค่าสีของตัวอย่างเมล็ดข้าวพบว่าค่า a* เป็นบวก แสดงถึงสีแดง เป็นค่าที่นำไปใช้เป็นตัวบ่งชี้ความคงตัวของแอนโธไซยานินในการศึกษาครั้งนี้

ในการศึกษาครั้งนี้ตรวจพบปริมาณแอนโธไซยานินชนิด Cyanidin-3-O-glycoside chloride ในสารสกัดจากข้าวมะลินิลสุรินทร์ อยู่ในช่วง 2.21 – 12.06 µg/mL

การตรวจวิเคราะห์ปริมาณแอนโธไซยานินชนิด Cyanidin-3-O-glycoside chloride ในสภาวะความเป็นกรด-ด่าง โดยสภาวะความเป็นกรดพบปริมาณ Cyanidin-3-O-glycoside chloride ในสารสกัดจากข้าวมะลินิลสุรินทร์ เท่ากับ 10.45 µg/mL ซึ่งมากกว่าในสภาวะความเป็นด่างที่ตรวจพบ Cyanidin-3-O-glycoside chloride เท่ากับ 6.11 µg/mL จะเห็นว่าสภาวะที่มีความเป็นกรด ปริมาณ Cyanidin-3-O-glycoside chloride มีแนวโน้มสูงกว่าสภาวะที่มีความเป็นด่าง

สารสกัดจากข้าวมะลินิลสุรินทร์ในตัวทำละลายเอทานอลมีปริมาณ Cyanidin-3-O-glycoside chloride เท่ากับ 8.62 µg/mL เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น Cyanidin-3-O-glycoside chloride มีแนวโน้มลดลง ณ อุณหภูมิ 80 °C พบปริมาณ Cyanidin-3-O-glycoside chloride เท่ากับ 1.09 µg/mL เช่นเดียวกับสารสกัดจากข้าวมะลินิลสุรินทร์ในตัวทำละลายเมทานอลมีปริมาณ Cyanidin-3-O-glycoside chloride เท่ากับ 9.13 µg/mL เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ปริมาณ Cyanidin-3-O-glycoside chloride จะมีแนวโน้มลดลง ณ อุณหภูมิ 80 °C พบปริมาณ Cyanidin-3-O-glycoside chloride เท่ากับ 1.66 µg/mL ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณแอนโธไซยานิน (anthocyanin) ของสารสกัดในตัวทำละลาย ณ อุณหภูมิต่าง ๆ

อุณหภูมิ	Cyanidin-3-O-glycoside chloride (µg/mL)	
	เอทานอล	เมทานอล
4 °C	8.62 ± 2.01	9.13 ± 2.64
30 °C	8.04 ± 1.33	8.88 ± 1.66
50 °C	6.11 ± 1.61	6.67 ± 0.38
80 °C	1.09 ± 0.12	1.66 ± 0.25

แสงมีผลต่อความคงตัวของ Cyanidin-3-O-glycoside chloride เพียงเล็กน้อย สารสกัดที่ไม่สัมผัสแสงมีปริมาณ Cyanidin-3-O-glycoside chloride อยู่ในช่วง 6.52 – 7.93 µg/mL ขณะที่สารสกัดที่สัมผัสแสงมีปริมาณ Cyanidin-3-O-glycoside chloride อยู่ในช่วง 5.94 – 7.33 µg/mL

สรุปและอภิปรายผล

จากวิธีการสกัดด้วยวิธีการแช่ขยำ (maceration) วิธีการสกัดแบบซอกซ์เลต (Soxhlet) และวิธีการสกัดแบบคลื่นเสียง จะเห็นได้ว่าตัวทำละลายเอทานอลมีร้อยละผลผลิตที่สกัดได้สูงกว่าตัวทำละลายเมทานอล ดังนั้นจึงเลือกใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลายหลักในการสกัดสารในตัวอย่าง อีกเหตุผลหนึ่งก็คือข้อเสียของเมทานอลที่มีราคาแพง สามารถดูดซึมได้ทางผิวหนัง ลมหายใจ และดูดซึมได้เร็วในระบบทางเดินอาหาร แล้วจะกระจายเข้าสู่กระแสเลือด รวมถึงเมทานอลยังเป็นตัวทำละลายที่มีความเป็นพิษสูงกว่าเอทานอลมาก และไม่สามารถระเหยออกจากสารละลายสกัดได้หมด อาจจะทำให้เกิดสารพิษตกค้างในอาหารเป็นอันตรายต่อระบบประสาทและทางเดินหายใจของผู้บริโภค ซึ่งในอุตสาหกรรมอาหารและยาเลือกใช้เอทานอลหรือน้ำเป็นตัวทำละลายเป็นหลัก เนื่องจากมีความปลอดภัยต่อการบริโภคสารสกัดที่ได้จากพืชและผักผลไม้ (Tiwari, Kumar, Kaur, Kaur, and Kaur, 2011; Dai and Mumper, 2010) เมื่อเปรียบเทียบร้อยละผลผลิตที่สกัดได้ของทั้ง 3 วิธีการสกัด พบว่าการสกัดโดยวิธีการแช่ขยำมีร้อยละผลผลิตที่สกัดได้สูงกว่าการสกัดโดยวิธีซอกซ์เลตและการสกัดแบบคลื่นเสียง

จากการวิเคราะห์หาปริมาณแอนโธไซยานินที่สภาวะต่าง ๆ มีผลต่อปริมาณแอนโทไซยานิน คือ อุณหภูมิ ความเป็นกรด และแสง โดยอุณหภูมิมีผลต่อความคงตัวของ Cyanidin-3-O-glycoside chloride คือในสภาวะที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้น ทำให้ Cyanidin-3-O-glycoside chloride มีแนวโน้มลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Maarit Rein (2005) ที่กล่าวว่า อุณหภูมิมีผลต่อความคงตัวของแอนโธไซยานิน โดยอัตราการเสื่อมสลายของแอนโธไซยานินจะเพิ่มขึ้นระหว่างกระบวนการที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้น และมีรายงานว่า cyanidin 3-glucoside และ cyaniding 3-rutinoside จะสลายตัวที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ซึ่งการสลายตัวของแอนโธไซยานินจะสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น เป็นผลมาจากวงแหวน pyrylium ในโครงสร้างของแอนโธไซยานินถูกเปิดออก ทำให้แอนโธไซยานินเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของ chalcone และการสลายตัวของอะไกลโคนเป็นขั้นแรกของการสลายตัวของสารแอนโธไซยานิน รวมถึงอาจเกิดการแตกสลายเป็นอนุพันธ์ coumarin หรือเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน (polymerization) เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนได้ (Patras, Brunton, O'Donnell, and Tiwari, 2010)

นอกจากนี้ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ยังมีผลต่อความคงตัวของ Cyanidin-3-O-glycoside chloride คือในสภาวะความเป็นกรดสูงจะส่งผลให้ค่าการดูดกลืนแสงมากกว่า ซึ่งเป็นไปตามหลักโครงสร้างของแอนโธไซยานินที่ว่าเมื่อความเป็นกรดสูง สารแอนโธไซยานินจะมีความเสถียรมากกว่า ทำให้โครงสร้างของแอนโทไซยานินอยู่ในรูปออกโซเนียม (Oxonium form) ซึ่งมีสีแดง เกิดการดูดกลืนแสงได้มากแสดงถึงปริมาณของแอนโทไซยานินที่มาก แต่เมื่อความเป็นกรดลดลงจะเกิดการเปลี่ยนอยู่ในรูปเฮมิคีตัล (Hemiketal form) (pH ประมาณ 4.5) ซึ่งจะเป็นโครงสร้างของแอนโทไซยานินที่ไม่มีสี ส่งผลให้ปริมาณแอนโทไซยานิน และความเป็นสีแดงของสารลดลง และเมื่อเวลาในการเก็บรักษาการสกัดนานขึ้นจะเร่งการสลายตัวของสารแอนโธไซยานินและทำให้โครงสร้างของแอนโธไซยานินเปลี่ยนเป็น chalcone (ไม่มีสี) ส่งผลให้ปริมาณแอนโธไซยานินของสารลดลง (Kirca, Özkan, and Cemeroglu, 2007; Laleh, Frydoonfar, Heidary, Jameei, and Zare, 2006)

สำหรับความคงตัวของ Cyanidin-3-O-glycoside chloride ต่อแสง นั้น พบว่าสารสกัดที่สัมผัสแสง ปริมาณแอนโธไซยานินชนิด Cyanidin-3-O-glycoside chloride มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาที่สารสกัดสัมผัสแสง ซึ่งสารสกัดที่ไม่สัมผัสแสงก็มีแนวโน้มปริมาณ Cyanidin-3-O-glycoside chloride ลดลงเช่นเดียวกับสารสกัดที่สัมผัสแสง อาจเกิดจากอุณหภูมิที่ส่งผลต่อปริมาณแอนโธไซยานินทำให้สารสกัดที่ไม่สัมผัสแสงมีปริมาณแอนโธไซยานินลดลง มีการรายงานเกี่ยวกับการสลายตัวของแอนโทไซยานินจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการสัมผัสกับแสง โดยกลไกการสลายตัวของแอนโทไซยานินจะเกิดขึ้นเมื่อแอนโทไซยานินสัมผัสกับแสงทำให้ไอออนเข้าไปแทนที่หมู่ไฮดรอกซิลของคาร์บอนตำแหน่งที่ 5 ในโมเลกุลแอนโทไซยานินทำให้เกิดการ

เปลี่ยนแปลงโครงสร้างของแอนโทไซยานิน และเป็นตัวเร่งให้เกิดการสลายตัวของสารแอนโทไซยานินจากความร้อน (ยุพาพร, 2547)

เอกสารอ้างอิง

- ยุพาพร ผลิตจรรศักดิ์. (2547). การสกัดและความคงตัวของแอนโทไซยานินที่สกัดได้จากเปลือกมังคุด. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปกร.
- Cabrita, L., Fossen, T., Andersen, O. M. (2000). Colour and stability of the six common anthocyanidin 3-glucosides in aqueous solution. *Food chemistry* 68, 101-107.
- Castaneda-Ovando, A., Pacheco-Hernandez, M. L., Paez-Hernandez, M. E., Rodriguez, J. A., Galan-Vidal, C. A. (2009). Chemical studies of anthocyanins: A review. *Food Chemistry* 113, 859–871.
- Chen, X. Q., Nagao, N., Itani, T., Irifune, K. (2012). Anti-oxidative analysis, and identification and quantification of anthocyanin pigments in different coloured rice. *Food Chemistry* 135, 2783-2788.
- Dai, J., Mumper, R. J. (2010). Plant phenolics: Extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules* 15, 7313-7352.
- Hao, J., Zhu, H., Zhang, Z., Yang, S., Li, H. (2015). Identification of anthocyanins in black rice (*Oryza sativa* L.) by UPLC/Q-TOF-MS and their *in vitro* and *in vivo* antioxidant activities. *Journal of Cereal Science* 64, 92-99.
- Kirca, A., Özkan, M., Cemeroglu, B. (2007). Effects of temperature, solid content and pH on the stability of black carrot anthocyanins. *Food Chemistry* 101, 212-218.
- Laleh, G.H., Frydoonfar, H., Heidary, R., Jameei, R., Zare, S. (2006). The effect of light, temperature, pH and species on stability of anthocyanin pigments in four berberis species. *Pakistan Journal of Nutrition* 5, 90-92.
- Lee, Y. R., Woo, K. S., Kim, K. J., Son, J. R., Jeong, H. S. (2007). Antioxidant activities of ethanol extracts from germinated specialty rough rice. *Food Science and Biotechnology* 16, 765–770.
- Moko, E. M., Purnomo, H., Kusnadi, J., Ijong, F. G. (2014). Phytochemical content and antioxidant properties of colored and non colored varieties of rice bran from Minahasa, North Sulawesi, Indonesia. *International Food research Journal* 21(3), 1053-1059.
- Morais, H., Romos, C., Forgacs, E., Cserhati, T., Oliveira, J. (2002). Influence of storage conditions on stability of monomeric anthocyanina studied by reversed-phase high-performance liquid chromatography. *Journal Chromatography Biomedical Applications* 770, 297-301.
- Patras, A., Brunton, N. P., O'Donnell, C., Tiwari, B. K. (2010). Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods; mechanisms and kinetics of degradation. *Trends in Food Science and Technology* 21, 3-11
- Ratthanatham, P., Laohakunjit, N., Kerdchoechuen, O. (2013). Phenolic compound, anthocyanin and antioxidant activity of germinated colored rice. *Thai Journal of Agricultural Science* 44 (2) (Suppl.), 441-444.
- Rein, M. (2005). Copigmentation reactions and color stability of berry anthocyanins. Academic Dissertation. Department of Applied Chemistry and Microbiology University of Helsinki. P.10-14.
- Shen, Y., Jin, L., Xiao, P., Lu, Y., Bao, Y. (2009). Total phenolics, flavonoids, antioxidant capacity in rice grain and their relations to grain color, size and weight. *Cereal Science* 49, 106–111.
- Tiwari, P., Kumar, B., Kaur, M., Kaur, G., Kaur, H. (2011). Phytochemical screening and extraction: a review. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences* 1, 98-106.

การใช้มอลทิทอลทดแทนน้ำตาลซูโครสในเมอแรงค์ Use of Maltitol to Substitute Sucrose in Meringue

ภรณ์ ลิ้มปิสุต กมลทิพย์ มั่นภักดี ณัฐณิชา วัดเขียว และ วรารณ เชื้อนขันธุ์

ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร อาหารและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

Email: pouranee.l@sci.kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

เมอแรงค์เป็นขนมอบที่ทำจากการตีไข่ขาวกับน้ำตาลซูโครสจนขึ้นฟู น้ำตาลซูโครสที่มากอาจมีผลเสียต่อผู้บริโภค ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงลดน้ำตาลซูโครส โดยทดแทนด้วยมอลทิทอลที่ร้อยละ 0 20 40 60 80 และ 100 พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณมอลทิทอล ค่าความคงตัวของโฟมและค่าโอเวอร์รันก่อนการอบดีขึ้น ส่วนเมอแรงค์พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณมอลทิทอลทำให้ค่า a_w ลดลงจาก 0.31 เป็น 0.18 ค่าความสว่าง L^* ลดลงเล็กน้อย คือ 88.89 เป็น 86.59 แต่ค่า h^* แสดงโทนสีเหลืองเพิ่มขึ้นจาก 78.58 เป็น 83.33 ในขณะที่ C^* ไม่แตกต่างกัน และมีผลให้เนื้อสัมผัสมีความแข็งมากขึ้น โดยมีค่าแรงสูงสุดเพิ่มขึ้นจาก 106.18 เป็น 214.17 กรัม ปริมาตรจำเพาะเพิ่มขึ้นจาก 15.44 เป็น 23.68 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม การศึกษาโครงสร้างโฟมของเมอแรงค์จากภาพถ่ายพบว่าเมื่อใช้มอลทิทอลทดแทนน้ำตาลซูโครสที่ร้อยละ 100 มีฟองอากาศขนาดเล็กที่สุดและมีการจัดเรียงตัวที่เป็นระเบียบมากขึ้น เมื่อประเมินความชอบทางประสาทสัมผัสของเมอแรงค์ที่มีการใช้มอลทิทอลทดแทนน้ำตาลซูโครสที่ร้อยละ 0 60 และ 100 ด้วยวิธี 9-point hedonic scale พบว่าได้คะแนนความชอบด้านรสชาติและการยอมรับโดยรวมไม่แตกต่างกัน และสามารถใช้มอลทิทอลทดแทนน้ำตาลซูโครสในเมอแรงค์ได้ถึงร้อยละ 60 สูตรดังกล่าวมีค่าความชอบปานกลาง (7.40) โดยมีค่า a_w น้อยกว่า ค่าสีมีความสว่างและอ่อนกว่าเมอแรงค์ทางการค้า แต่มีค่าความแข็งและปริมาตรจำเพาะที่มากกว่าเมอแรงค์ทางการค้า

คำสำคัญ: เมอแรงค์ น้ำตาลซูโครส มอลทิทอล การลดน้ำตาล

Use of Maltitol to Substitute Sucrose in Meringue

Pouranee Limpisut^{1, a}, Kamontip Munpakdee¹, Natnicha Watkhieo, Worawan Khuenkhan

¹ Department of Agro-Industrial, Food and Environmental, Faculty of Applied Science,

King Mongkut's University of Technology North Bangkok.

1518 Pracharat 1 Road, Wongsawang, Bangsue, Bangkok, Thailand

E-mail; ^apouranee.l@sci.kmutnb.ac.th

Abstract

Meringue is a baked dessert made from whipping egg white with sucrose to stiff peak form. High amount of sucrose might be detrimental to consumer. Therefore, this research aimed to reduce sucrose by substituting with maltitol at 0, 20, 40, 60, 80 and 100%. We found that when increasing maltitol, the foam stability and overrun values before baking improved. For meringue, it was found that when increasing maltitol, the a_w values decreased from 0.31 to 0.18, the L^* slightly decreased from 88.89 to 86.59, but the h^* increased from 78.58 to 83.33. While the C^* were not significant different ($p>0.05$). Besides, the textures became harder with the maximum force values increased from 106.18 to 214.17 g. The specific volume increased from 15.44 to 23.68 cm³/g. Foam structure analysis from photographs showed that the 100% substitution yielded the smallest bubbles and more regular structural arrangement. When conducting sensory evaluation of the 0, 60 and 100% substituted meringues by using 9-point hedonic scale, we found that the tastes and overall acceptance scores were alike. Substitution with maltitol up to 60% was applicable. The averaged overall acceptance score was 7.40, indicating moderate like, and with less a_w and lighter in color, but more hardness and specific volume when compared with commercial meringue.

Keywords: meringue; sucrose; maltitol; sugar reduction

บทนำ

ในสังคมไทยมีการนำอาหารของชาวตะวันตกเข้ามาอย่างแพร่หลาย ทำให้คนไทยหันไปบริโภคอาหารของชาวต่างชาติมาก ในจำพวกของอาหารและของหวานพบว่าเมอแรงค์เป็นที่ชื่นชอบ โดยเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากไข่ขาวตีกับน้ำตาลซูโครส ปั่นจนขึ้นฟู อาจเติมตัวช่วยขึ้นรูป เช่น ครีมออฟฟัทธาร์ แบ่งข้าวโพด เป็นต้น จัดเป็นขนมหวานที่ให้รสชาติหวานในปริมาณสูง อาจทำให้เกิดผลเสียเชิงสุขภาพต่อผู้บริโภค ดังนั้นกล่าวจึงมีแนวคิดในการลดการบริโภคน้ำตาลโดยใช้สารให้ความหวาน

ปัจจุบันมีสารให้ความหวานที่ปลอดภัยในท้องตลาดหลายชนิด แต่ละชนิดมีข้อดี-ข้อด้อยแตกต่างกันไป โดยมอลทิทอลอยู่ในกลุ่มสารให้ความหวานประเภทน้ำตาลแอลกอฮอล์ ให้ความหวานประมาณ 90% ของน้ำตาลซูโครส ให้พลังงาน 2.1-2.4 Kcal/g (Pelletier และคณะ, 1993) ต่ำกว่าน้ำตาลซูโครส ไม่ทำให้ฟันผุ ร่างกายดูดซึมจากระบบทางเดินอาหารช้า ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้นช้า จึงสามารถใช้ในผู้ป่วยโรคเบาหวานได้ มีการนำมาใช้ทดแทนน้ำตาลซูโครสในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด Berry และคณะ (2009) กล่าวว่ามอลทิทอลช่วยให้ส่วนผสมของโฟมในเค้กนางฟ้ามีความหนืดสูงกว่าการใช้น้ำตาลซูโครส และช่วยป้องกันการรวมตัวของฟองอากาศขนาดเล็กให้เป็นฟองอากาศขนาดใหญ่ นอกจากนี้มีการนำมอลทิทอลมาทดแทนน้ำตาลซูโครสในสปีนจ์เค้ก (Hao และคณะ, 2016) ทำให้ค่าโอเวอร์รันสูงกว่าการใช้น้ำตาลซูโครสเนื่องจากการมีหมู่ไฮดรอกซิลมากกว่าสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนกับโปรตีนได้ดี มีการใช้มอลทิทอลและซูคราโลสเป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาลซูโครสในคุกกี้เนยพลังงานต่ำ (ปิยนุสรณ์และนคร, 2558) ช่วยให้คุกกี้มีค่าความแข็งและความสว่างมากขึ้น

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาผลของการใช้มอลทิทอลแทนน้ำตาลซูโครสต่อสมบัติของระบบโฟมเมอแรงค์ และลักษณะทางกายภาพของเมอแรงค์

วิธีการทดลอง

1. การผลิตเมอแรงค์ (ดัดแปลงวิธีของ Cuisinier, 2014) โดยละลายน้ำตาลซูโครส (35 กรัม) ครีมออฟฟัทธาร์ (0.2 กรัม) ในไข่ขาว (42 กรัม) ตีผสมด้วยเครื่องผสมอาหาร (KitchenAid Mixers, St Joseph, Michigan, USA) ความเร็วสูงสุด 16 วินาที จนเห็นเป็นริ้วๆ ติดต่อกับความเร็วปานกลาง จนครบเวลาที่ 4.43 นาที และปรับเป็นความเร็วสูงสุดติดต่อกันจนครบเวลาที่ 6.35 นาที จะได้โฟมเมอแรงค์ที่ต้งยอด้แข็ง เงามและเหนียว ปีบโฟมเมอแรงค์ใส่พิมพ์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร หนา 1 เซนติเมตร ปาดให้เรียบบนถาด นำเข้าอบที่ 80 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 1 ชั่วโมง 20 นาที ปิดเตาและเปิดฝาด้านล่างเล็กน้อย ทิ้งไว้ในเตา 45 นาที เก็บเมอแรงค์ใส่ขวดแก้ว
2. การศึกษาการใช้มอลทิทอลแทนน้ำตาลซูโครสต่อสมบัติของระบบโฟมเมอแรงค์ ตีผสมส่วนผสมในการทำเมอแรงค์โดยทดแทนน้ำตาลซูโครสด้วยมอลทิทอลที่ร้อยละ 0 20 40 60 80 และ 100 โฟมที่ได้นำมาตรวจสอบปริมาณของเหลวที่แยกออกจากโฟม (Foam Stability) ดัดแปลงวิธีของ Philips และคณะ (1990) โดยวัดปริมาณของเหลวที่แยกออกที่เวลา 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง และโอเวอร์รัน (Overrun) ตามวิธีของ Philips และคณะ (1990)
3. การศึกษาการใช้มอลทิทอลแทนน้ำตาลซูโครสต่อสมบัติของเมอแรงค์ ตีผสมส่วนผสมในการทำเมอแรงค์ โดยทดแทนน้ำตาลซูโครสด้วยมอลทิทอล ที่ร้อยละ 0 20 40 60 80 และ 100 และทำการผลิตเมอแรงค์ เมอแรงค์ที่ได้นำมาตรวจสอบค่า water activity (a_w) ด้วยเครื่องวัดค่า water activity (Aqualab, CX-2X) สีด้วยเครื่องวัดสี (ColorFlex EZ) แสดงผลเป็นค่า $L^* C^* h^*$ เนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture Analyzer (TA-XT plus) ใช้หัววัด cylinder probe (p/2) อ่านค่าแรงสูงสุดที่เกิดลงบนเมอแรงค์ ปริมาตรจำเพาะตามวิธีของ O'Charoen และคณะ (2014) ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ โดยการนำเมอแรงค์มาตัดแบ่งครึ่งและย้อมสีด้วยหมึก ที่กำลังขยาย 8X
4. การศึกษาสมบัติของเมอแรงค์ทางการค้า นำเมอแรงค์ทางการค้ามาวิเคราะห์ค่า water activity (a_w) ด้วยเครื่องวัดค่า water activity (Aqualab, CX-2X) สีด้วยเครื่องวัดสี (ColorFlex EZ) แสดงผลเป็นค่า $L^* C^* h^*$ เนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture Analyzer (TA-XT plus) ใช้หัววัด cylinder probe (p/2) อ่านค่าแรงสูงสุดที่เกิดลงบนเมอแรงค์ ปริมาตรจำเพาะตามวิธีของ O'Charoen และคณะ (2014) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ โดยการนำเมอแรงค์มาตัดแบ่งครึ่งและย้อมสีด้วยหมึก ที่กำลังขยาย 8X เช่นเดียวกับเมอแรงค์ที่ใช้มอลทิทอลทดแทน
5. การทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้วิธี 9-point hedonic scale (Lawless และ Heymann, 1998) ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน 30 คน ทดสอบความชอบด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัส การยอมรับโดยรวม

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์การแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance : ANOVA) โดยใช้โปรแกรม SPSS version 25 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ผลการทดลอง

1. ผลของการใช้มอลทิทอลแทนน้ำตาลซูโครสต่อระบบโพมของเมอแรงค์

โพมจากส่วนผสมที่ใช้มอลทิทอลแทนน้ำตาลซูโครสร้อยละ 0 20 40 60 80 และ 100 ได้ผลตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณของเหลวที่แยกออกและโอเวอร์รันของโพมเมอแรงค์ที่ใช้มอลทิทอลแทนน้ำตาลซูโครส

สมบัติ	มอลทิทอล (ร้อยละ)					
	0	20	40	60	80	100
ปริมาณของเหลวที่แยกออก (กรัม)	2.58 ±0.31 ^d	2.16 ±0.51 ^d	1.17 ±0.16 ^c	0.69 ±0.10 ^{bc}	0.48 ±0.20 ^{bc}	0.00 ±0.00 ^a
โอเวอร์รัน (ร้อยละ)	444.75 ±92.84 ^a	608.35 ±10.25 ^b	634.73 ±32.21 ^{bc}	662.08 ±55.64 ^{bc}	692.18 ±45.76 ^{bc}	751.09 ±80.06 ^c

หมายเหตุ: ตัวอักษร a-d ที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงถึงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากตารางที่ 1 ปริมาณของเหลวที่แยกออกจากโพมแสดงความคงตัวของโพม Vega และ Sanghvi (2012) รายงานว่าแรงโน้มถ่วงโลกส่งผลให้ชั้นของเหลวที่อยู่โดยรอบฟองอากาศไหลออกมา ฟองอากาศเกิดเป็นฟองอากาศขนาดใหญ่แยกตัวกับชั้นของเหลว ดังนั้นการเพิ่มความหนืดจะช่วยให้โพมมีความคงตัวและเกิดฟองอากาศที่มีขนาดเล็กลงมากขึ้น พบว่าเมื่อใช้มอลทิทอลที่ร้อยละ 0 และ 20 ปริมาณของเหลวที่แยกออกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ 2.58 และ 2.16 กรัม ตามลำดับ แต่มีค่าลดลงเมื่อใช้มอลทิทอลร้อยละ 40 และที่ร้อยละ 100 ที่มีค่า 0.00 กรัม คือไม่มีของเหลวไหลออกมา อาจเกิดจากการที่มอลทิทอลมีหมู่ไฮดรอกซิลมากสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนกับโปรตีนไข่ขาวได้ดี อีกทั้งช่วยเพิ่มความหนืดของส่วนของเหลวที่หุ้มฟองอากาศขนาดเล็ก ทำให้ของเหลวไม่แยกออกมาเมื่อตั้งทิ้งไว้ ซึ่งแสดงว่ามอลทิทอลมีผลให้ความคงตัวของโพมดีขึ้น

ค่าโอเวอร์รันเป็นค่าที่บอกถึงปริมาณอากาศที่สามารถรวมกันอยู่ในโครงสร้างโพม จากตารางที่ 1 พบว่ามีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น โดยโพมที่ใช้มอลทิทอลร้อยละ 20 40 60 80 และ 100 ให้ค่าโอเวอร์รันที่สูงกว่าโพมที่ใช้น้ำตาลซูโครสเพียงชนิดเดียว คือเมื่อใช้มอลทิทอลร้อยละ 0 มีค่า 444.75 น้อยกว่าการใช้มอลทิทอลที่ร้อยละ 100 ที่มีค่า 751.09 จากการทดลองมีค่าโอเวอร์รันสอดคล้องกับ Vega และ Sanghvi (2012) ที่กล่าวว่าค่าโอเวอร์รันที่ได้จากการตีไข่ขาวเป็นเมอแรงค์ มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 500-800 โดยผลการทดลองสอดคล้องกับ Lomakina และ Mikova (2006) ที่กล่าวว่า การลดน้ำตาลซูโครสในไข่ขาวทำให้เกิดฟองอากาศในระบบโพมมากขึ้น

ดังนั้นการที่เติมมอลทิทอลลงไปในส่วนผสมมีผลต่อปริมาณของเหลวที่แยกออกจากโพมและค่าโอเวอร์รัน เนื่องจากโครงสร้างของมอลทิทอลมีหมู่ไฮดรอกซิล ที่สามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนกับโปรตีนในไข่ขาวได้มากกว่าน้ำตาลซูโครส (Bong, 2010) มีผลให้ส่วนผสมมีความหนืดเพิ่มขึ้น ดังนั้นมอลทิทอลจึงเปลี่ยนแปลงในโครงสร้างของระบบโพม สอดคล้องกับ Hao และคณะ (2016) ที่ศึกษาคุณสมบัติในการเกิดโพมของไข่ในผลิตภัณฑ์สปีนจ์เค้กเมื่อใช้มอลทิทอลแทนน้ำตาลซูโครส พบว่ามอลทิทอลทำให้ค่าโอเวอร์รันสูงกว่าการใช้น้ำตาลซูโครส เนื่องจากมอลทิทอลมีสูตรโครงสร้างที่มีหมู่ไฮดรอกซิลปริมาณมากกว่าน้ำตาลซูโครสและสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนกับโปรตีนได้ดี

2. ผลของการใช้มอลทิทอลแทนน้ำตาลซูโครสต่อสมบัติของเมอแรงค์

นำเมอแรงค์ที่ใช้มอลทิทอลแทนน้ำตาลซูโครสมาวิเคราะห์ แสดงผลดังตารางที่ 2 – 4 ค่า a_w เป็นค่าที่แสดงถึงความคงตัวต่อการเสื่อมเสียของจุลินทรีย์ โดยที่ a_w 0.20-0.50 จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้รวมถึงเชื้อรา (Fennema, 1996) จากตารางที่ 2 พบว่าเมื่อมอลทิทอลสูงขึ้นทำให้ค่า a_w มีค่าลดลงจาก 0.31 เป็น 0.18 เมื่อใช้มอลทิทอลร้อยละ 100

เนื่องจากมีหมู่ไฮดรอกซิลที่สามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนกับน้ำได้มากกว่าน้ำตาลซูโครส ทำให้เกิดน้ำอิสระได้น้อยลง การที่เมอแรงค์มีค่า a_w ต่ำ ทำให้มีอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้น และมีความปลอดภัยจากการเสื่อมเสียโดยเชื้อจุลินทรีย์

ตารางที่ 2 ค่า a_w และค่าสีของเมอแรงค์ที่ใช้มอลทิทอลแทนน้ำตาลซูโครส

สมบัติ	มอลทิทอล (ร้อยละ)					
	0	20	40	60	80	100
a_w	0.31±0.01 ^e	0.27±0.02 ^d	0.25±0.01 ^c	0.23±0.01 ^c	0.20±0.02 ^b	0.18±0.01 ^a
L^*	88.89±1.06 ^b	88.69±0.74 ^b	88.64±0.76 ^b	87.96±1.68 ^b	87.78±0.80 ^b	86.59±1.96 ^a
C^{*ns}	6.80±1.39	7.53±1.04	9.66±1.06	9.00±2.04	7.81±3.26	9.02±2.97
h^*	78.58±1.07 ^a	78.54±0.63 ^a	81.90±1.47 ^b	82.30±1.29 ^b	83.65±1.76 ^b	83.33±2.32 ^b

หมายเหตุ: ตัวอักษร a-e ที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากตารางที่ 2 พบว่าเมื่อใช้มอลทิทอลในปริมาณสูงขึ้น ไม่ทำให้มีความแตกต่างกันของค่าสี C^* ที่แสดงถึงความเข้มของสี ซึ่งมีค่าในช่วง 6.80-9.66 แต่ค่าสี L^* แสดงค่าความสว่าง ถ้าค่า L^* มีค่ามาก แสดงว่ามีสีขาวมาก แต่ถ้าค่า L^* มีค่าน้อย แสดงว่ามีสีชาวลดลง พบว่าการใช้มอลทิทอลที่ร้อยละ 0 20 40 60 และ 80 ส่งผลให้ค่าความสว่างไม่มีความแตกต่างกัน โดยมีค่าระหว่าง 88.89 ถึง 87.78 แต่มีค่าลดลงเล็กน้อยเมื่อใช้มอลทิทอลร้อยละ 100 โดยมีค่า 86.59

ค่าสี h^* เป็นค่ามุมในหน่วยองศา จากตารางที่ 2 ค่า h^* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณของมอลทิทอล แสดงถึงการมีสีเหลืองเพิ่มขึ้น โดยที่ร้อยละ 0 และ 20 ไม่แตกต่างกัน คือ 78.58 และ 78.54 ตามลำดับ แต่มีค่าน้อยกว่าที่ร้อยละ 40 60 80 และ 100 ที่มีค่า 81.90 82.30 83.65 และ 83.33 ตามลำดับ การที่มีสีเหลืองเพิ่มมากขึ้นเพราะมอลทิทอลจัดเป็นน้ำตาลแอลกอฮอล์ที่ไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดได้ ขณะที่ O'Charoen และคณะ (2014) ใช้สารให้ความหวานกลุ่มอื่น เช่น กลุ่ม D-ketohexoses ได้แก่ Psi D-fructose D-tagatose และ D-sorbose พบว่าความสว่างของเมอแรงค์ลดลงเมื่อเทียบกับการใช้น้ำตาลซูโครส คือเมอแรงค์มีสีน้ำตาลเพิ่มขึ้น เนื่องจาก Psi D-fructose D-tagatose และ D-sorbose มีหมู่อัลดีไฮด์หรือคีโตนอยู่ในโครงสร้างซึ่งสามารถเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดได้

ตารางที่ 3 เนื้อสัมผัสของเมอแรงค์ที่ใช้มอลทิทอลแทนน้ำตาลซูโครส

สมบัติ	มอลทิทอล (ร้อยละ)					
	0	20	40	60	80	100
ค่าแรงสูงสุด (กรัม)	106.18 ±23.06 ^a	146.75 ±56.89 ^{ab}	172.28 ±44.47 ^{bc}	168.75 ±31.41 ^{bc}	168.69 ±8.67 ^{bc}	214.17 ±38.43 ^c
ปริมาตรจำเพาะ (ลูกบาศก์ เซนติเมตร/กรัม)	15.44 ±0.74 ^a	16.48 ±1.51 ^a	17.79 ±0.99 ^{ab}	20.40 ±1.98 ^b	20.66 ±1.85 ^b	23.68 ±2.08 ^c

หมายเหตุ: ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

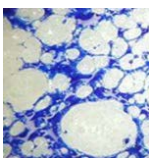
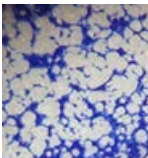
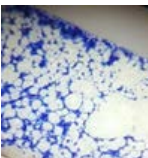
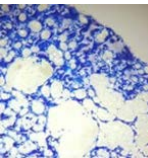
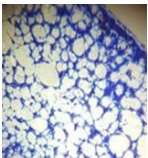
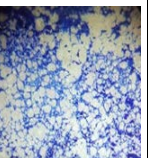
จากการวัดเนื้อสัมผัสของเมอแรงค์โดยการเจาะทะลุผ่านชิ้นเมอแรงค์ที่มีความหนา 10 มิลลิเมตร พบว่าการใช้มอลทิทอลส่งผลให้ค่าแรงสูงสุดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่าค่าแรงสูงสุดที่ร้อยละ 0 และ 20 ไม่แตกต่างกัน คือ 106.18 และ 146.75 กรัม แต่มีค่าเพิ่มขึ้นที่ร้อยละ 100 ที่มีค่า 214.17 กรัม อาจเนื่องจากโฟมจากการใช้มอลทิทอลมีความหนืดมาก โครงสร้างเกิดพันธะไฮโดรเจนกับโปรตีนได้มากกว่า ส่งผลให้สามารถรักษาโครงสร้างโฟมที่มีฟองอากาศปริมาณมากได้ดี สอดคล้องกับปริมาณของเหลวที่แยกออกจากโฟมลดลงและโอเวอร์รันที่มากขึ้น จากการที่ค่าแรงมีค่ามากขึ้น แสดงถึงโครงสร้างเมอแรงค์ที่มีความแข็งแรงและมีฟองอากาศขนาดเล็ก ผลการทดลองสอดคล้องกับ Licciardello และคณะ

(2012) ที่กล่าวว่าปริมาณน้ำตาลซูโครสที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อโครงสร้างเมอแรงค์ด้านเนื้อสัมผัส ทำให้มีความแข็งเพิ่มขึ้น เนื่องจากเมื่อปริมาณน้ำตาลมากขึ้น ทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้โครงสร้างมีความเป็นรูพรุนมากขึ้นและมีส่วนที่เป็นของแข็งเพิ่มขึ้น และยังสอดคล้องกับปิยนุสรณ์และนคร (2558) ที่ผลิตคุกกี้เนยพลังงานต่ำโดยใช้มอลทิทอลแทนน้ำตาลซูโครส พบว่าเมื่อมอลทิทอลเพิ่มขึ้นทำให้มีความแข็งมากขึ้น และสามารถทดแทนด้วยมอลทิทอลในคุกกี้เนยพลังงานต่ำได้ถึงร้อยละ 90

ค่าปริมาตรจำเพาะ คือค่าที่บ่งบอกถึงปริมาตรของเมอแรงค์ที่เพิ่มขึ้น เมื่อมีน้ำหนักที่เท่ากัน จากตารางที่ 3 พบว่าเมื่อปริมาณมอลทิทอลเพิ่มขึ้น ทำให้ค่าปริมาตรจำเพาะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ร้อยละ 0 20 และ 40 ค่าปริมาตรจำเพาะไม่แตกต่างกันคือ 15.44 16.48 และ 17.79 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม และเพิ่มขึ้นที่ร้อยละ 100 คือ 23.68 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม แสดงว่ามอลทิทอลส่งผลให้ฟองอากาศมีปริมาณเพิ่มขึ้น เนื่องจากมอลทิทอลมีความหนืดมากกว่าน้ำตาลซูโครส ดังผลการทดลองค่าความคงตัวของโฟมและโอเวอร์รันในตารางที่ 1 เมื่อมอลทิทอลมากขึ้นส่งผลให้มีปริมาตรเพิ่มขึ้น การมีปริมาตรที่มากขึ้นทำให้มีผลผลิตของเมอแรงค์ที่มากขึ้นด้วย โดยผลการทดลองมีความใกล้เคียงกับ O'Charoen และคณะ (2014) ที่ได้ศึกษาผลของสารให้ความหวานแทนน้ำตาลในกลุ่ม D-ketohexoses ได้แก่ Psi D-fructose D-tagatose และ D-sorbose ต่อคุณสมบัติของเมอแรงค์ในด้านปริมาตรจำเพาะ พบว่าเมื่อเติมสารให้ความหวานแทนน้ำตาลในกลุ่มนี้ลงไปร้อยละ 30 ส่งผลให้ค่าปริมาตรจำเพาะมากกว่าการใช้น้ำตาลซูโครส เนื่องจากฟองอากาศมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นในโครงสร้างโฟมของเมอแรงค์

ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ พบว่าเมื่อปริมาณมอลทิทอลเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ลักษณะของฟองอากาศมีการจัดเรียงตัวที่เป็นระเบียบและให้ขนาดที่เล็กลงซึ่งสอดคล้องกับค่าความคงตัวและเนื้อสัมผัสในตารางที่ 1 และ 3 ตามลำดับ เนื่องจากมอลทิทอลให้ความหนืดของส่วนผสมที่สูงกว่าน้ำตาลซูโครส ทำให้ช่วยป้องกันการรวมตัวกันของฟองอากาศขนาดเล็กให้เป็นฟองอากาศขนาดใหญ่ (Berry และคณะ, 2009)

ตารางที่ 4 เนื้อสัมผัสของเมอแรงค์ที่ใช้มอลทิทอลแทนน้ำตาลซูโครส

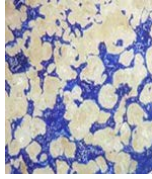
สมบัติ	มอลทิทอล (ร้อยละ)					
	0	20	40	60	80	100
ภาพถ่ายโครงสร้าง						

3. ผลการศึกษาสมบัติของเมอแรงค์ทางการค้า

จากการวิเคราะห์เมอแรงค์ทางการค้า ได้ผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สมบัติของเมอแรงค์ทางการค้า

สมบัติ	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
a_w	0.40 ± 0.01
L^*	63.75 ± 1.11
C^*	26.50 ± 0.43
h^*	73.99 ± 0.73
ค่าแรงสูงสุด (กรัม)	91.24 ± 35.61
ปริมาตรจำเพาะ (ลูกบาศก์เซนติเมตร/กรัม)	18.51 ± 1.00

ภาพถ่ายโครงสร้าง	
------------------	--

ค่า a_w ของเมอแรงค์ทางการค้า มีค่า 0.40 ซึ่งเป็นช่วงที่จุลินทรีย์ทุกชนิดไม่สามารถเจริญได้ (นิธิยา, 2557) จากการทดลองมีค่า a_w ต่ำกว่าอาจเนื่องจากการผลิตทางการค้าอาจจะมีการใช้น้ำตาลซูโครสเพียงชนิดเดียวและใช้ในปริมาณที่แตกต่างกัน รวมถึงวิธีทำที่แตกต่างกันด้วย ด้านค่าสีของเมอแรงค์ทางการค้ามีค่า $L^* C^* h^*$ เป็น 63.75 26.50 และ 73.99 ตามลำดับ แสดงถึงการมีเม็ดสีในน้ำตาลอ่อน ค่าสีของเมอแรงค์จากการทดลองมีความสว่างมากกว่า มีความเข้มของสีน้อย และมีเม็ดสีออกโทนีสีเหลืองมากกว่า เนื่องจากทางการค้าอาจมีการใช้ปริมาณน้ำตาล อุณหภูมิและเวลาในการอบที่แตกต่างกัน ด้านเนื้อสัมผัสของเมอแรงค์ทางการค้า พบว่าค่าแรงสูงสุดคือ 91.24 กรัม ค่าแรงสูงสุดใกล้เคียงกับเมอแรงค์จากการทดลองที่ร้อยละ 0 เนื่องจากทางการค้าอาจมีการผลิตที่ใช้อุณหภูมิและเวลาที่แตกต่างจากการทดลอง ปริมาตรจำเพาะมีค่า 18.51 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม โดยค่านี้ถ้ามากแสดงถึงปริมาณอากาศที่มีอยู่ในโฟมมากเมื่อน้ำหนักของเมอแรงค์เท่ากัน โดยมีค่ามากกว่าเมอแรงค์สูตรควบคุมของ O'Charoen และคณะ (2014) ที่มีค่าปริมาตรจำเพาะเพียง 7.5 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม อาจมาจากส่วนผสมและวิธีทำที่แตกต่างกัน จากภาพถ่ายเมอแรงค์ทางการค้าโดยสีน้ำเงินเป็นส่วนหนึ่งของของแข็งในโครงสร้างของเมอแรงค์ คือส่วนของโปรตีนและน้ำตาลในส่วนผสมและสีขาวเป็นส่วนของฟองอากาศในระบบโฟมของเมอแรงค์ พบว่ามีความใกล้เคียงกับการทดแทนที่ร้อยละ 20 และ 40

4. ผลการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสของเมอแรงค์

จากสมบัติของเมอแรงค์ที่แทนน้ำตาลซูโครสด้วยมอลทิทอลที่ร้อยละ 60 และ 80 มีปริมาณของเหลวที่แยกออก ค่าโอเวอร์รัน ค่าสี เนื้อสัมผัสและปริมาตรจำเพาะไม่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาถึงรสชาติที่มีความขมของเมอแรงค์ที่ร้อยละ 80 จะให้ความรู้สึกขมมากกว่าและมีความแห้งมากกว่า ประกอบกับมอลทิทอลเป็นสารที่ดูดความชื้นได้ดี (hygroscopic) (Grenby, 1996) ซึ่งส่งผลให้เมอแรงค์เมื่อเก็บไว้สามารถดูดความชื้นได้ดีกว่าที่ร้อยละ 60 ดังนั้นจึงเลือกที่ร้อยละ 60 เป็นตัวแทนของเมอแรงค์ที่ทดแทนด้วยมอลทิทอล เพื่อใช้ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้ผลตามตารางที่ 6

ตารางที่ 6 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของเมอแรงค์ที่มีการใช้มอลทิทอลแทนน้ำตาลซูโครส

ลักษณะ	มอลทิทอล (ร้อยละ)		
	0	60	100
สี	7.20 ± 1.00 ^b	7.20 ± 1.23 ^b	6.60 ± 1.30 ^a
รสชาติ ^{ns}	7.00 ± 1.49	7.20 ± 1.03	6.90 ± 1.47
เนื้อสัมผัส	7.30 ± 1.32 ^b	7.17 ± 1.26 ^b	6.47 ± 1.61 ^a
การยอมรับโดยรวม ^{ns}	7.27 ± 1.14	7.40 ± 1.00	6.93 ± 1.26

หมายเหตุ: ตัวอักษร a-b ที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ns หมายถึงค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากตารางที่ 6 พบว่าคะแนนความชอบในด้านสีและเนื้อสัมผัสของเมอแรงค์ที่ร้อยละ 0 และ 60 ไม่แตกต่างกัน ด้านสีมีค่าเป็น 7.20 และ 7.20 ตามลำดับ ส่วนด้านเนื้อสัมผัสมีค่า 7.30 และ 7.17 ตามลำดับ แสดงถึงความชอบปานกลาง แต่ทั้งด้านสีและเนื้อสัมผัสมีคะแนนลดลงที่ร้อยละ 100 คือ 6.60 และ 6.47 ตามลำดับ แสดงถึงความชอบเล็กน้อย แสดงว่าผู้ทดสอบมีความชอบเนื้อสัมผัสของเมอแรงค์ที่มีความแข็งไม่มากเกินไปจากค่าเนื้อสัมผัสในตารางที่ 3 ส่วนคะแนนความชอบในด้านรสชาติและการยอมรับโดยรวมที่ร้อยละ 0 60 และ 100 ไม่แตกต่างกัน คือมีค่าอยู่ในช่วง 6.90-7.20 และ 6.93-7.40 ตามลำดับ การที่รสชาติไม่แตกต่างกันอาจเกิดจากความหวานของน้ำตาลซูโครสและมอลทิทอลใกล้เคียงกัน (Grenby, 1996) ดังนั้นสามารถใช้อมอลทิทอลทดแทนน้ำตาลซูโครสได้ถึงร้อยละ 60 โดยมีความชอบทางประสาทสัมผัส ด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมไม่แตกต่างกับน้ำตาลซูโครส

สรุปผลการทดลอง

การใช้มอลทิทอลแทนน้ำตาลซูโครสที่ร้อยละ 0 20 40 60 80 และ 100 มีค่าความคงตัวของโฟมและค่าโอเวอร์รันที่เพิ่มขึ้น มีผลให้เมอแรงค์ได้มีค่า a_w ลดลง ความสว่าง L^* ลดลงเล็กน้อย แต่ค่า h^* เป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้น ขณะที่ C^* ไม่แตกต่างกัน มีเนื้อสัมผัสมีความแข็งและปริมาตรจำเพาะเพิ่มขึ้น มีฟองอากาศขนาดเล็กและมีการจัดเรียงตัวที่เป็นระเบียบมากขึ้น การทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้มอลทิทอลแทนน้ำตาลซูโครสของเมอแรงค์ร้อยละ 0 60 และ 100 มีคะแนนในด้านสีและเนื้อสัมผัสลดลง แต่คะแนนด้านรสชาติและความชอบด้านการยอมรับโดยรวมไม่แตกต่างกัน ดังนั้นสามารถใช้มอลทิทอลแทนน้ำตาลซูโครสได้ถึงร้อยละ 60 มีค่าความชอบ 7.40 คือชอบปานกลาง เมื่อเทียบกับเมอแรงค์ทางการค้ามีค่า a_w น้อยกว่า สีสว่างและอ่อนกว่า แต่ค่าแรงสูงสุดและปริมาตรจำเพาะมากกว่า

ข้อเสนอแนะ

การนำมอลทิทอลแทนน้ำตาลซูโครสมาประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ชนิดอื่น เช่น เค้กนางฟ้า เค้กสปันจ์ คุกกี้เนยแคลอรีต่ำ หรือการใช้สารทดแทนความหวานชนิดอื่นในการผลิตเมอแรงค์ เช่น สารสกัดจากหญ้าหวาน

เอกสารอ้างอิง

- นิธิยา รัตนานนท์ (2557). เคมีอาหาร (Food Chemistry). กรุงเทพฯ: โอ.เอส. พรินติ้ง เฮ้าส์.
- ปิยนุสรณ์ น้อยด้วง และ นคร บรรดิจ. (2558). การใช้มอลทิทอลและซูคราโลสในการผลิตคุกกี้เนยแคลอรีต่ำ. สมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทยในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี 4(2) : 42-51.
- Berry, T. K., Yang, X., and Foegeding, E. A. (2009). Foams prepared from whey protein isolate and egg white protein: 2. Changes associated with angel food cake functionality. *Journal of Food Science*, 74(5), E269-E277.
- Bong, D.D. (2010). Effects of sucrose, sugar alcohols and whey protein concentration on foaming properties of native whey protein concentrate and whey protein isolate. Wisconsin-Madison, Madison.
- Cuisinier. (2014). สูตรเมอแรงค์สายรุ้ง Rainbow Meringue. สืบค้นเมื่อ 28 08 2560 จาก http://www.foodtravel.tv/recfoodShow_Detail.aspx?viewId=2875
- Fennema, R. (1996). Food Chemistry (3rd ed). New York: Marcel Dekker.
- Grenby, H. (1996). Advances in Sweeteners (1st ed.). India: Chapman & Hall.
- Hao, Y., Wang, F., Huang, W., Tang, X., Zou, Q., Li, Z., and Ogawa, A. (2016). Sucrose substitution by polyols in sponge cake and their effects on the foaming and thermal properties of egg protein. *Food Hydrocolloids*, 57, 153-159.
- Lawless, H. T. and Heymann, H. (1998). Sensory evaluation of food: principles and practices. New York: Chapman & Hall.
- Lomakina, K., and Mikova, K. (2006). A study of the factors affecting the foaming properties of egg white-a review. *Czech Journal of Food Science*, 24(3), 110-118.
- O'Charoen, S., Hayakawa, S., Matsumoto, Y., and Ogawa, M. (2014). Effect of d-psicose used as sucrose replacer on the characteristics of meringue. *Journal of Food Science*, 79(12), E2463-E2469.
- O'Niones, K. J. (2014). Rheological, foam, and physical properties of low sucrose meringue and angel food cake formulated with non-nutritive sweeteners and polydextrose. Kentucky, USA.
- Pelletier, X., Hanesse, B., Bornet, F., and Debry, G. (1993). Glycaemic and insulinaemic responses in healthy volunteers upon ingestion of maltitol and hydrogenated glucose syrups. *Diabete and Metabolisme*, 20(3), 291-296.
- Philips, L.G., J.B. German, T.E. O'Neil, E.A., Foegeding, V.R. Harwalker, A. Kilara, B.A. Lewis, M.E. Mangino, C.V. Morr, J.M. Regenstein. (1990). Standardized procedure for measuring foaming properties of three proteins, a collaborative study. *Journal of Food Science*, 55, 1441-1444.

Vega, C., and Sanghvi, A. (2012). Cooking Literacy: meringues as culinary scaffoldings. *Food Biophysics*, 7(2), 103-113.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวพองปราศจากน้ำมันจากข้าวกล้องทับทิมชุมแพ Development of Oil free Puffed Brown Tubtim Chum Phae Rice

กมลทิพย์ มั่นภักดี ภรณ์ ลิ้มปิสุต ปุณรดา ชาวจีน และศศิธร สวัสดิ์

ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร อาหาร และสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
kamontip.s@sci.kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวพองปราศจากน้ำมันจากข้าวกล้องทับทิมชุมแพ มีการศึกษาสภาวะในการผลิตข้าวพองจากข้าวกล้องทับทิมชุมแพ ใช้อัตราส่วนระหว่างข้าวต่อน้ำที่ 1:2 แช่ที่อุณหภูมิ 30, 40, 50 และ 60 °C เวลาที่เหมาะสมในการแช่ข้าวที่อุณหภูมิดังกล่าวคือ 5, 3, 3 และ 6 ชั่วโมง ตามลำดับ พบว่าข้าวมีความชื้นสูงสุดหลังแช่ร้อยละ 31.14-33.07 จากนั้นนำข้าวที่แช่จากทุกอุณหภูมิไปหุง โดยใช้อัตราส่วนระหว่างข้าวต่อน้ำ 1:1.5 หุงด้วยหม้อหุงข้าวไฟฟ้า 38 นาที แล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 °C เป็นเวลา 96 นาที ได้ความชื้นร้อยละ 13 จากนั้นนำมาทำพองด้วยเตาอบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 250 °C เป็นเวลา 2 นาที 30 วินาที พบว่าความชื้นและร้อยละการเกิดเจลลาตินในเซชันหลังหุงมีค่าร้อยละ 41.34-42.32 และ 62.83-75.69 ตามลำดับ ข้าวพองมีความชื้นร้อยละ 2.22-2.59 มีอัตราส่วนการพอง 1.74-2.26 เท่า โดยข้าวแช่ที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง มีร้อยละการเกิดเจลลาตินในเซชันหลังหุงและอัตราส่วนการพองของข้าวพองสูงสุด แต่มีความชื้นในข้าวพองต่ำสุด ปริมาณฟีนอลิกในทุกตัวอย่างมีค่าลดลงตามลำดับเมื่อผ่านแต่ละขั้นตอน โดยหลังทำพองมีค่าที่ 253.89-292.78 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100 กรัมตัวอย่าง ปริมาณฟีนอลิกมีแนวโน้มมีค่าสูงสุดและต่ำสุดในข้าวแช่ที่อุณหภูมิ 40 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 6 ชั่วโมงตามลำดับในทุกขั้นตอนการแปรรูป ส่วนค่าสี L*, a*, b*, C* และ h* ของข้าวที่แช่คนละสภาวะเมื่อผ่านการแช่ หุง และอบแห้งมีค่าลดลงตามลำดับ โดยมีสีน้ำตาลคล้ำลงเรื่อยๆ และมีสีน้ำตาลอ่อนลงหลังทำพอง แต่ยังคงต่ำกว่าวัตถุดิบ เมื่อนำไปทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับพบว่าข้าวพองที่ผ่านการแช่ที่อุณหภูมิ 40 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ได้รับการยอมรับสูงสุดในด้านความกรอบและความชอบโดยรวมด้วยคะแนน 5.17 และ 4.93 ตามลำดับ ซึ่งเป็นความชอบในระดับชอบเล็กน้อย

คำสำคัญ : ข้าวกล้องทับทิมชุมแพ, ผลิตภัณฑ์ข้าวพอง, ฟีนอลิก, การแช่

The Development of Oil-Free Puffed Rice Products from Brown Rice, Tubtim Chum Phae

Kamontip Manpakdee Poranee Limpisut Punrada Chaojeen and Sasithorn Sawatdee

Department of Agro-Industrial, Food and Environmental Technology

Faculty of Applied Science, King Mongkut's University of technology North Bangkok, Bangkok, Thailand

kamontip.s@sci.kmutnb.ac.th

Abstracts

A study on condition for the production of puffed rice from brown rice, Tubtim Chum Pae variety used 1:2 rice to water soaking at 30, 40 50 and 60 °C . The optimal soaking time were 5, 3, 3 and 6 hr, respectively. The highest moisture content gained after soaking were 31.14-33.07%. The sample were cooked for 38 min in an electric cooker using 1:1.5 rice to water, and dried at 40 °C for 96 min to obtain the final moisture content of 13%, then puffed in an electric oven at 250°C for 2 min 30s. The moisture content and degree of gelatinization after cooking of all the sample were 41.34-42.32% and 62.83-75.69%, respectively. All the puffed rice were 2.22-2.59% and 1.74-2.26 times in moisture content and puff ratio. The brown rice soaked at 60°C 6 hr had the highest degree of gelatinization and puff ratio but with the lowest final moisture content. The phenolic contents of all the sample were gradually reduced throughout the preparing steps. After puffing, the phenolic content of all the sample were 253.89-292.78 mg equivalent of gallic acid per 100 g sample. The brown rice samples soaked at 40°C 3hr and 60°C 6hr yielded the highest and the lowest phenolic content, respectively, in all the processing steps. The L* a* b* C* and h* color values of the brown rice samples reduced when soaked, cooked and dried but were lighter after puffing, yet the puffed products were darker than raw material. The puffed rice prepared from soaking at 40°C 3 hr obtained the highest crispness and overall liking scores, 5.17 and 4.93 (like slightly), respectively.

Keywords : Brown Tubtim Chum Phae Rice ; Puffed Rice Product ; Phenolic ; Soak

บทนำ

ประเทศไทยเป็นแหล่งปลูกข้าว และมีข้าวหลายสายพันธุ์ที่มีสารสำคัญที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายนอกเหนือจากสารอาหารทั่วไป การนำข้าวมาแปรรูปเป็นข้าวพองเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับวัตถุดิบ ข้าวพองเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่มีความสนใจในปัจจุบัน เนื่องจากสามารถนำไปบริโภคได้หลายรูปแบบ ทั้งผสมในผลิตภัณฑ์อาหารเข้า ขนมขบเคี้ยว หรืออื่นๆ มีงานวิจัยเกี่ยวกับการผลิตข้าวพองโดยพัฒนาเป็นอาหารขบเคี้ยวชนิดแท่งจากข้าวกล้องและสมุนไพร โดยนำข้าวกล้องมาแช่น้ำ 4 ชั่วโมง นึ่ง 30 นาที อบแห้ง 1 2 และ 3 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 70 °C จนมีความชื้นร้อยละ 15.83 9.54 และ 6.72 ตามลำดับ แล้วนำมาทอดที่อุณหภูมิ 240 °C เป็นเวลา 5 วินาที จนเหลือความชื้นร้อยละ 2.20 1.90 และ 1.60 ตามลำดับ ข้าวพองที่อบแห้ง 2 ชั่วโมง มีความชื้นหลังอบแห้งเหมาะสมจึงมีอัตราส่วนการพองสูงสุดคือ 2.87 เท่า (ปาริสุทธิ์ สงทิพย์, 2550) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการทำผลิตภัณฑ์ข้าวพองจากข้าวเปลือกงอกสุพรรณบุรี 1 (อะไมโลสมากกว่าร้อยละ 25) สีนเหล็ก (อะไมโลสร้อยละ 16.5) และข้าวเหนียว กข 6 โดยแช่ข้าวที่อุณหภูมิ 30°C ข้าวดูดซึมน้ำสูงสุดที่เวลา 12 18 และ 16 ชั่วโมง ตามลำดับ แต่เลือกที่เวลา 14 ชั่วโมง นำมาหุง โดยใช้อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:2 1:1.5 และ 1:1.5 ตามลำดับ แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นนำไปทอดที่อุณหภูมิ 220 °C เป็นเวลา 10 วินาที พบว่าข้าว กข 6 มีอัตราส่วนการพองสูงที่สุด ข้าวสารและข้าวกล้องจากข้าวทั้ง 3 พันธุ์ มีอัตราส่วนการพอง 2.80 และ 1.72 เท่าตามลำดับ (กนกกาญจน์ ปานจันทร์, 2554) จากการค้นคว้าพบว่าไม่มีรายงานวิจัยการนำข้าวกล้องทับทิมชุมแพมาแปรรูปเป็นข้าวพอง ข้าวกล้องทับทิมชุมแพมีสารสำคัญคือสารในกลุ่มฟีนอลิกซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระอยู่ในปริมาณสูง และข้าวกล้องทับทิมชุมแพยังมีปริมาณอะไมโลสต่ำคล้ายข้าวเหนียว เหมาะแก่การทำพอง การผลิตข้าวพองในประเทศไทยส่วนใหญ่นิยมใช้การทอด จึงมีปัญหาเรื่องปริมาณไขมันสูง และเกิดกลิ่นหืนได้ง่าย ในงานวิจัยนี้จึงศึกษาการทำข้าวพองโดยไม่มีการทอด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของสภาวะในการแช่ หุง อบแห้ง และทำพองที่มีต่อคุณสมบัติทางเคมี กายภาพและคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวพองจากข้าวกล้องทับทิมชุมแพ

ระเบียบวิธีวิจัย

1. นำข้าวกล้องทับทิมชุมแพมาวิเคราะห์ ดังนี้

1.1 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น (AACC, 2000) โปรตีน (AOAC, 2005) ไขมัน (AOAC, 2000) อะไมโลส (Juliano, 1971) และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (ดัดแปลงวิธีของ Moongngam & Saetang, 2010)

1.2 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ขนาดเมล็ดข้าว (ดัดแปลงวิธีของเมธพร ผลวา, อังคณา จันทรพลพันธ์, และทศดาว ภาชีผล, 2560) และค่าสีด้วยเครื่อง colorimeter ยี่ห้อ Hunter Lab (สุพิชา วัฒนปรีชานนท์, 2558)

2. แช่ข้าวในน้ำด้วยอัตราส่วน 1:2 ที่อุณหภูมิ 30, 40, 50 และ 60 °C บันทึกปริมาณความชื้น ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ขนาดเมล็ดข้าว และค่าสี

3. เลือกข้าวจากข้อ 2 ที่มีความชื้นสูงสุดจากแต่ละอุณหภูมิ หุงด้วยหม้อหุงข้าวไฟฟ้า โดยใช้อัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่ 1:1.5 เป็นเวลา 38 นาที (หม้อหุงข้าวไฟฟ้าใช้เวลาคงที่ในการหุงข้าวแต่ละครั้ง) บันทึกปริมาณความชื้น ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ขนาดเมล็ดข้าว ค่าสี และร้อยละการเกิดเจลลิตินเซชัน (Birch & Priestley, 1973)

4. นำข้าวจากข้อ 3 ไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 °C เป็นเวลา 96 นาที จนมีความชื้นสุดท้ายร้อยละ 13 บันทึกปริมาณความชื้น ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ขนาดเมล็ดข้าว และค่าสี

5. นำข้าวจากข้อ 4 ไปทำพองในเตาอบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 250 °C เป็นเวลา 2 นาที 30 วินาที บันทึกปริมาณความชื้น ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ขนาดเมล็ดข้าว ค่าสี และอัตราส่วนการพอง (อรทัย บุญทะวงค์, 2551)

6. นำข้าวจากข้อ 5 มาประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ด้านความชอบ โดยใช้วิธี 7 point Hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบ 30 คน

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการแช่ข้าวกล้องทับทิมชุมแพที่แต่ละอุณหภูมิ

นำข้าวกล้องทับทิมชุมแพมาแช่ในน้ำด้วยอัตราส่วน 1:2 ที่อุณหภูมิ 30, 40, 50 และ 60 °C บันทึกปริมาณความชื้น ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ร้อยละปริมาณความชื้น (โดยฐานเปียก) ของข้าวกล้องทับทิมชุมแพที่แช่ที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน

ระยะเวลาในการแช่ข้าว (ชั่วโมง)	อุณหภูมิในการแช่ข้าว (°C)			
	30	40	50	60
1	25.52±0.33 ^a	28.63±0.58 ^a	30.59±0.26 ^a	32.32±0.17 ^a
2	29.05±0.55 ^b	30.60±0.00 ^b	31.68±0.17 ^b	32.69±0.22 ^b
3	30.36±0.17 ^c	31.36±0.33 ^c	32.36±0.14 ^c	32.78±0.17 ^b
4	30.54±0.19 ^{cd}	31.47±0.39 ^c	32.46±0.08 ^c	32.90±0.09 ^{bc}
5	31.14±0.57 ^{de}	31.50±0.06 ^c	32.51±0.15 ^c	32.91±0.00 ^{bc}
6	31.40±0.21 ^e	31.50±0.07 ^c	32.51±0.21 ^c	33.07±0.02 ^{cd}
7	31.68±0.15 ^e	31.53±0.24 ^c	32.65±0.45 ^c	33.24±0.02 ^d

หมายเหตุ ตัวอักษร a-e แสดงความแตกต่างค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวตั้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

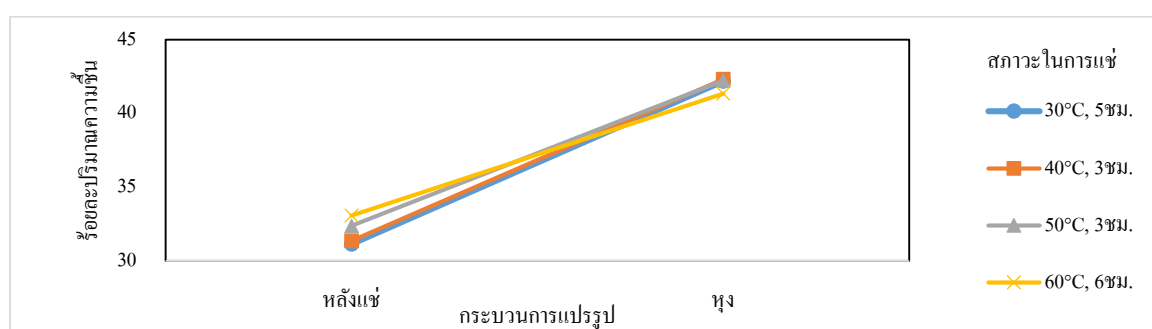
จากตารางที่ 1 ระยะเวลาในการแช่มีผลต่อปริมาณความชื้นในข้าวที่ทุกอุณหภูมิ ข้าวมีปริมาณความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 11.69 ระยะเวลาที่ทำให้ข้าวมีความชื้นสูงสุดที่อุณหภูมิ 30, 40, 50 และ 60 °C คือ 5, 3, 3 และ 6 ชั่วโมง ตามลำดับ โดยมีปริมาณความชื้นร้อยละ 31.14, 31.36, 32.36 และ 33.07 ตามลำดับ จากงานวิจัยของ Chakraverty and Singh (2014) พบว่าอุณหภูมิและเวลาในการแช่มีอิทธิพลกับอัตราการดูดซับน้ำของข้าว ข้าวที่แช่ที่อุณหภูมิสูงกว่าจะมีการดูดซับน้ำมากกว่า ในขณะที่เมื่อเวลาในการแช่นานขึ้นข้าวจะดูดซับน้ำเข้าไปมากขึ้น อุณหภูมิในการแช่ที่ต่างกันทำให้ใช้ระยะเวลาแช่ให้ได้ความชื้นสูงสุดต่างกัน และน่าจะส่งผลต่อพฤติกรรมและการแทรกของน้ำเข้าไปในเมล็ดที่ต่างกัน ซึ่งอาจส่งผลต่อคุณสมบัติที่ต่างกันของข้าวที่นำไปหุง อบแห้งหรือทำพองในสภาวะเดียวกัน

การศึกษาผลของการหุง อบแห้งและทำพองต่อคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของข้าวกล้องทับทิมชุมแพที่แช่ที่สภาวะต่างกัน

นำข้าวกล้องทับทิมชุมแพที่แช่ที่อุณหภูมิ 30, 40, 50 และ 60 °C เป็นเวลา 5, 3, 3 และ 6 ชั่วโมง ตามลำดับ มาหุง บัณฑิตปริมาณความชื้นและร้อยละการเกิดเจลาตินในเซชันของข้าวสุก ดังแสดงในตารางที่ 2 และ 3 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ร้อยละปริมาณความชื้น (โดยฐานเปียก) ของข้าวกล้องทับทิมชุมแพที่แช่ที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน และนำมาหุงในสภาวะเดียวกัน

กระบวนการแปรรูป	อุณหภูมิและเวลา ในการแช่			
	30°C, 5 ชม.	40°C, 3 ชม.	50°C, 3 ชม.	60°C, 6 ชม.
หลังแช่	31.14±0.57	31.36±0.33	32.36±0.14	33.07±0.02
หุง	42.19±1.49	42.32±1.10	42.23±0.66	41.34±0.84



ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะในการแช่และกระบวนการแปรรูปที่มีต่อร้อยละปริมาณความชื้นของข้าวกล้องทับทิมชุมแพ

จากตารางที่ 2 และภาพที่ 1 พบว่า มีอิทธิพลร่วมระหว่างสภาวะในการแช่ข้าวกับกระบวนการแปรรูปต่อปริมาณความชื้นของข้าว ($p < 0.05$) โดยปริมาณความชื้นหลังแช่มีค่าร้อยละ 31.14-33.07 และปริมาณความชื้นหลังหุงมีค่าร้อยละ 41.34-42.32 การหุงมีการใช้อุณหภูมิสูงจนถึงอุณหภูมิเจลาตินในเซชันของข้าว ทำให้พันธะไฮโดรเจนในส่วนเปลือกของเมล็ดสลายตัวแตกออก และน้ำเข้าไปสร้างพันธะไฮโดรเจนกับอะไมโลสและอะไมโลเพกทินได้ (Kaletunc & Breslauer, 2003)

ตารางที่ 3 ร้อยละการเกิดเจลาตินในเซชันของข้าวกล้องทับทิมชุมแพที่แช่ที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน นำมาหุงในสภาวะเดียวกัน

อุณหภูมิและเวลาในการแช่	ร้อยละการเกิดเจลาตินในเซชัน
30°C, 5 ชม.	62.83±1.48 ^a
40°C, 3 ชม.	63.25±0.18 ^a
50°C, 3 ชม.	66.11±2.30 ^b
60°C, 6 ชม.	75.69±0.97 ^c

หมายเหตุ ตัวอักษร a-c แสดงความแตกต่างค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวตั้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ข้าวที่แช่ที่สภาวะต่างกัน มีปริมาณความชื้นหลังแช่ใกล้เคียงกัน เมื่อนำมาหุงที่สภาวะเดียวกัน ก็มีปริมาณความชื้นในข้าวสุกใกล้เคียงกัน แต่จากตารางที่ 3 พบว่าหลังหุงมีร้อยละการเกิดเจลาตินในเซชันต่างกันมากคือร้อยละ 62.83-75.69 แสดงว่าการแช่ที่อุณหภูมิสูงทำให้เมล็ดมีรอยร้าวมากกว่า เนื่องจากน้ำและความร้อนส่งผ่านเข้าสู่ภายในเมล็ดได้ดี ส่งผลให้เมล็ดข้าวเกิดการสุกได้ง่าย นำข้าวที่หุงแล้วไปอบแห้งจนมีความชื้นสุดท้ายร้อยละ 13 ซึ่งเป็นความชื้นที่เหมาะสมต่อการทำพอง เนื่องจากมีปริมาณน้ำเพียงพอที่จะเกิดความดันไอลดให้โครงสร้างพองและไม่เหลือมากเกินไปจนทำให้ผลิตภัณฑ์มีน้ำข้าวอบแห้งไปทำพอง บัณฑิตปริมาณความชื้นและอัตราส่วนการพองของข้าว ดังแสดงในตารางที่ 4 และ 5 ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ร้อยละปริมาณความชื้น (โดยฐานเปียก) ของข้าวกล้องทับทิมชุมแพที่แช่ที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน นำมาหุง อบแห้ง และทำพองในสภาวะเดียวกัน

อุณหภูมิและเวลาในการแช่	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)
30°C, 5 ชม.	2.52±0.06 ^{bc}
40°C, 3 ชม.	2.59±0.01 ^c
50°C, 3 ชม.	2.48±0.05 ^b
60°C, 6 ชม.	2.22±0.08 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษร a-c แสดงความแตกต่างค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวดังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 4 พบว่า สภาวะในการแช่มีอิทธิพลต่อปริมาณความชื้นของข้าวที่ผ่านการทำพอง ($p < 0.05$) โดยอยู่ในช่วงร้อยละ 2.22-2.59 สอดคล้องกับงานวิจัยของกฤติยา เชื้อนเพชร, ณัฏชา จันทร์ศรีบุตร, และภัสชญาลิขิตสิทธิกุล (2561) ซึ่งพบว่าผลิตภัณฑ์ข้าวพองมีปริมาณความชื้นในช่วงร้อยละ 2.28-3.12

ตารางที่ 5 อัตราส่วนการพองของข้าวกล้องทับทิมชุมแพที่แช่ที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน นำมาหุง อบแห้ง และทำพองในสภาวะเดียวกัน

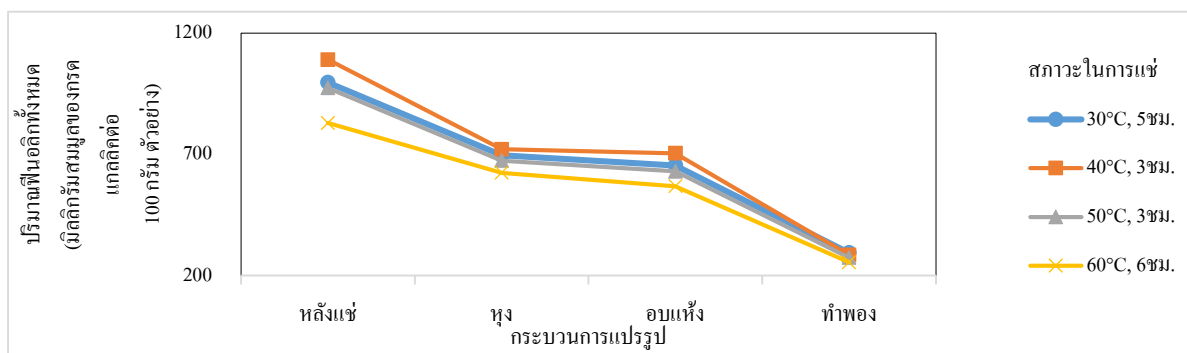
อุณหภูมิและเวลาในการแช่	อัตราส่วนการพอง (เท่า)
30°C, 5 ชม.	1.74±0.07 ^a
40°C, 3 ชม.	1.81±0.07 ^a
50°C, 3 ชม.	2.06±0.08 ^b
60°C, 6 ชม.	2.26±0.03 ^c

หมายเหตุ ตัวอักษร a-c แสดงความแตกต่างค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวดังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 5 ข้าวที่แช่ที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง มีอัตราส่วนการพองสูงสุดเท่ากับ 2.26 เท่า ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Villareal and Juliano (1987) พบว่าข้าวมีอัตราส่วนการพองตัวระหว่าง 1.8-3.0 เท่า โดยขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าว ความชื้นของข้าวที่ผ่านการอบแห้งในทุกตัวอย่างก่อนการทำพองมีค่าร้อยละ 13 แม้ว่าจะนำมาทำพองที่สภาวะเดียวกัน ก็จะเหลือปริมาณความชื้นในข้าวพองที่แตกต่างกัน การแช่ที่อุณหภูมิสูงน่าจะมีส่วนทำให้เมล็ดมีรอยร้าวมากกว่าโปร่งกว่า ความชื้นจะดันออกได้ง่าย ทำให้เมล็ดมีการพองมาก และข้าวพองเหลือความชื้นต่ำ ข้าวที่ผ่านขั้นตอนการแปรรูปต่าง ๆ ได้มีการบันทึกข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด อัตราส่วนความยาวต่อความกว้าง และค่าสี ดังแสดงในตารางที่ 6 ถึงตารางที่ 12

ตารางที่ 6 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100 กรัมตัวอย่างโดยฐานเปียก) ของข้าวกล้องทับทิมชุมแพที่แช่ที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน นำมาหุง อบแห้ง และทำพองในสภาวะเดียวกัน

กระบวนการแปรรูป	อุณหภูมิและเวลาในการแช่			
	30°C, 5 ชม.	40°C, 3 ชม.	50°C, 3 ชม.	60°C, 6 ชม.
หลังแช่	995.56±4.81	1090.00±30.05	973.33±14.43	828.89±9.62
หุง	695.56±9.62	720.56±19.25	673.33±16.67	623.33±0.00
อบแห้ง	653.89±9.62	703.89±25.46	628.89±9.62	567.78±20.97
ทำพอง	292.78±12.73	284.44±4.81	273.33±8.33	253.89±12.73



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะในการแช่และกระบวนการแปรรูปที่มีต่อปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด

จากตารางที่ 6 และภาพที่ 2 มีอิทธิพลร่วมระหว่างสภาวะในการแช่กับกระบวนการแปรรูปต่อปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดในข้าว ($p < 0.05$) ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเริ่มต้นมีค่า 1390 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100 กรัมตัวอย่าง ข้าวหลังหุงและหลังทำพองจะมีปริมาณฟีนอลิกลดลงอย่างมาก ปริมาณฟีนอลิกหลังแช่ หลังหุง หลังอบแห้ง และหลังทำพอง มีค่า 828.89-1090.00 623.33-720.56 567.78-703.89 และ 253.89-292.78 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100 กรัมตัวอย่างตามลำดับ ปริมาณฟีนอลิกมีแนวโน้มมีค่าสูงสุดและต่ำสุดในตัวอย่างที่แช่ที่อุณหภูมิ 40 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ตามลำดับในทุกขั้นตอนการแปรรูป สารฟีนอลิกละลายน้ำ และไม่ทนความร้อน โดยเกิดออกซิเดชันและสลายตัว (Del Caro, Piga, Pinna, Fenu. And Agabbio, 2004) อาหารที่มีปริมาณฟีนอลิกมากกว่า 50 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อ 100 กรัมตัวอย่าง จัดว่ามีปริมาณฟีนอลิกสูง

ตารางที่ 7 อัตราส่วนความยาวต่อความกว้างของข้าวกล้องทับทิมชุมแพที่อุณหภูมิและเวลาในการแช่ต่างกัน นำมาหุง อบแห้ง และทำพองในสภาวะเดียวกัน

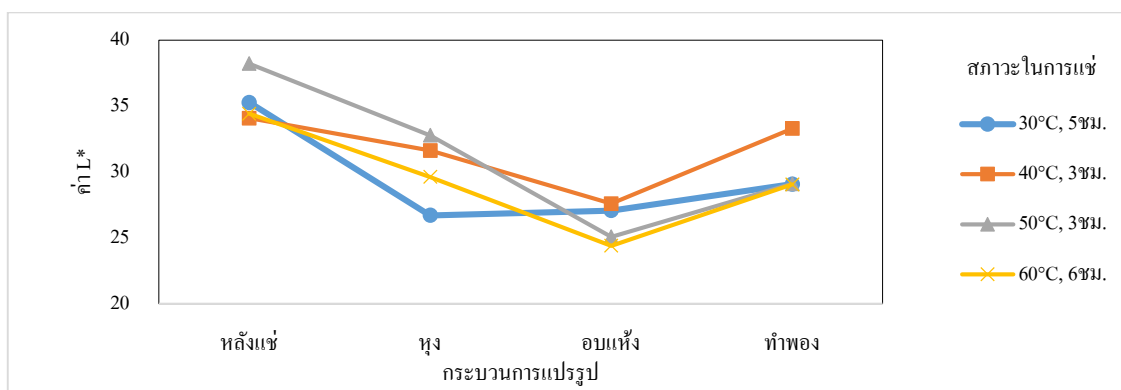
กระบวนการแปรรูป	อุณหภูมิและเวลาในการแช่				ค่าเฉลี่ย
	30°C, 5 ชม.	40°C, 3 ชม.	50°C, 3 ชม.	60°C, 6 ชม.	
หลังแช่	3.86±0.01	3.83±0.01	3.79±0.01	3.71±0.01	3.80±0.06 ^c
หุง	3.77±0.02	3.78±0.02	3.73±0.00	3.60±0.12	3.72±0.08 ^b
อบแห้ง	3.92±0.01	3.89±0.01	3.85±0.02	3.79±0.02	3.86±0.06 ^d
ทำพอง	3.28±0.02	3.26±0.02	3.20±0.02	3.15±0.02	3.22±0.06 ^a
ค่าเฉลี่ย	3.71±0.29 ^c	3.69±0.29 ^c	3.64±0.30 ^b	3.57±0.28 ^a	

หมายเหตุ ตัวอักษร a-d แสดง ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวดิ่งและแนวนอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 7 สภาวะในการแช่กับกระบวนการแปรรูปแต่ละปัจจัยมีอิทธิพลต่ออัตราส่วนความยาวต่อความกว้างของข้าว ($p > 0.05$) ค่ามากแสดงว่าเมล็ดไม่พอง ข้าวเริ่มต้นมีค่าอัตราส่วนความยาวต่อความกว้าง 3.97 เมล็ดหลังแช่มีแนวโน้มพองตัวขึ้นและพองตัวมากขึ้นที่อุณหภูมิสูง การพองมีแนวโน้มมีค่าสูงสุดในตัวอย่างที่แช่ที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง เมล็ดที่หุงสุกจะพองขึ้น เนื่องจากความร้อนทำให้พันธะไฮโดรเจนในส่วนเปลือกแตกออก ส่งผลให้เม็ดแบ่งดูดซับน้ำและพองตัว (Chen et al., 2019) การหดตัวจากผิวในช่วงการอบแห้งเกิดจากความร้อนไประเหยน้ำจนเกิดช่องว่างขึ้นในเซลล์ของเมล็ด (จันทิมา งามเงิน และคณะ, 2559) โดยในช่วงการทำพองมีความร้อนและความดันไอน้ำทำให้เกิดการขยายตัวในช่องว่างของเมล็ด (Hsieh et al., 1991)

ตารางที่ 8 ค่า L* ของข้าวกล้องทับทิมชุมแพที่อุณหภูมิและเวลาในการแช่ต่างกัน นำมาหุง อบแห้ง และทำพองในสภาวะเดียวกัน

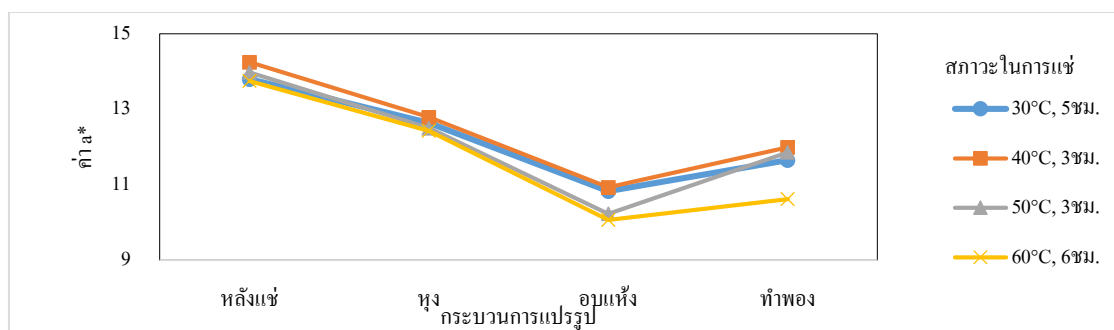
กระบวนการให้แปรรูป	อุณหภูมิและเวลาในการแช่			
	30°C, 5 ชม.	40°C, 3 ชม.	50°C, 3 ชม.	60°C, 6 ชม.
หลังแช่	35.27±0.65	34.07±0.51	38.22±0.49	34.41±0.59
หุง	26.7±0.55	31.62±0.21	32.77±0.45	29.61±0.34
อบแห้ง	27.06±0.58	27.59±0.40	25.07±0.51	24.39±0.23
ทำพอง	29.07±0.51	33.28±0.44	29.09±0.55	29.04±0.61



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะในการแช่และกระบวนการแปรรูปที่มีต่อค่าสี L*

ตารางที่ 9 ค่า a* ของข้าวกล้องทับทิมชุมแพที่อุณหภูมิและเวลาในการแช่ต่างกัน นำมาหุง อบแห้ง และทำพองในสภาวะเดียวกัน

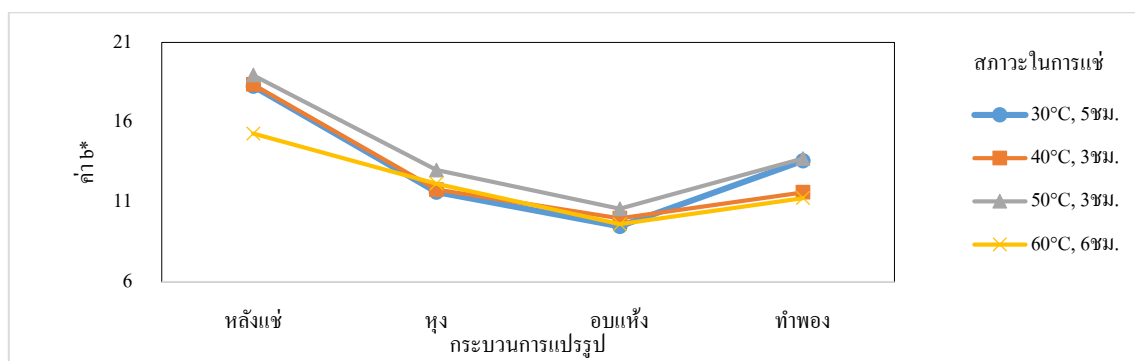
กระบวนการให้แปรรูป	อุณหภูมิและเวลาในการแช่			
	30°C, 5 ชม.	40°C, 3 ชม.	50°C, 3 ชม.	60°C, 6 ชม.
หลังแช่	13.80±0.43	14.25±0.47	13.98±0.42	13.75±0.40
หุง	12.64±0.22	12.79±0.38	12.50±0.29	12.43±0.22
อบแห้ง	10.83±0.33	10.93±0.36	10.23±0.24	10.07±0.22
ทำพอง	11.65±0.21	11.99±0.46	11.86±0.29	10.62±0.32



ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิในการแช่และกระบวนการแปรรูปที่มีต่อค่าสี a*

ตารางที่ 10 ค่า b^* ของข้าวกล้องทับทิมชุมแพที่อุณหภูมิและเวลาในการแช่ต่างกัน นำมาหุง อบแห้ง และทำพองในสภาวะเดียวกัน

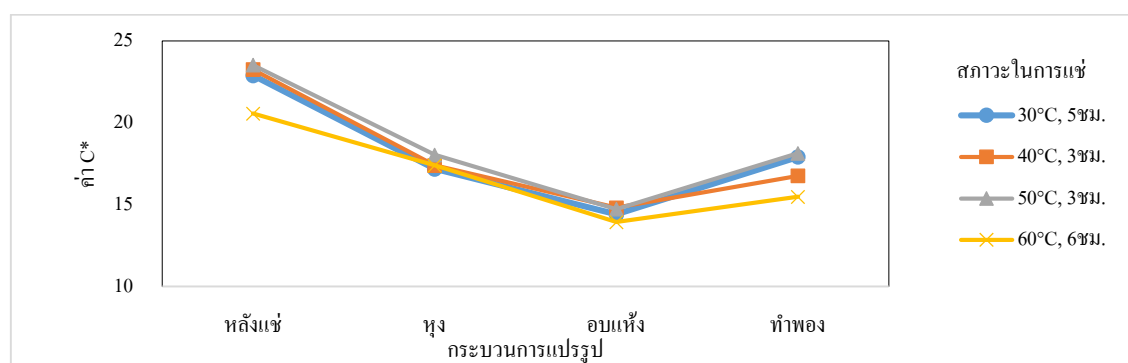
กระบวนการให้แปรรูป	อุณหภูมิและเวลาในการแช่			
	30°C, 5 ชม.	40°C, 3 ชม.	50°C, 3 ชม.	60°C, 6 ชม.
หลังแช่	18.26±0.36	18.37±0.58 ^f	18.95±0.30	15.29±0.32
หุง	11.63±0.29	11.79±0.15	13.01±0.25	12.16±0.34
อบแห้ง	9.48±0.30	9.99±0.49	10.58±0.48	9.62±0.26
ทำพอง	13.59±0.46	11.62±0.26	13.73±0.40	11.26±0.44



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะในการแช่และกระบวนการแปรรูปที่มีต่อค่า b^*

ตารางที่ 11 ค่า C^* ของข้าวกล้องทับทิมชุมแพที่อุณหภูมิและเวลาในการแช่ต่างกัน นำมาหุง อบแห้ง และทำพองในสภาวะเดียวกัน

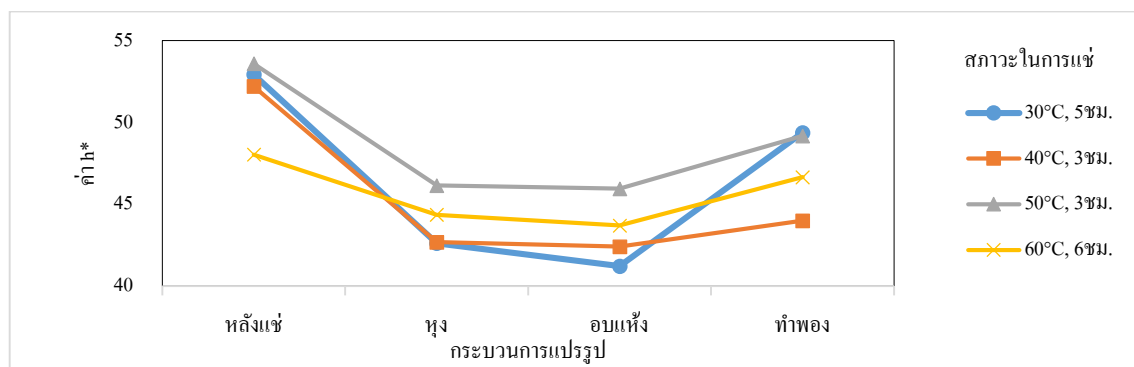
กระบวนการให้แปรรูป	อุณหภูมิและเวลาในการแช่			
	30°C, 5 ชม.	40°C, 3 ชม.	50°C, 3 ชม.	60°C, 6 ชม.
หลังแช่	22.89±0.16	23.25±0.41	23.53±0.07	20.56±0.42
หุง	17.18±0.04	17.39±0.17	18.04±0.06	17.39±0.19
อบแห้ง	14.40±0.16	14.81±0.05	14.72±0.35	13.93±0.09
ทำพอง	17.91±0.22	16.76±0.05	18.14±0.20	15.48±0.47



ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะในการแช่และกระบวนการแปรรูปที่มีต่อค่า C^*

ตารางที่ 12 ค่า h^* ของข้าวกล้องทับทิมชุมแพที่อุณหภูมิและเวลาในการแช่ต่างกัน นำมาหุง อบแห้ง และทำพองในสภาวะเดียวกัน

กระบวนการให้แปรรูป	อุณหภูมิและเวลาในการแช่			
	30°C, 5 ชม.	40°C, 3 ชม.	50°C, 3 ชม.	60°C, 6 ชม.
หลังแช่	52.93±0.63	52.20±0.55	53.59±0.30	48.04±0.58
หุง	42.62±0.74	42.68±0.97	46.15±0.40	44.36±0.22
อบแห้ง	41.22±0.46	42.41±0.69	45.95±0.90	43.70±0.39
ทำพอง	49.38±0.91	44.00±1.10	49.18±0.40	46.66±0.21



ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะในการแช่และกระบวนการแปรรูปที่มีต่อค่า h^*

จากตารางที่ 8-12 พบว่า มีอิทธิพลร่วมระหว่างสภาวะในการแช่กับกระบวนการแปรรูปต่อค่าสีทุกค่า ($p < 0.05$) ค่าสีเริ่มต้นของข้าวมีค่า L^* , a^* , b^* , C^* และ h^* ที่ 41.38, 15.21, 23.95, 28.38 และ 57.58 ตามลำดับ จากภาพที่ 3-7 ค่าสี L^* , a^* , b^* , C^* และ h^* ของข้าวที่ผ่านการแช่ หุง และอบแห้งมีแนวโน้มลดลงตามลำดับ และมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อทำพอง ข้าวทุกตัวอย่างที่ผ่านการแช่ หุง และอบแห้งมีสีน้ำตาลคล้ำลงตามลำดับ แต่เมื่อทำพองจะมีสีน้ำตาลอ่อนลง แต่ก็ยังมีสีน้ำตาลคล้ำกว่าวัตถุดิบ การเปลี่ยนสีที่เกิดขึ้นเกิดจากปฏิกิริยาสีน้ำตาลด้วยเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (PPO browning) ซึ่งมีสารฟีนอลิกเป็นสารตั้งต้น เมื่อมีออกซิเจน ปฏิกิริยาเกิดในช่วงแช่และหุงซึ่งมีน้ำมากและอุณหภูมิยังเพิ่มไม่ถึงจุดที่เอนไซม์เสียสภาพ ส่วนในช่วงอบแห้งเกิดจากปฏิกิริยาสีน้ำตาลแบบไมซ์เอนไซม์ (Maillard browning reaction) ซึ่งในเมล็ดมีน้ำตาลรีดิวซ์และสารที่มีหมู่เอมีน เช่น โปรตีน เป็นสารตั้งต้น ปฏิกิริยาเกิดได้ดีในช่วงที่มีน้ำอิสระน้อยลง แต่เมื่อนำไปทำพองที่อุณหภูมิสูงเมล็ดข้าวมีสีน้ำตาลอ่อนลงจากการสลายตัวของสารกลุ่มฟีนอลิกจากความร้อน จากงานวิจัยที่สอดคล้องกันของ วชิระ จิระรัตนรังสี และปิยะพร บุตรพรหม (2560) พบว่าความร้อนจะเปลี่ยนแอนโทไซยานินไปเป็นชาลโคน (Chalcone) หรือแตกไปเป็นโมเลกุลที่เล็กลง ทำให้สีซีดลง นอกจากนี้การเกิดสีน้ำตาลอ่อนลงอาจเกิดจากเมล็ดขยายตัวพองออก ทำให้เกิดการเจือจางของสารสี

ตารางที่ 13 การประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวพองจากข้าวกล้องทับทิมชุมแพที่แช่ที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน นำมาหุง อบแห้ง และทำพองในสภาวะเดียวกัน

อุณหภูมิและเวลาในการแช่	คุณลักษณะ			
	สี ^{ns}	กลิ่นรส ^{ns}	ความกรอบ	ความชอบโดยรวม
30°C, 5 ชม.	5.13±1.17	4.93±1.08	4.23±1.52 ^a	4.53±1.33 ^a
40°C, 3 ชม.	5.17±0.95	4.43±1.28	5.17±1.15 ^b	4.93±1.28 ^{ab}
50°C, 3 ชม.	5.07±1.17	4.37±1.22	5.47±1.31 ^b	5.33±0.99 ^b
60°C, 6 ชม.	5.00±0.83	4.90±1.40	5.53±0.86 ^b	5.23±1.07 ^b

หมายเหตุ ตัวอักษร a-b แสดง ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวตั้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตัวอักษร ns แสดง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวตั้งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 13 ผลผลิตข้าวพองที่แช่ที่อุณหภูมิ 40 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ได้รับการยอมรับสูงสุดในด้านความกรอบและความชอบโดยรวมไม่แตกต่างจากผลผลิตข้าวพองที่ทำจากข้าวที่แช่ที่อุณหภูมิสูงขึ้น โดยได้รับความชอบความกรอบ 5.17 และคะแนนความชอบโดยรวม 4.93 ซึ่งเป็นความชอบในระดับชอบเล็กน้อย

สรุปผล

ระยะเวลาที่เหมาะสมในการแช่ข้าวกล้องทับทิมชุมแพที่อุณหภูมิ 30, 40, 50 และ 60 °C คือ 5, 3, 3 และ 6 ชั่วโมงตามลำดับ โดยเมล็ดมีความชื้นสูงสุดในช่วงร้อยละ 31.14-33.07 ความชื้นหลังหุงของข้าวทุกตัวอย่างมีค่าใกล้เคียงกันในช่วงร้อยละ 41.34-42.32 แต่ร้อยละการเกิดเจลลิตินในเซชันมีค่าแตกต่างกันมากในช่วงร้อยละ 62.83-75.69 แสดงถึงโครงสร้างเมล็ดที่เปลี่ยนแปลงไปแตกต่างกันหลังการแช่ที่สภาวะแตกต่างกัน ปริมาณความชื้นหลังทำพองอยู่ในช่วงร้อยละ 2.22-2.59 มีค่าอัตราส่วนการพอง 1.74-2.26 เท่า โดยที่ข้าวที่แช่ที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง มีร้อยละการเกิดเจลลิตินในเซชันสูงสุด 75.69 มีอัตราส่วนการพองสูงสุด 2.26 เท่า มีความชื้นในผลผลิตข้าวพองต่ำสุดร้อยละ 2.22 เมล็ดหลังแช่ หลังหุงอบแห้งและหลังทำพองมีปริมาณฟีนอลิกลดลงตามลำดับ ปริมาณฟีนอลิกมีแนวโน้มมีค่าสูงสุดและต่ำสุดในตัวอย่างที่ผ่านการแช่ที่อุณหภูมิ 40 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 6 ชั่วโมงในทุกขั้นตอนการแปรรูป เมล็ดที่แช่แล้วมีแนวโน้มพองตัวขึ้นและมีแนวโน้มพองมากขึ้นเมื่อแช่ที่อุณหภูมิสูงขึ้น เมล็ดหลังหุงจะพองขึ้นกว่าหลังแช่ เมล็ดหลังอบแห้งมีความพองลดลง และเมล็ดข้าวมีความพองมากที่สุดหลังจากการทำพอง ค่าสี L*, a*, b*, C* และ h* ของข้าวที่แช่คนละสภาวะเมื่อผ่านการแช่ หุง และอบแห้งมีค่าลดลงตามลำดับคือมีสีน้ำตาลคล้ำลงเรื่อยๆ และมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อผ่านการทำพองคือมีสีน้ำตาลอ่อนลง แต่ถึงอย่างไรก็ตามก็ยังสีน้ำตาลคล้ำกว่าวัตถุดิบ โดยผลผลิตข้าวพองที่ผ่านการแช่ที่อุณหภูมิ 40 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ได้รับการยอมรับสูงสุดในด้านความกรอบและความชอบโดยรวมไม่แตกต่างจากผลผลิตข้าวพองที่ทำจากข้าวที่แช่ที่อุณหภูมิสูงขึ้น โดยได้รับความชอบในระดับชอบเล็กน้อย

ข้อเสนอแนะ

ข้าวพองที่ได้สามารถนำไปใช้เป็นส่วนประกอบในการทำผลิตภัณฑ์อาหารเช้า (breakfast cereal) ที่ใช้บริโภคกับนม น้ำเต้าหู้หรือเครื่องดื่มอื่นๆ ใช้ผสมในอาหารขบเคี้ยวแบบแท่ง (snack bar) เป็นอาหารว่างที่ให้พลังงานต่ำ ใช้บริโภคกับโยเกิร์ต ใช้ผสมในช็อกโกแลตแท่ง (chocolate bar) หรือนำมาเคลือบด้วยคาราเมล น้ำผึ้ง อาจปรุงรสเพื่อบริโภคเป็นขนมขบเคี้ยว (snack food)

เอกสารอ้างอิง

- กนกกาญจน์ ปานจันทร์. (2554). ผลของกระบวนการผลิตข้าวเปลือกเริ่มออกต่อคุณสมบัติของข้าวกล้องและผลผลิตข้าวพอง. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- กฤติยา เชื้อนเพชร, ณัฏฐา จันทร์ศรีบุตร และกัญญา ลิขิตสิทธิกุล. (2561). การพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตข้าวพองเคลือบสารละลายไรซ์เบอร์รี่. *Thai Journal of Science and Technology*. 8(4), 411-428.
- จันทิมา ภูงามเงิน, ชนิด ชนะปาลพันธุ์, ภัทลียา จักรสิงห์โต, สายฝน สีกันนธ์ และ อีรพรรณ สุวรรณ. (2559). การพัฒนากระบวนการอบแห้งผลผลิตข้าวกล้องสำเร็จรูป ผลของวิธีการและอุณหภูมิอบแห้ง. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*. 21(2), 47-60.
- ปาริสุทธิ์ สงทิพย์. (2550). การพัฒนาอาหารขบเคี้ยวชนิดแท่งจากข้าวกล้องและสมุนไพร. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- เมธาวรรณ ผลวาท, อังคณา จันทร์พลพันธ์ และ ทัดดาว ภาชีผล. (2560). ผลของระยะเวลาในการพัฒนาเมล็ดข้าวต่อคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของข้าวเหนียวดำ. *วารสารแก่นเกษตร*. 45, 1099-1104.
- วชิระ จิระรัตน์รังสี และ ปิยะพร บุตรพรหม. (2560). ผลของกระบวนการแปรรูปที่แตกต่างกันต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ปริมาณแอนโธไซยานิน ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และการยอมรับจากผู้บริโภคของผลผลิตข้าวพอง. *วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)*. 9(17), 91-103.
- สุพิชา วัฒนปรีชานนท์. (2558). การทำข้าวเกรียบว่าวให้พองโดยใช้เครื่องไมโครเวฟร่วมกับอินฟราเรดแบบต่อเนื่อง. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

- อรรถัย บุญทะวงศ์. (2551). *ข้าวแต๋นที่สำเร็จรูปสำหรับไมโครเวฟ* (รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์). ลำปาง: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.
- American Association of Cereal Chemists. (2000). *Approved Methods of the AACC*. (10th Edition). Minnesota : American Association of Cereal Chemists, Inc.
- Association of Official Analytical Chemists. (2005). *Official Methods of Analysis of AOAC International* (18th Edition). Virginia : Association of Official Analytical Chemists, Inc.
- Birch, G.G., & Priestley, R.J. (1973). Degree of gelatinization of cooked rice. *Die Starke*. 25(3), 98-101.
- Chakraverty, A., & Singh, R.P. (2014). *Postharvest Technology and Food Process Engineering*. Florida, USA : CRC Press.
- Chen, M., Wang, L., Qian, H., Zhang, H., Li, Yan., Wu, G., & Qi, X. (2019). The effect of phosphate salts on the pasting, mixing and noodle-making performance of wheat flour. *Food Chemistry*. 283, 353-358.
- Del Caro, A., Piga, A., Pinna, I., Fenu, P.M., & Agabbio, M. (2004). Effect of drying conditions and storage period on polyphenol content, antioxidant capacity and ascorbic acid of prunes. *Journal of Agriculture and food Chemistry*. 52(15), 4780-4784.
- Hsieh, F., Hu, L., Peng, I.C., & Huff, H. F. (1991). Effects of water activity on textural characteristics of puffed rice cake. *Journal Lebensmittel Wissenschaft and Technologie*. 23(6), 471-473.
- Juliano, B.O. (1971). A simplified assay for milled-rice amylose. *Cereal Science Today*. 6(10), 335-337.
- Kaletunc, G., & Breslauer, K.J. (2003). *Characterization of cereals and flours : properties, analysis and applications*. Food science and Technology. New York, USA : Marcel Dekker.
- Moongngarm, A., & Saetang, N. (2010). Comparison of chemical compositions and bioactive compounds of germinated rough rice and brown rice. *Food Chemistry*. 122(3), 782-788.
- Villareal, C.P., & Juliano, B.O. (1987). Varietal differences in quality characteristic of puffed rice. *Cereal Chemistry*. 64(4), 337-342.

การทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยผงลูกจันในลอดช่องสิงคโปร์
**Substitution of Cassava Flour by *Diospyros Decandra* Lour.
Powder in Lod-Chong Singapore**

นันทยาภรณ์ เมืองแดง พิศุทธิ์ พรหมสมบุรณ์ อารีญา ใจไธสงลำ กุลชญา ลีวหงวนและ วิรัชยา อินทะกันท์
Nanyaporn Mueangdang , Phisut Phromsombun , Areeya Jaihonglum , Kunchaya Siwnguan and Wirachya Intakan

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Faculty of science and Technology, Pibulsongkam Rajabhat University

email: nice.phisut@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อ 1. ศึกษาปริมาณผงลูกจันที่เหมาะสมสำหรับการทดแทนแป้งมันสำปะหลังในผลิตภัณฑ์ลอดช่องสิงคโปร์ 2. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของลอดช่องสิงคโปร์สูตรพื้นฐานและลอดช่องสิงคโปร์ที่ใช้ผงลูกจันทดแทนแป้งมันสำปะหลังที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด งานวิจัยนี้ศึกษาปริมาณการใช้ผงลูกจันทดแทนแป้งมันสำปะหลังในผลิตภัณฑ์ลอดช่องสิงคโปร์ที่ 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 20 30 40 และ 50 โดยน้ำหนัก จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบความชอบ 9 ระดับ ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ผลการวิจัยพบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ลอดช่องสิงคโปร์ที่มีการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยผงลูกจันที่ร้อยละ 40 มากกว่าร้อยละ 20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีพบว่ามีความชื้นคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เถ้าและพลังงาน มีร้อยละ 74.19 24.71 0.72 0.13 0.25 และ 102.89 กิโลแคลอรี ตามลำดับและ มีโปรตีนเพิ่มขึ้น 4 เท่าจากสูตรมาตรฐานเหมาะสำหรับกลุ่มผู้บริโภคทุกวัย

คำสำคัญ: ลอดช่องสิงคโปร์ ผงลูกจัน แป้งมันสำปะหลัง

Substitution of Cassava Flour by *Diospyros Decandra* Lour. Powder in Lod-Chong Singapore

Nanyaporn Mueangdang , Phisut Phromsombun , Areeya Jaihonglum , Kunchaya Siwnguan and Wirachya Intakan
Faculty of science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Phisanulok, Thailand
email: nantaporn0529@gmail.com, nice.phisut@gmail.com, areeyakam093@gmail.com,
Kunchaya_orli@hotmail.com, wirachya067@gmail.com

The study objective to 1. study the amount of *Diospyros Decandra* Lour powder for making Lod-Chong Singapore, substitution of cassava flour and 2. study to proximate analysis of both Lod-Chong Singapore that making from *Diospyros Decandra* Lour powder of consumers accept the most and cassava flour .In this study each Lod-Chong Singapore were make from 4 levels of *Diospyros Decandra* Lour powder concentrations 20 30 40 and 50 percent by weight. Then, the result of sensory test by using 9-point hedonic scale on appearance color odor taste texture and overall liking with the 50 experimenter's research found that consumers were more likely to accept 40 percent than 20 percent ($p \leq 0.05$). The study on proximate analysis found 74.19 percent of moisture 24.71 percent of carbohydrate 0.72 percent of protein 0.13 percent of fat 0.25 percent of ash and 102.89 kcal and has four times of protein more than the standard recipe. Therefore, This Lod-Chong Singapore *Diospyros Decandra* Lour. powder was suitable for all age of consumers.

Keywords: Lod-Chong Singapore *Diospyros Decandra* Lour. Powder Cassava Flour

บทนำ

ลูกจันทน์เป็นผลไม้พื้นถิ่นของจังหวัดพิษณุโลก มีผลทรงกลมขนาดเล็ก ผลดิบสีเขียว เมื่อสุกสีเหลืองนวล ผลกลมหรือแบน โต วัดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4-5 เซนติเมตร มีกลิ่นหอมเฉพาะ มีสรรพคุณแก้ไข้ บำรุงเลือดลม แก้อ่อนใน กระหายน้ำ บำรุงประสาท

แก้เหือดแห้งนัก ตับ ปอดพิการ ขับพยาธิ แก้กษะอีก แก้ก้องเสีย แก้ไข้กำเดา (องค์การเภสัชศาสตร์, 2554) น้ำลูกจันทน์มีฤทธิ์ต่อต้านอนุมูลอิสระ และมีฤทธิ์ช่วยยับยั้งการแตกตัวของเม็ดเลือดแดงได้ (นิตดา หงษ์วิวัฒน์, 2550) เนื้อไม้ของต้นจันทน์มีฤทธิ์ในการบำรุงเลือดลมและช่วยขับพยาธิ ในขณะที่ส่วนเปลือกไม้มีฤทธิ์ในการเป็นสารต้านเชื้อ Mycobacterium สารต้านมาลาเรียและสารต้านเชื้อรา (Nareeboon et al., 2006) จากการสัมภาษณ์คนในชุมชนพบว่าผลลูกจันทน์สุกนิยมนำมาประกอบอาหารหวานพื้นบ้านมากกว่าลูกจันทน์ดิบเพราะไม่มีรสฝาดและมีกลิ่นหอมแต่ปัจจุบันการกระจายตัวของต้นจันทน์ในจังหวัดพิษณุโลกมีจำนวนลดลงอย่างรวดเร็ว ผลลูกจันทน์สุกมีอายุการเก็บรักษาที่สั้นและออกผลผลิตตามช่วงฤดูกาลในเดือนมิถุนายน – กันยายน ทำให้อาหารหวานพื้นบ้านจากลูกจันทน์เริ่มสูญหายไปตามกาลเวลาและผู้เชี่ยวชาญด้านการทำอาหารหวานพื้นบ้านจากลูกจันทน์มีจำนวนลดลง

ลอดช่องสิงคโปร์เป็นอาหารหวานพื้นบ้านที่รับประทานในครัวเรือนและโอกาสต่างๆเพราะวิธีการทำไม่ซับซ้อนและวัตถุดิบสามารถหาได้ในชุมชน วัตถุดิบหลัก คือ แป้งมันสำปะหลัง เมื่อตัวแป้งสุกตัวแป้งจะมีความเหนียวหนืด เมื่อพักให้เย็นจะมีลักษณะเหนียวและรูปร่างมีความคงตัว ทำให้เส้นลอดช่องสิงคโปร์มีลักษณะเหนียวนุ่มและสีใส (อัมพร แซ่เอียว, 2556) บริโภคพร้อมกับน้ำเชื่อมและน้ำกะทิ ปัจจุบันลอดช่องสิงคโปร์ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคอย่างแพร่หลายซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่สร้างรายได้และสร้างอาชีพให้กับคนในชุมชน จึงมีผู้วิจัยบางส่วนศึกษาเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ลอดช่องสิงคโปร์ เช่น รอมลี เจดอเลาะและคณะ (2561) ได้ศึกษาสูตรผลิตภัณฑ์ลอดช่องพื้นเมืองในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ของประเทศไทย ปิยะภรณ์ เทพวอน (2561) ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ลอดช่องสิงคโปร์โดยใช้แป้งกล้วยน้ำว้าทดแทนแป้งมันสำปะหลัง นอกจากนี้ เอมิกา เทียนไสว (2557) ได้ศึกษาการใช้สารความหวานทดแทนน้ำตาลในวุ้นกะทิและน้ำกะทิสำหรับลอดช่องสิงคโปร์ แต่ยังไม่มีการศึกษาการใช้ผงลูกจันทน์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยผงลูกจันทน์ในลอดช่องสิงคโปร์เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับผงลูกจันทน์และแนวทางการแปรรูปอาหารหวานจากผงลูกจันทน์ให้หลากหลายเพิ่มขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาปริมาณการใช้ผงลูกจันทน์ที่เหมาะสมสำหรับการทดแทนแป้งมันสำปะหลังในผลิตภัณฑ์ลอดช่องสิงคโปร์
2. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของลอดช่องสิงคโปร์สูตรพื้นฐานและลอดช่องสิงคโปร์ที่ใช้ผงลูกจันทน์ทดแทนแป้งมันสำปะหลังที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด

ระเบียบวิธีการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การคัดเลือกผลิตภัณฑ์ลอดช่องสิงคโปร์สูตรพื้นฐาน

คัดเลือกสูตรลอดช่องสิงคโปร์จากสูตรพื้นฐาน 5 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 1 (มังก็แทน, 2560) สูตรที่ 2 (พิม, 2558) สูตรที่ 3 (พุ่มอน, 2560) สูตรที่ 4 (กานจิ, 2558) สูตรที่ 5 (ใหม่, 2558) ทำการผลิตตามสูตรพื้นฐาน ดังตารางที่ 1 จากนั้นนำสูตรลอดช่องสิงคโปร์ทั้ง 5 สูตร ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบความชอบ 9 ระดับ ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ วิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan เพื่อคัดเลือกสูตรลอดช่องสิงคโปร์สูตรพื้นฐานที่ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุด

ตารางที่ 1 สูตรลอดช่องสิงคโปร์พื้นฐาน 5 สูตร

วัตถุดิบ	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4	สูตร 5
แป้งมัน	110 กรัม	55 กรัม	110 กรัม	400 กรัม	55 กรัม
แป้งข้าวเจ้า	7 กรัม	4 กรัม	10 กรัม	-	-
น้ำดอกอัญชัน	-	-	-	25 กรัม	-
น้ำใบเตยคั้น	50 กรัม	40 กรัม	-	-	-
น้ำร้อน	-	-	50 กรัม	100 กรัม	30 กรัม

2.วิธีการผลิตผงลูกจัน

นำลูกจันสุกปอกเปลือกและแกะเมล็ดออกและบดให้ละเอียด ใส่ถาดเกลี่ยให้บาง เข้าเตาอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำไปใส่เครื่องปั่นบดละเอียดจะได้ผงลูกจันนำไปร่อนในตะแกรงที่มีความถี่ 80 เมช ทำซ้ำ 2 ครั้ง เพื่อนำผงลูกจันไปทดแทนแป้งมันสำปะหลังในผลิตภัณฑ์ลอดช่องสิงคโปร์ ดังภาพที่ 1



นำลูกจันล้างน้ำให้สะอาด



ปอกเปลือกลูกจัน



นำเมล็ดออก



บดลูกจันให้ละเอียด



เกลี่ยลูกจันในถาดอบ



อบในเตาอบลมร้อน



ปั่นในเครื่องบดละเอียด



นำผงลูกจันออกจากเครื่อง



ร่อนในตะแกรงความถี่ 80 เมช

ภาพที่ 1 ขั้นตอนการเตรียมผงลูกจัน

ที่มา : ภาพถ่ายโดย นางสาวอารียา ใจโองคำ เมื่อวันที่ 19 กรกฎาคม 2562

3.การศึกษาระดับการใช้ผงลูกจันทดแทนแป้งมันสำปะหลัง ในผลิตภัณฑ์ลอดช่องสิงคโปร์

พัฒนาผลิตภัณฑ์ลอดช่องสิงคโปร์โดยการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยผงลูกจันในปริมาณที่ต่างกัน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 20 30 40 และ 50 ดังตารางที่ 2 และกรรมวิธีการผลิตลอดช่องสิงคโปร์ ดังภาพที่ 2

ตารางที่ 2 ระดับการใช้ผงลูกจันทดแทนในผลิตภัณฑ์ลอดช่องสิงคโปร์จากสูตรที่ 3

วัตถุดิบ	ระดับการใช้ผงลูกจันทดแทนแป้งมันสำปะหลัง (ร้อยละ)			
	20	30	40	50
แป้งมัน	88 กรัม	77 กรัม	66 กรัม	55 กรัม
ผงลูกจัน	22 กรัม	33 กรัม	44 กรัม	55 กรัม
แป้งข้าวเจ้า	10 กรัม	10 กรัม	10 กรัม	10 กรัม
น้ำร้อน	50 กรัม	50 กรัม	50 กรัม	50 กรัม



ดวงส่วนผสมทั้งหมด



ผสมส่วนผสมให้เข้ากัน



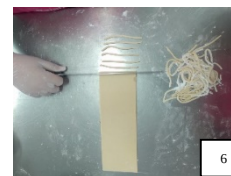
เติมน้ำร้อน



นวดแป้ง



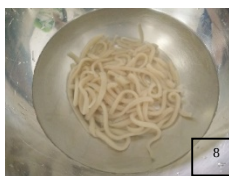
รีดแผ่นแป้ง



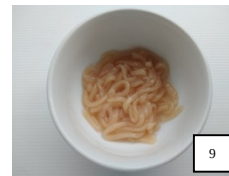
ตัดเป็นเส้น



ต้มน้ำให้เดือดใส่เส้นลวดช่อง



ตักเส้นลวดช่องไปแช่น้ำเย็น



ผลิตภัณฑ์ลวดช่องสิงคโปร์ผงลูกจัน

ภาพที่ 2 ผลิตภัณฑ์ลวดช่องสิงคโปร์ที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยผงลูกจัน

ที่มา : ภาพถ่ายโดย นางสาวนันทยาภรณ์ เมืองแดง เมื่อวันที่ 1 สิงหาคม 2562

3.1 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์

นำผลิตภัณฑ์ลวดช่องสิงคโปร์โดยการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยผงลูกจัน ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบความชอบ 9 ระดับ ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ วิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธีดีนแคน เพื่อคัดเลือกผลิตภัณฑ์ลวดช่องสิงคโปร์โดยการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยผงลูกจันที่มีคุณภาพและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด

3.2 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์

นำผลิตภัณฑ์ลวดช่องสิงคโปร์โดยการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยผงลูกจันที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด ในข้อที่ 3.1 มาทำการตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ เถ้า คาร์โบไฮเดรต พลังงาน ไขมัน ความชื้น และโปรตีน

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดสอบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธีดีนแคน (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows Version 20

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาปริมาณการใช้ผงลูกจันทน์ที่เหมาะสมสำหรับการทดแทนแป้งมันสำปะหลังในผลิตภัณฑ์ลอดช่องสิงคโปร์

1.1 ผลการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลอดช่องสิงคโปร์สูตรพื้นฐานทั้ง 5 สูตร พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมของลอดช่องสิงคโปร์สูตรที่ 3 มากที่สุด ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลอดช่องสิงคโปร์พื้นฐานทั้ง 5 สูตร

คุณลักษณะ	สูตรพื้นฐาน				
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4	สูตร 5
ลักษณะปรากฏ	7.24±0.17 ^a	6.90±0.16 ^a	7.28±0.15 ^a	7.24±0.18 ^a	6.82±0.17 ^a
สี	7.48±0.14 ^b	7.06±0.16 ^{ab}	7.50±0.14 ^a	6.98±0.16 ^b	6.86±0.18 ^b
กลิ่น	6.68±0.16 ^c	7.22±0.18 ^{bc}	7.30±0.14 ^a	6.78±0.19 ^{bc}	6.50±0.16 ^c
รสชาติ	6.82±0.16 ^a	6.54±0.15 ^a	6.84±0.19 ^a	6.68±0.16 ^a	6.82±0.18 ^a
ลักษณะเนื้อสัมผัส	7.26±0.17 ^a	7.12±0.15 ^{ab}	7.36±0.16 ^a	7.02±0.17 ^{ab}	6.48±0.19 ^b
ความชอบโดยรวม	7.12±0.21 ^{bc}	6.98±0.17 ^{abc}	7.44±0.18 ^a	6.76±0.21 ^{bc}	6.48±0.09 ^b

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดสอบโดยใช้ผู้ทดสอบ 50 คน

ตัวอักษรบนค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

2. ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของลอดช่องสิงคโปร์สูตรพื้นฐานและลอดช่องสิงคโปร์ที่ใช้ผงลูกจันทน์ทดแทนแป้งมันสำปะหลังที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด

2.1 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ลอดช่องสิงคโปร์โดยการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยผงลูกจันทน์ดัดแปลงจากสูตรพื้นฐาน ในอัตราส่วนที่ 4 ระดับ ได้แก่ 20 30 40 และ 50 ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีการทดสอบความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) โดยใช้ผู้ทดสอบ 50 คน พบว่า การใช้ผงลูกจันทน์ที่ร้อยละ 40 ได้รับความชอบของผู้บริโภคมากที่สุด ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลอดช่องสิงคโปร์โดยการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยผงลูกจันทน์

คุณลักษณะ	ระดับการใช้ผงลูกจันทน์ทดแทนแป้งมันสำปะหลัง (ร้อยละ)			
	20	30	40	50
ลักษณะปรากฏ	6.10±1.88 ^{ab}	5.43±1.63 ^b	6.73±1.36 ^a	6.53±1.77 ^a
สี	5.70±2.03 ^{ab}	5.26±1.89 ^b	6.56±1.22 ^a	6.20±2.09 ^{ab}
กลิ่น	6.60±1.88 ^a	5.33±1.98 ^b	7.03±1.35 ^a	6.10±1.98 ^{ab}
รสชาติ	5.83±2.13 ^b	4.93±2.01 ^c	7.03±1.44 ^a	6.16±2.42 ^b
ลักษณะเนื้อสัมผัส	5.86±2.17 ^{ab}	5.50±1.57 ^b	6.66±1.51 ^a	5.83±2.18 ^{ab}
ความชอบโดยรวม	6.26±2.14 ^{ab}	5.70±1.66 ^b	7.30±1.55 ^a	6.46±2.33 ^{ab}

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดสอบโดยใช้ผู้ทดสอบ 50 คน

ตัวอักษรบนค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

2.2 ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีผลิตภัณฑ์ลอดช่องโดยการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยผงลูกจันทน์ที่ร้อยละ 40 ซึ่งได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด นำมาทำการตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ตลอดช่วงสปีคโปรไฟล์พื้นฐานและผลิตภัณฑ์ตลอดช่วงสปีคโปรไฟล์โดยการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยผงลูกจันทน์ร้อยละ 40 ในตัวอย่าง 100 กรัม

องค์ประกอบทางเคมี	ตลอดช่วงสปีคโปรไฟล์พื้นฐาน	ตลอดช่วงสปีคโปรไฟล์ทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยผงลูกจันทน์ร้อยละ 40
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	76.44	102.89
เถ้า (กรัม)	0.2	0.25
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	18.84	24.71
ไขมัน (กรัม)	0.04	0.13
ความชื้น (กรัม)	80.92	74.19
โปรตีน (กรัม)	0.18	0.72

หมายเหตุ: วิเคราะห์โดยบริษัทห้องปฏิบัติการกลาง(ประเทศไทย) สาขาเชียงใหม่

การอภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษาการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยผงลูกจันทน์ในผลิตภัณฑ์สปีคโปรไฟล์ที่ร้อยละ 20 เส้นตลอดช่วงสปีคโปรไฟล์มีสีอ่อนและกลิ่นของลูกจันทน์ไม่โดดเด่น เมื่อเทียบกับร้อยละ 40 เส้นตลอดช่วงสปีคโปรไฟล์จะมีสีเหลืองนวล มีกลิ่นหอม และมีรสหวานจากลูกจันทน์ ผู้บริโภคจึงให้การยอมรับตลอดช่วงสปีคโปรไฟล์ร้อยละ 40 มากที่สุด ซึ่งมีกรรมวิธีการทำผงลูกจันทน์ได้อบด้วยเครื่องอบลมร้อนที่อุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง เพื่อทำให้ความชื้นลดลง จะได้ผงลูกจันทน์ที่มีสีเหลืองนวล แต่หากอบเป็นระยะเวลานานส่งผลทำให้ผงลูกจันทน์มีสีเหลืองเข้มเพิ่มขึ้น นอกจากนี้การใส่ผงลูกจันทน์ที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อเรื่องกลิ่นเพราะกลิ่นของเส้นตลอดช่วงสปีคโปรไฟล์จะมีกลิ่นหอมเฉพาะที่ฉุนมากขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของอรอนงค์ ภูสีฤทธิ์และคณะ(2562) พบว่าลูกจันทน์สุกมีสารระเหยกลุ่มแอลคิน เอสเทอร์ และดีโตนที่พบมากกว่าผลลูกจันทน์ดิบ โดยวิธีการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Headspace GC/MS และพบสารต้านอนุมูลอิสระ สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพโดยเฉพาะสาร Rutin ที่พบมากในผลลูกจันทน์สุก เส้นตลอดช่วงสปีคโปรไฟล์ที่มีผงลูกจันทน์เป็นส่วนผสม หากใส่ในปริมาณที่มากเกินไปกว่าร้อยละ 40 พบว่าจะมีเนื้อสัมผัสที่หยาบและแข็งกระด้างเพิ่มขึ้น รวมทั้งความยืดหยุ่นของเส้นตลอดช่วงสปีคโปรไฟล์ลดลงจึงไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ผลการศึกษาร่วมองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์สปีคโปรไฟล์พื้นฐาน เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์สปีคโปรไฟล์ที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยผงลูกจันทน์ พบว่ามีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นจากเดิม 4 เท่าแสดงให้เห็นว่าการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยผงลูกจันทน์ในผลิตภัณฑ์สปีคโปรไฟล์ สามารถช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์ตลอดช่วงสปีคโปรไฟล์ เพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์อาหารรวมทั้งสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับลูกจันทน์

สรุป

การทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยผงลูกจันทน์ในผลิตภัณฑ์สปีคโปรไฟล์สามารถสรุปได้ ดังนี้

1. จากการศึกษาปริมาณการใช้ผงลูกจันทน์ทดแทนแป้งมันสำปะหลังในผลิตภัณฑ์ตลอดช่วงสปีคโปรไฟล์ที่แปรปริมาณที่แตกต่างกัน 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 20 30 40 และ 50 ของน้ำหนักแป้งมันสำปะหลัง พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สปีคโปรไฟล์ที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 40 มากที่สุด ในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม มีคะแนนเท่ากับ 6.73 6.56 7.03 7.03 6.66 และ 7.30 ตามลำดับ
2. จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมี พบว่าผลิตภัณฑ์การทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยผงลูกจันทน์ในผลิตภัณฑ์สปีคโปรไฟล์ที่ร้อยละ 40 มีโปรตีนเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่าจากสูตรมาตรฐาน เมื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่ามีค่าคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และเถ้า ร้อยละ 24.71 0.72 0.13 และ 0.25 ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ตลอดช่วงสปีคโปรไฟล์ที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยผงลูกจันทน์
2. ควรศึกษาการนำเนื้อลูกจันทน์สุกพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพที่หลากหลายชนิด

เอกสารอ้างอิง

- กานจิ. (2558). *ลอดช่องสิงคโปร์ เหนียว นุ่ม หวาน มัน*. สืบค้นเมื่อ 2 สิงหาคม 2562, จาก <http://www.didry-of-us.com>
- นิดดา หงส์วิวัฒน์. (2550). *ผลไม้ 111 ชนิด : คุณค่าอาหารและการกิน*. กรุงเทพฯ : แสงแดด.
- ปิยะภรณ์ เทพวอน. (2561). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลอดช่องสิงคโปร์โดยใช้แป้งกล้วยน้ำว้าทดแทนแป้งมันสำปะหลัง. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติประจำปี พ.ศ. 2561* (352-359). กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิม.(นามแฝง). (2558). *ลอดช่องสิงคโปร์*. สืบค้นเมื่อ 2 สิงหาคม, 2562, จาก [https:// pim.in.th/thaidessert/942-lod-chong-singapore](https://pim.in.th/thaidessert/942-lod-chong-singapore).
- พุ่มอน.(นามแฝง). (2560). *ลอดช่องสิงคโปร์นมสด*. สืบค้นเมื่อ 2 สิงหาคม 2562, จาก <https://pantip.com/topic/36098551>.
- มังกัแทน.(นามแฝง). (2560). *สูตรลอดช่องสิงคโปร์ เส้นบางหอมหวานใบเตย*. สืบค้นเมื่อ 2 สิงหาคม, 2562, จาก <https://food.mthai.com/dessert/126822.html>.
- รอมลี เจดอเลาะ, ชูไฮมิน เจ๊ะมะลี และ ตอยีบะห์ รอยิง. (2561). การพัฒนาและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ลอดช่องพื้นเมือง ในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา*. 3 (2), 121-128.
- สภาวิจัยแห่งชาติ. (2551). *ไม่เออนกประสงค์กินได้*. คณะกรรมการสภาวิจัยแห่งชาติ สาขาเกษตรศาสตร์และชีววิทยา ร่วมกับภารกิจวิทยาการ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. กรุงเทพมหานคร.
- ใหม่. (2558). *ลอดช่องสิงคโปร์*. สืบค้นเมื่อ 2 สิงหาคม 2562, จาก <https://www.foodtravel.tv/recipe.aspx?viewid=3479>.
- เอมิกา เทียนไสว. (2557). *การใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลในวุ้นกะทิ และน้ำกะทิสำหรับลอดช่องสิงคโปร์*. วิทยาศาสตร์บัณฑิต. มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- องค์การพฤกษศาสตร์. (2554). *พรรณไม้ที่โตในท้องถิ่น*. กระทรวงธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร.
- อรอนงค์ ภูสุภธิ์, จิราภรณ์ วิจิตขจี, รัชดาพร ปั้งลือและธีระพันธ์ จำเริญพัฒน์. (2562). สารหอมระเหย สารประกอบฟีนอลิก และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของลูกจันทน์. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น*. 47(1). 1499 – 1556.
- อัมพร แซ่เอียว. (2556). *ผลิตภัณฑ์เส้นลอดช่องสิงคโปร์ผสมชาเขียว*. สืบค้นเมื่อ 2 สิงหาคม 2562, จาก <https://ip.kku.ac.th/categories/images/Food/Detail/11.%20ลอดช่องสิงคโปร์.pdf>
- Nareeboon, P., Kraus, W., Beifuss, U., Conrad, J., Klaiber, I. and Sutthivaiyakit, S. (2006). Novel 24-nor-, 24-nor-2,3-seco-, and 3,24-dinor-2,4-seco-ursane triterpenes from *Diospyros decandra*: evidences for ring A biosynthetic transformations. *Tetrahedron* 62: 5519-5526.

ผลของการอบแห้งต่อลักษณะบางประการของเอนไซม์โปรติเอสจากเหง้าสับปะรด

ครองศักดิ์ ภัทรนกก^a รพีพรรณ กองตูม^b และ ศศิธร สายแก้ว^c

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

E-mail: ^akrongsakdapha@mcru.ac.th, ^brapeepan2555@gmail.com, ^csuntoby19@hotmail.com

บทคัดย่อ

โรงงานอุตสาหกรรมที่ผลิตเอนไซม์โบรมิเลนจะรับซื้อเหง้าสับปะรดจากเกษตรกรผู้ปลูกสับปะรด สามารถสร้างรายได้เพิ่มให้แก่เกษตรกรได้อีกทางหนึ่ง การปอกเปลือกเหง้าสับปะรดสดจำนวนมากเพื่อรอจำหน่ายก่อให้เกิดการเน่าเสียและโรงงานปฏิเสธการรับซื้อ งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะของเอนไซม์โปรติเอสเมื่อทำการยืดอายุการเก็บรักษาเหง้าด้วยการทำแห้ง ทำการแยกโปรตีนด้วยเครื่องโครมาโตกราฟีชนิดรวดเร็วและศึกษาเปรียบเทียบกิจกรรมเอนไซม์ในเหง้าที่ได้จากการอบลมร้อนและการตากแสงอาทิตย์ ผลการศึกษาชี้ว่าการอบลมร้อนทำให้เหง้าแห้งเร็วกว่าและแห้งมากกว่าการตากแสงอาทิตย์ ตรวจพบกิจกรรมโปรติเอสในเหง้าที่อบลมร้อนและที่ตากแสงอาทิตย์จนความชื้นคงที่แล้วเท่ากับ 0.5 และ 0.65 U/mg ตามลำดับ การอบลมร้อนและการตากแสงอาทิตย์ทำให้ค่ากิจกรรมโปรติเอสสูญเสียไปเมื่อเปรียบเทียบกับเหง้าสด ผลการทดลองสรุปได้ว่าการทำแห้งเหง้าสับปะรดสามารถยืดอายุเหง้าไว้รอการจำหน่ายได้โดยเหง้าไม่เน่าเสีย แต่ค่ากิจกรรมเอนไซม์โปรติเอสจะลดลง ทั้งนี้การทำแห้งด้วยวิธีอบลมร้อนมีความเหมาะสมกว่าการตากแสงอาทิตย์

คำสำคัญ : เอนไซม์ เหง้าสับปะรด โปรติเอส

Effect of Drying Method on the Partial Characteristics of Protease from the Pineapple Stem

Krongsakda Phakthanakanok^a Rapeepan Kongtoom^b and Sasithorn Saikaew

School of Science and Technology,

Muban Chombueng Rajabhat University, Ratchaburi, Thailand

E-mail: ^akrongsakdapha@mcru.ac.th, ^brapeepan2555@gmail.com, ^csuntoby19@hotmail.com

Abstract

The bromelain manufacturer will buy pineapple stem from farmer. It able to generate additional income for the farmer. The preparation of fresh pineapple stems for sale, causing spoilage and the factory refused to buy. The objective of the research is to study the characteristics of protease when extending it shelf life by using drying method. Isolation some protein by using fast protein liquid chromatography. Comparative study of protease activity inside stem derived from hot air drying and sun drying. The results showed that drying with hot air will cause the stem become to dry faster and more than sun drying. We found protease activity in hot air and sun drying with 0.5 and 0.65 U/mg, respectively. Both drying caused the protease loss of it activity when compared with fresh stem. The results concluded that drying of the pineapple stem can extend the shelf life without spoilage. But the protease activity will decrease. The drying with hot air is more suitable than sun drying.

Keywords: Enzyme; Pineapple stem; Protease

บทนำ

อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี เป็นแหล่งปลูกสับปะรดแปลงใหญ่ครอบคลุมพื้นที่หลายหมื่นไร่ในภูมิภาคตะวันตก ครั้นเมื่อฤดูกาลเก็บเกี่ยวสับปะรดสิ้นสุดลง เกษตรกรจะทำการเตรียมพื้นที่สำหรับการปลูกครั้งต่อไป โดยเกษตรกรจะทำการถอน“เหง้า” สับปะรดซึ่งก็คือส่วนหนึ่งของต้นสับปะรดที่อยู่ผิวดินยาวไปถึงใต้ดิน ทว่าเหง้าสับปะรดกลับเป็นสิ่งที่สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่เกษตรกรได้เป็นอย่างดี เหง้าสับปะรดอุดมไปด้วยเอนไซม์โปรตีเอสที่ชื่อว่า “โบรมิเลน” สะสมอยู่ในเนื้อเยื่อเป็นจำนวนมาก (Dighe et al., 2010)

โบรมิเลน เป็นเอนไซม์กลุ่มไฮโดรเลส ชนิดเอนไซม์ย่อยโปรตีนให้กลายเป็นเปปไทด์และกรดอะมิโน โบรมิเลนได้ถูกจัดให้เป็นซิสเตอีนโปรตีเอส (Cysteine Protease) เนื่องจากในบริเวณเร่งปฏิกิริยามีกรดอะมิโนซิสเตอีนและฮิสติดีนเป็น catalytic dyad เอนไซม์โบรมิเลนมีคุณสมบัติย่อยสลายโปรตีนทั่วไปได้ดีที่อุณหภูมิในช่วง 35-37 °C (Temperature Optimum) และค่า pH ในช่วง 6.5-7.0 (pH Optimum) อย่างไรก็ตามเอนไซม์โบรมิเลนเป็นเอนไซม์ที่ไม่ทนต่อความร้อน เมื่อนำเอนไซม์โบรมิเลนไปทดลองใช้ที่อุณหภูมิมากกว่า 45 °C ขึ้นไปก็จะพบว่าค่ากิจกรรมของเอนไซม์ลดลงอย่างรวดเร็วและสามารถสูญเสียกิจกรรมอย่างสิ้นเชิงเมื่ออุณหภูมิเข้าใกล้ 70 °C (Barrett et al., 2004)

บริษัทเอกชนจากจังหวัดอื่นซึ่งเป็นผู้ผลิตเอนไซม์โบรมิเลนได้เข้ามาสั่งซื้อเหง้าจากเกษตรกรในพื้นที่ด้วยราคากิโลกรัมละ 2-2.5 บาท เงื่อนไขที่สำคัญประการหนึ่งคือเกษตรกรจะต้องทำการปกปิดเหง้าสดออกให้หมด ทำให้เกษตรกรต้องทำการจ้างแรงงานในพื้นที่เพื่อมาทำการปกปิดเหง้าและรองจนกว่าโรงงานจะมารับซื้อ หากโรงงานมารับซื้อช้าหรือไม่มาหรือสภาพอากาศขึ้น ภายในเวลาเพียง 2-3 วันก็จะทำให้เหง้าสับปะรดที่ปกเอาไว้ขึ้นราและเกิดการเน่าเสียในเวลาต่อมา นักวิจัยจึงมีแนวความคิดถ้าหากทำการยืดอายุการเก็บรักษาเหง้าออกไปให้นานขึ้นโดยการใช้ความร้อนทำให้เหง้าที่แห้งแล้งนั้นจะยังคงมีกิจกรรมของเอนไซม์โปรตีเอสหรือโบรมิเลนอยู่หรือไม่ แม้การใช้อุณหภูมิจากความร้อนจะทำให้เอนไซม์สูญเสียกิจกรรมไปก็ตาม แต่ก็เป็นวิธีที่เหมาะสมต่อบริบทพื้นที่ที่สุดและสามารถนำมาใช้งานได้จริงเชิงประจักษ์ การวิจัยได้ศึกษาเปรียบเทียบสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งและค่ากิจกรรมเอนไซม์โปรตีเอสที่มีอยู่ภายหลังจากการทำแห้ง โดยกรรมวิธีที่ใช้อบแห้งจำนวน 2 วิธีได้แก่ การอบลมร้อนและการตากแสงอาทิตย์ ผลการศึกษาที่ได้จะเป็นการพิสูจน์ว่าเหง้าสับปะรดที่ผ่านการอบแห้งแล้วจะยังคงมีฤทธิ์ของเอนไซม์โปรตีเอสอยู่หรือไม่ ผลลัพธ์ที่ได้ก็คือจะสามารถนำไปกำหนดเป็นวิธีเก็บรักษาเหง้าสับปะรดให้แก่เกษตรกร ทำให้เกษตรกรอาจไม่ต้องแบกรับความเสี่ยง โดยเกษตรกรอาจไม่จำเป็นต้องปกปิดเหง้าทิ้งเอาไว้เพื่อรอโรงงานมารับซื้ออีกต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษากิจกรรมของเอนไซม์โปรตีเอสในเหง้าสับปะรดที่ผ่านการทำแห้งด้วยวิธีอบลมร้อนและตากแสงอาทิตย์

ระเบียบวิธีวิจัย

1. การเตรียมตัวอย่างเหง้าสับปะรด

ใช้เหง้าสับปะรดสดจากตำบลบ้านบึง อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี ทำการปกปิดเหง้าและหั่นเป็นแว่นให้มี ความหนา 5 มิลลิเมตร แบ่งเหง้าที่ปกปิดแล้วเป็นสองกองสำหรับอบลมร้อนและสำหรับตากแสงอาทิตย์

2. การอบลมร้อนและการตากแสงอาทิตย์

ส่วนที่หนึ่งนำเหง้าไปอบลมร้อนโดยใช้ตู้อบลมร้อนไฟฟ้า อบที่อุณหภูมิ 2 ระดับได้แก่ 60 และ 70 °C ความเร็วลม 600 RPM เปิดช่องระบายอากาศ 100% และอบไว้เป็นเวลา 36 ชั่วโมง ส่วนที่สองนำไปตากแสงอาทิตย์โดยวางไว้กลางแจ้ง ช่วงเวลา 9.00-16.00 น. เป็นเวลา 2 วัน

3. การสกัดเอนไซม์โปรตีเอสและการวิเคราะห์กิจกรรม

ใช้วิธีการนี้ทั้งกับเหง้าชนิดสดและชนิดแห้ง โดยหั่นเหง้าเป็นชิ้นเล็กๆ ปริมาณ 25 กรัม บดด้วยเครื่องบดร่วมกับ 0.05 M Phosphate Buffer pH 6.5 ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่มี 0.1% w/v NaCl ผสมอยู่ กรองเอาส่วนใสด้วยกระดาษกรอง เบอร์ 0 จากนั้นนำส่วนใสไปทำให้เข้มข้นด้วยเครื่องทำสารให้เข้มข้น (Concentrator) ยี่ห้อ Labconco CentriVap Bench top Vacuum Concentrators จนปริมาตรลดลง 10 เท่า ทำการแยกส่วนเอนไซม์โปรตีเอสด้วยคอลัมน์โครมาโตกราฟีชนิด แยกตามขนาด (Size Exclusion) ด้วยเครื่อง Fast Protein Liquid Chromatography (FPLC) นำส่วนที่แยกได้ไปวิเคราะห์ กิจกรรมเอนไซม์โดยใช้ชุดวิเคราะห์กิจกรรมเอนไซม์โปรตีเอสสำเร็จรูป (Protease colorimetric detection kit ของบริษัท Sigma Aldrich)

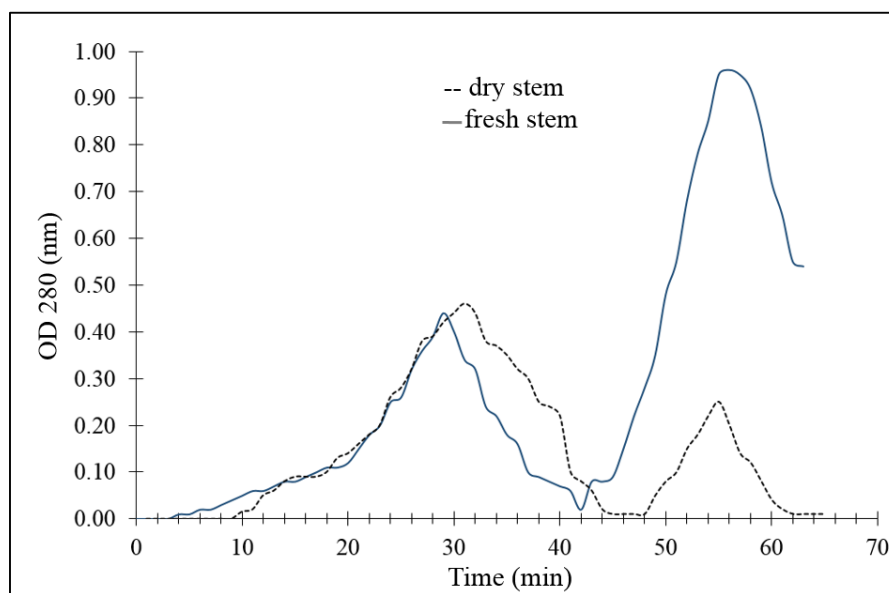
4. การสุ่มตัวอย่างและการวิเคราะห์ผล

สุ่มตัวอย่างเหง้าจากการอบลมร้อนแต่ละอุณหภูมิ และจากการตากแสงอาทิตย์ ที่เวลา 12, 24 และ 36 ชั่วโมง ทำการวิเคราะห์ค่ากิจกรรมเอนไซม์และค่า %moisture ทำการวิเคราะห์จำนวน 3 ซ้ำ หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยด้วย one way ANOVA โดยใช้ Tukey Analysis วิเคราะห์ความแตกต่างที่ระดับนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ผลการวิจัย

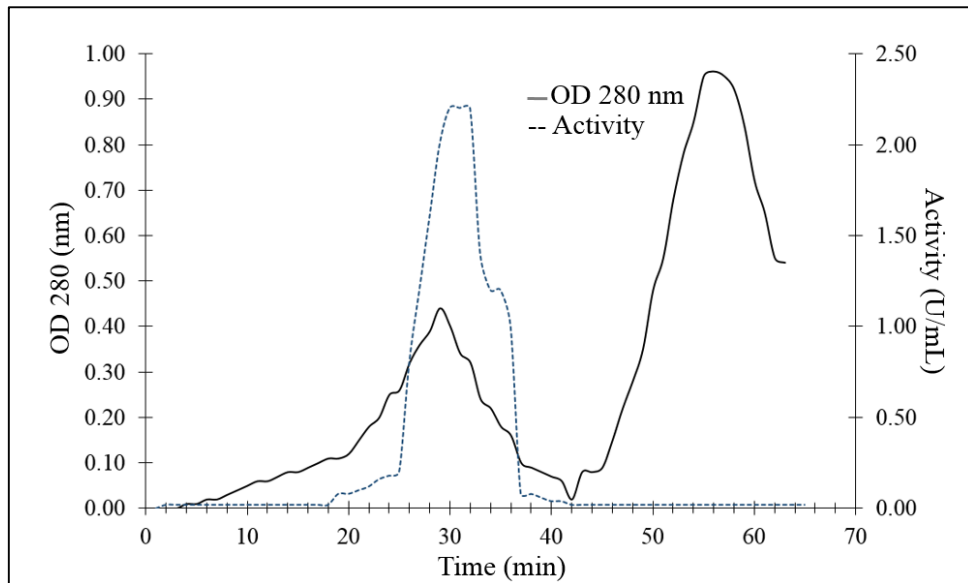
1. ผลการศึกษาลักษณะเอนไซม์โปรตีนในเหง้าแห้ง

เมื่อนำโปรตีนสกัดจากเหง้าสดและเหง้าแห้งจากการอบลมร้อนและการตากแสงอาทิตย์ไปแยกผ่านคอลัมน์โครมาโทกราฟีชนิดแยกตามขนาด (Size Exclusion) ด้วยเครื่อง Fast Protein Liquid Chromatography (FPLC) เพื่อวิเคราะห์ลักษณะของเอนไซม์โปรตีนเชิงโมเลกุล ผลการศึกษาพบว่า พีคของเอนไซม์โปรตีนจากการทำแห้งด้วยการอบลมร้อนและการตากแสงอาทิตย์มีพฤติกรรมซ้อนทับกันจนไม่เห็นความแตกต่าง (ไม่ได้แสดงโครมาโตแกรม) จึงได้ทำการเฉลี่ยค่าและสังเคราะห์ออกมาเป็นโครมาโตแกรมเพียงชุดเดียว แต่ขณะที่เมื่อเปรียบเทียบกับพีคของเหง้าสดพบว่า มีพฤติกรรมที่แตกต่าง ซึ่งได้แสดงในภาพที่ 1 โดยพบว่าโปรตีนที่แยกออกมาจากเหง้าสด (เส้นทึบ) และเหง้าแห้ง (เส้นประ) มีลักษณะเหมือนกันคือมีโปรตีนขนาดโมเลกุลใหญ่กว่าออกมาในปริมาณมากที่พีคช่วงเวลา 30-32 นาที และพบโปรตีนขนาดโมเลกุลที่เล็กกว่าออกมาที่พีคช่วงเวลา 54-56 นาที จากนั้นจึงนำโปรตีนทั้งสองพีคนี้ไปทำการวิเคราะห์ค่ากิจกรรมเอนไซม์โปรตีนดังแสดงในภาพที่ 2

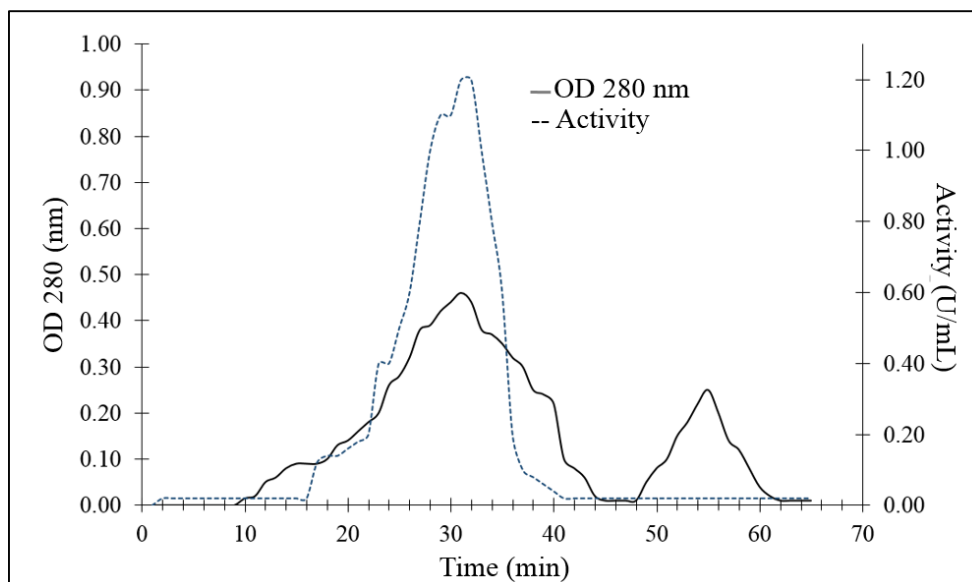


ภาพที่ 1 การเปรียบเทียบโครมาโตแกรมของโปรตีนจากเหง้าสด (เส้นทึบ) และเหง้าอบแห้ง (เส้นประ) แสดงโมเลกุลโปรตีนที่แยกได้จากคอลัมน์ชนิดแยกตามขนาด ซึ่งโครมาโตแกรมที่แยกได้ทั้งจากเหง้าสดและจากเหง้าอบแห้ง มีพฤติกรรมซ้อนทับ บ่งชี้ว่ามวลโมเลกุลของโปรตีนมีลักษณะไม่แตกต่างกัน ความร้อนจากการอบแห้ง โครมาโตแกรมนี้ได้จากการตรวจวัดด้วยการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น OD=280 nm สภาวะที่ใช้คือ 0.1 M Phosphate Buffer pH 7.0 ใช้ Flow Rate 1 ml/min. และใช้คอลัมน์ Superdex 200 Increase 10/300 GL

a)



b)



ภาพที่ 2 โคโรนาโตรแกรมแสดงโมเลกุลโปรตีน (เส้นทึบ) ที่แยกได้จากคอลัมน์ชนิดแยกตามขนาด และค่ากิจกรรมเอนไซม์โปรติเอส (เส้นประ) โปรตีนที่แยกได้จากเหง้าสด (a) และโปรตีนที่แยกได้จากเหง้าอบแห้ง (b)

ภาพที่ 2 แสดงการวิเคราะห์กิจกรรมเอนไซม์โปรติเอสในโปรตีนที่แยกได้จากเหง้าสดและเหง้าอบแห้งด้วยคอลัมน์ชนิดแยกตามขนาด ผลการวิเคราะห์ค่ากิจกรรมแสดงให้เห็นว่าพืชแรกคือเอนไซม์โปรติเอส เนื่องจากตรวจพบค่ากิจกรรมเอนไซม์โปรติเอสในโปรตีนที่แยกได้จากเหง้าสดและเหง้าอบแห้ง ซึ่งมีค่ากิจกรรมเอนไซม์โปรติเอสเท่ากับ 2.25 และ 1.20 U/ml จากข้อมูลผลการศึกษาดังนี้ชี้ให้เห็นว่า เหง้าที่ผ่านกรรมวิธีการทำให้แห้งทั้งจากการอบลมร้อนและการตากแสงอาทิตย์ยังคงมีกิจกรรมเอนไซม์โปรติเอสอยู่ แสดงว่าโมเลกุลเอนไซม์โปรติเอสยังไม่เกิดการเสียสภาพ (Denature)

2. ผลการศึกษากิจกรรมเอนไซม์โปรติเอสในเหง้าที่ผ่านการอบลมร้อนและผ่านการตากแสงอาทิตย์

ผลการศึกษาพบว่า การนำเหง้าไปอบด้วยลมร้อนและการตากแสงอาทิตย์ ทำให้เหง้ามีลักษณะแห้งมากขึ้น ผลการทดลองในตารางที่ 1 ชี้ว่าการอบลมร้อนเมื่อใช้อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นจาก 60 °C เป็น 70 °C สามารถทำให้เหง้าแห้งมากขึ้น ที่อุณหภูมิการอบ 60 °C เวลา 12 ชม. เหง้าจะมีความชื้น 12.10% และเมื่อเวลาอบนานขึ้นไปถึง 24 และ 36 ชม. พบว่าเหง้า

จะมีความชื้นลดลงเท่ากับ 11.52% และ 10.55% ตามลำดับ ทั้งนี้การวิเคราะห์ทางสถิติชี้ว่าที่อุณหภูมิการอบ 60 °C เวลา 12, 24 และ 36 ชม. ค่าความชื้นลดลงและมีความแตกต่างกัน ขณะที่อุณหภูมิการอบ 70 °C เวลา 12 ชม. เหน้าจะมีความชื้น 11.15% และเมื่อเวลาอบนานขึ้นไปถึง 24 และ 36 ชม. พบว่าเหน้าจะมีความชื้นลดลงเท่ากับ 10.12% และ 10.10% ตามลำดับ ทั้งนี้การวิเคราะห์ทางสถิติชี้ว่าที่อุณหภูมิการอบ 70 °C เวลา 24 และ 36 ชม. ค่าความชื้นลดลงจนมีลักษณะความชื้นคงที่และไม่มีความแตกต่างกัน

ตารางที่ 1 ค่าความชื้น (% moisture) ของเหน้าอบแห้งที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆด้วยลมร้อน

อุณหภูมิ (°C)	เวลา (ชม.)		
	12	24	36
60	12.10% ^c ± 0.05	11.52% ^b ± 0.08	10.55% ^a ± 0.12
70	11.15% ^b ± 0.10	10.12% ^a ± 0.10	10.10% ^a ± 0.02

อักษรยก a, b และ c แสดงข้อมูลในแถวมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$)

ผลการศึกษาค่ากิจกรรมเอนไซม์โปรติเอสของเหน้าที่อบแห้งด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 °C และ 70 °C แสดงในตารางที่ 2 โดยเหน้าที่ผ่านการอบแห้งทั้งสองช่วงอุณหภูมินี้ยังพบว่ามีกิจกรรมเอนไซม์โปรติเอสหลงเหลืออยู่ โดยกิจกรรมเอนไซม์โปรติเอสจะแสดงในช่วง 0.50-0.58 U/mg ซึ่งเป็นที่น่าสังเกตว่า เมื่อใช้เวลาในการอบแห้งนานขึ้น ค่ากิจกรรมเอนไซม์โปรติเอสจะลดลง โดยที่เวลา 24-36 ชม. พบว่าค่ากิจกรรมเอนไซม์โปรติเอสมีลักษณะคงที่ ทั้งนี้การวิเคราะห์ทางสถิติชี้ว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 °C และ 70 °C ที่เวลา 24-36 ชม. ส่งผลให้กิจกรรมเอนไซม์โปรติเอสลดลงจากที่เวลา 12 ชม. โดยค่ากิจกรรมที่เวลา 24-36 ชม. ไม่มีความแตกต่างกัน

ตารางที่ 2 ค่ากิจกรรมเอนไซม์โปรติเอสของสารสกัดจากเหน้าอบแห้งที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆด้วยลมร้อน

อุณหภูมิ (°C)	เวลา (ชม.)		
	12	24	36
60	0.58 ^b U/mg	0.55 ^a U/mg	0.55 ^a U/mg
70	0.55 ^b U/mg	0.50 ^a U/mg	0.50 ^a U/mg

อักษรยก a และ b แสดงข้อมูลในแถวมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 3 แสดงผลการศึกษาการนำเหน้าไปตากแห้งด้วยแสงอาทิตย์ ผลการทดลองพบว่าแสงอาทิตย์สามารถทำให้เหน้ามีลักษณะแห้งได้เช่นเดียวกับการอบด้วยลมร้อน โดยอุณหภูมิที่วัดได้จากบริเวณที่ตากแห้งเฉลี่ย 45.53 °C ที่เวลา 12, 24 และ 36 ชม. พบว่าความชื้นของเหน้าตากแห้งมีค่าลดลงโดยมีค่าเท่ากับ 18.85%, 16.45% และ 16.20% ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามความชื้นที่วัดค่าได้จากการตากแห้งด้วยแสงอาทิตย์นี้มีค่าที่สูงกว่าการอบด้วยลมร้อนเมื่อใช้เวลาเท่ากัน และเมื่อนำเหน้าที่ตากแห้งด้วยแสงอาทิตย์ที่เวลา 12, 24 และ 36 ชม. ไปวิเคราะห์ค่ากิจกรรมเอนไซม์โปรติเอสพบว่าค่ากิจกรรมเท่ากับ 1.15, 0.70 และ 0.65 U/mg ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อใช้เวลาในการตากแห้งนานมากขึ้น ค่ากิจกรรมเอนไซม์โปรติเอสมีค่าลดลง ทั้งนี้การวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความชื้นและค่ากิจกรรมเอนไซม์โปรติเอสจากเหน้าที่ผ่านการตากแห้งด้วยแสงอาทิตย์ที่เวลา 12-36 ชม. ชี้ว่าค่าที่ลดลงนี้มีความแตกต่างกัน

ตารางที่ 3 ค่าความชื้น (% moisture) ของเหน้าอบแห้งที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆด้วยแสงอาทิตย์

อุณหภูมิ (°C)	เวลา (ชม.)		
	12	24	36
45.53 ± 1.15	18.85% ^c ± 1.15	16.45% ^b ± 0.95	16.20% ^a ± 0.55

อักษรยก a และ b แสดงข้อมูลในแถวมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4 ค่ากิจกรรมเอนไซม์โปรติเอสของสารสกัดจากเหง้าอบแห้งที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆด้วยแสงอาทิตย์

อุณหภูมิ (°C)	เวลา (ชม.)		
	12	24	36
45.53 ± 1.15	1.15 ^c U/mg	0.70 ^b U/mg	0.65 ^a U/mg

อักษรยก a และ b แสดงข้อมูลในแถวมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากผลการศึกษาในตารางที่ 1-4 ชี้ให้เห็นว่า สามารถทำเหง้าให้แห้งได้ด้วยการอบลมร้อนและการตากแสงอาทิตย์ แต่การตากแสงอาทิตย์ทำให้มีความชื้นคงเหลืออยู่มากกว่าการอบ นั่นหมายความว่า การอบเหง้าด้วยลมร้อนจะมีความเหมาะสมกว่า

สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยนี้ได้นำเหง้าสับปะรดไปทำให้แห้งโดยการอบลมร้อนและการตากแสงอาทิตย์ ซึ่งวิธีการทั้งสองนี้สามารถทำให้เหง้าแห้งได้ดี อย่างไรก็ตามวิธีอบลมร้อนทำให้เหง้าแห้งได้มากกว่าวิธีตากแสงอาทิตย์ การใช้ลมร้อนทำให้ค่า %moisture มีค่าประมาณ 10% เหง้าจะมีลักษณะเนื้อสัมผัสแห้ง มีการมันตัว และฉีกออกได้ง่าย (ภาพที่ 3) และที่สำคัญก็คือความชื้นในระดับนี้เพียงพอที่จะชะลอไม่ให้เกิดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ (Young, 2008) ผลการศึกษาชี้ว่าเอนไซม์โปรติเอสที่อยู่ในเหง้าแห้งยังคงมีกิจกรรมอยู่แม้พบว่าคุณกิจกรรมลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับเหง้าสดก็ตาม ผลจากการศึกษาวิจัยในลักษณะนี้ยังไม่เคยมีการรายงานมาก่อน ซึ่งงานวิจัยล่าสุดได้มีการอ้างถึงกิจกรรมของเอนไซม์โปรติเอสที่นอนที่อยู่ในใบมะรุ้ม ซึ่งกิจกรรมมีการสูญเสียไปจำนวนครึ่งหนึ่งเมื่อทำการทดลองวิเคราะห์ที่อุณหภูมิ 50-60 °C (Banik et al., 2018) เป็นที่ทราบกันดีว่าโดยปกติเอนไซม์โปรติเอสจะมีลักษณะไม่ทนต่อความร้อนสูง ซึ่งผลการศึกษาจากงานวิจัยนี้สามารถอธิบายเชิงทฤษฎีได้ว่าในขณะที่ทำการทำแห้งโดยโมเลกุลของน้ำได้ระเหยออกไป และทำให้โมเลกุลเอนไซม์เกิดการเปลี่ยนโครงรูปไปอยู่ในลักษณะที่ไร้ความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาแต่ยังไม่เกิดการเสียสภาพโปรตีน แต่เมื่อนำเอนไซม์มาบ่มในสภาวะที่เหมาะสมเช่นในบัฟเฟอร์ ก็จะทำให้โมเลกุลโปรตีนเปลี่ยนโครงรูปกลับมามีความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาได้อีกครั้ง (native conformation) แต่อย่างไรก็ตามอาจมีเอนไซม์บางส่วนที่ไม่สามารถเปลี่ยนรูปลงมาได้ จึงปรากฏดังผลการทดลองว่าคุณกิจกรรมภายหลังการอบแห้งได้ลดลงในระดับหนึ่ง



ภาพ ที่ 3 เหง้า สับปะรดสดที่ปอกเปลือกแล้ว (ซ้าย) และเหง้าที่นำไปอบลมร้อน (ขวา)

จากวัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อศึกษากิจกรรมของเอนไซม์โปรติเอสในเหง้าสับปะรดที่ผ่านการทำแห้งด้วยวิธีอบลมร้อนและตากแสงอาทิตย์ สามารถสรุปได้ว่าเกษตรกรสามารถนำเหง้าสับปะรดไปทำให้แห้งได้ด้วยวิธีอบลมร้อนหรือตากแสงอาทิตย์ ซึ่งวิธีทั้งสองนี้จะทำให้สามารถเก็บรักษาเหง้าไว้ได้นานขึ้นโดยไม่เกิดการเน่าเสีย วิธีทั้งสองนี้ทำให้ค่ากิจกรรม

เอนไซม์โปรติเอสยังคงมีอยู่ แต่อย่างไรก็ตามวิธีการอบลมร้อนมีความเหมาะสมมากกว่าเนื่องจากทำให้เอนไซม์มีลักษณะแห้งมากกว่า เมื่อเกษตรกรนำเอนไซม์ไปทำแห้งและเก็บรักษาไว้ในสถานที่ที่เหมาะสม ก็จะสามารถรอร่องานมาประสานเพื่อรับซื้อได้ในภายหลังโดยไม่จำเป็นต้องรีบระบายออก ถือได้ว่าเป็นการบริหารจัดการทรัพยากรอย่างหนึ่งที่มีประสิทธิภาพ เป็นการลดความเสี่ยงให้แก่ภาคเศรษฐกิจฐานรากได้อีกรูปแบบหนึ่งอย่างยั่งยืน

ข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ควรจะทำการศึกษาเชิงลึกในโอกาสต่อไป เพื่อศึกษาขยายผลองค์ความรู้ทางเอนไซม์วิทยาเชิงโครงสร้าง โดยอาจนำระเบียบวิธีการจำลองแบบโมเลกุลทางคอมพิวเตอร์ มาช่วยในการพิสูจน์ทฤษฎีที่ได้อภิปรายไว้ข้างต้น

เอกสารอ้างอิง

- Dighe, N.S., Pattan, S.R., Merekar, A.N., Laware, R.B., Bhawar, S.B., Nirmal, S.N., Gaware, V.M., Hole, M.B., and Musmade, D.S. (2010). Bromelain A Wonder Supplement: A Review. *Pharmacologyonline*, 1, 11-18.
- Young Park. (2008). *Moisture and Water Activity*. Handbook of Processed Meats and Poultry Analysis, 35-67. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/283772088>
- Banik, S., Biswas, S. and Karmakar, S. (2018). Extraction, purification, and activity of protease from the leaves of *Moringa oleifera*. *F1000Research*, 7(1511). 1-13.
- Barrett, A., Rawlings, N. and Woessner, J. (2004). *Handbook of Proteolytic Enzymes*: Academic Press.

การศึกษาตำรับอาหารพื้นบ้านชาวไทยทรงดำ กรณีศึกษา : ตำบลบ่อทอง อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก

วรรณิสรา สุดวังยาง สุกัญญา ไทรนนทรีย์ อารีย์ โฉมวานิช กิริติญา สอนเนยและวิรัชชา อินทะกันท์

สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Faculty of science and Technology, Pibulsongkam Rajabhat University
email: bennship09@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาภูมิปัญญาด้านอาหารของชาวไทยทรงดำและเพื่อจัดทำตำรับมาตรฐานของอาหารพื้นบ้านประเภทอาหารคาวและอาหารหวานของชาวไทยทรงดำ ตำบลบ่อทอง อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก เป็นการศึกษาเชิงปฏิบัติการแบบชุมชนมีส่วนร่วม กลุ่มตัวอย่าง คือ ชาวไทยทรงดำ จำนวน 20 คน มีอายุมากกว่า 50 ปีขึ้นไป การรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา ผลการศึกษาพบว่า อาหารพื้นบ้านส่วนใหญ่เกิดจากการใช้วัตถุดิบที่มีในท้องถิ่นตามฤดูกาล งานประเพณี มีการถ่ายทอดภูมิปัญญาด้านอาหารภายในครอบครัวและภายนอกครอบครัวอย่างไม่เป็นทางการ ประกอบด้วยอาหารคาวจำนวน 10 ตำรับ เนื้อสัตว์ที่นิยมใช้เป็นวัตถุดิบหลัก ได้แก่ เนื้อปลา เนื้อหมูและเนื้อไก่ ส่วนผสมหลักของพริกแกง คือ กระเทียม ตะไคร้ ใบมะกรูด หอมแดงและพริก เครื่องปรุงรส ได้แก่ น้ำปลาร้า น้ำมะขามเปียก และอาหารหวานจำนวน 3 ตำรับ มีข้าวเหนียวและแป้งข้าวเหนียวเป็นวัตถุดิบหลัก

คำสำคัญ: ตำรับอาหาร อาหารพื้นบ้าน ไทยทรงดำ

Local Food Recipes of Thai Song Dam

The Case Study: Bo Thong Sub District, Bang Rakam District, Phitsanulok Province.

Wannisa Sutwangyang ¹, Sukanya Sainonsee ², Aree Chomwanich ³, Keeratiya Sornnoey⁴
and Wirachya Intakan⁵

^{1,2,3,4,5} Faculty of science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok , Thailand

E-mail; bennship09@gmail.com

Abstract

This study aimed to investigate the wisdom of Thai Song Dam and to prepare a standard preparation of traditional food types of savory and sweet dishes of Thai Song Dam Bo Thong Sub District, Bang Rakam District, Phitsanulok Province. The research was participatory action research by community participation using 20 peoples of Thai Song Dam who were older than 50 years olds as a sample. The data were collected by interview and content analysis. The study found that almost of all local foods cooked from seasonal local ingredients and depended on traditional and occasional ceremony these wisdoms were told informally from the old generation to the young generation within family and their community. This research found 10 savory dishes which used meat consist of fish, pork and chicken as a main raw material and used lemon grass, kaffir lime leaves, shallot and chili as the main raw of curry are garlic. Beside of these, this research found 3 dessert recipes which used rice and rice flour as the main raw materials.

Keywords : Recipes, Local Food, Thai Song Dam

บทนำ

ชาติพันธุ์ไทยทรงดำ ตำบลบ่อทอง อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก อพยพมาจากแคว้นสิบสองจุไทยได้เข้ามาในประเทศไทยในสมัยกรุงธนบุรี พ.ศ.2322 และถูกกวาดต้อนเพิ่มอีกในรัชสมัยรัชกาลที่ 1 พ.ศ.2335 และในสมัยรัชกาลที่ 4 พ.ศ. 2377 จากการถูกกวาดต้อนเป็นเชลยศึกสงคราม ชาวไทยทรงดำบางกลุ่มได้มีการอพยพหาถิ่นทำกินที่ใหม่โดยได้พยายามเคลื่อนย้ายถิ่นฐานไปทางทิศเหนือของประเทศไทย จึงทำให้มีการกระจายอยู่ตามจังหวัดต่างๆ เช่น จังหวัดนครสวรรค์ จังหวัดพิจิตรและจังหวัดพิษณุโลก (สร้อยน้ำค้าง มงคล, 2552) ยังดำรงอาชีพทำไร่ ทำสวน อาชีพปศุสัตว์และการประมงน้ำจืดสำหรับอาชีพที่ชุมชนยังคงรักษาไว้เพื่อบูรณาการวัฒนธรรมของชาวไทยทรงดำ ได้แก่ การทอผ้าชิ้นลายแตงโม ที่เป็นอัตลักษณ์

ด้านการแต่งกายของชาวไทยทรงดำ (เยาวลักษณ์ จุลมกร, 2550) นิยมใส่เสื้อผ้าสีดำล้วนที่ย้อมด้วยต้นหอมหรือต้นคราม ชุมชนชนบทชาวไทยทรงดำเป็นกลุ่มชาติพันธุ์ที่มีการดำรงชีวิตประจำวันที่ถูกพันกับประเพณีและความเชื่อ (กานต์ พรรณพงค์, 2556) อาหารพื้นบ้านของชาวไทยทรงดำเป็นอาหารเฉพาะถิ่นที่มีวิธีการประกอบอาหารไม่ซับซ้อนและใช้เวลาอันน้อย วัตถุประสงค์ในการนำมาประกอบอาหารได้จากแหล่งธรรมชาติในท้องถิ่น เช่น แม่น้ำ ป่าไผ่ ลำคลอง เป็นต้น ลักษณะอาหารจึงแตกต่างจากท้องถิ่นอื่นถือเป็นเอกลักษณ์เฉพาะถิ่นที่สะท้อนถึงวัฒนธรรมการบริโภค รวมถึงอาหารที่ใช้ประกอบในประเพณีท้องถิ่นซึ่งเป็นความเชื่อที่ถ่ายทอดจากรุ่นสู่รุ่น เช่น ยำผักกึบ ขนมห่มและข้าวต้มมัดนิยมใช้ประกอบในพิธีกรรมของประเพณีปาดตง แกงหน่อส้มใส่ไก่และผัดเผ็ดใส่หมู นิยมใช้ประกอบพิธีกรรมของประเพณีเสนเรือน เป็นต้น (ชลลดา ทวีคุณ, 2558) จะเห็นได้ว่าชาวไทยทรงดำมีวัฒนธรรมอาหารที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะถิ่นที่สอดคล้องกับวิถีชีวิตและภูมิปัญญาที่ถ่ายทอดกันมาจากรุ่นสู่รุ่นจนถึงปัจจุบัน ที่ได้จากการสังเกต การทดลองรับประทานอาหารที่แปลกใหม่จนเป็นที่ยอมรับของอาหารชนิดนั้นและที่สำคัญอาหารนั้นจะได้รับการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงรสชาติให้ถูกต้องกับความชอบของผู้บริโภคและมีการถ่ายทอดจากรุ่นสู่รุ่นจนกลายเป็นอาหารประจำถิ่นซึ่งมีคุณค่าทางระบบนิเวศและมีอิทธิพลต่อวิถีชีวิตที่เชื่อมโยงถึงคติความเชื่อทางศาสนา มีการถ่ายทอดภูมิปัญญาด้านอาหารภายในครอบครัวและภายนอกครอบครัวแต่ไม่มีการจดบันทึกเป็นลายลักษณ์อักษรจึงทำให้คนรุ่นหลังไม่มีตำรับอาหารพื้นบ้านชาวไทยทรงดำที่เป็นมาตรฐาน ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาตำรับอาหารพื้นบ้านชาวไทยทรงดำของตำบลบ่อทอง อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลกเนื่องจากเป็นชุมชนท่องเที่ยว OTOP นวัตวิถีของจังหวัดพิษณุโลกที่มีอัตลักษณ์โดดเด่นของชุมชนไทยทรงดำโดยเฉพาะเรื่องอาหารพื้นบ้านที่ได้รับการให้กับนักท่องเที่ยวและคนในชุมชน ปัจจุบันผู้เชี่ยวชาญอาหารพื้นบ้านของชาวไทยทรงดำในชุมชนมีอายุมากขึ้นและมีจำนวนลดลงหากไม่จัดทำตำรับมาตรฐานอาหารพื้นบ้านของชาวไทยทรงดำจะทำให้ภูมิปัญญาด้านอาหารสูญหายไปตามกาลเวลา นอกจากนี้ยังเป็นการอนุรักษ์และสืบสานภูมิปัญญาอาหารพื้นบ้านไทยทรงดำเพื่อต่อยอดองค์ความรู้อาหารพื้นบ้านชาวไทยทรงดำให้เป็นที่รู้จักของบุคคลทั่วไปทั้งภายในและภายนอกชุมชน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาภูมิปัญญาด้านอาหารของชาวไทยทรงดำ ตำบลบ่อทอง อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก
2. เพื่อรวบรวมและจัดทำตำรับมาตรฐานของอาหารพื้นบ้านประเภทอาหารคาวและอาหารหวานของชาวไทยทรงดำ ตำบลบ่อทอง อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาตำรับอาหารพื้นบ้านชาวไทยทรงดำ กรณีศึกษา : ตำบลบ่อทอง อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบชุมชนมีส่วนร่วม (Participatory Action Research-PAR) (วรรณดี สุทธิธารกร, 2557) มีวิธีดำเนินการแบ่งเป็น 3 ระยะดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น เรื่องราว อัตลักษณ์ชุมชน ประเพณีวัฒนธรรม ภูมิปัญญาและการถ่ายทอดภูมิปัญญาที่เกี่ยวข้องกับอาหารพื้นบ้านชาติพันธุ์ไทยทรงดำ

1.1 การเก็บข้อมูลภาคสนามใช้วิธีการสัมภาษณ์แบบเชิงลึก (In Depth Interview) เครื่องมือที่ใช้คือ แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง สัมภาษณ์เป็นรายบุคคล จากกลุ่มตัวอย่าง คือ ชาวไทยทรงดำที่มีอายุ 50 ปีขึ้นไป จำนวน 20 คน โดยการเลือกแบบเจาะจงตามเกณฑ์ที่กำหนด เนื่องจากเป็นผู้ชำนาญและมีความรู้ประสบการณ์ในเรื่องอาหารพื้นบ้านไทยทรงดำเป็นที่ยอมรับแล้วใช้เทคนิค Snow ball รวมทั้งการศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.2 จัดประชุมกลุ่มย่อยผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องแบบมีส่วนร่วมประกอบด้วย ชาวบ้านไทยทรงดำ ผู้นำชุมชน ในการสรุปผล วิเคราะห์ และคัดเลือกตำรับอาหารพื้นบ้านชาวไทยทรงดำที่รวบรวมในขั้นต้นเพื่อจัดทำมาตรฐานตำรับอาหารพื้นบ้านชาวไทยทรงดำต่อไป

ระยะที่ 2 การจัดทำตำรับมาตรฐานอาหารพื้นบ้านชาวไทยทรงดำ

2.1 นำข้อมูลอาหารพื้นบ้านของชาวไทยทรงดำที่ผ่านการคัดเลือกในระยะที่ 1 มาวิเคราะห์และจัดลำดับก่อนการทำมาตรฐานตำรับอาหารพื้นบ้านชาวไทยทรงดำ

2.2 ดำเนินการจัดทำตำรับอาหารพื้นบ้านของชาวไทยทรงดำโดยการชั่งตวงส่วนผสมของอาหาร เก็บรวบรวมข้อมูลก่อนปรุง บันทึกภาพขั้นตอนการปรุงเพื่อให้ได้สัดส่วนมาตรฐานของตำรับอาหาร

ระยะที่ 3 ค้นความรู้ด้านภูมิปัญญาอาหารพื้นบ้านชาวไทยทรงดำตำบลบ่อทอง อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก

3.1 ประชุมผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเพื่อยืนยันข้อมูลจากผลการรวบรวมตำรับอาหารคาวและอาหารหวานใน
ประเพณีไทยทรงดำ

3.2 จัดทำรูปเล่มตำรับอาหารพื้นบ้านชาวไทยทรงดำตำบลบ่อทอง อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก

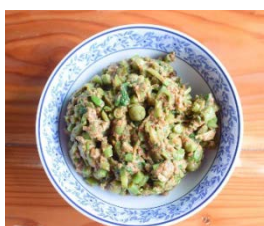
3.3 เผยแพร่องค์ความรู้ด้านภูมิปัญญาอาหารคาวและอาหารหวานสู่ชุมชน

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาภูมิปัญญาด้านอาหารของชาวไทยทรงดำ ตำบลบ่อทอง อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก พบว่าอาหารพื้นบ้านส่วนใหญ่เกิดจากการใช้วัตถุดิบที่มีในท้องถิ่นตามฤดูกาล วัตถุดิบที่ใช้ประกอบอาหารคือพืชผักพื้นบ้านในท้องถิ่นที่ปลูกในครัวเรือน ไร่นาและป่าไผ่ เช่น หน่อไม้ ใบตำลึง ใบมะกอก ใบมะกรูด เป็นต้น เนื้อสัตว์ส่วนใหญ่ได้จากสัตว์ที่เลี้ยงในครัวเรือนเพื่อประกอบเป็นอาหาร เช่น หมู ไก่ ปลา เป็นต้น อาหารส่วนใหญ่เป็นตำรับอาหารที่ใช้ในประเพณีของท้องถิ่น เช่น ประเพณีพิธีเสนเรือน ประเพณีปาดตง ประเพณีแต่งงาน ประเพณีงานศพ เป็นต้น มีการถ่ายทอดภูมิปัญญาด้านอาหารภายในครอบครัวและภายนอกครอบครัวอย่างไม่เป็นทางการโดยการบอกเล่าจากรุ่นสู่รุ่นซึ่งไม่ได้จัดบันทึกการชั่งและการตวงปริมาณอาหารแต่ละตำรับของอาหารพื้นบ้านประเภทอาหารคาวและอาหารหวาน

2. ผลการศึกษารวบรวมและจัดทำตำรับมาตรฐานของอาหารพื้นบ้านประเภทอาหารคาวและอาหารหวานของชาวไทยทรงดำ ตำบลบ่อทอง อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก พบว่าตำรับอาหารคาวและอาหารหวานชาวไทยทรงดำ ตำบลบ่อทอง อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก ที่เกิดจากภูมิปัญญาท้องถิ่นโดยการใช้วัตถุดิบที่มีตามฤดูกาล ส่วนผสมของพริกแกงในอาหารประเภทแกงนิยมใช้กระเทียม ตะไคร้ ใบมะกรูด หอมแดงและพริก เนื้อสัตว์ที่นิยมใช้เป็นวัตถุดิบหลัก ได้แก่ เนื้อปลา เนื้อหมูและเนื้อไก่ เครื่องปรุงรสที่นิยมใช้ ได้แก่ น้ำปลาร้าและน้ำมะขามเปียก ประกอบด้วยตำรับอาหารพื้นบ้านชาวไทยทรงดำประเภทอาหารคาว จำนวน 10 ตำรับ คือ 1. ยำผักจู้บ 2. แกงผำ 3. แก้วมะแข่น 4. ปลาบั้งดิบ 5. กบอ้อ 6. แกงหน่อไม้ใส่ไก่ 7. เลือดแตง 8. ปลาเสือ 9. ยำหมูใส่ใบมะกอก 10. ผัดเผ็ดใส่หมู (ดังตารางที่ 1) ตำรับอาหารพื้นบ้านชาวไทยทรงดำประเภทอาหารหวาน จำนวน 3 ตำรับ คือ 1. ขนมเทียน 2. ข้าวต้มมัด 3. ขนมต้ม (ดังตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 ตำรับอาหารพื้นบ้านชาวไทยทรงดำประเภทอาหารคาว

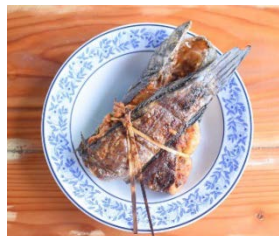
ชื่อตำรับ	วัตถุดิบ						ภาพประกอบ
ยำผักจู้บ	1.ถั่วฝักยาว	50	กรัม	2.ถั่วพู	25	กรัม	
	3.ตำลึง	40	กรัม	4.ผักบุ้ง	40	กรัม	
	5.มะเขือพวง	30	กรัม	6.เนื้อปลาดุก	60	กรัม	
	7.น้ำปลา	30	กรัม	8.น้ำปลาร้า	70	กรัม	
	9.พริกแกง	30	กรัม				
วิธีทำ นำผักไปลวกพักไว้ ใส่พริกแกง น้ำปลาร้าและเนื้อปลา ตุ๋นลงในหม้อป้อนรสคนให้เข้ากัน นำผักที่ลวกไว้มาใส่แล้วคนให้เข้า กันอีกครั้ง พร้อมจัดเสิร์ฟ							

ภาพที่ 1 ภาพยำผักจู้บ
ที่มา อารีย์ โฉมวานิช

ภาพที่ 1 ภาพยำผักจู้บ
ที่มา อารีย์ โฉมวานิช

แกงเผ่า	1. ไข่ผ่า	500	กรัม	2. หมูสามชั้น	200	กรัม	
	3. ใบมะกรูด	4	กรัม	4. น้ำกะทิ	100	กรัม	
	5. น้ำปลาร้า	100	กรัม	6. น้ำปลา	4	กรัม	
	7. น้ำเปล่า	140	กรัม	8. พริกแกง	50	กรัม	
	วิธีทำ ต้มน้ำใส่กะทิ พริกแกงที่ผสมกระชายลงไปและใส่หมูคนให้เข้ากันแล้วใส่ไข่ผ่า ปรงรสด้วยเครื่องปรุงและน้ำปลาร้าปิดไฟแล้วใส่ใบมะกรูด พร้อมจัดเสิร์ฟ						
ภาพที่ 2 ภาพแกงเผ่า ที่มา อารีย์ โฉมวานิช							

แจ่วมะแข่น	1. พริกแห้ง	10	กรัม	2. หัวหอม	15	กรัม	
	3. กระเทียม	60	กรัม	4. มะแข่น	3	กรัม	
	5. มะขามเปียก	4	กรัม	6. น้ำปลา	20	กรัม	
	7. น้ำตาลปีบ	5	กรัม				
	วิธีทำ นำพริก หัวหอม กระเทียม ไปคั่วและนำมาโขลกรวมกันแล้วใส่มะแข่นลงไปโขลกพอละเอียด ปรงรสด้วยน้ำปลาร้าและน้ำมะขาม คลุกเคล้าให้เข้ากัน พร้อมจัดเสิร์ฟ						
ภาพที่ 3 ภาพแจ่วมะแข่น ที่มา อารีย์ โฉมวานิช							

ปลาปิ้งดิบ	1. ปลาช่อน	500	กรัม	2. พริกแกง	20	กรัม	
	3. เนื้อปลาสับ	100	กรัม	4. กะทิ	50	กรัม	
	5. ใบมะกรูดหั่นฝอย	5	กรัม	6. ใบกะเพรา	10	กรัม	
	วิธีทำ ขอดเกล็ดปลาช่อนแล้วปลาให้แบออก นำพริกแกงไปผัดรวมกับเนื้อปลา ตักพริกแกงที่ผัดไว้ใส่กลางตัวปลาและพับหางขึ้นมาทางหัวใช้ตอกมัดตัวปลาให้ติดกันนำไปปิ้งด้วยไฟอ่อนจนสุก พร้อมจัดเสิร์ฟ						
	ภาพที่ 4 ภาพปลาปิ้งดิบ ที่มา อารีย์ โฉมวานิช						

ตารางที่ 1 ตำรับอาหารพื้นบ้านชาวไทยทรงดำประเภทอาหารคาว (ต่อ)

ชื่อตำรับ	วัตถุดิบ				ภาพประกอบ		
กบโอ้	1. กบ	200	กรัม	2. พริกแกง	20	กรัม	
	3. เนื้อปลาสับ	100	กรัม	4. กะทิ	50	กรัม	
	5. ใบมะกรูดหั่นฝอย	5	กรัม	6. ใบกะเพรา	10	กรัม	
	วิธีทำ นำกบไปล้างทำความสะอาด นำพริกแกงกับเนื้อปลาไปผัดรวมกัน และนำพริกแกงที่ผัดมาใส่ไปในตัวกบเย็บปิดปากกบปิ้งด้วยไฟอ่อนจนสุก พร้อมจัดเสิร์ฟ						
	ภาพที่ 5 ภาพกบโอ้ ที่มา อารีย์ โฉมวานิช						

แกงหน่อไม้ใส่ไก่	1.หน่อไม้ดอง	500	กรัม	2.เนื้อไก่	350	กรัม
	3.น้ำกะทิ	400	กรัม	4.น้ำปลาร้า	100	กรัม
	5.น้ำปลา	4	กรัม	6.น้ำเปล่า	800	กรัม
	7.พริกแกง	50	กรัม			
วิธีทำ ต้มน้ำใส่กะทิ พริกแกงและเนื้อไก่ แล้วตามด้วยหน่อไม้ดอง น้ำปลาร้าและน้ำเปล่าลงไปแล้วปรุงรสตามใจชอบ พร้อมจัดเสิร์ฟ						
						
ภาพที่ 6 ภาพแกงหน่อไม้ใส่ไก่ ที่มา อารีย์ โฉมวานิช						
เลือดแตง	1.เครื่องในหมู	300	กรัม	2.หมูสับ	200	กรัม
	3.เลือดหมู	300	กรัม	4.พริกกลาบ	200	กรัม
	5.ใบมะกรูด	4	กรัม	6.ต้นหอม	17	กรัม
	7.ผักชี	12	กรัม	8.ข้าวคั่ว	15	กรัม
วิธีทำ รวนหมูสับและเครื่องในหมูให้สุก คลุกเคล้ากับพริกกลาบ ใส่ต้นหอมผักชีและข้าวคั่ว จากนั้นนำเลือดหมูสดลงคลุกเคล้าให้เข้ากัน พร้อมจัดเสิร์ฟ						
						
ภาพที่ 7 ภาพเลือดแตง ที่มา อารีย์ โฉมวานิช						
พล่าเสือ	1.หมูสับ	200	กรัม	2.ตะไคร้ซอย	10	กรัม
	3.หอมแดง	10	กรัม	4.กระเทียม	7	กรัม
	5.พริกสด	10	กรัม	6. ผักชี	10	กรัม
	7.น้ำปลา	30	กรัม	8.น้ำมะนาว	40	กรัม
วิธีทำ ใส่เนื้อมะนาวและน้ำปลาลงในหมู ปรุงรสตามใจชอบ แล้วใส่ตะไคร้ กระเทียม ผักชี และพริกสด คลุกเคล้าให้เข้ากัน พร้อมจัดเสิร์ฟ						
						
ภาพที่ 8 ภาพพล่าเสือ ที่มา อารีย์ โฉมวานิช						

ตารางที่ 1 ตำรับอาหารพื้นบ้านชาวไทยทรงดำประเภทอาหารคาว (ต่อ)

ชื่อตำรับ		วัตถุดิบ				ภาพประกอบ	
ยำหมูใส่ใบมะกอก	1.หมูสามชั้น	350	กรัม	2.ยอดมะกอก	60	กรัม	
	3.พริกแกง	80	กรัม	4.น้ำปลาร้า	40	กรัม	
วิธีทำ ใส่พริกแกงลงในกระทะผัดให้หอมตามด้วยหมูสามชั้น ปรุงรสแล้วตามด้วยน้ำปลาร้าและใบมะกอกคนให้เข้ากัน พร้อมจัดเสิร์ฟ							

ผัดเผ็ดไส้หมู	1.ไส้หมู	500	กรัม	2.พริกแกง	50	กรัม
	3.น้ำเปล่า	12	กรัม	4.ใบมะกรูด	5	กรัม
	5.ใบกะเพรา	5	กรัม	6. พริกสด	3	กรัม
วิธีทำ ใส่พริกแกงในกระทะผัดพร้อมไส้หมูให้เข้ากัน ปิ้งรสตามใจชอบ แล้วใส่ใบกะเพรา ใบมะกรูด และพริกสดลงไป พร้อมจัดเสิร์ฟ						
						 ภาพที่ 10 ภาพผัดเผ็ดไส้หมู ที่มา อารีย์ โฉมวานิช

ตารางที่ 2 ตำรับอาหารพื้นบ้านชาวไทยทรงดำประเภทอาหารหวาน

ชื่อตำรับ	วัตถุดิบ	ภาพประกอบ
ขนมเทียน	ส่วนผสมแป้ง 1.แป้งข้าวเหนียว 300 กรัม 2. น้ำตาลปี๊บ 100 กรัม 3. กะทิ 200 กรัม ส่วนผสมไส้หวาน 1.มะพร้าวทึนทึกขูดฝอย 200 กรัม 2. น้ำตาลปี๊บ 150 กรัม 3.เกลือป่น 3 กรัม 4. น้ำเปล่า 110 กรัม วิธีทำ ตั้งกระทะทำไส้ ใส่น้ำตาลทราย น้ำ เกลือ เคี่ยวให้เหนียว ใส่มะพร้าวแล้วผัดให้เข้ากัน ปั้นเป็นก้อนกลมพักไว้ หลังจากนั้นทำแป้ง ขยำน้ำตาลปี๊บ กะทิ ให้ละลาย เติมน้ำจนเจือจางไม่ติดมือ ปั้นแป้งเป็นก้อนกลมใส่ไส้ตรงกลาง นำไปทอดประกบก้นเอาด้านมันออก พักกรวยใส่ขนมปิดพู่ฐานสีมุม นำไปนึ่ง 30 นาที พร้อมจัดเสิร์ฟ	 ภาพที่ 1 ภาพขนมเทียน ที่มา อารีย์ โฉมวานิช
ข้าวต้มมัด	1.ข้าวเหนียวเขี้ยวงูใหม่ 800 กรัม 2. กล้วยน้ำว่าสุก 500 กรัม 3.ถั่วดำ 100 กรัม 4. ใบตอง 5.หัวกะทิ 600 กรัม 6.น้ำตาลทราย 100 กรัม 7.เกลือป่น 3 กรัม วิธีทำ ต้มหม้อด้วยไฟอ่อนเทกะทิ ใส่ข้าวเหนียว เกลือ ถั่วดำ น้ำตาลทราย ผัดให้แห้ง นำมาห่อในใบตองใส่ไส้ด้วยกล้วยน้ำว่า พนด้วยตอก แล้วนึ่งต่อ 20-30 นาที พร้อมจัดเสิร์ฟ	 ภาพที่ 2 ภาพข้าวต้มมัด ที่มา อารีย์ โฉมวานิช

ตารางที่ 2 ตำรับอาหารพื้นบ้านชาวไทยทรงดำประเภทอาหารหวาน (ต่อ)

ชื่อตำรับ	วัตถุดิบ	ภาพประกอบ
-----------	----------	-----------

ขนมต้ม	1.แป้งข้าวเหนียว 30 กรัม 2. น้ำอัญชัน 80 กรัม	
	3.มะพร้าวขูด(ทำไส้) 300 กรัม 4.มะพร้าวขูด(ไว้คลุก) 10 กรัม	
	5.น้ำตาลปี๊บ 120 กรัม 6.เกลือป่น 10 กรัม	
	วิธีทำ ตั้งกระทะทำไส้ ใส่มะพร้าว น้ำตาลมะพร้าว เกลือป่น เคี่ยวจนน้ำตาลซึมเข้าเนื้อมะพร้าวเหนียวพอดี บั่นเป็นก้อนกลม แบ่งแบ่งเป็น 2 ส่วน หนึ่งส่วนใส่น้ำอัญชัน อีกหนึ่งส่วนไม่ต้องใส่นวดให้เป็นเนื้อเดียวกัน บั่นแบ่งนำไส้ใส่ตรงกลางท่อนให้มิด ตั้งน้ำให้เดือด ใส่แป้งที่บั่นลงไป พอแป้งลอยตักออกมาคลุกมะพร้าวที่เคล้าเกลือ พร้อมจัดเสิร์ฟ	

ภาพที่ 3 ภาพขนมต้ม
ที่มา อารีย์ โฉมวานิช

สรุปผลและอภิปรายผล

การศึกษาตำรับอาหารพื้นบ้านชาวไทยทรงดำทรงดำการศึกษา : ตำบลบ่อทอง อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก สามารถสรุปผลและอภิปรายผลดังนี้

1. การศึกษาภูมิปัญญาด้านอาหารของชาวไทยทรงดำ ตำบลบ่อทอง อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก ส่วนใหญ่เกิดจากการใช้วัตถุดิบที่มีในท้องถิ่นตามฤดูกาล งานประเพณีท้องถิ่นมีการถ่ายทอดภูมิปัญญาด้านอาหารภายในครอบครัวและภายนอกครอบครัวอย่างไม่เป็นทางการโดยการบอกเล่าจากรุ่นสู่รุ่น เนื่องจากการปรุงอาหารพื้นบ้านของชาวไทยทรงดำมีวิธีการปรุงไม่ซับซ้อน เช่น การแกง การลวก การนึ่ง เป็นต้น วัตถุดิบส่วนใหญ่ในการประกอบอาหารได้จากแหล่งธรรมชาติในท้องถิ่นตามฤดูกาลจึงถ่ายทอดภูมิปัญญาด้านอาหารโดยการสาธิต การชิมและการบอกเล่าขั้นตอนการประกอบอาหารจากรุ่นสู่รุ่นซึ่งผู้ถ่ายทอดส่วนใหญ่จะเป็นผู้สูงอายุโดยถ่ายทอดความรู้ด้านภูมิปัญญาให้กับลูกหลานที่สนใจประกอบอาหารซึ่งเป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชายเพราะชาวไทยทรงดำมีความเชื่อเรื่องบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในครอบครัวมีความเชื่อว่าเพศชายเป็นเพศที่มีความแข็งแรง มีความสามารถในการทำไร่นาและมีหน้าที่เป็นผู้นำของครอบครัว สำหรับเพศหญิงต้องเป็นผู้ดูแลการจัดการบ้านเรือนรวมถึงการประกอบอาหารที่รับประทานในชีวิตประจำวันและอาหารที่ใช้ในประเพณีของชาวไทยทรงดำดังนั้นการสืบทอดองค์ความรู้ภูมิปัญญาด้านอาหารจึงเป็นการส่งต่อหน้าที่ตามเพศ

2. การศึกษาจัดทำตำรับมาตรฐานของอาหารพื้นบ้านประเภทอาหารคาวและหวานของชาวไทยทรงดำ ตำบลบ่อทอง อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก ที่ได้จากการคัดเลือกจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ทำให้ได้ตำรับอาหารพื้นบ้านชาวไทยทรงดำประเภทอาหารคาว 10 ตำรับ ตำรับอาหารพื้นบ้านชาวไทยทรงดำประเภทอาหารหวานจำนวน 3 ตำรับ ส่วนใหญ่เป็นอาหารที่เกิดจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและสามารถหาวัตถุดิบได้ในท้องถิ่นตามฤดูกาล มีวิธีการปรุงอาหารที่ไม่ซับซ้อน เช่น เนื้อสัตว์จะหาจากแหล่งน้ำในหมู่บ้านหรือตามทุ่งนาเพราะอาชีพหลักของคนในหมู่บ้านคือการทำนาปลูกข้าว สอดคล้องกับงานวิจัยของเยาวลักษณ์ จุลมกร (2550) พบว่า ชาวไทยทรงดำยังดำรงอาชีพทำไร่ ทำสวน อาชีพปศุสัตว์และการประมงน้ำจืด ส่วนผักที่นิยมนำมาประกอบอาหารจะนิยมใช้ผักประเภทใบมากกว่าผักประเภทหัวและรากเนื่องจากผักประเภทใบสามารถหาได้ในท้องถิ่นและปลูกในครัวเรือน เช่น ตำลึง ถั่วฝักยาว มะเขือ ฝักแว่น ยอดมะกอก เป็นต้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ พิกุล บุญมากาศ (2544) พบว่า ตำรับอาหารพื้นบ้านของชาวยองที่อาศัยในจังหวัดลำพูนนิยมใช้ผักประเภทใบ ประเภทยอด ได้แก่ ยอดตำลึง ยอดผักทอง ยอดกระถิน นำมาประกอบอาหารมากกว่าผักประเภทอื่น เครื่องปรุงน้ำพริกจะมีส่วนประกอบของสมุนไพรพื้นบ้านที่นิยมปลูกในครัวเรือน การรับประทานน้ำพริกทุกครั้งนิยมใช้ผักสดมากกว่าผักลวก ผักต้มหรือผัดหนึ่งเป็นเครื่องเคียง สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชลลดา ทวีคุณ (2558) พบว่าชาวไทยทรงดำนิยมปลูกผักในครัวเรือนสำหรับรับประทานคู่กับน้ำพริก เช่น กระถิน มะแว้ง สะเดา ดอกแค เป็นต้น นอกจากนี้ยังได้นำผักที่หลากหลายชนิดเป็นวัตถุดิบหลักของอาหารพื้นบ้านที่ใช้ในงานประเพณีท้องถิ่น เช่น ยำผักกึบ ยำหมูใส่ใบมะกอก แกงหน่อส้มใส่ไก่ เป็นต้น ซึ่งเป็นอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพเพราะคุณสมบัติของผักพื้นบ้าน คือ อุดมด้วยสารต้านอนุมูลอิสระและเป็นแหล่งของเส้นใยอาหารสามารถป้องกันโรคท้องผูกและมะเร็งลำไส้ได้ อาหารหวานส่วนใหญ่ใช้ข้าวเหนียวเป็นวัตถุดิบหลักอุดมไปด้วยวิตามินและแร่ธาตุต่างๆ มีส่วนช่วยชะลอการเสื่อมของร่างกาย เป็นแหล่งสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่ให้พลังงานและความอบอุ่นแก่ร่างกาย อาหารพื้นบ้านที่ชาวไทยทรงดำนิยมรับประทานในงานประเพณีต่างๆ เช่น ยำผักกึบ แกงผำ แก้วมะแขน ปลาบั้งดิบ กบโอ้ แกงหน่อส้มใส่ไก่ เลือดแตง ปลาเสือ ยำหมูใส่ใบมะกอก ผัดเผ็ดไส้หมู ขนมหี้น ข้าวต้มมัด ขนมต้ม เป็นต้น แต่ละตำรับมีวิธีการปรุงที่

ไม่ซับซ้อนและวัตถุดิบสามารถหาได้ในท้องถิ่นซึ่งสอดคล้องกับวิถีชีวิตของชาวไทยทรงดำที่เรียบง่ายและบริบทชุมชนที่มีอาชีพหลักเกี่ยวข้องกับเกษตรกรรม

ข้อเสนอแนะ

1. ศึกษาอาหารพื้นบ้านไทยทรงดำที่อื่น เพื่อนำมาเปรียบเทียบว่ามีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
2. ศึกษาอาหารพื้นบ้านชาติพันธุ์อื่นในพื้นที่ เพื่อความหลากหลายของตำรับอาหารพื้นถิ่น

เอกสารอ้างอิง

- กานต์ พรรณพงศ์. (2556). การสร้างความชอบธรรมทางอำนาจผ่านความเชื่อเรื่องผีของชาวไทยทรงดำ. (รายงานผลการวิจัย). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.
- ชลลดา ทวีคุณ. (2558). การประยุกต์ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นในมิติอาหารเพื่อสุขภาพ : กรณีศึกษาชุมชนไทยทรงดำ ตำบลไผ่หูช้าง อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม. (รายงานผลการวิจัย). สาขาวิชาสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
- พิกุล บุญมากาศ. (2544). การศึกษาตำรับอาหารพื้นบ้านชาวยอง. (รายงานผลการวิจัย). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- เยาวลักษณ์ จุลมกร. (2550). การสื่อสารกับการมีส่วนร่วมของชุมชนเพื่อการธำรงรักษาอัตลักษณ์ทางวัฒนธรรมไทยทรงดำ อำเภอยาย้อย จังหวัดเพชรบุรี. (รายงานผลวิจัย). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรรณดี สุทธิรากร. (2557). การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมและกระบวนการทางสำนึก. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สยาม.
- สร้อยน้ำค้าง มงคล. (2552). การสืบทอดภูมิปัญญาผ้าไทยทรงดำ. (วิทยานิพนธ์). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.

การศึกษาตำรับอาหารพื้นบ้านชาวไทยวน กรณีศึกษา : หมู่บ้านสมอแข ตำบลสมอแข อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

นางสาวบัณฑิตา ทับทิมเพชรกุล นายธีรวุฒิ ภูมิชูชิต นายพัฒนธรรฐ์ อัครแก้วเพชร

นางสาวจิราพัทธ์ แก้วศรีทอง และ นางสาววิรัชยา อินทะกันท์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

email: banita.t@psru.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาตำรับอาหารพื้นบ้านชาวไทยวน กรณีศึกษา หมู่บ้านสมอแข ตำบลสมอแข อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลกนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารวบรวมตำรับอาหารพื้นบ้านของชาวไทยวนรวมทั้งประเภทของอาหาร วัตถุดิบและวิธีการประกอบอาหารที่รับประทานตามประเพณีและเทศกาลต่างๆ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน เป็นชาวไทยวน อายุ 45 ปีขึ้นไปและเชี่ยวชาญการประกอบอาหารพื้นบ้านไทย-ยวน เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์และแบบสอบถาม ผลการศึกษาพบว่าตำรับอาหารพื้นบ้านของชาวไทยวนมีทั้งหมด 30 ตำรับ แบ่งออกเป็น อาหารคาว จำนวน 20 ตำรับและอาหารหวาน จำนวน 10 ตำรับ อาหารแต่ละตำรับมีความเชื่อตามประเพณี เช่น แกงบอนนิยมรับประทานในประเพณีงานบวชแต่ไม่นิยมในประเพณีงานแต่งงานเพราะเชื่อว่าจะทำให้ชีวิตครอบครัวไม่ประสบความสำเร็จ แกงหยวกไม่นิยมรับประทานในงานศพเพราะเชื่อว่าจะทำให้มีคนตายในหมู่บ้านเพิ่มขึ้น เป็นต้น อาหารคาวส่วนใหญ่นิยมใช้ผักในท้องถิ่นและสมุนไพรพื้นบ้านเป็นวัตถุดิบหลัก ได้แก่ กระเทียม ตะไคร้ ใบมะกรูด หอมแดงและพริก เนื้อสัตว์ที่นิยมใช้เป็นวัตถุดิบหลัก ได้แก่ เนื้อหมูและเนื้อปลา สำหรับเครื่องปรุงรส ได้แก่ น้ำปลาร้า น้ำมะขามเปียกและน้ำตาลมะพร้าว ส่วนอาหารหวานส่วนใหญ่นิยมใช้ข้าวเหนียวและแป้งข้าวเหนียวเป็นวัตถุดิบหลัก

คำสำคัญ: ตำรับอาหาร อาหารพื้นบ้าน อาหารไทย-ยวน

Local Food Recipes of Thai – Yuan

The Case Study: Samo Khae Village, Samo Khae Subdistrict, Muang District, Phitsanulok Province.

**Bantita Tubtimpechranggul¹, Theerawut Phomchuchit², Phattanarat Akkarakaewphet³,
Jiraphat Kaewsritong⁴ and Wirachya Intakan⁵**

^{1,2,3,4,5} Faculty of science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok , Thailand
E-mail; banita.t@psru.ac.th

Abstract

The purpose of local food Recipes of Thai-Yuan, The study Samo Khae Village, Samo Khae Subdistrict, Mueang District, Phitsanulok Province. Including types of food Ingredients and cooking methods eaten according to traditions and festivals. The samples used in the study were 30 Thai - Yuan people aged more than 45 and specialized in Thai - Yuan cooking. Data were collected by using interview forms and questionnaires. The results showed 30 recipes collected including meat dishes 20 recipes and dessert 10 recipes. The each recipe is traditionally believed such as Bon Curry, commonly eaten in the ordination ceremony but not popular in the wedding tradition because it is believed that it will make the family life unsuccessful. Banana stalk curry is not popular at funerals because it is believed to increase deaths in villages. Most of meats dishes use local vegetables and local herbs as the main ingredients, such as garlic, lemongrass, kaffir lime leaves, shallots and chilies. Meats main ingredients are pork and fish. For seasonings such as fermented fish, tamarind juice and coconut sugar. The most of the dessert is used mainly raw materials from glutinous rice and glutinous rice flour.

Keywords: Recipes, Local Food, Thai-Yuan food;

บทนำ

กลุ่มชาติพันธุ์ไทยวนเป็นกลุ่มชาติพันธุ์ที่มีอัตลักษณ์และเอกลักษณ์เฉพาะกลุ่มทั้งด้านภาษา เสื้อผ้าเครื่องแต่งกาย วิถีชีวิตและภูมิปัญญาด้านอาหาร ชุมชนกลุ่มไทยวนในจังหวัดพิษณุโลกส่วนใหญ่อาศัยอยู่บริเวณตำบลสมอแข อำเภอเมืองได้อพยพมาจากจังหวัดราชบุรี จังหวัดสุพรรณบุรีและจังหวัดนครปฐมแต่เดิมชาวไทยวนตั้งถิ่นฐานในเขตเมืองราชบุรีได้มีการขยายชุมชนออกไปตั้งบ้านเรือนบริเวณลุ่มแม่น้ำแม่กลองจนถึงจังหวัดนครปฐมต่อมาในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 ในพื้นที่จังหวัดราชบุรีและจังหวัดนครปฐมเกิดภัยแล้งทำให้ชาวไทยวนหลายครอบครัวได้อพยพตั้งถิ่นฐานใหม่ในจังหวัดพิษณุโลก (นราธิป และ ชินศักดิ์, 2560) ชาวไทยวนมีวัฒนธรรมอาหารที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะถิ่นที่สอดคล้องกับวิถีชีวิตและภูมิปัญญาถูกถ่ายทอดกันมาจากการอดีตจนถึงปัจจุบันซึ่งเป็นมรดกตกทอดจากบรรพชนเป็นผลึกแห่งการเรียนรู้ การสังเกต การทดลอง รับประทานอาหารที่แปลกใหม่จนเป็นที่ยอมรับของอาหารชนิดนั้นและที่สำคัญอาหารนั้นได้รับการปรับปรุงเปลี่ยนรสชาติให้ถูกต้องกับความชอบของผู้บริโภคจนกลายเป็นอาหารประจำถิ่นซึ่งมีคุณค่าทางระบบนิเวศและมีอิทธิพลต่อวิถีชีวิตเชื่อมโยงถึงคติความเชื่อทางศาสนา พิธีกรรมและประเพณีในท้องถิ่น (พิบูล, 2544) จากการศึกษาอาหารพื้นบ้านของชาวไทยวนในจังหวัดพิษณุโลกส่วนใหญ่เป็นอาหารที่หารับประทานได้ยากและไม่ค่อยปรากฏในท้องถิ่นอื่น เช่น ขนมเทียนนิ้วมือ ขนมก้นกระทะ แกงไขผา ส้ามะเขือ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีอาหารที่เกี่ยวข้องกับคติความเชื่อของประเพณีพื้นถิ่น เช่น แกงบอนนิยมรับประทานในประเพณีงานบวชแต่ไม่นิยมในประเพณีงานแต่งงานเพราะเชื่อว่าจะทำให้ชีวิตครอบครัวไม่ประสบความสำเร็จ แกงหยวกไม่นิยมรับประทานในงานศพเพราะเชื่อว่าจะทำให้มีคนตายในหมู่บ้านเพิ่มขึ้น ขนมจีนน้ำยาปลาช่อนนิยมรับประทานในงานขึ้นบ้านใหม่และงานแต่งงานเพราะเชื่อว่าจะทำให้มีความเจริญรุ่งเรืองของครอบครัวเปรียบ เป็นต้น อาหารคาวส่วนใหญ่นิยมใช้ผักในท้องถิ่นและสมุนไพรพื้นบ้านเป็นวัตถุดิบหลัก ได้แก่ กระเทียม ตะไคร้ ใบมะกรูด ข่า หอมแดง พริก เนื้อสัตว์ที่นิยมใช้เป็นวัตถุดิบหลัก ได้แก่ เนื้อหมูและเนื้อปลา สำหรับเครื่องปรุงรส ได้แก่ น้ำปลาร้า น้ำมะขามเปียกและน้ำตาลมะพร้าว อาหารหวานส่วนใหญ่นิยมใช้ข้าวเหนียวและแป้งข้าวเหนียวเป็นวัตถุดิบหลัก (ทรงชัย, 2550) อย่างไรก็ตามพบว่าการศึกษาดำรงอาหารพื้นบ้านของชาวไทยวนมีการศึกษาน้อยมาก ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาดำรงอาหารพื้นบ้านของชาวไทยวน ที่อาศัยอยู่ใน ตำบลสมอแข อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก เพื่อเป็นการรวบรวมและรักษาไว้ซึ่งมรดกทางวัฒนธรรมอาหารของชาวไทยวนให้คงอยู่ต่อไปโดยเล็งเห็นคุณค่าทรัพยากรบุคคลที่มีอยู่จากการสัมภาษณ์กลุ่มชนไทยวนซึ่งจะได้เรียนรู้วัฒนธรรมอาหารเพื่อเป็นการอนุรักษ์ให้ดำรงซึ่งเอกลักษณ์ของอาหารพื้นบ้านอย่างแท้จริง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษารวบรวมดำรงอาหารพื้นบ้านชาวไทยวนของหมู่บ้านสมอแข ตำบลสมอแข อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

ระเบียบวิธีวิจัย

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตด้านเนื้อหา

ดำรงอาหารพื้นบ้าน หมายถึง อาหารพื้นบ้าน ที่มีส่วนผสมอาหารแตกต่างกัน ได้แก่ ประเภทแกง แจ่ว (น้ำพริก) ยำ ปิ้ง ลาบ ลู๋ ต้ม ทอดและอาหารหวานและเป็นอาหารที่นิยมรับประทานกันเฉพาะถิ่นซึ่งเป็นอาหารที่ทำขึ้นด้วยวิธีต่างๆ โดยอาศัยวัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่นมีการสืบทอดวิธีการปรุงและการรับประทานต่อกันมาจนถึงปัจจุบัน

ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ชาวไทยวน ผู้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับดำรงอาหารพื้นบ้าน ที่อาศัยอยู่ในหมู่บ้านสมอแข ตำบลสมอแข อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลกได้จากการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) โดยพิจารณาการเลือกจากประสบการณ์การทำอาหาร และการได้รับการยอมรับของคนในชุมชน พูดภาษาไทยทรงดำได้และมีอายุ 45 ปีขึ้นไป ใช้การสุ่มแบบ Snowball Sampling เพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างที่มีความรู้และทักษะอย่างแท้จริง จำนวน 30 คน

ขอบเขตด้านพื้นที่

หมู่บ้านสมอแข ตำบลสมอแข อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบชุมชนมีส่วนร่วม (Participatory Action Research-PAR) ใช้วิธีการสัมภาษณ์แบบเชิงลึก(In Depth Interview) โดยมีแบบสัมภาษณ์เขียนคำถามปลายเปิด การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงเป็น

ชาวไทยวนที่มีอายุ 45 ปีขึ้นไป เป็นผู้ชำนาญและมีความรู้ประสบการณ์ในเรื่องอาหารไทยวนจำนวน 30 คนแบ่งเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 สืบค้นข้อมูลและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับอาหารพื้นบ้านชาติพันธุ์ไทยวน

1.1 สัมภาษณ์ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องโดยใช้วิธีเจาะจงและคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) โดยพิจารณาการเลือกจากประสบการณ์การทำอาหาร และการได้รับการยอมรับของคนในชุมชน มีอายุ 45 ปีขึ้นไป ใช้การสุ่มแบบ Snowball Sampling เพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างที่มีความรู้และทักษะอย่างแท้จริง จำนวน 30 คน

ระยะที่ 2 กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 การจัดประชุมกลุ่มย่อยผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ชาวบ้าน ผู้นำชุมชน เพื่อจัดทำตำรับอาหารพื้นบ้านของชาวไทยวนหมู่บ้านสมอแข ตำบลสมอแข อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

2.2 การจัดทำตำรับอาหารพื้นบ้านชาวไทยวนของหมู่บ้านสมอแข ตำบลสมอแข อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลกโดยการชั่งตวงส่วนผสมของอาหาร เก็บรวบรวมข้อมูลก่อนปรุง บันทึกภาพขั้นตอนการปรุงเพื่อให้ได้สัดส่วนมาตรฐานของตำรับอาหารพื้นบ้านชาวไทยวน หมู่บ้านสมอแข ตำบลสมอแข อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

ระยะที่ 3 ค้นความรู้ด้านภูมิปัญญาตำรับอาหารพื้นบ้านชาวไทยวน หมู่บ้านสมอแข ตำบลสมอแข อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

3.1 ประชุมผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเพื่อยืนยันข้อมูลจากผลการรวบรวมตำรับอาหารพื้นบ้านชาวไทยวน

3.2 เผยแพร่องค์ความรู้ด้านภูมิปัญญาตำรับอาหารพื้นบ้านชาวไทยวนสู่ชุมชน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาเป็นแบบสัมภาษณ์ดำเนินการสร้างแบบสัมภาษณ์ โดยศึกษาเอกสาร ตำรา ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการสร้างแบบสัมภาษณ์และมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาหลังจากนั้นนำแบบสัมภาษณ์ไปใช้ดำเนินการศึกษากับกลุ่มตัวอย่าง

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – สิงหาคม 2562

4. การวิเคราะห์ข้อมูลดำเนินการวิเคราะห์ผลการวิจัยโดยวิธีพรรณนาเชิงวิเคราะห์หลังจากนั้นเขียนรายงานและนำเสนอข้อมูลต่อไป

5. จัดทำคู่มือรูปแบบการศึกษาตำรับอาหารพื้นบ้านชาวไทยวน หมู่บ้านสมอแข ต.สมอแข อ.เมือง จ.พิษณุโลก

ผลการวิจัย

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษารวบรวมตำรับอาหารพื้นบ้านของชาวไทยวน ตำบลสมอแข จังหวัดพิษณุโลก โดยจะนำเสนอตำรับอาหาร รวมทั้งหมด 30 ตำรับ จากการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง โดยแบ่งตามตำรับอาหารพื้นบ้านประเภทอาหารคาวจำนวน 20 ตำรับ ที่นิยมรับประทานเทศกาลและประเพณีต่างๆของชาวไทยวน (ดังตารางที่ 1) มีวิธีการปรุงแต่ละประเภท ดังนี้ อาหารประเภทแกง จำนวน 9 ตำรับ อาหารประเภทหนึ่ง จำนวน 1 ตำรับ อาหารประเภทผัด จำนวน 3 ตำรับ อาหารประเภทยำ จำนวน 1 ตำรับ อาหารประเภทน้ำพริก จำนวน 3 ตำรับ อาหารประเภทต้ม จำนวน 2 ตำรับ อาหารประเภททอด จำนวน 1 ตำรับ และตำรับอาหารพื้นบ้านประเภทอาหารหวาน จำนวน 10 ตำรับ (ดังตารางที่ 2) ซึ่งวัตถุดิบส่วนใหญ่สามารถหาได้ในท้องถิ่นและทุกครัวเรือนในชุมชน

ตารางที่ 1 ตำรับอาหารพื้นบ้านประเภทคาว

ตำรับอาหารตามประเพณี ท้องถิ่นของชาวไทยวน	ชื่อตำรับอาหาร	วัตถุดิบ
ประเพณีงานบวช รับประทานในชีวิตประจำวัน		1.บอน 200 กรัม 2.หมูสามชั้น120 กรัม 3.ปลาร้า 20 กรัม 4.มะขามเปียก 20 กรัม 5.ข้าหั่น 5 กรัม 6.ตะไคร้10 กรัม 7.กระเทียม 12 กรัม 8.ใบมะกรูด 2 กรัม 9.พริก 5 กรัม 10.หอม 12 กรัม 11.กระชาย30 กรัม 12.เกลือ 7 กรัม 13.น้ำตาลปีบ 50กรัม 14.กะทิ 230 กรัม 15.ผิวมะกรูด 4 กรัม
ประเพณีแต่งงาน ประเพณีงานบวช งานบุญตามประเพณีของท้องถิ่น		1.หยวก 230 กรัม 2. ไก่ 150 กรัม 3.ปลาร้า 10 กรัม 4.ชะอม 10 กรัม 5.ข้าหั่น 11 กรัม 6.ตะไคร้ 10 กรัม 7.กระเทียม12 กรัม 8.ใบมะกรูด 2 กรัม 9.พริก 5 กรัม 10.หอม 12 กรัม 11.กระชาย 25 กรัม 12.เกลือ 7 กรัม 13.น้ำตาลปีบ16 กรัม 14.กะทิ 230 กรัม 15.ผิวมะกรู 4 กรัม 16.หอมแดง 20 กรัม
ประเพณีขึ้นบ้านใหม่ งานบุญตามประเพณีของท้องถิ่น รับประทานในชีวิตประจำวัน		1.หน่อไม้ 280 กรัม 2.น้ำย่านาง 330 กรัม 3.ชะอม 10 กรัม 3.ปลาร้า 30 กรัม 4.ใบแมงลัก 5 กรัม 5.เห็ด 50 กรัม 6.เกลือ 3 กรัม 7.น้ำปลา 15 กรัม 8.ตะไคร้ 30 กรัม 9.พริกใหญ่ 60 กรัม 10.หอมแดง30กรัม 11.กระเทียม 15 กรัม 12.พริกเล็ก 20 กรัม
งานบุญตามประเพณีของท้องถิ่น รับประทานในชีวิตประจำวัน		1.เนื้อปลาหมัก 100 กรัม 2.วุ้นเส้น70กรัม 3.ตะไคร้ 15 กรัม 4.ใบแมงลัก 5 กรัม 5.กระเทียม 10 กรัม 6.พริกแห้ง 13 กรัม 7.ปลาร้า 25 กรัม 8.น้ำปลา 5 กรัม 9.ต้นหอม 15 กรัม 10.ใบมะกรูด 1กรัม

ภาพที่ 1 แกงบอน
ที่มา : บัณฑิตา ทับทิมเพชรราชกุล

ภาพที่ 2 แกงหยวก
ที่มา : บัณฑิตา ทับทิมเพชรราชกุล

ภาพที่ 3 แกงหน่อไม้ใบย่านาง
ที่มา : บัณฑิตา ทับทิมเพชรราชกุล

ภาพที่ 4 แกงเผ็ดวุ้นเส้น
ที่มา : บัณฑิตา ทับทิมเพชรราชกุล

ตารางที่ 1 ตำรับอาหารพื้นบ้านประเภทควา (ต่อ)

ตำรับอาหารตามประเพณี ท้องถิ่นของชาวไทยวน	ชื่อตำรับอาหาร	วัตถุดิบ
ประเพณีแต่งงาน ประเพณีงานบวช งานบุญตามประเพณีของท้องถิ่น รับประทานในชีวิตประจำวัน	 ภาพที่ 5 แกงซี่เหล็ก ที่มา : บัณฑิตา ทับทิมเพชรรางกูล	1.ซี่เหล็ก 100 กรัม 2.หมูสามชั้น 120กรัม 3.กะทิ 300 กรัม 4.พริกแห้ง 20 กรัม 5.กระชาย 30 กรัม 6.ผิวมะกรูด 3 กรัม 7.ข่า 3 กรัม 8.ตะไคร้ 10 กรัม 9.หอมแดง40 กรัม 10.กระเทียม 30 กรัม 11.น้ำปลาร้า 50 กรัม 12.เกลือ 3 กรัม 13.น้ำปลา 5 กรัม
ประเพณีแต่งงาน ประเพณีงานบวช งานบุญตามประเพณีของท้องถิ่น รับประทานในชีวิตประจำวัน	 ภาพที่ 6 แกงไข่ฝำ ที่มา : บัณฑิตา ทับทิมเพชรรางกูล	1.ฝำ 200 กรัม 2.หมูสามชั้น 150 กรัม 3.กะทิ 300 กรัม 4.น้ำปลาร้า 20 กรัม 5.พริกแห้ง 20 กรัม 6.กระชาย 30 กรัม 7.ผิวมะกรูด 3 กรัม 8.ข่า 15 กรัม 9.ตะไคร้ 10 กรัม 10.หอมแดง 30 กรัม 11.กระเทียม 30 กรัม 12.น้ำปลา 5 กรัม
ประเพณีแต่งงาน ประเพณีงานบวช ประเพณีงานสงกรานต์ งานบุญตามประเพณีของท้องถิ่น รับประทานในชีวิตประจำวัน	 ภาพที่ 7 แกงส้มขนุน ที่มา : บัณฑิตา ทับทิมเพชรรางกูล	1.ปลาช่อน 250 กรัม 2.ขนุนอ่อน 150กรัม 3.น้ำปลาร้า 15 กรัม 4.น้ำปลา 15 กรัม 5.นํ้ามะขาม 50 กรัม 6.พริกแห้ง 10 กรัม 7.หอมแดง 40 กรัม 8.กระเทียม 20 กรัม 9.ตะไคร้ 20 กรัม 10.เกลือ 5 กรัม 11.ข่า 15 กรัม 12.ผิวมะกรูด 15 กรัม
ประเพณีแต่งงาน ประเพณีงานบวช ประเพณีงานเข้าพรรษา งานบุญตามประเพณีของท้องถิ่น รับประทานในชีวิตประจำวัน	 ภาพที่ 8 ขนมจีนน้ำยาปลาช่อน ที่มา : บัณฑิตา ทับทิมเพชรรางกูล	1.ปลาช่อน 250 กรัม 2.กะทิ 300 กรัม 3.พริกแห้ง 30 กรัม 4.ตะไคร้ 30 กรัม 5.กระชาย 100 กรัม 6.กระเทียม 50 กรัม 7.หอมแดง 40 กรัม 8.ข่า 20 กรัม 9.น้ำปลา 20 กรัม 10.เกลือ 7 กรัม

ตารางที่ 1 ตำรับอาหารพื้นบ้านประเภทคาว (ต่อ)

ตำรับอาหารตามประเพณี ท้องถิ่นของชาวไทยวน	ชื่อตำรับอาหาร	วัตถุดิบ
งานบุญตามประเพณีของท้องถิ่น รับประทานในชีวิตประจำวัน		1. หอยขม 200 กรัม 2. กะทิ 300 กรัม 3. หน่อไม้ 200 กรัม 4. ใบชะพลู 20 กรัม 5. ใบแมงลัก 15 กรัม 6. ปลาร้า 50 กรัม 7. พริกแห้ง 10 กรัม 8. กระเทียม 25 กรัม 9. ผิวนะครูด 4 กรัม 10. ตะไคร้ 20 กรัม 11. หอมแดง 40 กรัม 12. ข่า 20 กรัม 13. ใบมะกรูด 1 กรัม 14. กระชาย 25 กรัม 15. น้ำปลา 20 กรัม 16. เกลือ 5 กรัม
ประเพณีแต่งงาน ประเพณีงานบวช ประเพณีงานเข้าพรรษา ประเพณีงานออกพรรษา ประเพณีงานสงกรานต์ งานบุญตามประเพณีของท้องถิ่น รับประทานในชีวิตประจำวัน		1. ปลาช่อน 500 กรัม 2. ใบมะกรูดหั่นฝอย 5 กรัม 3. หัวกะทิ 280 กรัม 4. มะพร้าวขูด 500 กรัม 5. น้ำ 400 กรัม 6. หางกะทิ 600 กรัม 7. ข่าหั่นละเอียด 10 กรัม 8. ตะไคร้ซอย 20 กรัม 9. ผิวนะครูดซอย 5 กรัม 10. กระเทียมซอย 5 กรัม 11. หัวหอมซอย 50 กรัม 12. เกลือป่น 3 กรัม 13. กระชายซอย 10 กรัม 14. น้ำปลา 50 กรัม
ประเพณีแต่งงาน ประเพณีงานบวช ประเพณีงานเข้าพรรษา ประเพณีงานออกพรรษา ประเพณีงานสงกรานต์ งานบุญตามประเพณีของท้องถิ่น รับประทานในชีวิตประจำวัน		1. ฟักทอง 200 กรัม 2. ไข่ 4 กรัม 3. หมูสามชั้น 120 กรัม 4. กะปิ 10 กรัม 5. หอมแดง 15 กรัม 6. พริกไทย 3 กรัม 7. น้ำปลา 5 กรัม 8. ใบแมงลัก 5 กรัม 9. พริกสด 20 กรัม 10. น้ำตาลปี๊บ 10 กรัม 12. กระเทียม 12 กรัม

ตารางที่ 1 ตำรับอาหารพื้นบ้านประเภทควา (ต่อ)

ตำรับอาหารตามประเพณี ท้องถิ่นของชาวไทยวน	ชื่อตำรับอาหาร	วัตถุดิบ
ประเพณีแต่งงาน ประเพณีงานบวช ประเพณีงานเข้าพรรษา ประเพณีงานออกพรรษา ประเพณีงานสงกรานต์ งานบุญตามประเพณีของท้องถิ่น รับประทานในชีวิตประจำวัน	 ภาพที่ 12 ผัดหมี่แดง ที่มา : บัณฑิตา ทับทิมเพชรรางกูล	1.หมี่ขาว 300 กรัม 2.หมูสามชั้น 120 กรัม 3.ไข่ 4 กรัม 4.ซอสแดง 40 กรัม 5.หอมแดง15 กรัม 6.กระเทียม 12 กรัม 7.น้ำปลา 5 กรัม 8.น้ำตาลปีบ 20 กรัม 9.ต้นหอม 15 กรัม 10.น้ำมัน 15 กรัม 11.น้ำมะขาม 40 กรัม
ประเพณีแต่งงาน ประเพณีงานบวช ประเพณีงานเข้าพรรษา ประเพณีงานออกพรรษา ประเพณีงานสงกรานต์ งานบุญตามประเพณีของท้องถิ่น รับประทานในชีวิตประจำวัน	 ภาพที่ 13 คั่วขนุน ที่มา : บัณฑิตา ทับทิมเพชรรางกูล	1.ขนุน 150 กรัม 2.หมูสามชั้น 100 กรัม 3.ปลาร้า 15 กรัม 4.หอมแดง 40 กรัม 5.กระเทียม 40 กรัม 6.ตะไคร้ 20 กรัม 7.น้ำปลา 5 กรัม 8.ข่า 15 กรัม 9.เกลือ 4 กรัม 10.ผิวมะกรูด 5 กรัม 11.ใบมะกรูดซอย 2 กรัม 12.พริกแห้ง 10 กรัม
ประเพณีแต่งงาน ประเพณีงานบวช งานบุญตามประเพณีของท้องถิ่น รับประทานในชีวิตประจำวัน	 ภาพที่ 14 ส้มมะเขือ ที่มา : บัณฑิตา ทับทิมเพชรรางกูล	1.มะเขือ 300 กรัม 2.กระเทียม 15 กรัม 3.หอมแดง 15 กรัม 4.พริกแดงสด 20 กรัม 5.ต้นหอม 15 กรัม 6.น้ำปลาร้า 10 กรัม 7.ใบแมงลัก 5 กรัม 8.น้ำปลา 5 กรัม
ประเพณีงานศพ ประเพณีแต่งงาน ประเพณีงานบวช งานบุญตามประเพณีของท้องถิ่น รับประทานในชีวิตประจำวัน	 ภาพที่ 15 น้ำพริกปลาทุ ที่มา : บัณฑิตา ทับทิมเพชรรางกูล	1.ปลาทุ 1 ตัว 2.หอมแดง 50 กรัม 3.กระเทียม 40 กรัม 4.มะขาม 20 กรัม 5.น้ำปลา 20 กรัม 6.พริกหยวก 70 กรัม 7.พริกชี้ฟ้า 50 กรัม 8.พริกแดง 20 กรัม

ตารางที่ 1 ตำรับอาหารพื้นบ้านประเภทควา (ต่อ)

ตำรับอาหารตามประเพณี ท้องถิ่นของชาวไทยวน	ชื่อตำรับอาหาร	วัตถุดิบ
ประเพณีงานศพ ประเพณีแต่งงาน ประเพณีงานบวช ประเพณีงานเข้าพรรษา ประเพณีงานออกพรรษา ประเพณีงานสงกรานต์ งานบุญตามประเพณีของท้องถิ่น รับประทานในชีวิตประจำวัน	 ภาพที่ 16 น้ำพริกตาแดง ที่มา : บัณฑิตา หับทิมเพชรรางกูล	1.พริกแห้ง 20 กรัม 2.มะขาม 15 กรัม 3.น้ำปลา 20 กรัม 4.หอมแดง 20 กรัม 5.กระเทียม 20 กรัม
ประเพณีงานศพ ประเพณีแต่งงาน ประเพณีงานบวช ประเพณีงานเข้าพรรษา ประเพณีงานออกพรรษา ประเพณีงานสงกรานต์ งานบุญตามประเพณีของท้องถิ่น รับประทานในชีวิตประจำวัน	 ภาพที่ 17 น้ำพริกปลาย่าง ที่มา : บัณฑิตา หับทิมเพชรรางกูล	1.ปลาย่าง 100 กรัม 2.หอมแดงคั่ว 30 กรัม 3.เกลือป่น 4 กรัม 4.พริกชี้ฟ้าคั่ว 15 กรัม 5.กระเทียม 10 กรัม 6.น้ำมะขามเปียก 10 กรัม
ประเพณีงานศพ ประเพณีแต่งงาน ประเพณีงานบวช งานบุญตามประเพณีของท้องถิ่น รับประทานในชีวิตประจำวัน	 ภาพที่ 18 หัวปลีทอด ที่มา : บัณฑิตา หับทิมเพชรรางกูล	1.หัวปลี 100 กรัม 2.พริกแกงเผ็ด 50 กรัม 3.น้ำปลา 15 กรัม 4.ไข่ไก่ 20 กรัม
ประเพณีงานศพ ประเพณีแต่งงาน ประเพณีงานบวช งานบุญตามประเพณีของท้องถิ่น รับประทานในชีวิตประจำวัน	 ภาพที่ 19 ต้มกะทิไหลบัวปลาทุ ที่มา : บัณฑิตา หับทิมเพชรรางกูล	1.ไหลบัว 150 กรัม 2.ปลาทุ 200 กรัม 3.ใบมะขาม 15 กรัม 4.กะทิ 300 กรัม 5.หอมแดง 20 กรัม 6.พริก 10 กรัม 7.ตะไคร้ 15 กรัม 8.น้ำปลา 30 กรัม 9.น้ำมะขาม 10 กรัม 10.น้ำตาลทราย 5 กรัม 11.ต้นหอม 15 กรัม

ตารางที่ 1 ตำรับอาหารพื้นบ้านประเภทคาว (ต่อ)

ตำรับอาหารตามประเพณี ท้องถิ่นของชาวไทยวน	ชื่อตำรับอาหาร	วัตถุดิบ
ประเพณีงานศพ ประเพณีแต่งงาน ประเพณีงานบวช งานบุญตามประเพณีของท้องถิ่น รับประทานในชีวิตประจำวัน		1.ไก่บ้าน 320 กรัม 2.เห็ดนางฟ้า 50 กรัม 3.ตะไคร้ 2 ต้น 4.ใบมะกรูด 4 ใบเล็ก 5.ข่า 3 แว่น 6.มะเขือเทศลูกเล็ก 3 ลูก 7.หอมแดง 2 หัวเล็ก 8.พริกขี้หนู 7 เม็ด 9.มะนาว 1 ลูก 10.น้ำปลา 3 ช้อนโต๊ะ 11.น้ำสะอาด 4 ถ้วยตวง 12.ต้นหอม 2 ต้น 13.ผักชีใบเลื่อย 1 ต้นใหญ่
ภาพที่ 20 ต้มไก่บ้าน ที่มา : บัณฑิตา หับทิมเพชรรางกุล		

ตารางที่ 2 ตำรับอาหารพื้นบ้านประเภทของหวาน

ตำรับอาหารตามประเพณี ท้องถิ่นของชาวไทยวน	ชื่อตำรับอาหาร	วัตถุดิบ
ประเพณีงานศพ ประเพณีแต่งงาน ประเพณีงานบวช งานบุญตามประเพณีของท้องถิ่น รับประทานในชีวิตประจำวัน		1.แป้งข้าวเจ้า 200 กรัม 2.แป้งข้าวเหนียว 700 กรัม 3.น้ำตาลปีบ 200 กรัม 4.มะพร้าวอ่อน 500 กรัม 5.กะทิ 500 กรัม 6.เกลือ 5 กรัม
ภาพที่ 21 ขนมก้นกระทะ ที่มา : พัฒนธรรักษ์ อัครแก้วเพชร		
ประเพณีงานศพ ประเพณีแต่งงาน ประเพณีงานบวช ประเพณีงานสงกรานต์ งานบุญตามประเพณีของท้องถิ่น รับประทานในชีวิตประจำวัน		1.แป้งข้าวเจ้า 200 กรัม 2.แป้งข้าวเหนียว 700 กรัม 3.น้ำตาลปีบ 200 กรัม 4.มะพร้าวอ่อน 500 กรัม 5.กะทิ 500 กรัม 6.เกลือ 5 กรัม
ภาพที่ 22 ขนมเทียนน้ำมี ที่มา : พัฒนธรรักษ์ อัครแก้วเพชร		
ประเพณีแต่งงาน ประเพณีงานบวช ประเพณีงานสงกรานต์ งานบุญตามประเพณีของท้องถิ่น รับประทานในชีวิตประจำวัน		1.ข้าวเหนียว 200 กรัม 2.กะทิ 150 กรัม 3.น้ำตาลทราย 50 กรัม 4.เกลือ 5 กรัม 5.กล้วยน้ำว้าสุก 120 กรัม 6.ใบตองสำหรับห่อและตอกสำหรับมัด
ภาพที่ 23 ข้าวต้มมัด ที่มา : พัฒนธรรักษ์ อัครแก้วเพชร		

ตารางที่ 2 ตำรับอาหารพื้นบ้านประเภทของหวาน (ต่อ)

ตำรับอาหารตามประเพณี ท้องถิ่นของชาวไทยวน	ชื่อตำรับอาหาร	วัตถุดิบ
ประเพณีแต่งงาน ประเพณีงานบวช ประเพณีงานสงกรานต์ งานบุญตามประเพณีของท้องถิ่น รับประทานในชีวิตประจำวัน	 ภาพที่ 24 ขนมชั้น ที่มา : พัฒนธรรัฐ อัครแก้วเพชร	1.กล้วยน้ำว้าห่าม 100 กรัม 2.แป้งข้าวเจ้า 100 กรัม 3.แป้งสาลี 100 กรัม 4.มะพร้าวขูด 45 กรัม 5.เกลือ 5 กรัม 6.หัวกะทิ 50 กรัม 7.น้ำตาลปีบ 30 กรัม 8.น้ำมันพืช สำหรับทอด
ประเพณีแต่งงาน ประเพณีงานบวช ประเพณีงานสงกรานต์ งานบุญตามประเพณีของท้องถิ่น รับประทานในชีวิตประจำวัน	 ที่มา : พัฒนธรรัฐ อัครแก้วเพชร	1.กล้วยน้ำว้าห่าม 100 กรัม 2.แป้งข้าวเจ้า 100 กรัม 3.แป้งสาลี 100 กรัม 4.มะพร้าวขูด 45 กรัม 5.เกลือ 5 กรัม 6.หัวกะทิ 50 กรัม 7.น้ำตาลปีบ 30 กรัม 8.น้ำมันพืช สำหรับทอด
ประเพณีแต่งงาน ประเพณีงานบวช ประเพณีงานสงกรานต์ งานบุญตามประเพณีของท้องถิ่น รับประทานในชีวิตประจำวัน	 ภาพที่ 26 ขนมเหนียว ที่มา : พัฒนธรรัฐ อัครแก้วเพชร	1.แป้งข้าวเหนียว 400 กรัม 2.แป้งข้าวเจ้า 100 กรัม 3.น้ำกะทิ 150 กรัม 4.น้ำตาลทราย 60 กรัม 5.น้ำมันพืช 20 กรัม 6.เกลือ 10 กรัม 7.น้ำตาลปีบ 45 กรัม 8.พริกไทย 20 กรัม
ประเพณีแต่งงาน ประเพณีงานบวช ประเพณีงานสงกรานต์ งานบุญตามประเพณีของท้องถิ่น รับประทานในชีวิตประจำวัน	 ภาพที่ 27 ขนมบัวลอย ที่มา : พัฒนธรรัฐ อัครแก้วเพชร	1.แป้งข้าวเหนียว 300 กรัม 2.น้ำตาลทราย 70 กรัม 3.หัวกะทิ 120 กรัม 4.น้ำเปล่า 50 กรัม 5.เกลือป่น 5 กรัม
ประเพณีแต่งงาน ประเพณีงานบวช ประเพณีงานสงกรานต์ งานบุญตามประเพณีของท้องถิ่น รับประทานในชีวิตประจำวัน	 ภาพที่ 28 ขนมบวชชีฟักทอง ที่มา : พัฒนธรรัฐ อัครแก้วเพชร	1.ฟักทองปอกเปลือก 200 กรัม 2.หัวกะทิ 100 กรัม 3.หางกะทิ 150 กรัม 4.น้ำตาลมะพร้าว 80 กรัม 5.เกลือ 5 กรัม 6.ใบเตยมัด 5 กรัม 7.ปูนแดง สำหรับแช่ฟักทอง

ตารางที่ 2 ตำรับอาหารพื้นบ้านประเภทของหวาน (ต่อ)

ตำรับอาหารตามประเพณี ท้องถิ่นของชาวไทยวน	ชื่อตำรับอาหาร	วัตถุดิบ																		
ประเพณีแต่งงาน ประเพณีงานบวช ประเพณีงานสงกรานต์ งานบุญตามประเพณีของท้องถิ่น รับประทานในชีวิตประจำวันชาวประชา	 ภาพที่ 29 ขนมบวชชีกกล้วย ที่มา : พัฒนธรัฐ อัครแก้วเพชร	<table> <tr><td>1.กล้วย</td><td>150</td><td>กรัม</td></tr> <tr><td>2.กะทิ</td><td>200</td><td>กรัม</td></tr> <tr><td>3.น้ำเปล่า</td><td>50</td><td>กรัม</td></tr> <tr><td>4.ใบเตยสด</td><td>5</td><td>กรัม</td></tr> <tr><td>5.เกลือ</td><td>5</td><td>กรัม</td></tr> <tr><td>6.น้ำตาลปีบ</td><td>80</td><td>กรัม</td></tr> </table>	1.กล้วย	150	กรัม	2.กะทิ	200	กรัม	3.น้ำเปล่า	50	กรัม	4.ใบเตยสด	5	กรัม	5.เกลือ	5	กรัม	6.น้ำตาลปีบ	80	กรัม
1.กล้วย	150	กรัม																		
2.กะทิ	200	กรัม																		
3.น้ำเปล่า	50	กรัม																		
4.ใบเตยสด	5	กรัม																		
5.เกลือ	5	กรัม																		
6.น้ำตาลปีบ	80	กรัม																		
ประเพณีแต่งงาน ประเพณีงานบวช ประเพณีงานสงกรานต์ งานบุญตามประเพณีของท้องถิ่น รับประทานในชีวิตประจำวัน	 ภาพที่ 30 ขนมลิ้นหมา ที่มา : พัฒนธรัฐ อัครแก้วเพชร	<table> <tr><td>1.แป้งข้าวเหนียวดำ</td><td>250</td><td>กรัม</td></tr> <tr><td>2.แป้งข้าวเหนียวขาว</td><td>200</td><td>กรัม</td></tr> <tr><td>3.น้ำตาลทราย</td><td>120</td><td>กรัม</td></tr> <tr><td>4.มะพร้าวมะพร้าวขูด</td><td>200</td><td>กรัม</td></tr> <tr><td>5.เกลือป่น</td><td>7</td><td>กรัม</td></tr> </table>	1.แป้งข้าวเหนียวดำ	250	กรัม	2.แป้งข้าวเหนียวขาว	200	กรัม	3.น้ำตาลทราย	120	กรัม	4.มะพร้าวมะพร้าวขูด	200	กรัม	5.เกลือป่น	7	กรัม			
1.แป้งข้าวเหนียวดำ	250	กรัม																		
2.แป้งข้าวเหนียวขาว	200	กรัม																		
3.น้ำตาลทราย	120	กรัม																		
4.มะพร้าวมะพร้าวขูด	200	กรัม																		
5.เกลือป่น	7	กรัม																		

สรุปผลและอภิปรายผล

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารวบรวมตำรับอาหารพื้นบ้านของชาวไทยวนรวมทั้งประเภทของอาหาร วัตถุดิบและวิธีการประกอบอาหารที่รับประทานตามประเพณีและเทศกาลต่างๆ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน เป็นชาวไทยวน อายุ 45 ปีขึ้นไปและเชี่ยวชาญการประกอบอาหารพื้นบ้านไทยวน ข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์และแบบสอบถาม ผลการศึกษาพบว่าตำรับอาหารพื้นบ้านของชาวไทยวนมีทั้งหมด 30 ตำรับซึ่งได้รับการคัดเลือกจากชาวบ้านในชุมชนว่าเป็นตำรับอาหารที่ได้รับความนิยมรับประทานในชีวิตประจำวันและประเพณีต่างๆของหมู่บ้าน แบ่งออกเป็น อาหารคาว จำนวน 20 ตำรับและอาหารหวาน จำนวน 10 ตำรับ อาหารแต่ละตำรับมีความเชื่อตามประเพณี เช่น แกงบอนนิยมรับประทานในประเพณีงานบวชแต่ไม่นิยมในประเพณีงานแต่งงานเพราะเชื่อว่าจะทำให้ชีวิตครอบครัวไม่ประสบความสำเร็จ แกงหยวกไม่นิยมรับประทานในงานศพเพราะเชื่อว่าจะทำให้มีคนตายในหมู่บ้านเพิ่มขึ้น เป็นต้น อาหารคาวส่วนใหญ่นิยมใช้ผักในท้องถิ่น และสมุนไพรพื้นบ้านเป็นวัตถุดิบหลัก ได้แก่ กระเทียม ตะไคร้ ใบมะกรูด หอมแดง พริก เนื้อสัตว์ที่นิยมใช้เป็นวัตถุดิบหลัก ได้แก่ เนื้อหมูและเนื้อปลา สำหรับเครื่องปรุงรส ได้แก่ น้ำปลาร้า น้ำมันขามเปียกและน้ำตาลมะพร้าว อาหารหวานส่วนใหญ่ นิยมใช้ข้าวเหนียวและแป้งข้าวเหนียวเนื่องจากเป็นวัตถุดิบที่สามารถหาได้ในท้องถิ่นซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงวิถีชีวิตของกลุ่มชาวไทยวนที่มีอาชีพหลัก ได้แก่ การปลูกข้าว ซึ่งอาหารหวานที่มีวัตถุดิบหลักจากข้าวเหนียวส่วนใหญ่นิยมประกอบในงาน ประเพณีต่างๆที่เกี่ยวข้องกับวิถีชีวิตของชุมชน เช่น งานแต่งงาน งานบวช งานศพ งานทำบุญตามความเชื่อของศาสนาพุทธ เป็นต้น ผลการศึกษาพบว่าวัตถุดิบที่ใช้ในการประกอบอาหารนิยมใช้วัตถุดิบที่หาได้ในท้องถิ่น เช่น เนื้อสัตว์จะหาจาก แหล่งน้ำในหมู่บ้านหรือตามทุ่งนาโดยเฉพาะปลาช่อนนาสามารถหาได้ง่ายบริเวณท้องทุ่งนาเนื่องจากชาวบ้านส่วนใหญ่มีอาชีพ ทำนา โดยนิยมนำปลาช่อนนามาประกอบอาหารประเภทห่อหมกโดยจะใช้สมุนไพรพื้นบ้านเป็นวัตถุดิบหลักในการทำส่วนผสม ของพริกแกง ก็จะเป็นแกงบอน แกงหยวก แกงขี้เหล็กและคั่วขุ่น นิยมใช้ผักประเภทใบมากกว่าผักประเภทหัวและราก เนื่องจากผักประเภทใบสามารถหาได้ในท้องถิ่นและนิยมปลูกในครัวเรือน เช่น ใบตำลึง ใบชะพลู ใบขี้เหล็ก เป็นต้น สอดคล้อง กับงานวิจัยของ พิกุล บุญมากาศ (2544) พบว่า ตำรับอาหารพื้นบ้านของชาวยองที่อาศัยในจังหวัดลำพูนนิยมใช้ผักประเภทใบ ประเภทยอด ได้แก่ ยอดตำลึง ยอดผักทอง ยอดกระถิน นำมาประกอบอาหารมากกว่าผักประเภทอื่นๆ จากการสัมภาษณ์

พบว่าวิธีการประกอบอาหารที่นิยมใช้มากที่สุด ได้แก่ การแกง และไม่นิยมใช้น้ำมันในการประกอบอาหารแต่นิยมใช้น้ำปลาร้า เป็นเครื่องปรุงรสสำหรับทุกตำรับ เครื่องปรุงพริกแกงจะมีส่วนประกอบเหมือนกันแต่รสชาติอาหารต่างกันขึ้นอยู่กับผักและ เนื้อสัตว์ที่ใช้ในการปรุง เครื่องปรุงรสหลัก ได้แก่ ปลาร้า เกลือ มะขามเปียก ส่วนลักษณะเครื่องปรุงน้ำพริกจะมีส่วนประกอบ เหมือนกันที่ใช้ในการปรุง ได้แก่ กระเทียม หัวหอม ปลาร้า นิยมรับประทานน้ำพริกตาแดงและน้ำพริกปลาร้าใน ชีวิตประจำวันเพราะวัตถุดิบสามารถหาได้ในท้องถิ่นและมีวิธีการทำที่ไม่ซับซ้อน การรับประทานน้ำพริกทุกครั้งนิยมใช้ผักสด มากกว่าผักลวก ผักต้มหรือผักนึ่งเป็นเครื่องเคียง ส่วนอาหารพื้นบ้านที่นิยมทำตามประเพณีงานแต่งงาน ได้แก่ แกงหยวก เพราะเชื่อว่าจะมีชีวิตคู่จะมีความรักที่ยืนนานที่เปรียบเสมือนเส้นใยของหยวกกล้วย ผัดหมี่แดงเพราะเชื่อว่าคู่บ่าวสาวจะมี ความรักที่ยั่งยืนยาวตลอดไปเปรียบเสมือนเส้นหมี่ที่มีความยาวดังนั้นอาหารประเภทเส้นจึงได้รับความนิยมรับประทานในงาน มงคลแต่ไม่ได้รับความนิยมในงานอวมงคล เช่น งานศพห้ามประกอบอาหารที่ใช้วัตถุดิบที่มีลักษณะเป็นเส้น เช่น เส้นขนมจีน วุ้นเส้น เป็นต้นหรือความเป็นเยื่อใย เช่น หยวกกล้วย เป็นต้นเพราะเชื่อว่าจะทำให้มีคนตายในหมู่บ้านเพิ่มขึ้น เป็นต้น ซึ่งใน สมัยโบราณคนในชุมชนจำนวนมากจะช่วยเหลือกันเตรียมอาหารในงานประเพณีต่างๆสำหรับจัดเลี้ยงแขกจำนวนมากแต่ปัจจุบันกร จัดเตรียมอาหารในแต่ละครั้งจะใช้จำนวนคนน้อยลงเนื่องจากวิถีชีวิตของคนในชุมชนที่เปลี่ยนไปจากสังคมเกษตรกรรมเข้าสู่ สังคมเมืองรวมทั้งอุปกรณ์ในการจัดเตรียมอาหารมีเครื่องอำนวยความสะดวกมากขึ้นส่งผลให้รูปแบบการจัดเตรียมอาหารของ คนในชุมชนเปลี่ยนไปจากเดิม สอดคล้องกับงานวิจัยของพรพิมล ศักดาและคณะ(2558) ที่พบว่า รูปแบบการจัดเตรียมอาหาร สำหรับสมาชิกในครอบครัวมีการปรับเปลี่ยนวิถีให้สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน เช่น การหุงข้าวที่เปลี่ยนจากการหุงข้าวแบบ เช็ดน้ำเป็นการหุงข้าวจากหม้อหุงข้าวไฟฟ้าและนิยมเตรียมอาหารในปริมาณมากหรือเรียกว่าทำเป็นหม้อ เพื่อให้สามารถอุ่นไว้ รับประทานได้หลายมื้อ และการเตรียมอาหารรูปแบบใหม่คือ เตรียมเฉพาะมื้อที่จะรับประทาน หากเป็นรูปแบบสังคม เกษตรกรรม ยังให้ความสำคัญกับการเตรียมอาหารมื้อเช้าอยู่มาก หากเป็นสังคมเมืองการเตรียมอาหารในมื้อเช้าจะถูกลด ความสำคัญลงไปเพราะความเร่งรีบสอดคล้องกับงานวิจัยของโสรัจจ์ วิสุทธิแพทย์ (2557) พบว่า การใช้ประโยชน์ภูมิปัญญา อาหารสำหรับผู้คนในท้องถิ่นยังคงมี ต่อเนื่องแต่มีแนวโน้มลดลง มีสาเหตุจากรูปแบบการดำเนินชีวิตเปลี่ยนไปทำให้การเตรียมอาหาร ปรุงอาหาร รับประทาน อาหารร่วมกันในครอบครัวลดน้อยลง

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาเพิ่มเติมด้านคุณค่าทางโภชนาการและสรรพคุณของสมุนไพรพื้นบ้านที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการประกอบ อาหารของแต่ละตำรับ
2. ควรศึกษาอาหารพื้นบ้านของชาวไทยวนในพื้นที่อื่นและนำมาเปรียบเทียบกับแต่ละพื้นที่ว่ามีความเหมือนหรือความ แตกต่างกันอย่างไ

เอกสารอ้างอิง

- กรรณิการ์ วิมลเกษม. (2549). ภาษาไทยถิ่นเหนือ NORTHERN THAI DIALECT. คณะโบราณคดี มหาวิทยาลัยศิลปากร. สืบค้นเมื่อ 4 กรกฎาคม 2562 จาก [http://C:/Users/ASUS/Downloads/214-402-1-PB%20\(1\).pdf](http://C:/Users/ASUS/Downloads/214-402-1-PB%20(1).pdf)
- จริน โพลงเงิน. (2540). ประเพณีพิธีกรรมของชาวยวนบ้านเสาไห้ ตำบลเสาไห้ อำเภอเสาไห้ จังหวัดสระบุรีวิทยานิพนธ์. ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาไทยคดีศึกษาเน้นมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. สืบค้นเมื่อ 4 กรกฎาคม 2562 จาก [http://C:/Users/ASUS/Downloads/214-402-1-PB%20\(1\).pdf](http://C:/Users/ASUS/Downloads/214-402-1-PB%20(1).pdf)
- จิตร ภูมิศักดิ์. (2556). ความเป็นมาของคำสยาม, ไทย ลาว และขอม และลักษณะทางสังคมของชื่อชนชาติ. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: ชนนิยม.
- ชมพูนุช ลาภเกิด.(2555).การศึกษาและการพัฒนากระเป๋จากผ้าทอพื้นเมืองไทย ยวน อำเภอเสาไห้ จังหวัดสระบุรี. กรุงเทพฯ:คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.สืบค้นเมื่อ 10 สิงหาคม 2562 จาก http://C:/Users/ASUS/Downloads/Arttasit_J.pdf
- พินทร น้อยพุทธา.(2538). วัฒนธรรมคนยวนเสาไห้.สระบุรี : สภาวัฒนธรรมอำเภอเสาไห้. สืบค้นเมื่อ 4 กรกฎาคม 2562 จาก[http://C:/Users/ASUS/Downloads/214-402-1-PB%20\(1\).pdf](http://C:/Users/ASUS/Downloads/214-402-1-PB%20(1).pdf)
- พินทร น้อยพุทธา.(2545). มรดกทางวัฒนธรรมอำเภอเสาไห้.สระบุรี:สภาวัฒนธรรม อำเภอเสาไห้.สืบค้นเมื่อ 4 กรกฎาคม 2562 จาก[http://C:/Users/ASUS/Downloads/214-402-1-PB%20\(1\).pdf](http://C:/Users/ASUS/Downloads/214-402-1-PB%20(1).pdf)
- มณี พะยอมยงค์. (2548). ประเพณีสิบสองเดือนล้านนาไทย. พิมพ์ครั้งที่ 5.เชียงใหม่:ส.ทรัพย์การพิมพ์
- รุ่งนภา เกียรติถาวร. (2541). การศึกษาเปรียบเทียบระบบเสียงภาษาไทยวน 4 จังหวัดในภาคกลาง (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.สืบค้นเมื่อ 10 กรกฎาคม 2562 จาก <https://www.tci-thaijo.org/index.php/liberalarts/article/view/116834/138965>
- เสน่ห์ ขาวขมิ้น. (2551). ภาษาไทยยวน ตำบลท่าช้างอำเภอเสาไห้จังหวัดสระบุรี .วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาจารึกภาษาไทย.มหาวิทยาลัยศิลปากร.สืบค้นเมื่อ 4 กรกฎาคม 2562 จาก [http://C:/Users/ASUS/Downloads/214-402-1-PB%20\(1\).pdf](http://C:/Users/ASUS/Downloads/214-402-1-PB%20(1).pdf)
- เสน่ห์ ขาวขมิ้น. (2531). ภาษาไทยยวน ที่ตำบลท่าช้าง อำเภอเสาไห้ จังหวัดสระบุรี (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร, กรุงเทพฯ.สืบค้นเมื่อ 4 กรกฎาคม 2562 จาก[http://C:/Users/ASUS/Downloads/214-402-1-PB%20\(1\).pdf](http://C:/Users/ASUS/Downloads/214-402-1-PB%20(1).pdf)
- สงวน โชติสุขรัตน์. (2512). ไทยยวน-คำเมือง. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.สืบค้นเมื่อ 11 สิงหาคม 2562 จาก <https://www.tci-thaijo.org/index.php/liberalarts/article/view/116834/138965>
- อุดม สมพร. (2537). ผ้าจากไทยยวนราชบุรี . กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.องค์การบริหารส่วนตำบลต้นตาล-พระยาทต. (2553).ข้อมูลพื้นฐานตำบลต้นตาล.สระบุรี : องค์การบริหารส่วนตำบลต้นตาล-พระยาทต.สืบค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2562 จาก <https://www.tci-thaijo.org/index.php/liberalarts/article/view/116834/138965>
- พวา พันธุ์เมฆา. (2541). สารนิเทศกับการศึกษาค้นคว้า. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ:ภาควิชาบรรณารักษศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิกุล บุญมากศ. (2544). การศึกษาตำรับอาหารพื้นบ้านชาวยอง. (รายงานผลการวิจัย). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- นราธิป ทับทัน และ ชินศักดิ์ ตันติกุล.(2560).ภูมิหลังการเคลื่อนย้ายประชากรชาวยวนเชียงใหม่และการตั้งถิ่นฐานในบริเวณตอนกลางของประเทศไทย.วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ ปีที่ 8 ฉบับเดือนธันวาคม 2560.
- สิริวรรณพิชา ธนจิราวัฒน์,และสมทรง บุรุษพัฒน์.(2560).ระบบเสียงภาษาไทยวน ในประเทศไทย. วารสารมนุษยศาสตร์สังคมศาสตร์, 34(1), 90-117.

ผลของการสกัดด้วยวิธีโฮโมจีไนเซชันและการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งต่อปริมาณ

สารสกัดแอนโทไซยานินจากกระเจี๊ยบแดง

ชูสิทธิ์ หงษ์กุลทรัพย์ และปัญชลี พัฒนินบูลย์

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

บทคัดย่อ

การศึกษาการสกัดสารแอนโทไซยานินจากกระเจี๊ยบแดงโดยวิธีโฮโมจีไนเซชัน (high speed homogenizer) และการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze drying) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในขั้นตอนการสกัด และศึกษาปริมาณ maltodextrin ที่เหมาะสมสำหรับการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง พบว่า การใช้วิธีโฮโมจีไนเซชันช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในขั้นตอนการสกัดสารแอนโทไซยานิน และเวลาโฮโมจีไนเซชัน 15 นาที เป็นเวลาที่เหมาะสมเนื่องจากให้สารสกัดที่มีปริมาณสารแอนโทไซยานินและการต้านทานอนุมูลอิสระสูง ในกระบวนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งการเพิ่มปริมาณการใช้มอลโตเดกซ์ทรีน จะทำให้ปริมาณสารแอนโทไซยานินและการต้านทานอนุมูลอิสระของสารสกัดเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ การใช้ maltodextrin 30% ทำให้สารสกัดมีมีลักษณะทางกายภาพที่ดี สีแดงสว่าง มีเนื้อละเอียด และมีสมบัติการละลายน้ำที่ดี ดังนั้น การสกัดด้วยวิธีโฮโมจีไนเซชันร่วมกับการใช้ maltodextrin เป็นสารให้ความคงตัวในระหว่างการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัดและลดการสูญเสียสารแอนโทไซยานินในระหว่างการทำแห้ง ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติเหมาะสมในการนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารต่อไป

คำสำคัญ: กระเจี๊ยบแดง, homogenization, การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง, สารแอนโทไซยานิน

Effects of homogenization extraction and freeze drying on the stability of powdered roselle extract (*Hibiscus sabdariffa* L.)

Choosit Hongkulsup, Panchalee Patnibul

Faculty of Science and Technology, Suan Sunandha Rajabhat University, Bangkok, Thailand

Corresponding Author Email: choosit.ho@ssru.ac.th

The study of extraction of anthocyanin, Roselle by high speed homogenizer and freeze drying, aims to study the optimum conditions in the extraction process. And study the appropriate amount of maltodextrin for freeze-drying, found that the homogenization method improves the efficiency of the anthocyanin extraction process. And the homogenization time of 15 minutes is appropriate due to the extract with high content of anthocyanin and free radical resistance. In the freeze-drying process, increasing use of Maltodextrin Will increase the content of anthocyanin and free radical resistance of the extract. In addition, using 30% maltodextrin makes the extract have good physical characteristics, bright red, fine texture. And has good water solubility properties. Therefore, the homogenization method combined with the use of maltodextrin as a stabilizer during freeze-drying Will increase the efficiency of extraction and reduce the loss of anthocyanins during drying Resulting in the products being suitable for further application in food products

Keywords: roselle extract, homogenizer, freeze drying, anthocyanin

บทนำ

กระเจี๊ยบแดงประกอบด้วยเม็ดสีแอนโทไซยานินจำนวนมาก กระเจี๊ยบแดงเป็นแหล่งที่สำคัญของแอนโทไซยานินในธรรมชาติ แอนโทไซยานินมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) โดยในกระเจี๊ยบจะประกอบไปด้วยแอนโทไซยานินหลัก 2 ชนิด คือ delphinidin-3-sambubioside หรือ delphinidin-3-xylosylglucoside หรือ hibiscin และ cyanidin-3-sambubioside หรือ cyanidin-3-xylosylglucoside หรือ gossypicyanin และแอนโทไซยานิน 2 ชนิดรองคือ delphinidin-3-glucoside และ cyanidin-3-glucoside (Tsai *et al.*, 2002)

ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการสกัดแอนโทไซยานินที่สำคัญ ได้แก่ ชนิดของตัวทำละลาย pH อุณหภูมิ เวลาที่ใช้ในการสกัด อัตราส่วนของตัวทำละลายต่อตัวอย่างที่นำมาสกัด จากการศึกษาพบว่า การสกัดแอนโทไซยานินนิยมใช้ acidified alcohol เป็นตัวทำละลาย เนื่องจากแอนโทไซยานินจะเสถียรที่ pH เป็นกรดและละลายได้ดีในตัวทำละลายมีขี้ (บุศรารัตน์, 2545) ทจากการศึกษาชนิดของตัวทำละลายและเวลาในการสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชัน พบว่า ตัวทำละลายที่ให้ประสิทธิภาพในการสกัดดีที่สุดโดยใช้เวลาน้อยที่สุดคือ สารละลายกรดไฮโดรคลอริก โดยสกัดได้ปริมาณแอนโทไซยานินเท่ากับ 12.40 มิลลิกรัมแอนโทไซยานินต่อกรัมตัวอย่างที่เวลา 72.5 นาที และจากการศึกษา ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ของตัวทำละลายในการสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชัน พบว่า pH ที่ให้ประสิทธิภาพในการสกัดดีที่สุดคือ pH 4.5 (Tulyathan *et al.*, 1993) นอกจากนี้ การศึกษาเกี่ยวกับชนิดของตัวทำละลายในการสกัดแอนโทไซยานินจากกากองุ่นที่เป็นผลพลอยได้จากการผลิตไวน์ พบว่า เมทานอล เป็นตัวทำละลายที่ดีที่สุด โดยมีประสิทธิภาพในการสกัดสูงกว่า เอทานอล และ น้ำ ร้อยละ 20 และร้อยละ 73 ตามลำดับ (Metivier *et al.*, 1980)

Solvent Extraction เป็นการสกัดสารออกฤทธิ์ออกจากพืชโดยให้ตัวทำละลายสัมผัสกับตัวอย่างในระยะเวลาที่เหมาะสม อย่างไรก็ตามวิธีการสกัดนี้ใช้เวลานานในการสกัดสารออกฤทธิ์จากพืชจนสมบูรณ์ เนื่องจากไม่ค่อยมีการเคลื่อนที่ของตัวทำละลาย หรือตัวอย่างมีขนาดอนุภาคใหญ่ จึงมีผู้ดัดแปลงใช้เครื่องผสม (mixer) หรือโฮโมจีไนเซอร์ (homogenizer) มาช่วยทำให้เซลล์พืชแตกออกก่อนทำการสกัด ทำให้ตัวอย่างมีขนาดอนุภาคเล็กลง เพิ่มพื้นที่ผิวในการเกิดปฏิกิริยาให้กับตัวทำละลาย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดระยะเวลาการสกัดลง นอกจากนี้ยังเป็นวิธีช่วยในการเตรียมตัวอย่างก่อนทำการสกัด การเตรียมตัวอย่างโดยกระบวนการโฮโมจีไนเซชัน (homogenization) จะทำตัวอย่างมีขนาดอนุภาคเล็กลงและมีการกระจายตัวสม่ำเสมอ (Mustafa *et al.*, 2011) ในปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้เทคนิค (homogenization) หรือร่วมกับการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (freeze drying) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัดและลดการสูญเสียสารออกฤทธิ์ในระหว่างการทำแห้ง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารแอนโทไซยานินจากกระเจี๊ยบแดง โดยการใช้ไฮโมจีโนเซอร์ในการขั้นตอนการสกัดตัวอย่าง
2. เพื่อศึกษาปริมาณ maltodextrin ที่เหมาะสมในการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งของสารสกัดสารแอนโทไซยานินจากกระเจี๊ยบแดง
3. เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของสารสกัดแอนโทไซยานินที่ผลิตได้

วิธีดำเนินการวิจัย

นำกระเจี๊ยบแดงมาหั่นครึ่งนำเมล็ดออกแล้วนำไปล้างน้ำให้สะอาด โดยเติมตัวทำละลาย 100 มิลลิลิตร (น้ำกลั่น : เอทานอลความเข้มข้น 95% (v/v) (1:1) ปรับ pH เป็น 2.5 ด้วยกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.1 M) ในตัวอย่างหนัก 20 กรัม นำไปปั่นด้วย High speed homogenizer (IKA, T-25 digital ULTRA-TURRAX) ด้วยความเร็ว 20,000 rpm/min เป็นเวลา 0, 5, 10 และ 15 นาที (ใช้ blender ปั่นตัวอย่างที่ไม่ผ่าน homogenizer) ปิดภาชนะด้วยแผ่น aluminium foil เก็บไว้ในที่มืดนาน 1 ชั่วโมง จากนั้นกรองด้วยผ้าขาวบาง จากนั้นนำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์ปริมาณสารแอนโทไซยานินและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

นำสารละลายสกัดแอนโทไซยานินไปผ่านกระบวนการทำแห้งด้วยวิธีทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze dryer) โดยขั้นตอนนี้ต้องผสม maltodextrin เป็นสารเพิ่มปริมาณ (bulking agent) 3 ระดับ คือ 10%, 20% และ 30% จากนั้นนำสารสกัดที่ได้ไปวิเคราะห์ปริมาณสารแอนโทไซยานิน ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และคุณสมบัติทางกายภาพ

การศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH radical scavenging capacity (เนตรนภา และ เฉลิม, 2557)

นำสารสกัดแอนโทไซยานินมาวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ โดยขั้นแรกเตรียมสารละลาย DPPH 20 mM ลงในขวดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรจากนั้นนำสารละลาย DPPH ที่เตรียมไว้ข้างต้นมาปิเปตต์ลงในหลอดทดลอง 200 μ l แล้วจึงเติมตัวทำละลายน้ำลงไป 3 ml

นำตัวอย่างผงกระเจี๊ยบมาเตรียมเป็นสารละลายไว้โดยใช้ตัวทำละลายคือน้ำกลั่นซึ่งจะทำการเจือจาง 100 เท่าโดยจะชั่งตัวอย่างผงกระเจี๊ยบ 0.03 g ต่อน้ำ 3 ml นำไปเขย่าบนเครื่องเขย่าสาร (Vortex) จนละลายเข้ากัน จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 จนมั่นใจว่าไม่มีตะกอนเหลืออยู่ (ทำเหมือนกันทั้งหมดทุกตัวอย่าง) จากนั้นนำสารละลายที่ได้ปิเปตต์ลงในสารละลาย DPPH ที่เตรียมไว้ในหลอดทดลองก่อนหน้านี้ 100 μ l จากนั้นเขย่าด้วยเครื่องเขย่าสารจนเข้ากันตั้งทิ้งไว้ในที่มืดนาน 30 นาทีแล้วจึงนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ความยาวคลื่นที่ใช้คือ 515 nm โดยทดลอง 3 ซ้ำ จากนั้นนำไปคำนวณหาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ

การศึกษาปริมาณสารแอนโทไซยานินที่พบในตัวอย่างกระเจี๊ยบผง (บุศรารัตน์, 2545)

นำสารสกัดแมววิเคราะห์ปริมาณสารแอนโทไซยานิน เตรียมเป็นสารละลายโดยใช้ตัวทำละลายคือน้ำกลั่นซึ่งจะทำการเจือจาง 100 เท่า เจือจางสารสกัดจากกระเจี๊ยบแดงเข้มข้นด้วยน้ำกลั่น ให้มีความเข้มข้น 1.5 ไมโครลิตรสารสกัดเข้มข้นต่อมิลลิลิตร โดยจะชั่งน้ำหนักตัวอย่างผงกระเจี๊ยบ 0.03 g ต่อน้ำ 3 ml นำไปเขย่าบนเครื่องเขย่าสาร (Vortex) จนละลายเข้ากัน จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 จนมั่นใจว่าไม่มีตะกอนเหลืออยู่ จากนั้นนำสารละลายที่ได้มาตั้งทิ้งไว้ในที่มืดนาน 2 ชั่วโมงเพื่อให้เกิดสมดุลของ forms ต่างๆของแอนโทไซยานิน จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 nm

ผลและอภิปรายผลการทดลอง

การศึกษาผลของ homogenization time ต่อปริมาณสารสกัดแอนโทไซยานิน พบว่า วิธีโฮโมจีไนเซชัน (high speed homogenization) ในขั้นตอนการสกัดมีผลต่อประสิทธิภาพในการสกัดสารแอนโทไซยานินจากกระเจี๊ยบแดงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการสกัดโดยไม่ใช้โฮโมจีไนเซชัน โดยเมื่อเพิ่มเวลาในการโฮโมจีไนเซชันทำให้ประสิทธิภาพในการสกัดสารแอนโทไซยานินเพิ่มสูงขึ้น และสารสกัดที่ได้มีความสามารถในการต้านทานอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้น โดยที่เวลาโฮโมจีไนเซชัน 20 นาที สารสกัดจะมีปริมาณแอนโทไซยานินและความสามารถในการต้านทานอนุมูลอิสระสูงที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ จุฬาวรรณ (2560) ที่ศึกษาการสกัดสารประกอบฟีนอลิกจากไข่น้ำ พบว่า เมื่อเพิ่มเวลาในการโฮโมจีไนเซชันจะทำให้คุณภาพของตัวอย่างมีขนาดเล็กลงอย่างมีนัยสำคัญ มีการกระจายตัวที่ดีและมีความสม่ำเสมอมากกว่า

ตารางที่ 1 ปริมาณสารปริมาณแอนโทไซยานิน และความสามารถในการต้านทานอนุมูลอิสระของสารละลายสกัดกระเจี๊ยบแดง

Homogenization time (min)	DPPH radical scavenging activity (mg BHT/g dry matter)	ปริมาณแอนโทไซยานิน (mg cy-3-glu/g dry matter)
15	4.61 ^a ± 0.53	2.40 ^a ± 0.52
10	4.05 ^b ± 0.41	2.29 ^b ± 0.43
5	3.57 ^c ± 0.55	1.87 ^b ± 0.67
0	2.78 ^d ± 0.65	1.42 ^d ± 0.70

การศึกษาผลของ maltodextrin และการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งต่อปริมาณสารสกัดแอนโทไซยานิน พบว่า ปริมาณ maltodextrin มีผลต่อปริมาณการสกัดสารแอนโทไซยานินจากกระเจี๊ยบแดงอย่างมีนัยสำคัญ โดยเมื่อเพิ่มอัตราปริมาณ maltodextrin ทำให้สารสกัดที่ได้มีปริมาณแอนโทไซยานินและความสามารถในการต้านทานอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้น โดยปริมาณ maltodextrin 3 % เหมาะสมที่จะใช้เป็นสารเพิ่มปริมาตร (bulking agent) ที่ช่วยให้ความคงตัวสำหรับแอนโทไซยานินในระหว่างการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง สอดคล้องกับงานวิจัยของ (บุศรารัตน์, 2545) ที่ศึกษาการทำแห้งแบบ

เยือกแข็งโดยใช้ maltodextrin เป็นสารเพิ่มปริมาณ พบว่า การเติม maltodextrin ในสารละลายแอนโทไซยานินที่นำไปทำแห้งแบบเยือกแข็ง ค่า hydrogen-ion retention จะสูงขึ้นทำให้ pH ลดลง จะช่วยรักษาโครงสร้างทางกายของแอนโทไซยานินระหว่างการทำแห้ง และสัมพันธ์กับความเข้มข้นของแอนโทไซยานิน

ตารางที่ 2 ปริมาณสารปริมาณแอนโทไซยานิน และความสามารถในการต้านทานอนุมูลอิสระของสารสกัดจากกระเจี๊ยบแดง โดยการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

ปริมาณ maltodextrin	DPPH radical scavenging activity (mg BHT/g dry matter)	ปริมาณแอนโทไซยานิน (mg cy-3-glu/g dry matter)
10%	3.25 ^c ± 0.39	1.80 ^c ± 0.65
20%	3.60 ^b ± 0.37	1.98 ^b ± 0.52
30%	3.91 ^a ± 0.26	2.24 ^a ± 0.23

การศึกษาผลของปริมาณ maltodextrin และการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งต่อสมบัติทางกายภาพของสารสกัดแอนโทไซยานิน พบว่า ปริมาณ maltodextrin ที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้สารสกัดที่ได้มีค่าความชื้นและ ค่า a_w (water activity) ลดลง เนื่องจากการใช้ปริมาณ maltodextrin มากขึ้นในการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง จะช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์มีขนาดอนุภาคเล็กลง สามารถระเหิดน้ำออกจากผลิตภัณฑ์ได้ง่าย ส่งผลสารสกัดที่มีการผสม maltodextrin ในปริมาณมากจะมีค่าความชื้นและความสามารถในการดูดซึมความชื้นน้อยกว่า สอดคล้องกับงานวิจัยของ อรุษา (2554) เรื่องสัณฐานจากเปลือกมังคุด แสดงให้เห็นว่าการใช้ปริมาณ maltodextrin ที่แตกต่างกันในการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งจะทำให้กระเจี๊ยบผงที่ได้มีค่า a_w แตกต่างกัน นอกจากนี้ การใช้ maltodextrin เป็นสารเพิ่มปริมาณ (bulking agent) ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะปรากฏและคุณสมบัติการละลายดี เนื่องจากการผสม maltodextrin จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีผลึกที่เล็กลงมีความละเอียดมากขึ้นทำให้สามารถละลายได้เร็ว สอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องการผลิตสีผงสำหรับอาหารจากวัสดุธรรมชาติด้วยวิธีการทำแห้งแบบฉีดพ่นฝอย (กลอยใจ, 2556)

ตารางที่ 3 สมบัติทางกายภาพของสารสกัดจากกระเจี๊ยบแดง โดยการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

ปริมาณ maltodextrin	ความชื้น (%)	a_w (water activity)	การละลาย (นาที)
10%	5.87 ^a ± 0.52	0.32 ^a ± 0.11	5.56 ^a ± 0.20
20%	4.22 ^b ± 0.38	0.25 ^b ± 0.10	4.55 ^b ± 0.13
30%	3.49 ^c ± 0.41	0.21 ^c ± 0.08	3.32 ^c ± 0.12

การศึกษาผลของปริมาณ maltodextrin และการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งต่อลักษณะสีของสารสกัดแอนโทไซยานิน โดยพบว่า การใช้เพิ่มปริมาณ maltodextrin มากขึ้นจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีแดงสว่างกว่า โดยการใช้ปริมาณ maltodextrin 30% จะทำให้สารสกัดมีค่าความสว่าง (L^*) และค่าสีแดง (a^*) สูงที่สุด

ตารางที่ 4 ค่าสีของสารสกัดจากกระเจี๊ยบแดง โดยการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

ปริมาณ maltodextrin	ค่าสี		
	L^*	a^*	b^*
10%	$36.00^c \pm 0.01$	$28.51^b \pm 0.81$	$-3.55^c \pm 0.41$
20%	$43.68^b \pm 0.01$	$30.11^a \pm 0.64$	$-1.79^b \pm 0.35$
30%	$49.47^a \pm 0.02$	$30.15^a \pm 0.40$	$0.32^a \pm 0.21$

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาผลของเวลาในการโฮโมจีไนเซชัน (homogenization time) ต่อปริมาณสารสกัดแอนโทไซยานิน พบว่า วิธีโฮโมจีไนเซชันช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัดสารแอนโทไซยานิน และเวลาโฮโมจีไนเซชัน 15 นาที เป็นเวลาที่เหมาะสมในการสำหรับการสกัด การใช้ maltodextrin เป็นสารเพิ่มปริมาณและให้ความคงตัวในระหว่างการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง มีผลต่อปริมาณสารแอนโทไซยานินจากกระเจี๊ยบแดงอย่างมีนัยสำคัญ โดยเมื่อเพิ่มปริมาณ maltodextrin ทำให้สารสกัดที่ได้มีปริมาณแอนโทไซยานินและมีความสามารถในการต้านทานอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ การใช้ปริมาณ maltodextrin เพิ่มขึ้น ช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของสารสกัดที่ได้ ทำให้มีค่าความชื้นและค่า a_w ลดต่ำลง แต่มีความสามารถในการละลายเพิ่มขึ้น และให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะสีแดงสว่างมากขึ้น ดังนั้น การสกัดโดยวิธีโฮโมจีไนเซชันรวมกับการใช้ maltodextrin เป็นสารให้ความคงตัวในระหว่างการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัดและลดการสูญเสียสารแอนโทไซยานินในระหว่างการทำแห้ง ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะทางกายภาพที่ดี และมีคุณสมบัติเหมาะสมในการนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กลอยใจ เขยกลั่นเทศ. (2556). การผลิตสีผงสำหรับผสมอาหารจากวัสดุธรรมชาติด้วยวิธีการทำแห้งแบบฉีดพ่นฝอย. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- จุฬาวรรณ ดอกไม้งาม. (2560). การศึกษาการสกัดสารประกอบฟีนอลิกจากไข่น้ำและการประยุกต์ใช้สำหรับเครื่องสำอางประเภทเอนแคปซูเลชันอิมัลชัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เนตรนภา เมยกลาง และเฉลิม เรืองวิริยะชัย (2557). การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในเครื่องดื่มน้ำผลไม้. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น 14(4). 69-79.
- บุศรารัตน์ สายเชื้อ. (2545). แอนโทไซยานินจากกระเจี๊ยบแดง *Hibiscus sabdariffa* L. เพื่อใช้เป็นสีผสมอาหาร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วีรพล บวรวงศ์เสถียร. (2553). ผลของอุณหภูมิในการอบแห้งต่อฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของกระเจี๊ยบแดง *Hibiscus sabdariffa*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรุษา เขาวนลิขิต. 2554. สีธรรมชาติจากเปลือกมังคุด. 10. รายงานวิจัยสีธรรมชาติจากเปลือกมังคุด พ.ศ. 2554. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- Metivier, R. P.; Francis, F. J.; and Clydesdale, F. M. 1980. Solvent extraction of anthocyanins from wine pomace. *Journal of Food Science* 45: 1099-1100.
- Mustafa A, Turner C. Pressurized liquid extraction as a green approach in food and herbal plants extraction: A review. *Analytica Chimica Acta* 2011; 703(1): 8-18.
- Tsai, P. J., McIntosh, J., Pearce, P., Camden, B., and Jordan, B.R. 2002. Anthocyanin and antioxidant capacity in Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) extract. *Food Research International* 35: 351-356.
- Tulyathan, V.; Dunagmal, K.; and Thunpittayakut, C. 1993. Anthocyanin extractive from blue pea flowers (*Clitoria Ternatea* L.). *Thai Journal of Agriculture and Science* 26: 171-183.

The effect of extraction methods on phenolic, anthocyanin, and antioxidant activities of Riceberry bran

Supatchalee Sirichokworrakit^{1, a}, Hathairat Rimkeeree^{1, b}, Withida Chantrapornchai^{1, c} Udomluk Sukatta^{2, d},
Prapasson Rukyhaworn^{2, e}

¹ Department of Product Development, Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University, Bangkok, Thailand

² Kasetsart Agricultural and Agro-Industrial Product Improvement Institute, Kasetsart University, Bangkok, Thailand

E-mail; ^a supatchalee.si@ssru.ac.th, ^b fagihru@ku.ac.th, ^c withida.c@ku.ac.th,

^d aapuls@ku.ac.th, ^e aappsr@ku.ac.th

Abstract

Riceberry bran, byproduct from the rice milling process, is one of bioactive compounds sources. In order to increase Riceberry bran value, the purpose of this study was to compare the effect of different Riceberry bran extraction methods, including accelerated solvent extraction (ASE), ultrasonic-assisted extraction (UAE), soxhlet extraction (SE), and maceration method (MC) on bioactive compounds and antioxidant activities. It was found that the Riceberry bran extract from ASE presented the highest total phenolic, total anthocyanin content (55.45 mg GAE/g and 3.06 mg/g) and antioxidant properties including IC₅₀ of DPPH assay (0.109 mg/mL), FRAP value (688.04 mmole Fe(II)/kg) and IC₅₀ of ABTS assay (3.42 mg/mL) among the four methods. These results imply the potential to use the ASE method for extraction of phenolic and anthocyanin compounds from Riceberry bran.

Keywords: Accelerated solvent extraction; Maceration; Riceberry bran; Soxhlet; Ultrasonic-assisted extraction

1. Introduction

Riceberry, deep purple grain; (*Oryza Sativa* L.), a cross-bred strain from the Khao Hom Nin Rice variety which is well known as containing high antioxidant properties and Khao Hom Mali 105 well known as fragrant rice (Leardkamolkarn et al., 2011). Consumption of Riceberry is becoming popular in Thailand because of high nutrition and so as to meet the increasing market demand, the Thai government is supporting farmers to grow Riceberry (Peanparkdee, Yanauchi, & Iwamoto, 2018). Riceberry bran is a by-product of the rice milling process. It is always extracted oil and defatted Riceberry bran is used as an ingredient in animal feed. A number of studies have reported the presence of bioactive compounds in Riceberry bran. For instance, Riceberry bran is a rich source of phenolic compounds, anthocyanins, vitamin E and oryzanol which have shown great antioxidant activities (Peanparkdee, Yanauchi, & Iwamoto, 2018). In addition, several studies reported that Riceberry possessed chemopreventive properties including decreasing inflammation, managing diabetes and improving the regenerative changes of the pancreas, kidneys, heart and liver (Leardkamolkarn et al., 2011; Posuwan et al., 2013; Prangthip et al., 2013).

Extraction, the first step of bioactive compounds study, plays a significant and important role in the final quality of the extract. There are many extraction techniques that have been developed for the extraction of bioactive components from rice bran such as UAE, ASE microwave and ohmic heating-assisted extraction, etc. Peanparkdee, Yanauchi, and Iwamoto (2018) extracted phenolic and anthocyanins from Riceberry bran using UAE. Suttiarporn, Sookwong, and Mahatheeranont (2016) studied fractionation and identification of antioxidant compounds from Riceberry bran using solvent extraction (hexane, dichloromethane and methanol). However, there is little published information to compare extraction methods of bioactive compound from Riceberry bran. Conventional solvent extraction is used in extracting bioactive compounds from plants, based on many parameters, including the amount of solvents, extraction time, polarity of the antioxidant, and temperature (Peanparkdee, Yanauchi, & Iwamoto, 2018). The conventional methods such as SE, and MC are still considered to be compared with new extraction methods. Recently, new extraction methods have obtained increasing attentiveness to produce more environmentally sustainable, more effective, decreasing cost and faster extraction (Barros, Dykes, Awika, & Rooney, 2013). New extraction methods were used in various bioactive compounds, such as phenolic from rice bran (Tabaraki & Nateghi, 2011) using UAE since it can increase the efficiency of solvent extraction. ASE was also used to extract phenolic compounds from sorghum brans (Barros, Dykes, Awika, & Rooney, 2013), and anthocyanin composition from blue wheat, purple corn, and black rice (Abdel-Aal, Akhtar, Rabalski, & Bryan, 2014). This method uses a combination of elevated temperature and pressure with common solvents to increase the efficiency of the extraction process. The result is faster run times and a significant reduction in solvent use. Therefore, the main objective of the present study was to extract Riceberry bran using ASE, UAE, SE, and MC followed by the evaluation of the total phenolic content, total anthocyanin content and antioxidant activities in order to increase the utilization of Riceberry bran.

2. Methodology

2.1. Raw Material

Defatted Riceberry bran (*Oryza sativa*) obtained from Sunfood Corp Limited (Samutprakan, Thailand). It was sieved through 20 –100 mesh screen. It was kept in a sealed container at -18°C. All measurements were performed in triplicate.

2.2. Chemicals

Folin-Ciocalteu reagent gallic acid, 2,2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt (ABTS), ascorbic acid (vitamin C), α -

tocopherol and 2,6-di-tert-butyl-4-methyl-phenol were purchased from Sigma-Aldrich (St. Louis, MO). Potassium chloride and sodium carbonate were purchased from Ajax Finechem (NSW, Australia). Sodium acetate hydrate and ferrous sulphate were purchased from Carlo Erba (Chaussee du Vexin, France). Hydrochloric acid was purchased from Merck (Darmstadt, Germany).

2.3. Determination of extract yield

The yield of extracts on a dry weight basis was calculated from equation (1) as shown below:

$$\text{Extract yield (\%)} = (W_1 \times 100) / W_2 \quad (1)$$

W_1 was the weight of extract after evaporation of ethanol

W_2 was the dry weight of the fresh plant sample

2.4. Determination of moisture content

The moisture content of the Riceberry bran was analysed according to AOAC methods (AOAC, 2019).

2.5. Determination of water activity (a_w)

The water activity was determined at 25 °C using aw meter, Aqua Lab (Series 3 TE (Decagon Devices Inc., U.S.A.)). Approximately 2 g of the ground sample was used for the analysis.

2.6. Determination of color value

The color of rice bran was measured with spectrophotometer (Hunter Lab, Color Quest XE, USA) equipped with a D65 illuminant using the CIE $L^* a^* b^*$ system.

2.7. Sample extraction

Four extraction methods, ASE, UAE, SE, and MC were investigated. Riceberry bran was extracted with ethanol using UAE method according to Tabaraki and Nateghi (2011) method with some modifications. The bran (10 g) was dissolved in 200 ml of 67% (v/v) aqueous ethanol. The sample was sonicated (37 kHz) in an ultrasonic cleaner (Ultrasonic bath, Elmasonic P, Germany) at 55 °C for 40 min. The resulting extract was filtered through a Whatman No. 1 filter paper and vacuum-dried in a rotary evaporator (Rotavapor R-100, Buchi, Switzerland) at 40°C. The crude extract was stored at -18 °C until use.

ASE was performed on a Dionex ASE 350 system (Thermo Scientific, USA). The bran sample of 10 g was mixed with diatomaceous earth (DE) in a proportion of 1:1 and placed in a 66 mL stainless steel extraction cell. A cellulose D28 filter (Dionex Corporation) was placed at the bottom of the extraction cell to avoid the collection of suspended particles in the collection vial. The extraction cells were arranged in the sample carousel and prefilled with the solvent (67% ethanol), static time 10 minutes, and heated at 55 °C. The extraction was done using 5 cycles and the cell was rinsed with 100% flush. The extract was collected in 250 mL collection vials. The resulting extract was filtered through a Whatman No. 1 filter paper and vacuum-dried in a rotary evaporator at 40 °C. The crude extract was stored at -18 °C until use.

The SE was based on the UAE method. The bran (10 g) was placed in a thimble and put it in the extractor that dissolved in 50 ml of 67% ethanol. The distillation flask was filled with 250 ml of 67% ethanol, and heat source. The sample was placed in a thimble-holder that was gradually filled with condensed fresh extractant from a distillation flask. When the solvent reached the overflow level, a siphon aspirates the solute from the thimble-holder and unloaded it back into the distillation flask, thus carrying the extracted analyses into the bulk liquid. This operation was repeated until the

solvent in the extractor was clear. The resulting extract was filtered through a Whatman No.1 filter paper and vacuum-dried in a rotary evaporator at 40 °C. The crude extract was stored at -18 °C until use.

MC was investigated at room temperature. The bran (10 g) was dissolved in 200 ml of 67% ethanol in closed bottles. After 48 h of extraction, the extract was filtered through a Whatman No. 1 filter paper and repeat 3 times until the extract was clear. The collection of the extract was vacuum-dried in a rotary evaporator at 40°C. The crude extract was stored at -18 °C until use.

2.8. Determination of total phenolic content

The total phenolic content of Riceberry bran extracts was determined by the Folin-Ciocalteu reagent using different concentration (0-200 µg/mL) of Gallic acid as standard (Wolfe, Wu, & Liu, 2003) with some modifications. 125 µL of samples were mixed with 500 µL distilled water in a test tube followed by the addition of 125 µL of Folin-Ciocalteu reagent and allowed to stand at room temperature for 6 minutes. Then it was mixed with 1,250 µL of 7% Na₂CO₃ and followed by the addition of 1,000 µL of distilled water and allowed to stand at room temperature for 90 minutes. The absorbance of the mixtures was determined at 760 nm in spectrophotometer (UV mini-1240, Shimadzu, USA). Total phenolic content in the extract was expressed in mg Gallic acid equivalent/g.

2.9. Determination of anthocyanin content

The analysis method for anthocyanin content was modified from the method used by Giusti & Worsltad (2005). The Riceberry bran extracts (1 mL) in 25 mL of volume metric flasks were adjusted with potassium chloride buffer (0.03 mol/L, pH 1.0) and the other was adjusted with sodium acetate buffer (0.4 mol/L, pH 4.5). Each of them was left for 15 minutes in the dark at room temperature. The absorbance of the mixtures was determined at 510 nm and 700 nm in spectrophotometer. The anthocyanin concentration (mg/L) of sample was calculated according to the following formula (2) and expressed as Cyanidin-3-glucoside equivalents:

$$\text{Total anthocyanin content (mg/g)} = \frac{(A_{\lambda_{700}} - A_{\lambda_{510}}) \text{ pH 1.0} - (A_{\lambda_{700}} - A_{\lambda_{510}}) \text{ pH 4.5}}{(\epsilon \times l \times G)} \quad (2)$$

A was ($A_{\lambda_{700}} - \lambda_{510}$) pH 1.0 - ($A_{\lambda_{700}} - \lambda_{510}$) pH 4.5

MW was the molecular weight of Cyanindin-3glucoside (449.2 g/mol)

DF was the dilution factor (20 µL sample is diluted to 2 mL, DF = 1000)

ϵ was the extinction coefficient ($L \times \text{cm}^{-1} \times \text{mol}^{-1}$) = 26,900 for Cyanindin-3-glucoside where L (path length in cm) = 1

l was the volume of solvent

G was the weight of sample

2.10. Determination of antioxidant activities

2.10.1. IC₅₀ of DPPH scavenging activity

The free radical scavenging activity of Riceberry bran extracts will be evaluated using the stable radical DPPH according to the method of Re et al. (1999). Various concentration of each extract was pipetted into 1 mL DPPH working solution. The mixture was shaken and incubated for 30 minutes in the dark at room temperature. Ascorbic acid, α -tocopherol, and BHT were used as standard. The analysis was done in triplicate for standard and each extract. The absorbance of the mixtures was determined at 517 nm relative to the control (as 100%) using a spectrophotometer. The percentage of radical scavenging ability was calculated by using the formula (3):

$$\text{Scavenging ability (\%)} = \frac{(\text{Absorbance 517 nm of control} - \text{Absorbance 517 nm of sample}) \times 100}{\text{Absorbance 517 nm of control}} \quad (3)$$

IC₅₀ of DPPH scavenging activity of each extract could be calculated using its calibration curve.

2.10.2. Ferric reducing antioxidant power (FRAP)

The FRAP assay was modified from Benzie and Strain (1999). 60 µL of samples were mixed with 1.8 ml of the FRAP reagent and 180 µL of distilled water. The absorbance of the mixtures was determined at 593 nm using a spectrophotometer after 4 minutes incubation at 37 °C. FRAP reagent was prepared daily and consisted of 0.3 M acetate buffer (pH 3.6), 10 mM TPTZ in 40 mM HCl, 20 mM FeCl₃ and distilled water in a ratio of 10:1:1:1.2 (v/v/v/v). FRAP value was obtained by comparing the absorbance change in the test mixture with doses obtained from increasing concentrations of Fe(III) and expressed as mmol of Fe(II) equivalents per g extract. Ascorbic acid, α-tocopherol, and BHT were used as standard.

2.10.3. IC₅₀ of ABTS radical scavenging assay

ABTS radical scavenging activity was determined according to Re et al. (1999) with some modification. A stable stock solution of ABTS radical cation was produced by reacting a 7 mM aqueous solution of ABTS with potassium persulfate in the dark at room temperature for 12-16 h before use. The working solution was diluted with 95% ethanol to reach an absorbance of 0.7±0.02 at 734 nm. 20 µL of samples were mixed with 2 mL of working solution, and the absorbance was measured immediately at 734 nm after 6 minutes at room temperature in the dark. Ascorbic acid, α-tocopherol, and BHT were used as standard. The analysis was done in triplicate for standard and each sample. Antioxidant capacity of each sample was determined based on the reduction of ABTS absorbance by calculating the percentage of antioxidant activity. IC₅₀ of ABTS scavenging activity of each extract could be calculated using its calibration curve.

3. Results and discussion

3.1. Quality of raw material

Chemical and physical properties of defatted Riceberry bran are presented in Table 1. Defatted Riceberry bran had low moisture content and *a_w* and dark purple in color. The particle size of Riceberry bran was mostly 60-80 mesh.

Table 1. Chemical and physical properties of Riceberry bran.

Chemical and physical properties	Measurement values
Moisture (%)	5.65±0.12
a_w	0.33±0.01
L^*	35.33±0.17
a^*	5.69±0.11
b^*	4.28±0.12
Particle size 20-40 Mesh (%)	4.55±0.78
40-60	19.24±0.95
60-80	65.16±0.86
80-100	7.80±0.84
≥ 100	3.25±0.75

3.2. Effect of extraction methods on total phenolic and total anthocyanin content

The extracts obtained from ASE, UAE, SE and MC were investigated. Percentage of extraction yield, total phenolic and total anthocyanin contents are shown in Table 2. There were no significant differences in the percentage of extraction yield ($p>0.05$). The percentages of extraction yield from each method were in the range of 18.07 – 21.73%. Total phenolic content was determined in comparison with gallic acid and the results were shown in terms of mg GAE/g extract. The results showed that the Riceberry bran extract from ASE had significantly higher total phenolic and total anthocyanin content than the other methods. This method uses high pressures during the extraction process so they allow the solvent to be heated at higher temperatures than their boiling point which increases diffusion rates, disturbs the strong solute–matrix interactions and reduces liquid solvent viscosity, allowing better penetration into the matrix and then improving extraction (Barros, Dykes, Awika, & Rooney 2013). Total phenolic content of the Riceberry bran extract from SE was 54.18 mg GAE/g extract while total anthocyanin content was 0.91 mg/g extract. The increase of total phenolic content in the Riceberry bran extract from SE due to high temperature and long extraction time. During extraction, heating of the sample might soften the plant tissue and weaken the phenol–protein and phenol–polysaccharide interactions, leading to more polyphenols diffusion into the solvent (Das Das, Goud, & Das, 2017; Tao, Wu, Zhang, & Sun, 2014). The Riceberry bran extract from UAE had lower total phenolic content than other methods because it took a shorter extraction time than MC and lower temperature than SE.

There were significant differences in total anthocyanin content ($p\leq0.05$). The results obtained from four methods showed that the Riceberry bran extract from ASE had higher total anthocyanin content than the other methods because this method took a short time to heat. This result was in agreement with previous reports that ASE was more appropriate in extracting anthocyanin from colored grains as being comparable with the commonly used solvent extraction method based on changes in anthocyanin composition (Abdel-Aal, Akhtar, & Rabalski, 2014). The Riceberry bran extract from UAE had higher anthocyanin than the Riceberry bran extract from SE and MC since ultrasound induced swelling of plant cells or breakdown of cell walls during sonication.

Table 2. Effect of extraction methods on a percentage of extract yield, total phenolic content and total anthocyanin content.

Method	Extract yield ^{ns} (%)	Total phenolic (mgGAE/g extract)	Total anthocyanin (mg/g extract)
ASE	20.97±0.07	55.45±0.11 ^a	3.06±0.13 ^a
UAE	19.57±0.11	48.52±0.50 ^d	2.28±0.13 ^b

SE	18.07±0.45	54.18±0.60 ^b	0.91±0.07 ^d
MC	21.73±0.25	50.03±0.17 ^c	1.44±0.21 ^c

^{a-c} Means in same columns followed by different letter are significantly different ($p \leq 0.05$).

^{ns} Means not significant ($p > 0.05$).

Therefore, antioxidants can be released from plant cells into the solvent. A decrease in anthocyanin of the Riceberry bran extract from SE because the extract was obtained high temperature and long extraction time as a result that anthocyanin was decomposed. An increase in temperature up to 74°C could increase phenolic content but it decreased anthocyanin content (Sripum, Kukreja, Chareonkiatkul, Kriengsinyos, & Suttisansanee, 2017; Cacace & Mazza, 2003). The degradation rate of anthocyanin depends on time and temperature. Therefore, high temperature and short extraction time were used successfully to retard anthocyanin degradation in plants (Ju & Howard, 2003).

3.3. Effect of extraction methods on radical scavenging activities

The radical scavenging activities of Riceberry bran were evaluated for DPPH, ABTS and FRAP assay as shown in Table 3. DPPH, ABTS radical scavenging activity of different extraction methods which express in terms of IC₅₀ value. Lower IC₅₀ value means more antioxidant potential. The chelating ability on ferrous ion in Riceberry bran extract was determined by FRAP assay. The radical scavenging activities were compared with ascorbic acid, α -tocopherol and BHT as standard. There were significantly different in IC₅₀ of DPPH and ABTS assay and FRAP assay amongst the extraction methods ($p \leq 0.05$).

Table 3. Effect of extraction methods on radical scavenging activities (DPPH, ABTS and FRAP assay)

Method	DPPH assay IC ₅₀ (mg/mL)	ABTS assay IC ₅₀ (mg/mL)	FRAP assay mmole Fe(II)/kg
ASE	0.109±0.000 ^a	3.42±0.05 ^a	688.04±1.12 ^a
UAE	0.144±0.004 ^d	4.16±0.04 ^c	543.51±0.67 ^c
SE	0.127±0.000 ^b	3.45±0.06 ^a	649.76±0.99 ^b
MC	0.137±0.002 ^c	3.75±0.06 ^b	668.65±1.22 ^{ab}
BHT	0.135±0.002	0.499±0.002	3,937.00±10.00
Ascorbic acid	0.004±0.001	0.207±0.002	5,943.00±10.07
α -tocopherol	0.117±0.000	0.779±0.014	15,471.00±23.01

^{a-d} Means in same columns followed by different letter are significantly different ($p \leq 0.05$).

^{ns} Means not significant ($p > 0.05$).

The results showed that the Riceberry bran extract from ASE had lower IC₅₀ of DPPH and ABTS assay than the other methods. The IC₅₀ of DPPH assay in the Riceberry bran extract from ASE was 0.109 mg/mL which was comparatively lower than the IC₅₀ of DPPH assay in BHT and α -tocopherol, the IC₅₀ showed that the Riceberry bran extract from ASE had more effective antioxidant activities than antioxidant compared to BHT and α -tocopherol. Previously, Soradech et al. (2016) compared IC₅₀ of six species of colored rice and it was found that the extract of Gum-Doy-Moo-Ser and Riceberry had an effective antioxidant activities than other species of colored rice in that study.

The IC₅₀ of ABTS in the Riceberry extract from ASE was not significantly different from SE but significantly lower than UAE and MC ($p \leq 0.05$). The Riceberry bran extract from ASE and SE has

more effective antioxidant activities than UAE and MC. The FRAP values from each method were in the range of 543.51– 688.04 mmole Fe(II)/kg. The highest FRAP value was the Riceberry bran extract from ASE. There were no significant differences in FRAP value of the Riceberry bran extract from ASE and MC method ($p>0.05$). The Riceberry bran extraction from UAE showed weak radical scavenging activities despite of high total anthocyanin content. The results indicated that phenolic gave antioxidant activity greater than anthocyanin. This result is in agreement with the previous report by Chen, Nagao, Itani, & Irifune (2012) that anthocyanin pigments of colored rice gave a low antioxidant activities.

Table 4. The Pearson's correlation coefficient (r) between total phenolic content and antioxidant activities measured by DPPH, ABTS and FRAP assays.

	TPC	DPPH	ABTS	FRAP
TPC	1			
DPPH	-0.933*	1		
ABTS	-0.936*	0.841*	1	
FRAP	0.853*	-0.822*	-0.959*	1

* Means correlation is significant ($p\leq0.01$).

Pearson's correlation coefficients between total phenolic content and antioxidant activities measured by DPPH, ABTS and FRAP assays were computed and the results are shown in table 4. Significant correlations were found between total phenolic content and antioxidant activity ($p\leq0.01$) but the results of antioxidant activities were not significantly correlate to total anthocyanin content. Total phenolic content had negative correlation with IC_{50} of DPPH assay and IC_{50} of ABTS assay ($r = -0.933$ and $r = -0.936$). Significant positive correlation was obtained for total phenolic content with FRAP value ($r = 0.853$). The highest correlation was found between FRAP value and IC_{50} of ABTS assay ($r = -0.959$). The lowest correlation was found between the IC_{50} of DPPH assay and FRAP value ($r = -0.822$). These results corresponded to the previous research (Dudonne et al., 2009), which reported that significant correlations were found between DPPH, ABTS, and FRAP assays and total phenolic content determined by the Folin-Ciocalteu method. Therefore, phenolic compounds in plant extracts contribute significantly to their antioxidant potential.

4. Conclusion

Analysis of the total phenolic and anthocyanin content and radical scavenging activities of Riceberry extracts showed differences depending on extraction method. Amongst the extraction methods, The Riceberry bran extraction from ASE was the most effective method in antioxidative reactions and high total phenolic and total anthocyanin content. It can be concluded that the Riceberry bran extraction SE had high total phenolic content and strong antioxidative reactions but it had a long extraction time and high costing. The Riceberry bran extract from UAE had high total anthocyanin content and it used the lower energy input. The Riceberry bran extract from MC had low bioactive compounds and antioxidant activities but it took a long extraction time.

References

- Abdel-Aal, E. Akhtar, H. Rabalski, I., & Bryan, M. (2014). Accelerated, microwave-assisted, and conventional solvent extraction methods affect anthocyanin composition from colored grains. *Journal of Food Science*. 79(2): C138-C145.
- AOAC. (2019). *Official methods of analysis* (21th ed.). Washington DC: Association of Official Analytical Chemists.
- Barros, F., Dykes, L., Awika, J.M., & Rooney, L.W. (2013). Accelerated solvent extraction of

- phenolic compounds from sorghum. *Journal of Cereal Science*. 58: 305-312.
- Benzie, I. F. F., & Strain, J. J. (1999). *Ferric reducing/antioxidant power assay: Direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. Methods in Enzymology*. 299: 15-27.
- Cacace, J. E., & Mazza, G. (2003). Optimization of extraction of anthocyanins from black currents aqueous ethanol. *Journal of Food Science*. 68(1): 240-248.
- Chen, X.Q., Nagao, N., Itani, T., & Irifune, K. (2012). Anti-oxidative analysis, and identification and quantification of anthocyanin pigments in different colored rice. *Food Chemistry*. 135: 2783-2788.
- Das, A. B., Goud, V. V., & Das, C. (2017). Extraction of phenolic compounds and anthocyanin from black and purple rice bran (*Oryza sativa* L.) using ultrasound: A comparative analysis and phytochemical profiling. *Industrial Crops and Products*. 95: 332-341.
- Dudonne, S., Vitrac, X., Coutiere, P., Woillez, M., & Merillon, J. (2009). Comparative study of antioxidant properties and total phenolic content of 30 plant extracts of industrial interest using DPPH, ABTS, FRAP, SOD, and ORAC assay. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 57: 1768-1774.
- Giusti, M. M., & Worslad, R. E. (2005). Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. *Current protocols in food analytical chemistry*. 1: F1. 2.1-F1. 2.13.
- Ju, Z. Y., & Howard, L. R. (2003). Effects of Solvent and Temperature on Pressurized Liquid Extraction of Anthocyanins and Total Phenolics from Dried Red Grape Skin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 57: 5207-5213.
- Leardkamolkarn, V., Thongthep, W., Suttiarporn, P., Kongkachuichai, R., Wongpornchai, S., & Wanavijitr, A. (2011). Chemopreventive properties of the bran extracted from a newly-developed Thai rice: The Riceberry. *Food Chemistry*, 125(3), 978-985. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.09.093>
- Peanparkdee, M., Yanauchi, R., & Iwamoto, S. (2018). Characterization of antioxidants extracted from Thai Riceberry bran using ultrasonic-assisted and conventional solvent extraction methods. *Food and Bioprocess Technology*. 11: 713-722.
- Posuwan, J., P. Prangthip, V., Leardkamolkarn, U., Yamborisut, R., Surasiang, R., Charoensiri R., & Kongkachuichai, R. (2013) Long-term supplementation of high pigmented rice bran oil (*Oryza sativa* L.) on amelioration of oxidative stress and histological changes in streptozotocin-induced diabetic rats fed a high fat diet; Riceberry bran oil. *Food Chemistry*. 138: 501-508.
- Prangthip, P., Surasiang, R., Charoensiri, R., Leardkamolkarn, V., Komindr, S., Yamborisut, U., Vanavichit, A., & Kongkachuichai, R. (2013). Amelioration of hyperglycemia, hyperlipidemia, oxidative stress and inflammation in streptozotocin-induced diabetic rats fed a high fat diet by Riceberry supplement. *Journal of Functional Foods*. 5: 195-203.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9-10): 1231-1237.
- Tabaraki, R., & Nateghi, A. (2011). Optimization of ultrasonic-assisted extraction of natural antioxidants from rice bran using response surface methodology. *Ultrasonics Sonochemistry*. 18: 1279-1286.
- Tao, Y., Wu, D., Zhang, Q., & Sun, D. (2014). Ultrasound-assisted extraction of phenolics from wine: Modeling, optimization and stability of extracts during storage. *Ultrasonics Sonochemistry*. 21(2): 706-715.
- Soradech, S., Reungpatthanaphong, P., Tangsatirapakdee, S., Panaphong, K., Thammachat, T., Manchun, S. & Thubthimthed, S. (2016). Radical scavenging, antioxidant and melanogenesis stimulating activities of different species of rice (*Oryza sativa* L.) extracts for hair treatment formulation. *Thai Journal of Pharmaceutical Sciences*. 40:92-92.

- Sripum, C., Kukreja, R. K., Chareonkiatkul, S., Kriengsinyos, W. & Suttisansanee, U. (2017). The effect of extraction conditions and antioxidant activities and total phenolic content of different processed Thai Jasmine rice. *International Food Research Journal*. 24(4): 1644-1650.
- Suttiarporn, P., Sookwong, P., & Mahatheeranont, S. (2016). Fractionation and Identification of Antioxidant Compounds from Bran of Thai Black Rice cv. Riceberry. *International Journal of Chemical Engineering and Applications*. 7(2): 109-114.
- Wolfe, K., Wu, X., & Liu, R. H. (2003). Antioxidant activity of apple peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51: 609-614.

การพัฒนาคุกกี้โดยใช้แป้งมันเทศสีม่วงและแป้งข้าวทอดแทนแป้งสาลี

ณัฐพล ประเทงจิตต์^{1,a} จุฑามาศ มุลวงศ์^{1,b} กัญญาพัชร เพชรารณ^{1,c} และ นิช วงศ์ส่องจำ^{1,d}

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

^anattapol.pr@ssru.ac.th, ^bjutamas.mo@ssru.ac.th, ^ckanyapat.pe@ssru.ac.th, ^dnich.wo@ssru.ac.th

บทคัดย่อ

มันเทศเป็นพืชที่มีคุณค่าทางอาหารสูง ในการทดลองนี้เป็นการนำแป้งมันเทศสีม่วงร่วมกับแป้งข้าวเจ้ามาใช้ทดแทนแป้งสาลีในการผลิตผลิตภัณฑ์คุกกี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้แป้ง 2 ชนิดดังกล่าวต่อคุณลักษณะทางเคมีกายภาพและคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้ โดยมีการเตรียมคุกกี้โดยแปรปริมาณแป้งมันเทศสีม่วงต่อแป้งข้าวเจ้าต่อเนยในอัตราส่วน 50:0:50, 70:0:30, 10:40:50, 10:60:30, 35:25:40 และ 0:60:40 โดยน้ำหนัก นำไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส พบว่าคุกกี้ที่อัตราส่วน 35:25:40 เป็นระดับที่มีความเหมาะสมที่สุด จากนั้นนำไปพัฒนาต่อโดยการปรับปรุงคุณภาพด้วยกัวร์กัม เพคติน และคาราจีแนนและซีเอ็มซี ในปริมาณร้อยละ 1.35 ของน้ำหนักทั้งหมด เพื่อคัดเลือกชนิดของสารเสริมคุณภาพที่เหมาะสม โดยพบว่าการใช้กัวร์กัมนั้นทำให้ผลิตภัณฑ์คุกกี้มีค่าความแข็งและการยอมรับทางประสาทสัมผัสดีที่สุด จากนั้นทำการศึกษาทางด้านเคมีกายภาพและจุลินทรีย์โดยเปรียบเทียบกับคุกกี้ชุดควบคุม คือคุกกี้ที่ใช้แป้งมันเทศสีม่วงในอัตราส่วนร้อยละ 100 และคุกกี้ที่ใช้แป้งข้าวเจ้าในอัตราส่วนร้อยละ 100 โดยพบว่าผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่มีการใช้แป้งมันเทศสีม่วงร่วมกับแป้งข้าวเจ้ามีค่าความแข็งที่ดีกว่าชุดควบคุม มีปริมาณกากใยอาหารและความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ที่สูงกว่าคุกกี้ที่มีการใช้แป้งข้าวเจ้าเพียงอย่างเดียว

คำสำคัญ: มันเทศสีม่วง คุกกี้

Development Cookie of Using Wheat Flour Substitution with Purple Sweet Potato Flour and Rice Flour.

Nattapol Prathengjit^{1,a}, Jutamas Moolwong^{1,b}, Kanyapat Petcharaporn^{1,c} and Nich Wongsongja^{1,d}

¹Faculty of Science and Technology, Suan Sunandha Rajabhat University, Bangkok, Thailand

^anattapol.pr@ssru.ac.th, ^bjutamas.mo@ssru.ac.th, ^ckanyapat.pe@ssru.ac.th, ^dnich.wo@ssru.ac.th

Abstract

Sweet potato has high nutritional value. In this experiment, purple sweet potato flour and rice flour were used to replace wheat flour in cookie products. The aim is to study the effects of 2 flours on the physical, chemical and sensory evaluation of cookies. The sample cookies prepared by varying the amount of purple sweet potato flour : rice flour : butter in the ratio of 50:0:50, 70:0:30, 10:40:50, 10:60:30, 35:25:40 and 0:60:40 by weight. The result shown that the sample ratio of 35:25:40 were the most suitable sensory acceptance. After that, it was further developed by improving the quality with guar gum, pectin and carrageenan and CMC in the amount of 1.35% of total weight for select the suitable additive. The result shown that the use guar gum gives the cookies the best hardness and sensory acceptance. After that, studies on physicochemical and microbiological properties were compared with the control cookies, 100% purple sweet potato flour and 100% rice flour, found that cookies with purple sweet potato flour with rice flour had better hardness than control. Has higher fiber content and %DPPH inhibition than cookies using only rice flour.

Keywords: purple sweet potato, cookies

บทนำ

คุกกี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมและบริโภคกันอย่างแพร่หลายทั่วโลก รวมทั้งในประเทศไทยซึ่งมีการบริโภคกันมากขึ้นอันเนื่องมาจากความต้องการและความสะดวกสบาย คุกกี้มีวัตถุดิบหลักในการผลิตคือแป้งสาลี เนื่องจากมีกลูเตนซึ่งเป็นโปรตีนที่ทำให้เกิดโครงสร้างยืดหยุ่นที่ดี อย่างไรก็ตามคุณค่าทางโภชนาการของคุกกี้ โดยเฉพาะจากแป้งขัดสียังมีไม่ครบถ้วนนัก ทำให้หลายการศึกษาวิจัยนำแป้งชนิดต่างๆมาใช้เพื่อทดแทนแป้งสาลี และเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของคุกกี้ ตัวอย่างเช่น แป้งข้าวบาร์เลย์ แป้งข้าวกล้องงอก เป็นต้น แต่ ในระหว่างการเก็บรักษาจะเห็นได้ว่าคุกกี้โดยทั่วไปมีปัญหาหลักที่สำคัญอยู่ 2 ประการ คือ ปัญหาทางด้านกายภาพโดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสทางด้านความแข็งของเนื้อคุกกี้ และปัญหาทางด้านจุลินทรีย์ที่เห็นได้ชัด คือ การเกิดเชื้อราในระหว่างการเก็บรักษา ปัญหาเหล่านี้ส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อผู้ประกอบการที่ขายผลิตภัณฑ์ไม่ได้ทำให้สูญเสียกำไร

ทั้งนี้งานวิจัยอย่างกว้างขวางในการปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัมผัสคุกกี้ เช่น การเติมสารเสริมคุณภาพต่างๆ หรือการใช้แป้งบางชนิด รวมทั้งแป้งข้าวเหนียว ซึ่งมีคุณสมบัติในการลดการคืนตัวของแป้งหรือลดการระเหยของน้ำออกจากเนื้อคุกกี้ เนื่องจากแป้งข้าวเหนียวเป็นแป้งที่มีปริมาณอโมไลเพกตินสูงทำให้มีการคืนตัว (Retrogradation) ช้ากว่าแป้งชนิดอื่นที่มีอโมไลสูง ทำให้เนื้อสัมผัสของคุกกี้ดีขึ้น และชะลอการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสของอาหารในระหว่างการเก็บรักษา นอกจากนี้ในการผลิตคุกกี้ในปัจจุบันยังมีการเติมวัตถุเจือปนอาหารสังเคราะห์ในการป้องกันเชื้อจุลินทรีย์เพื่อยืดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์คุกกี้

ในปัจจุบันลักษณะการดำรงชีวิตในสังคมไทยเปลี่ยนแปลงไป ส่งผลต่อพฤติกรรมบริโภคซึ่งหันมานิยมรับประทานอาหารประเภทสะดวกซื้อ หาได้ง่าย โดยไม่คำนึงถึงคุณค่าทางโภชนาการที่จะได้รับ การพัฒนาตำรับอาหารประเภทเบเกอรี่เพื่อเพิ่มมูลค่าให้ผลิตภัณฑ์จึงเป็นที่นิยมมากขึ้นนักวิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับคุกกี้ โดยงานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณภาพของคุกกี้ทั้งทางด้านกายภาพ และทางจุลินทรีย์ โดยศึกษาอิทธิพลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวและแป้งมันเทศสีม่วงต่อคุณภาพทางด้านต่างๆ ได้แก่ คุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี รวมถึงการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่พัฒนาได้ โดยมุ่งหวังในการใช้ประโยชน์ของแป้งข้าว และแป้งมันเทศสีม่วงเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ผลเกษตรอย่างข้าว และมันเทศ ซึ่งเป็นการลดการนำเข้าแป้งสาลี

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของแป้งมันเทศสีม่วงและแป้งข้าวที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์คุกกี้
2. เพื่อศึกษาวิธีการปรับปรุงคุณภาพของคุกกี้ที่ใช้แป้งมันเทศสีม่วงและแป้งข้าวทดแทนแป้งสาลี
3. เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและอายุการเก็บรักษาของคุกกี้ที่ใช้แป้งมันเทศสีม่วงและแป้งข้าวทดแทนแป้งสาลี

ระเบียบวิธีวิจัย

1. การเตรียมแป้งมันเทศสีม่วง

นำมันเทศมาล้างทำความสะอาด ปอกเปลือก ตัดแต่งเอาส่วนที่มีตำหนิทั้ง ผานเป็นแผ่นบางๆ ตาม ความยาว หนาประมาณ 0.3 ซม. ลวกในน้ำร้อน 1 นาที นำไปอบในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิที่ 70 องศาเซลเซียส นาน 28 ชั่วโมง หลังจากผ่านการอบแห้งแล้วจึงนำไปบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดละเอียด และนำไปร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 80 เมช เก็บในถุงพลาสติก ปิดสนิทแบบสุญญากาศเพื่อใช้ในขั้นตอนถัดไป

2. การผลิตผลิตภัณฑ์คุกกี้

ทำการจัดการทดลองด้วยวิธี Mixture design โดยใช้ปริมาณของแป้งข้าวเจ้า แป้งมันเทศสีม่วง และเนยเป็นตัวแปร

ตารางที่ 1 แสดงส่วนผสมของการผลิตผลิตภัณฑ์คุกกี้ในสูตรต่างๆ

ส่วนผสม (กรัม)	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4	สูตร 5	สูตร 6
แป้งมันม่วง	50	70	10	10	35	0
แป้งข้าวเจ้า	0	0	40	60	25	60
เนย	50	30	50	30	40	40

กลืน	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
ไซ	15	15	15	15	15	15
เบคกิ้งโซดา	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
น้ำตาลไอซิ่ง	30	30	30	30	30	30

3. การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมต่อการใช้แป้งมันเทศสีม่วงร่วมกับแป้งข้าวเจ้า

3.1 ศึกษาอัตราการใช้แป้งมันเทศสีม่วงต่อแป้งข้าวเจ้าที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์คุกกี้ตามตารางที่ 1 โดยทำการทดสอบ ดังนี้

- การยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9 – point hedonic scale ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน
- การวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี Spectrophotometer ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น Color Quest XE ในระบบ CIE L*a*b*
- วัดค่าความแข็งด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (texture analyzer)
- ค่าอัตราการแผ่ตัว (spread ratio)

แล้วคัดเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสมมาพัฒนาต่อ โดยการปรับปรุงคุณภาพด้วยสารเสริมคุณภาพ

3.2 ศึกษาการปรับปรุงคุณภาพด้วยสารเสริมคุณภาพชนิดต่างๆ ได้แก่ Carrageenan+CMC, Pectin และ Guar Gum โดยคัดเลือกผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่มีอัตราส่วนการใช้แป้งมันเทศสีม่วงต่อแป้งข้าวเจ้าที่เหมาะสมจากในขั้นตอน 3.1 แล้วเติมสารเสริมคุณภาพในปริมาณ 2 กรัมจากน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ทำการทดสอบ ดังนี้

- การยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9 – point hedonic scale ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน

แล้วคัดเลือกสารเสริมคุณภาพที่เหมาะสมมาศึกษาต่อทางเคมีกายภาพและทางจุลินทรีย์

3.3 เปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์กับตัวอย่างควบคุม (control) โดยคัดเลือกผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่มีการปรับปรุงคุณภาพที่เหมาะสมจากในขั้นตอน 3.2 มาทำการศึกษา ซึ่งใช้ผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ใช้ปริมาณแป้งมันเทศสีม่วงทั้งหมด (แป้งมันเทศสีม่วงร้อยละ 100) และ ผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ใช้ปริมาณแป้งข้าวเจ้าทั้งหมด (แป้งข้าวเจ้าร้อยละ 100) เป็นตัวอย่างควบคุม (control) โดยมีการวิเคราะห์ต่างๆ ดังนี้

คุณภาพทางกายภาพ

- การวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี Spectrophotometer ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น Color Quest XE ในระบบ CIE L*a*b*
- วัดค่าความแข็งด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (texture analyzer)
- ค่าอัตราการแผ่ตัว (spread ratio)

คุณภาพทางเคมี

- ค่า a_w (water activity)
- ความชื้น (AOAC, 2000)
- ปริมาณกากใยอาหาร (AOAC, 2000)
- ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (AOAC, 2000)
- ปริมาณโปรตีน (AOAC, 2000)
- ปริมาณไขมัน (AOAC, 2000)
- ปริมาณเถ้า (AOAC, 2000)
- ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH

คุณภาพทางจุลินทรีย์

- ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count ; TPC) (AOAC, 2000)
- ปริมาณยีสต์รา (yeast & mold) (AOAC, 2000)

ผลการวิจัย

ตารางที่ 2 แสดงคุณลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์คุกกี้ในสูตรต่างๆ

สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4	สูตร 5	สูตร 6
--------	--------	--------	--------	--------	--------

L*	40.18±0.09 ^e	40.36±0.75 ^e	57.28±0.35 ^c	60.40±0.54 ^b	42.93±0.46 ^d	83.29±0.68 ^a
a*	3.33±0.48 ^b	6.31±0.87 ^a	-1.74±0.82 ^d	0.35±0.65 ^c	-0.10±0.57 ^c	3.71±1.33 ^b
b*	0.80±0.14 ^e	0.45±0.77 ^e	12.79±0.95 ^c	18.48±0.43 ^b	2.68±0.35 ^d	30.22±0.75 ^a
Hardness (N)	7.54±1.63a ^{ab}	7.76±3.84 ^a	7.10±6.00 ^b	7.45±2.41 ^{ab}	3.81±1.71 ^c	2.27±1.45 ^c
อัตราการแผ่ขยายตัว (mm)	2.59± 0.10 ^b	2.57± 0.32 ^b	3.72± 0.31 ^a	1.95±0.08 ^c	2.08±0.08 ^c	2.57±0.05 ^b

a-e หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 2 แสดงคุณลักษณะของการทดสอบทางกายภาพ จากการวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์คุกกี้ พบว่า ค่า L* (ค่าความสว่าง) ของผลิตภัณฑ์คุกกี้ในสูตรต่างๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ใช้ปริมาณแป้งข้าวเจ้า 60 กรัมต่อแป้งมันเทศสีม่วง 0 กรัม (สูตรที่ 6) มีค่าความสว่างมากที่สุด ผลิตภัณฑ์คุกกี้จึงมีสีที่สว่างมากที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 83.29

ค่า a* (ค่าความเป็นสีแดง-เขียว) ของผลิตภัณฑ์คุกกี้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ใช้ปริมาณแป้งข้าวเจ้า 0 กรัมต่อแป้งมันเทศสีม่วง 70 กรัม (สูตรที่ 2) มีค่ามากที่สุด ผลิตภัณฑ์คุกกี้จึงมีโทนสีแดงมากที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 3.71

ค่า b* (ค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน) ของผลิตภัณฑ์คุกกี้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ใช้ปริมาณแป้งข้าวเจ้า 60 กรัมต่อแป้งมันเทศสีม่วง 0 กรัม (สูตรที่ 6) มีค่ามากที่สุด ผลิตภัณฑ์คุกกี้จึงมีโทนสีเหลืองชัดเจนที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 30.22

จากการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง texture analyzer พบว่าผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ใช้ปริมาณแป้งข้าวเจ้า 0 กรัมต่อแป้งมันเทศสีม่วง 70 กรัม (สูตรที่ 2) มีค่าความแข็ง (hardness) มากที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 7.76 นิวตัน ในขณะที่ผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ใช้ปริมาณแป้งข้าวเจ้า 60 กรัมต่อแป้งมันเทศสีม่วง 0 กรัม (สูตรที่ 6) มีค่าความแข็งน้อยสุด โดยมีค่าเท่ากับ 2.27 นิวตัน โดยแสดงถึงแนวโน้มของการใช้แป้งมันเทศสีม่วงในระดับที่สูงจะส่งผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์คุกกี้มีความแข็งเพิ่มขึ้น ในขณะที่การใช้แป้งข้าวเจ้าในระดับที่สูงจะทำให้ผลิตภัณฑ์คุกกี้มีความนุ่มเพิ่มขึ้น

ค่าการแผ่ขยายตัวของคุกกี้ พบว่า ผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ใช้ปริมาณแป้งข้าวเจ้า 40 กรัมต่อแป้งมันเทศสีม่วง 10 กรัม (สูตรที่ 3) มีค่าการแผ่ขยายตัวมากที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 3.72 มม. ซึ่งแสดงถึงการที่ผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่มีการเกาะตัวเป็นก้อนได้ไม่ตึง โดยอาจเป็นผลมาจากปริมาณของเนยที่สูงกว่าผลิตภัณฑ์คุกกี้ในสูตรอื่นๆ ในขณะที่แนวโน้มของค่าการแผ่ขยายตัวแสดงถึงปริมาณใช้แป้งมันเทศสีม่วงหรือแป้งข้าวเจ้าเพียงชนิดใดชนิดหนึ่งนั้น จะส่งผลต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์คุกกี้ซึ่งทำให้ค่าการแผ่ขยายตัวนั้นมีค่าค่อนข้างสูง แต่การใช้แป้งผสมระหว่างแป้งมันเทศสีม่วงและแป้งข้าวเจ้าจะส่งผลให้แนวโน้มค่าการแผ่ขยายตัวนั้นลดลงได้

ตารางที่ 3 แสดงคะแนนการยอมรับของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้ในสูตรต่างๆ

คุณลักษณะ	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4	สูตร 5	สูตร 6
ลักษณะปรากฏ	6.43±1.43 ^b	5.77±1.52 ^c	6.27±1.57 ^{bc}	6.13±1.68 ^{bc}	7.47±1.25 ^a	6.37±1.50 ^{bc}
สี	6.57±1.30 ^{ab}	6.03±1.76 ^b	6.07±1.90 ^b	6.00±1.64 ^b	7.30±1.37 ^a	6.17±1.49 ^b
กลิ่น	6.97±1.24 ^a	6.63±1.40 ^{ab}	5.93±1.17 ^b	6.00±1.68 ^b	6.80±1.45 ^a	6.47±1.31 ^{ab}
รสชาติ	6.57±1.33 ^{ab}	6.23±1.45 ^{abc}	5.67±1.69 ^c	6.47±1.65 ^{abc}	6.83±1.37 ^a	5.87±1.28 ^{bc}
เนื้อสัมผัส	6.17±1.80 ^b	5.77±1.60 ^b	5.87±1.65 ^b	6.33±1.54 ^{ab}	7.13±1.38 ^a	5.77±1.48 ^b
ความชอบโดยรวม	6.63±1.38 ^{ab}	6.13±1.52 ^b	6.00±1.53 ^b	6.43±1.52 ^b	7.20±1.30 ^a	6.23±1.25 ^b

a-c หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 3 คะแนนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสในแต่ละคุณลักษณะ พบว่าผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ใช้ปริมาณแป้งข้าวเจ้า 25 กรัมต่อแป้งมันเทศสีม่วง 35 กรัม (สูตรที่ 5) มีคะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบดีที่สุด ในขณะที่ผลิตภัณฑ์คุกกี้ในสูตรที่ 2 หรือ 3 จะมีแนวโน้มของคะแนนการยอมรับที่ค่อนข้างต่ำกว่าผลิตภัณฑ์คุกกี้ในสูตรอื่นๆ ซึ่งแสดงถึง

แนวโน้มของการใช้แป้งชนิดใดเพียงชนิดเดียวในปริมาณที่สูงนั้นจะส่งผลต่อการยอมรับของผู้ทดสอบที่แย่ลง โดยที่จากผลการทดสอบคุณภาพทางกายภาพและผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่พบนี้ได้จึงนำผลิตภัณฑ์คุกกี้นี้ในสูตรที่ 5 มาทำการปรับปรุงคุณภาพโดยใช้สารปรับปรุงคุณภาพภายในขั้นตอนถัดไป

ตารางที่ 4 แสดงคะแนนการยอมรับของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้นี้ที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพ

คุณลักษณะ	สูตรที่1 (Control)	สูตรที่2 (Carrageenan+CMC)	สูตรที่3 (Pectin)	สูตรที่ 4 (Guar Gum)
ลักษณะปรากฏ	6.40±1.52 ^{ab}	5.36±1.51 ^c	5.73±1.63 ^{bc}	6.06±1.25 ^a
สี	6.36±1.69 ^b	5.06±1.96 ^{ab}	5.60±1.69 ^a	6.46±1.77 ^a
กลิ่น	6.60±1.49 ^a	6.16±1.68 ^a	6.06±1.50 ^a	6.63±1.35 ^a
รสชาติ	6.03±1.42 ^{ab}	5.33±1.60 ^b	6.06±1.50 ^a	6.50±1.50 ^a
เนื้อสัมผัส	6.10±1.53 ^{ab}	5.26±1.57 ^b	5.83±1.62 ^{ab}	6.20±1.58 ^a
ความชอบโดยรวม	6.56±1.16 ^a	5.60±1.32 ^b	6.10±1.34 ^{ab}	6.70±1.41 ^a

a-c หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 4 คะแนนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสในแต่ละคุณลักษณะ พบว่าผลิตภัณฑ์คุกกี้นี้ที่ใช้ Guar Gum เป็นสารปรับปรุงคุณภาพด้วย ได้รับคะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุด โดยมีแนวโน้มของคะแนนการยอมรับที่ค่อนข้างดีขึ้นกว่าผลิตภัณฑ์คุกกี้นี้ในชุดควบคุม ในขณะที่การใช้สารปรับปรุงคุณภาพชนิดอื่นๆ กลับส่งผลต่อการยอมรับของผู้ทดสอบที่แย่ลง โดยที่จากผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่พบนี้ได้จึงนำผลิตภัณฑ์คุกกี้นี้ที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วย Guar Gum (สูตรที่ 4) มาศึกษาคุณภาพทางเคมีกายภาพและทางจุลินทรีย์ในขั้นตอนถัดไป

ตารางที่ 5 แสดงคุณลักษณะทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์คุกกี้นี้ที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพแล้ว

คุณลักษณะ	สูตรที่ 1 แป้งข้าวเจ้า100% (Control)	สูตรที่ 2 แป้งมันเทศสีม่วง+แป้ง ข้าวเจ้า	สูตรที่ 3 แป้งมันเทศสีม่วง100% (Control)
a _w	1.35±0.01 ^c	0.74±0.01 ^b	0.65±0.01 ^c
ความชื้น (%)	1.35±0.01 ^c	1.98±0.04 ^b	2.15±0.01 ^a
เถ้า (%)	1.18±0.13 ^a	1.45±0.04 ^a	1.51±0.23 ^a
ไขมัน (%)	17.15±1.91 ^a	18.98±2.52 ^a	15.90±1.30 ^a
โปรตีน (%)	4.62±0.05 ^b	4.22±0.11 ^c	5.85± 0.01 ^a
เส้นใย (%)	1.95±0.05 ^b	3.94±0.64 ^a	3.27±0.13 ^a
คาร์โบไฮเดรต (%)	73.65±1.83 ^a	69.39±2.99 ^c	71.42±1.33 ^b
การยับยั้งอนุมูลอิสระ (%)	55.03±0.93 ^c	91.38±2.08 ^b	93.48±0.74 ^a
L*	69.44±0.73 ^a	32.65±0.64 ^b	29.27±5.01 ^c
a*	1.95±0.66 ^a	2.96±0.47 ^b	5.96±0.50 ^c
b*	33.09±0.77 ^a	3.31±0.17 ^b	-0.45±0.34 ^c
Hardness (N)	2.33±0.123 ^c	2.74±0.127 ^b	3.14±0.070 ^a

a-c หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 5 แสดงคุณลักษณะของการทดสอบทางเคมีกายภาพ จากการวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์คุกกี้นี้ พบว่า ค่า L* (ค่าความสว่าง) ค่า a* (ค่าความเป็นสีแดง-เขียว) และค่า b* (ค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน) ของผลิตภัณฑ์คุกกี้นี้ในสูตรต่างๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) โดยผลิตภัณฑ์คุกกี้นี้ที่ใช้ปริมาณแป้งข้าวเจ้าทั้งหมด (แป้งข้าวเจ้าร้อยละ 100) จะมีค่าความสว่างมากที่สุด ผลิตภัณฑ์คุกกี้นี้ที่มีค่า L* หรือสีที่สว่างมากที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 69.44 ในขณะที่ผลิตภัณฑ์คุกกี้นี้ที่ใช้ปริมาณแป้งมันเทศสีม่วงทั้งหมด (แป้งมันเทศสีม่วงร้อยละ 100) จะมี a* ค่ามากที่สุด ผลิตภัณฑ์คุกกี้นี้จึงมีโทนสีแดงมากที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 5.96

จากการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง texture analyzer พบว่าผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ใช้ปริมาณแป้งมันเทศสีม่วงทั้งหมด (แป้งมันเทศสีม่วงร้อยละ 100) มีความแข็ง (hardness) มากที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 3.14 นิวตัน ในขณะที่ผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ใช้ปริมาณแป้งข้าวเจ้าทั้งหมด (แป้งข้าวเจ้าร้อยละ 100) มีความแข็งน้อยสุด โดยมีค่าเท่ากับ 2.33 นิวตัน แสดงถึงแนวโน้มของการใช้แป้งมันเทศสีม่วงในระดับที่สูงจะส่งผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่มีความแข็งเพิ่มขึ้น ในขณะที่การใช้แป้งข้าวเจ้าในระดับที่สูงจะทำให้ผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่มีความนุ่มเพิ่มขึ้น สอดคล้องการทดลองในขั้นตอนก่อนหน้านี้

จากการวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี พบว่า ผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ใช้แป้งผสมระหว่างแป้งมันเทศสีม่วงและแป้งข้าวเจ้า จะมีปริมาณเส้นใยและความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระที่สูงกว่า ($p \leq 0.05$) ผลิตภัณฑ์คุกกี้ชุดควบคุมที่ใช้ปริมาณแป้งข้าวเจ้าทั้งหมด (แป้งข้าวเจ้าร้อยละ 100) ในขณะที่องค์ประกอบทางเคมีอื่นๆ ของคุกกี้ที่ใช้แป้งผสมระหว่างแป้งมันเทศสีม่วงและแป้งข้าวเจ้าและผลิตภัณฑ์คุกกี้ชุดควบคุมนั้นมีปริมาณที่ใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 6 แสดงคุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์คุกกี้จากแป้งมันเทศสีม่วงและแป้งข้าวเจ้า

จุลินทรีย์	ปริมาณ
จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	9.8×10^2
ยีสต์และรา (CFU/g)	< 10

พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และราในผลิตภัณฑ์คุกกี้ตัวอย่างที่ใช้แป้งผสมระหว่างแป้งมันเทศสีม่วงและแป้งข้าวเจ้า จากการวิเคราะห์มีปริมาณที่ไม่เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกำหนดไว้ โดยเป็นเพราะอุณหภูมิที่ใช้ในการอบคุกกี้มีอุณหภูมิที่สูงถึง 170 องศาเซลเซียส จึงสามารถทำลายหรือยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้

สรุปและอภิปรายผล

จากผลการวิจัย การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ใช้แป้งผสมระหว่างแป้งมันเทศสีม่วงและแป้งข้าวเจ้า พบว่า อัตราส่วนสูตรคุกกี้ที่เหมาะสมที่สุดคือ แป้งมันเทศสีม่วง 35 กรัม แป้งข้าวเจ้า 25 กรัม และกั้วรัม 2 กรัม ซึ่งเป็นปริมาณที่ส่งผลให้ค่าการวิเคราะห์ทางเคมีกายภาพ ทางจุลินทรีย์ และการยอมรับทางประสาทสัมผัส เหมาะสมที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- ดุริยจิรา สุขบุญญสถิตย์, บุษยา เรืองศักดิ์, วาทีตย์ ศรีทอง และ โสภิตา เชื้อขุดทด. (2560). ผลของการใช้แป้งมันเทศทดแทนแป้งสาลีต่อคุณลักษณะของคุกกี้. วารสารแก่นเกษตร, 45 (ฉบับพิเศษ 1), 1060-1065.
- ญานิล ชัยณรงค์, กุลยา ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์ และ อโนชา สุขสมบูรณ์. (2557). ผลของปริมาณแป้งมันเทศสีม่วงที่มีต่อคุณภาพของหมั่นโถว. ว. วิทย์. กษ, 45 (ฉบับพิเศษ 2), 97-100
- Hagenimana, V., E. Carey, S.T. Gichuki, M.A. Oyunga, Imungi, J.K. (1992). Change in carotenoid content after drying and processing sweetpotato products. Ecol. Food Nutr. 37: 450-473.
- Singh, S., Riar, C.S., Saxena, D.C. (2008). Effect of incorporating sweet potato flour to wheat flour on the quality characteristics of cookies. Afr. J. of Food Sci. 2:65-72.
- Tilman, J.C., Colm, M.O.B., Denise, M.C., Anja, D., Elke, K.A. (2003). Influence of gluten free flour mixes and fat powder on the quality of gluten free biscuits. Eur Food Res. Technol. 216:369-376.
- Trejo-González, A.S., Loyo-González, A.G., Munguía-Mazariegos, M.R. (2014). Evaluation of bread made from composite wheat-sweet potato flours. Int. Food Res. J. 21:1683-1688.
- Wang, S., Shaoping, N., Zhu, F. (2016). Chemical constituents and health effects of sweet potato. Food Res. J. 89: 90-116.

Wu, K-L., Sung, W-C., Yang, C-H. (2009). Characteristics of Dough and Bread as Affected by the Incorporation of Sweet Potato Paste in the Formulation. J. Mar. Sci. Tech.-Japan. 17: 13-22.

ลายพิมพ์เอชพีทีแอลซี ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ของดอกไม้ 5 ชนิดในพิกัดเกษตร

วรกร วิวัชรารกุล¹ จิรานุช มิ่งเมือง² และสุชาดา สุขหรั่ง¹

¹ภาควิชาเกษตรและเกษตรพิทยศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร 10330

²สถาบันวิจัยสมุนไพร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ถนนพหลโยธิน 11000

email: worakorn.ww@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลายพิมพ์เอชพีทีแอลซี ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของดอกไม้ 5 ชนิดในพิกัดเกษตร ซึ่งประกอบด้วยดอกมะลิ ดอกพิกุล ดอกบุนนาค ดอกสารภี และเกสรบัวหลวง ผลการศึกษาโดยใช้เทคนิคที่แอลซีสมรรถนะสูง พบว่าระบบที่เหมาะสมในการแยกสารออกจากกันได้ดี คือ โทลูอิน : อะซิโตน : กรดฟอร์มิก : กรดอะซิติก ในอัตราส่วน 2 : 3 : 0.25 : 0.25 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระพบว่าสารสกัดดอกบุนนาคมีค่าความเข้มข้นของสารสกัดที่สามารถต้านอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50 ดีที่สุด ทั้งจากการสกัดด้วยน้ำร้อนและการสกัดด้วยเมทานอล คือมีค่าเท่ากับ 26.65 ± 0.40 และ 28.89 ± 1.10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดที่มีค่าสูงสุดคือ 36.69 ± 2.45 และ 34.24 ± 1.34 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของน้ำหนักผงแห้ง ผลการวิจัยสรุปได้ว่าดอกบุนนาคเป็นแหล่งที่อุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกที่ได้จากธรรมชาติในพิกัดเกษตร

คำสำคัญ: พิกัดเกษตร; เอชพีทีแอลซี; ต้านอนุมูลอิสระ; ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

HPTLC Fingerprint, Antioxidant Activity and Total Phenolic Content of The Five Flowers from Phikud – Kasorn

Worakorn Wiwatcharakornkul¹ Jiranuch Mingmuang², Suchada Sukrong¹

¹ Department of Pharmacognosy and Pharmaceutical Botany,
Faculty of Pharmaceutical Sciences, Chulalongkorn University, Bangkok, 10330, Thailand

² Medicinal Plant Research Institute, Department of Medical Sciences,
Ministry of Public Health, Nonthaburi, 11000, Thailand
E-mail; worakorn.ww@gmail.com

Abstract

This research aimed to study HPTLC fingerprint, antioxidant activity and total phenolic content in five flowers including in Phikud-Kasorn. The flowers were *Jasminum sambac* (L.) Aiton, *Mimusops elengi* L., *Mesua ferrea* L., *Mammea siamensis* (Miq.) T. Anderson and *Nelumbo nucifera* Gaertn. Substances from each flower were extracted in hot water and methanol. HPTLC results revealed that the best solvent system for separation of the substances was toluene: acetone: formic acid: acetic acid (2:3:0.25:0.25, v/v/v/v). Highest antioxidant activity was revealed from hot water and methanolic extracted *M. ferrea* with $IC_{50} = 26.65 \pm 0.40$ and 28.89 ± 1.10 ppm, respectively. Highest value of total phenolic content was showed in hot water and methanolic extract from *M. ferrea*, 36.69 ± 2.45 and 34.24 ± 1.34 mgGAE/gDW respectively. In conclusion, the rich source of natural antioxidant and phenolic compounds in Phikud-Kasorn comes from *M. ferrea* flowers.

Keywords: Phikud-Kasorn; HPTLC; Antioxidant; Total Phenolic Content

บทนำ

ที่แอลซีสมรรถนะสูง High performance thin layer chromatography (HPTLC) เป็นเทคนิคใหม่ที่ยิมนำมาประยุกต์ใช้วิเคราะห์หารูปแบบองค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดสมุนไพรและงานวิจัยต่างๆ เนื่องจากเป็นเทคนิคที่ทำได้ง่าย แปลผลได้รวดเร็ว และสามารถวิเคราะห์ได้หลายตัวอย่างในครั้งเดียวกัน โดย HPTLC เป็นเทคนิคที่พัฒนามาจากวิธี Thin layer chromatography โดยอาศัยหลักการแยกสารบนแผ่นดูดซับที่เคลือบด้วยสารที่มีความละเอียดมากกว่าแผ่น TLC ส่งผลให้มีประสิทธิภาพในการแยกสารได้ดีขึ้นใช้ระยะทางที่สารเคลื่อนที่สั้นลงทำให้ประหยัดเวลา อีกทั้งการใช้ตัวทำละลายในปริมาณน้อยทำให้ประหยัดต้นทุนกว่าการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง High performance liquid chromatography ทั้งค่าการวิเคราะห์ต่อตัวอย่างและค่าบำรุงรักษาเครื่องมือ (Jain et al., 2014, Bairy, 2015) อย่างไรก็ตามการเลือกใช้วัฏภาคคงที่ (stationary phase) และวัฏภาคเคลื่อนที่ (mobile phase) ที่เหมาะสมก็เป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง เพราะประสิทธิภาพในการแยกของสารจะดีหรือไม่ขึ้นขึ้นอยู่กับการเลือกใช้ระบบตัวทำละลายที่เป็นวัฏภาคเคลื่อนที่และวัฏภาคคงที่ เนื่องจากในสารสกัดมีองค์ประกอบของสารหลายชนิดที่มีสภาพขั้วที่แตกต่างกัน สารที่มีความเป็นขั้วสูงก็จะถูกดูดซับไว้ได้ดีที่แผ่นซิลิกาเจลจึงเคลื่อนที่ได้น้อย ส่วนสารที่มีสภาพความเป็นขั้วต่ำก็จะเคลื่อนที่ไปกับวัฏภาคเคลื่อนที่ได้ดี จึงทำให้เกิดการแยกชั้น ดังนั้นในการเลือกใช้วัฏภาคเคลื่อนที่จึงต้องใช้ตัวทำละลายที่มีขั้วแตกต่างกัน

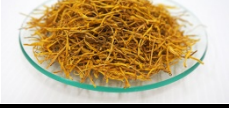
ปัจจุบันงานวิจัยเกี่ยวกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในผลไม้และพืชผักสมุนไพรกำลังได้รับความสนใจ เนื่องจากปัจจัยที่ก่อให้เกิดอนุมูลอิสระมีมากขึ้นทั้งจากสิ่งแวดล้อมภายนอกที่เปลี่ยนแปลงไป และปัจจัยภายในร่างกายจากสภาวะความเครียดหรือพยาธิสภาพจากการเจ็บป่วย ตัวอย่างงานวิจัยด้านนี้ เช่น การวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดจากสารสกัดของดอกไม้ไทยที่บริโภคได้จำนวน 5 ชนิด คือ ดอกดาวเรือง ดอกเฟื่องฟ้า ดอกเข็ม ดอกพุดซ้อน และดอกกุหลาบมอญ พบว่าสารสกัดเมทานอลจากดอกกุหลาบมอญ ดอกเข็มและดอกดาวเรืองมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูง (พสุธร และ สรณะ, 2559) งานวิจัยดอกไม้กินได้จำนวน 15 ชนิด ในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม พบว่า ดอกกระเจียวแดงมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH สูงที่สุด (พัชรี และคณะ, 2556) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียของสารสกัดจากหัวหอมและการประยุกต์ใช้น้ำผักและผลไม้ผสมพบว่า สารสกัดจากหอมแดงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ฟลาโวนอยด์ และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH สูงสุด (กิตติพงษ์ และนฤมล, 2560)

งานวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาดอกไม้ 5 ชนิดที่อยู่ในพื้ดินเศร ได้แก่ ดอกมะลิ ดอกพิกุล ดอกบุนนาค ดอกสารภี และเกสรบัวหลวง ดังภาพที่ 1 ตามตำราสรรพคุณยาโบราณ ดอกมะลิมีกลิ่นหอมเย็น รสขม ใช้เป็นยาบำรุงหัวใจ ดับพิษร้อน ทำให้จิตใจชุ่มชื้น บำรุงครรภ์ แก้อ่อนใน กระหายน้ำ ดอกพิกุลมีกลิ่นหอมเย็น เข้ายาหอม ยานัตถ์ ยาแก้ไข้ แก้ปวดหัว แก้เจ็บคอ และแก้อ่อนใน ดอกบุนนาคมีกลิ่นหอมเย็น รสขมเล็กน้อย ช่วยบำรุง แก้ไข้กาฬ แก้อ่อนในดับกระหาย บำรุงโลหิต บำรุงหัวใจ แก้ลมกองละเอียด วิงเวียน หน้ามืด ตาลาย ดอกสารภีมีกลิ่นหอม รสขมเย็น แก้โลหิตพิการ แก้ไข้ที่มีพิษร้อน เป็นยาเจริญอาหาร ยาบำรุงหัวใจและยาชูกำลัง ส่วนเกสรบัวหลวง มีกลิ่นหอม รสฝาด ใช้แก้ไข้ แก้ธาตุพิการ บำรุงหัวใจ (ชยันต์ และ วิเชียร, 2548) โดยส่วนของดอกไม้ที่นำมาใช้ในการทำวิจัย แสดงในตารางที่ 1 ซึ่งได้มาจากดอกไม้ที่อยู่ต่างวงศ์ (Family) กัน ยกเว้นสารภีและบุนนาคที่อยู่ในวงศ์เดียวกัน



ภาพที่ 1 พิกัดเกสรทั้งห้า

ตารางที่ 1 ข้อมูลสมุนไพรที่ใช้ในการวิจัย

ชื่อ	สมุนไพร	ข้อมูลสมุนไพรที่ใช้ในการวิจัย ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อวงศ์	ส่วนที่ใช้
มะลิ		<i>Jasminum sambac</i> (L.) Aiton.	OLEACEAE	ดอก
พิกุล		<i>Mimusops elengi</i> L.	SAPOTACEAE	ดอก
บุนนาค		<i>Mesua ferrea</i> L.	CLUSIACEAE (GUTTIFERAE)	ดอก
สารภี		<i>Mammea siamensis</i> (Miq.) T. Anderson	CLUSIACEAE (GUTTIFERAE)	ดอก
บัวหลวง		<i>Nelumbo nucifera</i> Gaertn	NELUMBONACEAE	เกสรตัวผู้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาลายพิมพ์เอชพีทีแอลซี (HPTLC fingerprint) ของดอกไม้ 5 ชนิดในพิกัดเกสร
2. ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของดอกไม้ 5 ชนิดในพิกัดเกสร
3. วิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของดอกไม้ 5 ชนิดในพิกัดเกสร

ระเบียบวิธีวิจัย

1. วิธีการเตรียมตัวอย่างสมุนไพร

ตัวอย่างสมุนไพรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย ดอกมะลิ ดอกพิกุล ดอกบุนนาค ดอกสารภี และเกสรบัวหลวง นำตัวอย่างมาบดด้วยตู้บดสมุนไพรที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จากนั้นนำมาบดให้ละเอียด

1.1 วิธีการสกัดสมุนไพรด้วยน้ำร้อน

ซึ่งผงสมุนไพร 1 กรัม แช่สกัดด้วยน้ำร้อน 10 มิลลิลิตร เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำมากรองด้วยกระดาษกรอง และนำไปปั่นเหวี่ยงให้ตกตะกอนที่ความเร็วรอบ 13,400 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 3 นาที ดูดส่วนสารละลายใสมาทำการทดสอบ

1.2 วิธีการสกัดสมุนไพรด้วยเมทานอล

ซึ่งผงสมุนไพร 1 กรัม แช่สกัดด้วยเมทานอล 10 มิลลิลิตร โซนิเคตเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำมากรองด้วยกระดาษกรอง และนำไปปั่นเหวี่ยงให้ตกตะกอนที่ความเร็วรอบ 13,400 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 3 นาที ดูดส่วนสารละลายใสมาทำการทดสอบ

2. การศึกษาลายพิมพ์เอชพีทีแอลซี (HPTLC fingerprint) โดยการใช้เทคนิคที่แอลซีสมรรถนะสูง High performance thin layer chromatography

2.1 เตรียมสารสกัดตัวอย่างประกอบด้วยสารสกัดด้วยน้ำร้อน และสารสกัดด้วยเมทานอลของดอกมะลิ ดอกพิกุล ดอกบุนนาค ดอกสารภี เกสรบัวหลวง และพิกัดเกสรทั้งห้า

2.2 เตรียมวัสดุภาคคงที่ โดยใช้แผ่น HPTLC (silica gel 60F₂₅₄) ขนาด 10x10 เซนติเมตร

2.3 เตรียมวัสดุภาคเคลื่อนที่ โดยใช้ โทลูอีน : อะซิโตน : กรดฟอร์มิก : กรดอะซิติก ในอัตราส่วน 2 : 3 : 0.25 : 0.25

2.4 ฉีดสารสกัดแต่ละตัวอย่างปริมาตร 3 ไมโครลิตร ลงบนแผ่น HPTLC (silica gel 60 F₂₅₄) ด้วยเครื่อง LINOMAT 5 ตั้งค่าความกว้างของแถบ 4 มิลลิเมตร เมื่อฉีดครบทุกตัวอย่างแล้วให้นำแผ่น HPTLC มาเป่าให้แห้ง ระวังอย่าให้นิ้วมือไปสัมผัสกับบริเวณผิวหน้าของแผ่น HPTLC จากนั้นนำไปวางใน tank ที่อ้อมด้วยวัสดุภาคเคลื่อนที่ (mobile phase) ปลอ่ยให้ สารเคลื่อนที่ไปจนถึง solvent front แล้วนำออกมาเป่าให้แห้งอีกครั้ง

2.5 ตรวจสอบและบันทึกภาพตำแหน่งของแถบสารสำคัญที่เกิดขึ้นภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ความยาวคลื่น 254 และ 366 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง TLC Visualizer

2.6 ตรวจสอบสารประกอบฟีนอลิกโดยนำแผ่น HPTLC ที่ได้ไปพ่นด้วยสารละลาย NP Reagent เป่าให้ความร้อนเป็นเวลา 5 นาทีหรือจนกว่าจะเห็นแถบสีปรากฏขึ้น นำมาบันทึกภาพด้วยเครื่อง TLC Visualizer ที่ความยาวคลื่น 366 นาโนเมตร

2.7 ตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยนำแผ่น HPTLC ที่ได้ไปพ่นด้วยสารละลาย DPPH ซึ่งให้เกิดปฏิกิริยาในที่มีด 30 นาที จากนั้นนำมาบันทึกภาพด้วยเครื่อง TLC Visualizer

3. การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) scavenging assay

ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH scavenging assay (ชานนท์ และอนุรักษ์, 2559) โดยการเตรียมสารทดสอบและสารมาตรฐานกรดแกลลิกที่ความเข้มข้นต่างๆ ดูดสารละลายตัวอย่างปริมาตร 10 ไมโครลิตร ลงไปในหลุม 96 well-microplates จากนั้นเติมสารละลาย DPPH ปริมาตร 190 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ให้ทำปฏิกิริยาในที่มีดเป็นเวลา 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องอ่านไมโครเพลท (microplate reader) ที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร ทำการทดลองตัวอย่างละ 3 ซ้ำ นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาคำนวณร้อยละการต้านอนุมูลอิสระโดยใช้สูตรดังนี้

$$\% \text{ DPPH radical scavenging} = \frac{A_{\text{Control}} - A_{\text{Sample}}}{A_{\text{Control}}} \times 100$$

A_{Control} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารควบคุม

A_{Sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่าง

จากนั้นคำนวณหาค่าความเข้มข้นที่สามารถต้านอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50 โดยการสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารสกัดกับความเข้มข้นต่างๆ เปรียบเทียบกับร้อยละการต้านอนุมูลอิสระ

4. วิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

วิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดด้วยวิธี Folin-Ciocalteu colorimetric assay (เยาวาภา และคณะ, 2561) โดยการเตรียมสารทดสอบและสารมาตรฐานกรดแกลลิกที่ความเข้มข้นต่างๆ ดูดสารละลายตัวอย่างปริมาตร 20 ไมโครลิตร ใส่ในหลุม 96 well-microplates จากนั้นเติมสารละลาย Folin-Ciocalteu's reagent ที่เจือจางด้วยน้ำ 10 เท่า ปริมาตร 100 ไมโครลิตรและเติมสารละลาย Na_2CO_3 7.5 % w/v ปริมาตร 80 ไมโครลิตร ทิ้งไว้ให้ทำปฏิกิริยาเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร ด้วยเครื่องอ่านไมโครเพลท คำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของสารมาตรฐานกรดแกลลิก โดยมีหน่วยเป็นมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของน้ำหนักผงแห้ง

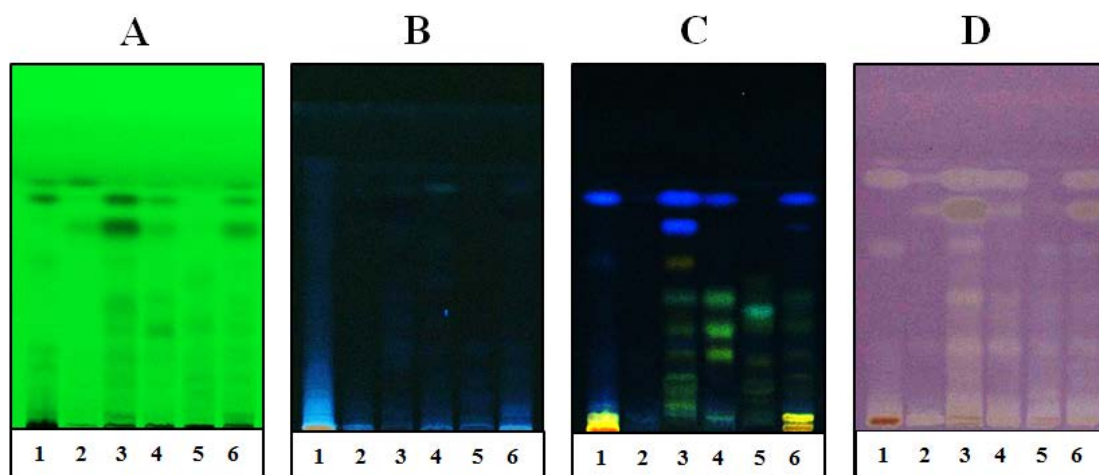
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการทดลองตัวอย่างละ 3 ซ้ำ นำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปโดยใช้สถิติการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS เพื่อ วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

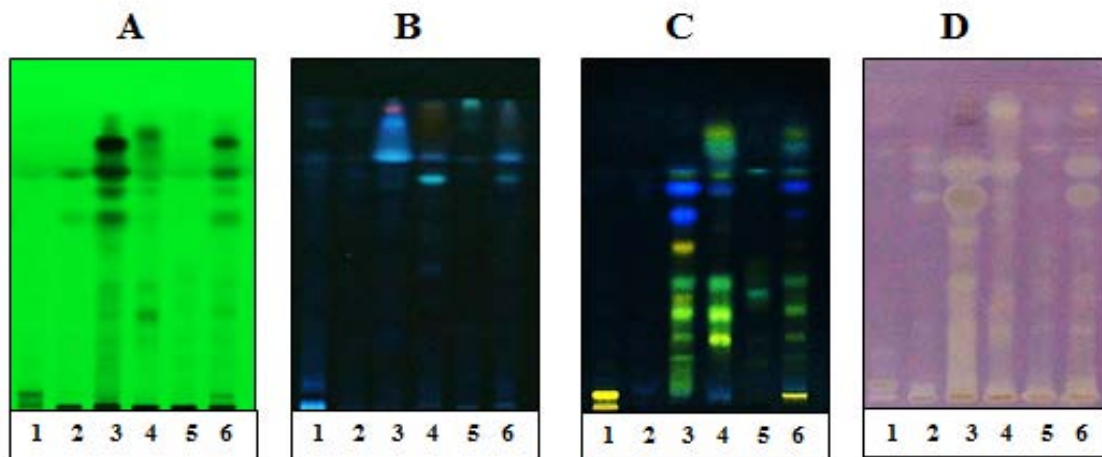
ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาลายพิมพ์เอชพีทีแอลซี (HPTLC fingerprint) โดยใช้เทคนิคทีแอลซีสมรรถนะสูง High performance thin layer chromatography

ผลการศึกษาลายพิมพ์เอชพีทีแอลซี (HPTLC fingerprint) ของสารสกัดด้วยน้ำร้อนดังแสดงในภาพที่ 2 และสารสกัดด้วยเมทานอลดังแสดงในภาพที่ 3 พบว่าการสกัดทั้ง 2 วิธีแสดงผลเป็นไปในแนวทางเดียวกันคือ สารสกัดจากดอก บุนนาคมีแถบสารปรากฏขึ้นมากที่สุด ต่อมาคือสารสกัดดอกสารภี สารสกัดเกสรบัวหลวง สารสกัดดอกมะลิ ตามลำดับ ส่วนสารสกัดดอกพิกุลมีปริมาณน้อยที่สุด หลังจากพ่นด้วยสารละลาย NP Reagent จะปรากฏให้เห็นแถบเรืองแสงสีฟ้า สีเขียว และสีเหลืองซึ่งเป็นกลุ่มสารประกอบฟีนอลิก และเมื่อพ่นด้วยสารละลายดีทีพีเอซก็เห็นสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระปรากฏขึ้นเป็นแถบสีเหลืองขาวบนพื้นสีม่วงชัดเจน



ภาพที่ 2 HPTLC Fingerprint ของสารสกัดด้วยน้ำร้อนของตัวอย่าง 1. ดอกมะลิ 2. ดอกพิกุล 3. ดอกบุนนาค 4. ดอกสารภี 5. เกสรบัวหลวง 6. พิกัดเกสรทั้งห้า (A) ส่องภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ตที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร (B) ส่องภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ตที่ความยาวคลื่น 366 นาโนเมตร (C) ส่องภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ตที่ความยาวคลื่น 366 นาโนเมตร หลังจากพ่นด้วยสารละลาย NP Reagent (D) พ่นด้วยสารละลายดีทีพีเอซ



ภาพที่ 3 HPTLC Fingerprint ของสารสกัดด้วยเมทานอลของตัวอย่าง 1. ดอกมะลิ 2. ดอกพิกุล 3. ดอกบุนนาค 4. ดอกสารภี 5. เกสรบัวหลวง 6. พิกัดเกสรทั้งห้า (A) ส่องภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ตที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร (B) ส่องภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ตที่ความยาวคลื่น 366 นาโนเมตร (C) ส่องภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ตที่ความยาวคลื่น 366 นาโนเมตร หลังจากพ่นด้วยสารละลาย NP Reagent (D) พ่นด้วยสารละลายดีฟีฟิเอซ

2. ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH แสดงดังตารางที่ 2 พบว่าสารสกัดดอกบุนนาค มีค่าความเข้มข้นของสารสกัดที่สามารถต้านอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50 ดีที่สุดทั้งจากการสกัดด้วยน้ำร้อนและสกัดด้วยเมทานอล คือมีค่าเท่ากับ 26.65 ± 0.40 และ 28.89 ± 1.10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ถัดมาคือสารสกัดด้วยเมทานอล และสารสกัดด้วยน้ำของดอกสารภีมีค่าเท่ากับ 34.93 ± 3.15 และ 54.54 ± 2.65 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร อันดับที่ 3 คือสารสกัดด้วยน้ำร้อนของเกสรบัวหลวง มีค่าเท่ากับ 66.46 ± 2.79 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร อันดับที่ 4 คือสารสกัดด้วยเมทานอลและสารสกัดด้วยน้ำร้อนของพิกัดเกสรทั้งห้ามีค่าเท่ากับ 70.93 ± 1.64 และ 90.10 ± 5.44 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ส่วนสกัดดอกมะลิและดอกพิกุลมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระน้อยที่สุด

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดด้วยวิธี DPPH

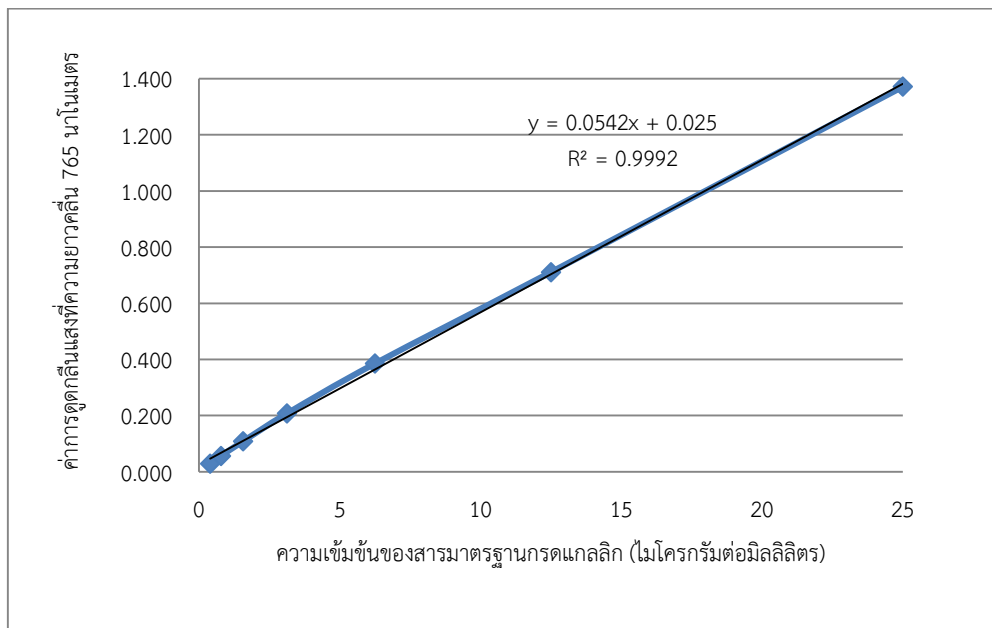
ค่าความเข้มข้นของสารสกัดที่สามารถต้านอนุมูลอิสระได้ 50 เปอร์เซ็นต์ (ppm)				
ตัวอย่างสารสกัด	สกัดด้วยน้ำร้อน		สกัดด้วยเมทานอล	
ดอกมะลิ	114.58 ^c	± 3.88	663.63 ^g	± 60.86
ดอกพิกุล	326.14 ^f	± 33.55	153.88 ^e	± 14.34
ดอกบุนนาค	26.65 ^a	± 0.40	28.89 ^a	± 1.10
ดอกสารภี	54.54 ^b	± 2.65	34.93 ^b	± 3.15
เกสรบัวหลวง	66.46 ^c	± 2.79	121.31 ^d	± 5.25
พิกัดเกสรทั้งห้า	90.10 ^c	± 5.44	70.93 ^c	± 1.64

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในแนวสทมภ์แสดงว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

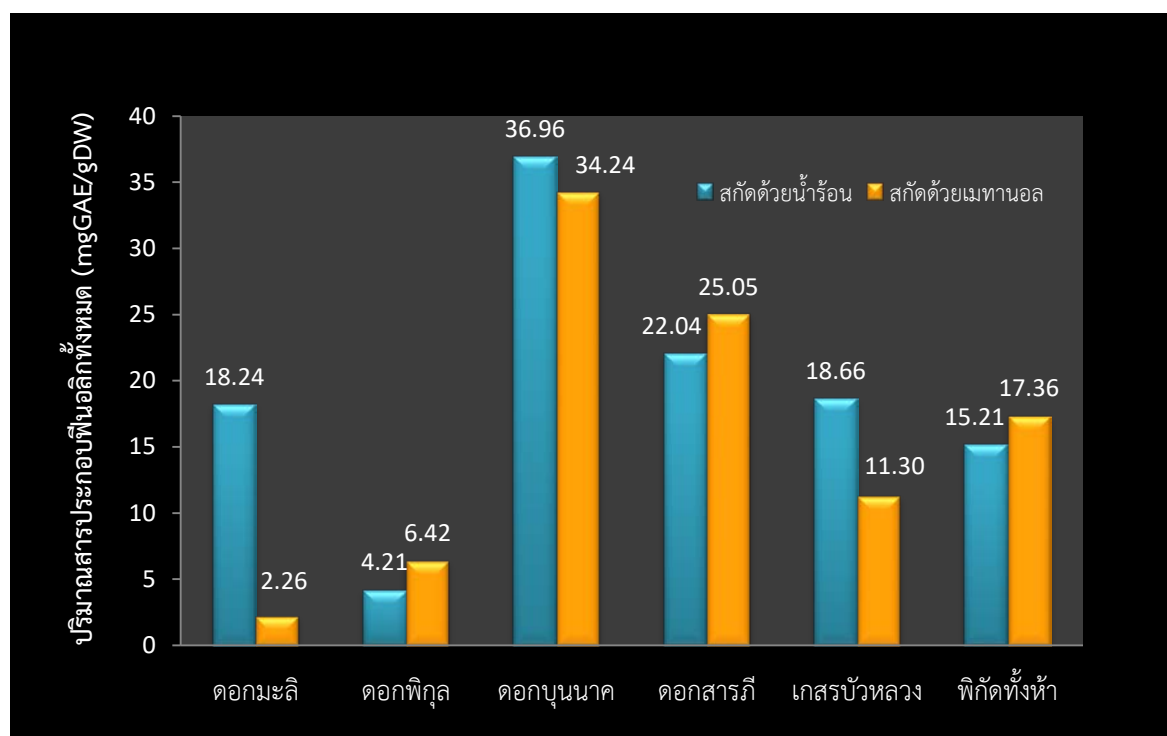
3. ผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก โดยมีหน่วยเป็นมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของน้ำหนักผงแห้ง ดังแสดงในภาพที่ 4 คำนวณหาค่าปริมาณ

สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดโดยใช้สมการเส้นตรง $y = 0.0542x + 0.025$ จะได้ค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดแต่ละชนิด จากนั้นนำมาเปรียบเทียบกับกันดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 4 กราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก



ภาพที่ 5 แสดงปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารที่สกัดด้วยน้ำร้อนและสกัดด้วยเมทานอล จากภาพที่ 5 เปรียบเทียบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารที่สกัดด้วยน้ำร้อนและสกัดด้วยเมทานอล พบว่าสารสกัดของดอกบุนนาค มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมากที่สุดทั้งจากการสกัดด้วยน้ำร้อนและสกัดด้วยเมทานอล คือมีค่าเท่ากับ 36.96 ± 2.45 และ 34.24 ± 1.34 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของน้ำหนักแห้ง (mgGAE/gDW) ตามลำดับ ถัดมาคือสารสกัดเมทานอล และสารสกัดด้วยน้ำร้อนของดอกสารภีมีค่าเท่ากับ 25.05 ± 0.27 และ 22.04 ± 2.64

มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของน้ำหนักรากแห้ง ต่อมาคือสารสกัดด้วยน้ำร้อนของเกสรบัวหลวง และดอกมะลิที่มีค่าใกล้เคียงกัน คือ 18.66 ± 1.82 และ 18.24 ± 1.04 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของน้ำหนักรากแห้ง ถัดมาคือสารสกัดด้วยเมทานอลและสารสกัดด้วยน้ำร้อนของพิกัดเกสรทั้งห้ามีค่าเท่ากับ 17.36 ± 0.67 และ 15.21 ± 0.90 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของน้ำหนักรากแห้ง ส่วนดอกพิกุลมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดน้อยทั้งจากการสกัดด้วยน้ำร้อนและสกัดด้วยเมทานอล โดยพบว่าผลของสารสกัดด้วยน้ำร้อนและสกัดด้วยเมทานอลของดอกมะลิ และเกสรบัวหลวงมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

สรุปและอภิปรายผล

จากผลการศึกษาลายพิมพ์เอชพีทีแอลซี (HPTLC fingerprint) โดยการใช้เทคนิคที่แอลซีสมรรถนะสูง high performance thin layer chromatography (HPTLC) รวมทั้งทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของดอกไม้ 5 ชนิดในพิกัดเกสร พบว่าสารสกัดของดอกบุนนาค มีปริมาณสารสำคัญมากที่สุด ทั้งจากการสกัดด้วยน้ำร้อนและสกัดด้วยเมทานอล โดยปรากฏแถบสารขึ้นบนแผ่น HPTLC ที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนเมื่อพ่นด้วยสารละลาย NP Reagent และสารละลาย DPPH โดยพบว่าระบบที่เหมาะสมที่ใช้ในการแยกสารออกจากกันได้คือ โทลูอิน : อะซิโตน : กรดฟอร์มิก : กรดอะซิติก ในอัตราส่วน 2 : 3 : 0.25 : 0.25 ซึ่งเป็นวัฏภาคเคลื่อนที่ที่มีการผสมระหว่างตัวทำละลายที่มีความเป็นขั้วต่ำคือโทลูอินและตัวทำละลายที่มีความเป็นขั้วสูงคืออะซิโตน ทำให้มีประสิทธิภาพในการแยกที่ดีและมีความคมชัดมากขึ้นเมื่อเติมกรดผสมลงไปเล็กน้อย นอกจากนี้เมื่อนำผลการทดลองไปเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์เชิงปริมาณของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดพบว่ามีความสอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกัน แสดงให้เห็นว่าการใช้เทคนิคที่แอลซีสมรรถนะสูงเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมาก ทำให้รวดเร็วและประหยัดเวลาในการตรวจหาสารสำคัญในกลุ่มตัวอย่างสมุนไพร สอดคล้องกับรายงานวิจัยก่อนหน้านี้ ที่พบว่าดอกบุนนาคมีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญอยู่หลายกลุ่ม เช่น glycosides, coumarins, flavanoids, bioflavonoids, xanthonenes, triglycerides, sitosterol, mesuaferrones (Sahu et al., 2014) มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา เช่น สารสกัดดอกบุนนาคมีฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาว (Ratnobol et al., 2019) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Garg et al., 2019) ส่วนสารสกัดจากดอกสารภีมีฤทธิ์ยับยั้ง angiotensin I-converting enzyme (ACEi) (Madaka et al., 2017) และมีฤทธิ์ยับยั้งเซลล์มะเร็ง (Tunga et al., 2013) งานวิจัยเกี่ยวกับสารสกัดจากเกสรบัวหลวงพบสารกลุ่มต่างๆ เช่น flavonoids, kaempferols, glycosides, nelumboside A, nelumboside B (Mehta et al., 2013) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Jung et al., 2013)

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเป็นหลัก เพื่อเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพของวิธี HPTLC กับผลการวิเคราะห์เชิงปริมาณในการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดซึ่งพบว่าสอดคล้องกัน สมุนไพรบางชนิดอาจมีฤทธิ์ที่ดีในด้านอื่นๆ เช่น ดอกมะลิ และดอกพิกุลมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย เนื่องจากมีองค์ประกอบทางเคมีที่เป็นน้ำมันระเหย ซึ่งหากต้องการศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียโดยตรงหรือฤทธิ์ทางชีวภาพอื่นๆ ก็สามารถนำเทคนิค HPTLC ไปประยุกต์ใช้ได้

เอกสารอ้างอิง

- กิตติพงศ์ อัครกุล และ นฤมล หิมะสุทธิเดช. (2560). ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียของสารสกัดจากหัวหอมและการประยุกต์ใช้น้ำผักและผลไม้ผสม. *วารสารเทคโนโลยีการอาหาร*, 12(1), 71-79.
- ชยันต์ พิเชียรสุนทร และ วิเชียร จีรวงศ์. (2556). คู่มือเภสัชกรรมแผนไทย เล่ม 5 : คณาเภสัช. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์อมรินทร์.
- ชานนท์ นัยจิตร และ อนุรักษ เชื้อมั่ง. (2559). การประเมินฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบรวมฟีนอลและนิโคตินของสมุนไพรไทย 15 ชนิด. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 24(2), 351-361
- พสุธร อุ๋นอมรมาศ และ สรณะ สมโน. (2559). การวิเคราะห์หาสารสำคัญและฤทธิ์การต่อต้านอนุมูลอิสระของดอกไม้กินได้บางชนิด. *วารสารเกษตร*, 32(3): 435 – 445.

- พัชร สิริตระกูลศักดิ์, ประสิทธิ์ ชูติชูเดช, เบ็ญจวรรณ ชูติชูเดช, มารัตริ เป็ลียนศิริชัย และ เกรียงศักดิ์ บุญเที่ยง. (2556). กิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระของดอกไม้กินได้ 15 ชนิด. *แก่นเกษตร*, 41 (ฉบับพิเศษ 1), 607-611.
- เยาวพา จิระเกียรติกุล, ปพิชญา ขวานทอง และภาณุมาศ ฤทธิไชย. (2562). ผลของสีแคลลัสและระยะเวลาในการเพาะเลี้ยงต่อปริมาณสารทุติยภูมิของแคลลัสกระเจี๊ยบแดง. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. 27(3), 461-471.
- Bairy PS. (2015). A comparison study of HPLC and HPTLC: Principles, instrumentations and applications. *ASIO Journal of Analytical Chemistry (ASIO-JAC)*, 1(1), 20-28.
- Garg S, Kameshwar S, Rajeev R, Pankaj A, Parshuram M. (2009). In- vivo Antioxidant activity and hepatoprotective effects of methanolic extracts of *Mesua ferrea* L. *International Journal of PharmTech Research*, 1(4), 1692-1696.
- Jain A, Parashar, AK, Nema, RK, Narsinghani, T. (2014). High performance thin layer chromatography (HPTLC): A modern analytical tool for chemical analysis. *Current Research in Pharmaceutical Sciences*, 4(1), 8-14.
- Jung HA, Kim JE, Chung HY, Choi JS. (2003). Antioxidant principles of *Nelumbo nucifera* stamens. *Archives of Pharmacol Research*, 26(4): 279-85.
- Madaka F, Pathompak P, Sakunpak A, Monton C, Charoonratana T. (2017). Angiotensin I-converting enzyme inhibitor activity of some plants listed in traditional Thai medicine. *Bulletin of Health, Science and Technology*, 15(1), 1-7.
- Mehta NR, Patel EP, Patani PV, Shah B. (2013). *Nelumbo Nucifera* (Lotus): A Review on ethanobotany phytochemistry and pharmacology. *Indian Journal of Pharmaceutical and Biological Research*, 1(4), 152-167.
- Ratnobol K, Tima S, Rungrojsakul M, Okonogi S, Chiampanichayakul S, Anuchapreeda S. (2019). Effects of crude medicinal Thai flower extracts on cytotoxicity and FMS-like tyrosine kinase 3 protein expression in EoL-1 leukemic cell line. *Journal of Associated Medical Sciences*, 52(1), 19-25.
- Sahu AN, Hemalatha S., Sairam K. (2014). Phyto-Pharmacology review of *Mesua Ferrea* Linn. *International Journal of Phytopharmacology*, 5(1): 6-14.
- Tunga NH, Uto T, Sakamoto A, Hayashida Y, Hidaka Y, Morinaga O, Lhieochaiphant S, Shoyama Y. (2013). Antiproliferative and apoptotic effects of compounds from the flower of *Mammea siamensis* (Miq.) T. Anders. on human cancer cell lines. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*, 23(1):158-162.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนยประ Development of Pra Butter Products

ธีรยุทธ์ พุนจันทร์นา¹ วันดี แก้วสุวรรณ²

สาขาอาหารและโภชนาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

Email: Teeraynt@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนาสูตรเนยประโดยการนำแนวคิดมาจากเนยถั่วลิสง โดยการนำขึ้นประซึ่งอบที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที แล้วบดละเอียด ได้ผงประสีน้ำตาล คิดเป็นร้อยละ 49.70 ของน้ำหนักเมล็ดประทั้งหมด ผงประมีปริมาณความชื้น โปรตีน และ ไขมัน เท่ากับ ร้อยละ 6.48, 15.21, 50.53 ตามลำดับ การนำผงประพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เนยประมีส่วนประกอบดังนี้ ผงประ น้ำมันรำข้าว และน้ำผึ้ง โดยศึกษาปริมาณสัดส่วนผงประต่อน้ำมันรำข้าว 5 ระดับคือ 77.59 : 8.62, 68.97 : 17.24, 60.34 : 25.86, 51.72 : 34.48 และ 43.10 : 43.10 เท่ากับร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ 50 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ด้วยแบบทดสอบ 9 ระดับ (9 – Point Hedonic Scale) จำนวน 3 ซ้ำ พบว่าการใช้ปริมาณสัดส่วนน้ำมันรำข้าวต่อผงประร้อยละ 30 ประกอบด้วยผงประร้อยละ 60.34 น้ำมันรำข้าวร้อยละ 25.86 น้ำผึ้งร้อยละ 12.93 และเกลือร้อยละ 0.86 มีคะแนนยอมรับสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.5$) ด้วยคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ ความเรียบเนียน และความชอบโดยรวม เท่ากับ 7.60, 7.67, 7.53, 7.43 และ 7.63 ตามลำดับ และผลิตภัณฑ์เนยประมีปริมาณค่า aw ค่าสี L^* a^* และ b^* เท่ากับ 0.52, 44.92, 11.12 และ 33.84 ตามลำดับ เนยประ 100 กรัมมีคุณค่าทางโภชนาการ ประกอบด้วย โปรตีน ไขมัน และพลังงาน เท่ากับ 28.10, 38.79 และ 647.42 กิโลแคลอรี ตามลำดับ

คำสำคัญ: เมล็ดประ, เนยถั่ว, ผงประ

Abstract

The objective of this research is to study the pra butter formula by using the concept from peanut butter. By bringing the components at a temperature of 160 degrees Celsius for 15 minutes And finely ground to brown powder Accounting for 49.70 percent of the total weight of the seed. The powder contained moisture content, protein and fat at 6.48, 15.21, 50.53 % respectively. This research used pra powder to be a butter product. By studying the ratio of rice bran oil to pra powder in 5 levels, namely 10, 20, 30, 40 and 50% percent the sensory evaluation results by 30 experimentee with 9 levels of test 9-Point Hedonic 3 Repeatedly. It was found that the use of oil-to-powder proportion of 30 consisting of pra 60.34 percent powder, 25.86 percent rice bran oil, 12.93 percent honey and 0.86 percent salt percent had the highest acceptance score ($p \leq 0.5$) with the acceptance score of appearance, color, taste, smoothness and the overall liking were 7.60, 7.67, 7.53, 7.43 and 7.63 respectively. And the butter products had aw value, L^* a^* b^* and fat equal to 0.52, 44.92, 11.12, 33.84 and The nutritional values of the 100 grams of butter consists protein, fat and energy were 28.10, 38.79 and 647.42 kcal, respectively.

Keywords: Pra seed, Peanut Butter, Pra Powder;

บทนำ

เนยถั่วลิสง คืออาหารลักษณะเหนียวชนิดหนึ่งทำจากถั่วลิสงอบแห้งเป็นส่วนผสมหลัก มักใช้เป็นอาหารใช้ทาขนมปัง ในแซนด์วิช เป็นที่นิยมในอเมริกาเหนือ เนเธอร์แลนด์ สหราชอาณาจักร และบางส่วนของเอเชีย โดยเฉพาะอย่างยิ่งฟิลิปปินส์ และอินโดนีเซีย สหรัฐอเมริกาและจีน เป็นผู้นำการส่งออกเนยถั่วลิสงของโลก นอกจากนี้เนยถั่วที่ทำจากถั่วชนิดอื่นๆ ก็มีเช่นกัน (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2556)

ป่าประมามีมากในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยเฉพาะตามแนวเทือกเขาในประเทศมาเลเซีย อินโดนีเซีย และประเทศไทยจะพบตามแนวเขตเทือกเขาบรรทัด อ.เมือง จังหวัดตรัง และจังหวัดนครศรีธรรมราช พบทั่วไปในท้องที่อำเภอต่างๆ อาทิ ช้างกลาง ร่อนพิบูลย์ พรหมคีรี ท่าศาลา และอำเภอทับปด โดยป่าประมามีหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติเขานัน จะพบไม้ประ (Elateriospermum tapos BL.) ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดคือพื้นที่ตำบลกรุงชิง จังหวัดนครศรีธรรมราช มีเนื้อที่ป่า ประ ประมาณ 6,000 ไร่ ชาวบ้านกรุงชิงร่วมกันอนุรักษ์และคงสภาพผืนป่าอันอุดมสมบูรณ์เอาไว้ โดยในแต่ละปีต้นประในป่า ผืนจะให้ผลผลิต “ลูกประหรือเมล็ดประ” เพื่อให้ชาวบ้านได้ใช้ประโยชน์ และในช่วงที่ลูกประแตกชาวบ้านจะร่วมกันทำพิธี “เปิดป่า” (ประพันธ์ แดงพรหม, 20 กุมภาพันธ์ 2559) โดยการนำผ้าสีมาโอบล้อมต้นประ เพื่อขอขมาเจ้าป่าเจ้าเขาเพื่อให้ ชาวบ้านเข้าไปในป่าประเพื่อเก็บเอาผลของลูกประมาใช้ประโยชน์ เช่น ต้มให้สุกแล้วนำไปดองในน้ำเกลือ ลูกประที่ดองและ เปลือกออกแล้วสามารถนำไปประกอบอาหารได้หลายชนิด ได้แก่ แกงส้ม แกงไตปลา ลูกประต้มกะทิ หรือเป็นผักเคียง (วันดี แก้วสุวรรณ และอุษา นัยจันทร์, 2560)

เมล็ดประเป็นพืชที่ให้คุณค่าทางโภชนาการสูง มีโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมันเท่ากับ 16.10, 25.36 และ 36.49 ตามลำดับ มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงถึง 29.83 เปอร์เซ็นต์ มีกรดไขมันอิ่มตัว ร้อยละ 6.66 แต่ไม่พบไขมันทรานส์แบ่ง เมล็ดประมีส่วนของกรดไขมันโอเลอิก 12.54 เปอร์เซ็นต์ซึ่งเป็นกรดไขมันโอเมก้า 9 มีกรดไขมันแอลฟาไลโนเลนิกจำนวน มากถึง 3.44 เปอร์เซ็นต์เป็นกรดไขมันโอเมก้า 3 สูงกว่าเมล็ดถั่วอื่นๆเช่นเฮเซลนัท (0.09 เปอร์เซ็นต์), มะคาเดเมีย (0.21 เปอร์เซ็นต์) และอัลมอนด์ (ไม่มี) แต่ต่ำกว่าวอลนัท (ร้อยละ 9.08) และมีกรดไขมันลิโนเลอิกสัดส่วน 12.01 เปอร์เซ็นต์ซึ่งเป็น กรดไขมันโอเมก้า 3 และกรดไขมันโอเมก้า 6 เป็นกรดไขมันจำเป็นต่อร่างกายมนุษย์ มีสารโทโคฟีรอลสควาลีน และเบต้า ซิโตสเตอรอล ซึ่งมีประโยชน์ต่อร่างกายมนุษย์ช่วยเพิ่มความชุ่มชื้นชะลอริ้วรอยต้านอนุมูลอิสระลดคอเลสเตอรอล ป้องกันต่อม ลูกหมากโตและป้องกันผมหงอก น้ำมันในเมล็ดประใช้ปรุงอาหารและใช้เป็นน้ำมันตะเกียง (Choonhahirun, 2010)

อัญชัน ชุนหะหิรัณย์ (2010) พบว่าแป้งประมีจำนวนของโปรตีนสูง (ร้อยละ) เท่ากับ 16.10 คาร์โบไฮเดรต 25.36 และไขมัน 36.49 องค์ประกอบกรดไขมันไม่อิ่มตัว (ร้อยละ 29.83) ซึ่งกรดโอเลอิก (ร้อยละ 12.54) กรดไลโนเลอิก (ร้อยละ 12.01) และกรดไลโนเลน (ร้อยละ 3.44) โดยเฉพาะคุณสมบัติการดูดซับน้ำ การดูดซับน้ำมันอิมัลชัน ปริมาณและความคงตัวของฟอง (2 ชั่วโมง) เป็น ร้อยละ 187.5, 130.4, 39.6, 32.6 และ 28.2 ตามลำดับ ดังนั้นแป้งเมล็ดประนอกจากจะมีคุณค่าทางโภชนาการแล้วยังมีศักยภาพสำหรับใช้แหล่งอาหารแทนได้ดี

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนาสูตรเนยประโดยศึกษาปริมาณสัดส่วนผงประต่อน้ำมัน ร้าข้าว5 ระดับคือ 77.59 : 8.62, 68.97 : 17.24, 60.34 : 25.86, 51.72 : 34.48 และ 43.10 : 43.10 เท่ากับร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ 50 และการยอมรับของผู้บริโภคโดยผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ด้วยแบบทดสอบ 9 ระดับ (9 – Point Hedonic Scale) จำนวน 3 ซ้ำ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนาสูตรเนยประโดยการนำแนวคิดมาจากเนยถั่วลิสง
2. เพื่อศึกษาอัตราส่วนผงประอบกับน้ำมันร้าข้าวในส่วนผสมเนยประ

ระเบียบวิธีวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
 - 1.1 เมล็ดประจากตำบลกรุงชิง อำเภอทับปด จังหวัดนครศรีธรรมราช
 - 1.2 น้ำมันร้าข้าวตราคิง ผลิตโดยบริษัท น้ำมันบริโภคไทย จำกัด
 - 1.3 น้ำผึ้งเอโร ผลิตโดยบริษัท สยามแม็คโคร จำกัด (มหาชน)

- 1.4 เกลือตราปรงทิพย์ ผลิตโดยบริษัท อุตสาหกรรมเกลือบริสุทธิ์ จำกัด
- 1.5 เครื่องบดหั่นสับซอย ยี่ห้อ MARA รุ่น MR 1268
- 1.6 เครื่องบดแห้งอเนกประสงค์ (200กรัม) ยี่ห้อ Nanotech รุ่น NT-200C

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การพัฒนาสูตรเนยประ เป็นแนวทางการศึกษาการผลิตเนยประโดยไม่ใช้สารอิมัลซิไฟเออร์ เนยประประกอบด้วย ส่วนผสมหลักคือผงประกอบ น้ำมันรำข้าว น้ำผึ้ง และเกลือ โดยศึกษาอัตราส่วนผสมประกอบที่เหมาะสมกับปริมาณน้ำมันรำข้าว เพื่อให้ได้ลักษณะเนยประที่ดี โดยศึกษาปริมาณสัดส่วนน้ำมันรำข้าวต่อผงประ 5 ระดับคือ 77.59 : 8.62, 68.97 : 17.24, 60.34 : 25.86, 51.72 : 34.48 และ 43.10 : 43.10 เท่ากับน้ำมันรำข้าวร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ 50 ของผงประกอบ เพื่อให้ได้สูตรที่เหมาะสมที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยมีขั้นตอนในการศึกษาวิจัยดังนี้

2.1 ผลิตผงประกอบ นำเมล็ดประดิบมาทำการกะเทาะเปลือกแข็งออก นำไปต้มในน้ำเดือด 5 นาที แล้วนำมาใส่ใน น้ำเย็นบีบให้เยื่อหุ้มเมล็ดออก ตามวิธีของ วันดี แก้วสุวรรณ (2560) นำไปผ่าตามยาวเมล็ดละ 4 ซีก จึงนำไปอบให้สุกด้วย เตา อบที่ระดับอุณหภูมิ 160°C 15 นาที พักให้เย็นแล้วนำมาบด ด้วยเครื่องปั่นหยาบ “ผงประกอบ” เพื่อทำเนยประ

ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของผงประกอบ ด้านสีด้วยโดยเครื่องวัดสี (spectrophotometer) ยี่ห้อ : Hunterlab รุ่น : colourflex โดยใช้เซลล์แก้วขนาด 2.54 เซนติเมตร ความชื้น ตามวิธี AOAC. (2016) method 930.15 และ aw ด้วยเครื่องวัด Aw (Water Activity Meter: Novasina Labmaster Neo NOVATRON. Crude fat ตามวิธี AOAC (2016) method 954.02 Crude protein ตามวิธี AOAC (2016) method 976.05

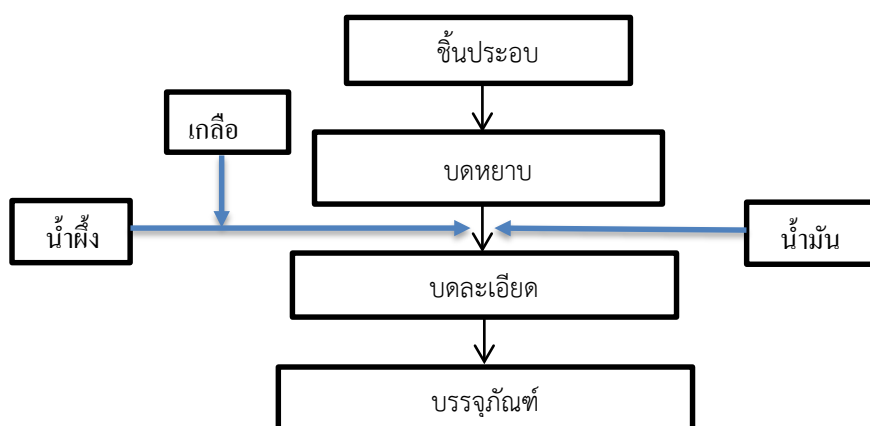
2.2 ศึกษาอัตราส่วนเนยประ โดยศึกษาอัตราส่วนผสมประกอบต่อน้ำมันรำข้าว รวม 5 ระดับ คือน้ำมันรำข้าวร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ 50 ของผงประกอบ

1) การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ด้วยแบบทดสอบ 9 ระดับ (9 – Point Hedonic Scale) จำนวน 3 ซ้ำ โดยทดสอบเนยประกับเครื่องเกอร์เพื่อศึกษา ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความสามารถในการปาด ความเรียบเนียน ของเนยประ ส่วนผสมตามตารางที่ 1และ การผสมเนยประตามแผนภูมิที่ 1

2) ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของเนยประ ด้านสีด้วยโดยเครื่องวัดสี (spectrophotometer) ยี่ห้อ : Hunterlab รุ่น : colourflex โดยใช้เซลล์แก้วขนาด 2.54 เซนติเมตร ความชื้น ตามวิธี AOAC. (2016) method 930.15 และ aw ด้วยเครื่องวัด Aw (Water Activity Meter: Novasina Labmaster Neo NOVATRON. Crude fat ตามวิธี AOAC (2016) method 954.02 Crude protein ตามวิธี AOAC (2016) method 976.05

ตารางที่ 1 ส่วนผสมเนยประ

สูตร	ผงประ %	น้ำมันรำข้าว %	น้ำผึ้ง %	เกลือ %
1	77.59	8.62	12.93	0.86
2	68.97	17.24	12.93	0.86
3	60.34	25.86	12.93	0.86
4	51.72	34.48	12.93	0.86
5	43.10	43.10	12.93	0.86



ภาพที่ 1. กระบวนการผลิตเนยประ

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

โดยทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยแบบทดสอบชิมสเกลความชอบ 9 คะแนน (9 - Points Hedonic Scale) จำนวน 90 คน วางแผนการทดลองแบบสุ่มไม่บล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design) ส่วนการวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ (ค่าสี) และด้านเคมี (ไขมัน) วางแผนการทดสอบแบบสุ่มตลอดสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) วิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ทรีตเมนต์ ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัย

1. ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเพื่อเปรียบเทียบการยอมรับของผู้บริโภคด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความสามารถในการปาด ความเรียบเนียน และความชอบโดยรวมของเนยประที่มีส่วนผสมงาประอบและน้ำมันรำข้าว ที่แตกต่างกัน ด้วยแบบทดสอบชิมแบบให้สเกลความชอบ 9 คะแนน (9 - Points Hedonic Scale) ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน จำนวน 3 ซ้ำ การยอมรับของผู้บริโภคต่อเนยประ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ด้านลักษณะปรากฏ สูตร3 มีคะแนนการยอมรับสูงที่สุดเท่ากับ 7.60 รองลงมาคือสูตร 5 เท่ากับ 6.88 และสูตร1 น้อยที่สุด เท่ากับ 6.47 ด้านสีสูตร3 มีคะแนนการยอมรับสูงที่สุดเท่ากับ 7.67 รองลงมาคือสูตร4 เท่ากับ 6.88 และสูตรที่ 1 น้อยที่สุด เท่ากับ 6.73 ด้านกลิ่นสูตร3 มีคะแนนการยอมรับสูงที่สุดเท่ากับ 7.67 รองลงมาคือสูตร4 เท่ากับ 6.88 และสูตรที่ 1 น้อยที่สุด เท่ากับ 6.73 ด้านรสชาติสูตร3 มีคะแนนการยอมรับสูงที่สุดเท่ากับ 7.53 รองลงมาคือสูตร4 เท่ากับ 7.43 และสูตรที่ 1 น้อยที่สุด เท่ากับ 6.42 ด้านความสามารถในการปาดสูตร4 มีคะแนนการยอมรับสูงที่สุดเท่ากับ 7.83 รองลงมาคือสูตร5 เท่ากับ 7.17 และสูตรที่ 1 น้อยที่สุด เท่ากับ 5.52 ด้านความเรียบเนียนสูตร5 มีคะแนนการยอมรับสูงที่สุดเท่ากับ 7.57 รองลงมาคือสูตร3 เท่ากับ 7.43 และสูตรที่ 1 น้อยที่สุด เท่ากับ 5.80 ด้านความชอบโดยรวมสูตร3 มีคะแนนการยอมรับสูงที่สุดเท่ากับ 7.63 รองลงมาคือสูตร4 เท่ากับ 7.53 และสูตรที่ 1 น้อยที่สุด เท่ากับ 6.57 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนยประ

สูตร	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความสามารถในการปาดทา	ความเรียบเนียน	ความชอบโดยรวม
1	6.47±1.21 ^c	6.73±1.34 ^b	6.90±1.38 ^{ab}	6.42±1.40 ^c	5.52±1.50 ^d	5.80±1.43 ^d	6.57±1.18 ^b
2	6.70±1.07 ^{bc}	6.77±1.12 ^b	6.77±1.23 ^b	6.53±1.29 ^c	6.24±1.19 ^c	6.43±1.26 ^c	6.77±0.99 ^b
3	7.60±0.99 ^a	7.67±0.94 ^a	7.03±1.05 ^{ab}	7.53±0.96 ^a	7.14±1.33 ^b	7.43±1.09 ^a	7.63±1.02 ^a
4	6.84±1.39 ^{bc}	7.07±1.10 ^b	7.23±1.31 ^a	7.43±1.31 ^a	7.83±1.04 ^a	7.01±1.56 ^b	7.53±0.96 ^a
5	6.88±1.51 ^b	7.00±1.37 ^b	7.07±1.21 ^{ab}	7.00±1.32 ^b	7.17±1.35 ^b	7.57±1.15 ^a	7.50±1.12 ^a

^{a b c...} ในแนวนอน แสดงว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.5$)

ผลการวิเคราะห์คุณภาพสีในผลิตภัณฑ์เนยประ ผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยค่าสี L^* สูตร 1 มีค่าสว่างสูงสุดเท่ากับ 44.98 รองลงมาคือ สูตร3 44.92 และสูตร2 เท่ากับ 44.55 และ 40.09 ตามลำดับ ค่าสี a^* สูตร5 มีค่าสีแดงสูงสุดเท่ากับ 12.60 รองลงมาคือ สูตร4 12.55 และ สูตร3 เท่ากับ 11.12 และ 10.50 ตามลำดับ และค่า b^* สูตร4 มีค่าสีเหลืองสูงสุดเท่ากับ 34.09 รองลงมาคือ สูตร5 33.46 และ สูตร3 เท่ากับ 32.84 และ 32.72 ตามลำดับ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ ค่าสี

สูตร	L^*	a^*	b^*
1	44.98±0.04	10.83±0.08	32.36±0.01
2	44.55±0.00	10.50±0.03	32.72±0.16
3	44.92±0.15	11.12±0.05	32.84±0.31
4	40.09±0.02	12.55±0.01	34.09±0.04
5	40.09±0.00	12.60±0.03	33.46±0.23

*หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าสีแต่ละสูตร ของเนยประ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพค่า a_w ในผลิตภัณฑ์เนยประ ผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$) โดย สูตร1 และ 2 มีค่า a_w สูงสุดเท่ากับ 0.52 รองลงมาคือ สูตร3 0.52 และสูตร4 เท่ากับ 0.48 และ 0.47 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ ค่า a_w

สูตร	ค่า a_w
1	0.52±0.01
2	0.52±0.00
3	0.51±0.00
4	0.48±0.00
5	0.47±0.02

*หมายเหตุ เปรียบเทียบค่า a_w แต่ละสูตร ของเนยประ

1. ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์

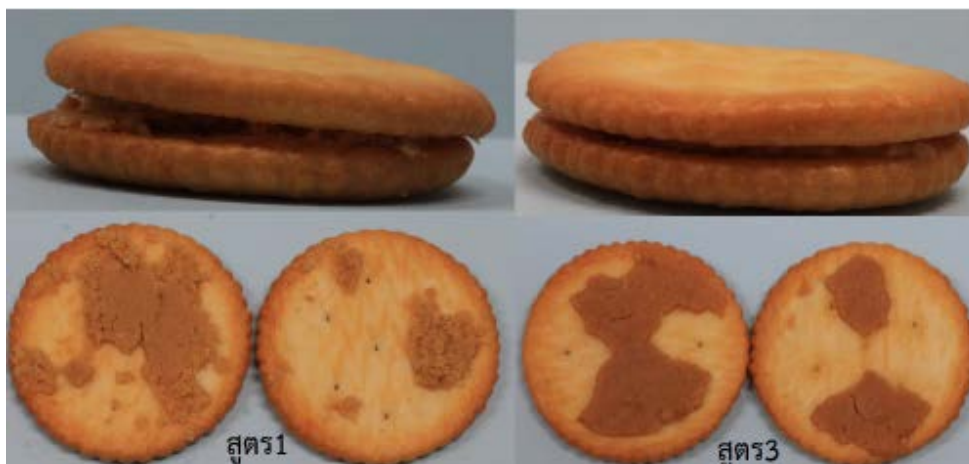
เมื่อทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์เนยประ โดยการนำมาทากับแครกเกอร์ (รสเค็ม) ใช้การทดสอบคุณภาพโดยประสาทสัมผัส ด้วยวิธี 9-point Hedonic Scale พบว่า ในแต่ละคุณลักษณะมีคะแนนการยอมรับที่อยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบมาก (6-8 คะแนน) ซึ่งจะพบว่าในคุณลักษณะด้านความสามารถในการปาดทา คะแนนการยอมรับค่อนข้างต่ำ เนื่องจาก เนยประมีลักษณะเป็นเนื้อเนียนละเอียดติดกัน จึงส่งผลในด้านความสามารถในการปาดทา

สรุปและอภิปรายผล

จากการวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่าผลิตภัณฑ์เนยประสูตรที่เหมาะสมคือสูตรที่ 3 ประกอบด้วยผงพร้าวร้อยละ 60.34 น้ำมันรำข้าวร้อยละ 25.86 น้ำผึ้งร้อยละ 12.93 และเกลี้อยู่ร้อยละ 0.86 ซึ่งผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะสีน้ำตาลอมเหลือง

ข้อเสนอแนะ

สามารถนำผลิตภัณฑ์เนยประมาทำเป็นไส้ของแครกเกอร์ แต่ไม่แนะนำเอาสูตร1 มาทำเป็นไส้ของแครกเกอร์เพราะสูตร 1 เนื่องจากว่าตัวเนยประร่วน ขึ้นแครกเกอร์ไม่เกาะตัวกัน แต่แนะนำให้เอาเนยประสูตร 3 มาทำเป็นไส้ของแครกเกอร์เพราะสูตร 3 ทำให้ตัวแครกเกอร์เกาะตัวกันได้ดี



ภาพที่ 1 แครกเกอร์ไส้เนยประ

ที่มา : ภาพถ่ายโดย จิรยุทธ์ พูนจันทร์นา เมื่อวันที่ 25 เดือนกันยายน พ.ศ. 2562

เอกสารอ้างอิง

- วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2556. เนยถั่วลิสง. [ออนไลน์]. [อ้างอิงเมื่อ 28 ตุลาคม 2562]. ที่มา : <https://th.wikipedia.org/wiki>.
- สุกัญญา กล่อมจ่อหอ. 2553. การพัฒนาเนยเมล็ดทานตะวัน. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- วันเพ็ญ ญัฐวุฒิ. 2548. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนยถั่วลิสงผสมรำข้าว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เนยถั่ว. [ออนไลน์]. [อ้างอิงเมื่อ 24 กันยายน 2562]. ที่มา : <http://www.tisi.go.th/otop/pdf-file/tcps1012-48.pdf>.
- दनัย กิริตวานิชย์. 2535. การศึกษาความเป็นไปได้ของการผลิตมะม่วงหิมพานต์ในระดับทดลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Adahikary, M., Bellmer, D.D and Brusewitz, G. 2001. Oxidative rancidity of peanut butter slices under different packaging and atmospheric condition. [Online]. [Cite 25 March 2008]. Available from : <http://www.ift confex.com/ift/2001/techprogram/paper 7918.htm>.

ผลการใช้ผงประทัดแทนผงอัลมอนต์ในมาการอง

Effect of Almond Powder Substitute Macaron From Pra Powder

วราภรณ์ สงศรีอินทร์ วันดี แก้วสุวรรณ

สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

Email: waraporn.6282@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการใช้ผงประทัดแทนผงอัลมอนต์ในผลิตภัณฑ์มาการอง โดยการนำแผ่นประสไลค์อบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง แล้วนำมาบดละเอียด ได้ผงประทัดที่มีลักษณะเป็นผงละเอียด สีออกเหลืองอ่อน มีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เท่ากับ 4.50, 16.81 และ 49.03 % ตามลำดับ ผลผลิตแผ่นประสไลค์เป็นร้อยละ 58.20 ของน้ำหนักเมล็ดประทัดทั้งหมด การวิจัยนี้นำผงประทัดแทนผงอัลมอนต์ เพื่อการเพิ่มมูลค่าเมล็ดประทัดและลดการนำเข้าผงอัลมอนต์ โดยศึกษาปริมาณผงประทัดแทนผงอัลมอนต์ 6 ระดับคือ 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 % ผลการประเมินผลคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ด้วยแบบทดสอบ 9 ระดับ (9- Point- Hedonic Scale) จำนวน 3 ซ้ำ พบว่าการใช้ผงประทัดแทนผงอัลมอนต์ที่ระดับ 40 % ประกอบด้วย ไข่ขาว(1) 180กรัม, ไข่ขาว(2) 180กรัม, น้ำตาลทราย 630กรัม, น้ำเปล่า 140กรัม, น้ำตาลไอซิ่ง 500กรัม และผงอัลมอนต์ 500กรัม มีคะแนนยอมรับสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.5$) ด้วยคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมเท่ากับ 8.00, 8.00, 7.38, 7.67, 7.47 และ 8.17 ตามลำดับ และผลิตภัณฑ์ มีปริมาณค่า a_w เท่ากับ 0.376 และมีค่าสี L^* a^* และ b^* เท่ากับ 76.30, 8.257 และ 26.883. ตามลำดับ และคุณค่าทางโภชนาการของมาการองผงประทัดแทนผงอัลมอนต์ร้อยละ 40% ปริมาณ 100 กรัม ประกอบด้วยโปรตีน ไขมัน เท่ากับ 6.76, 12.85 กรัม ตามลำดับ และพลังงานเท่ากับ 356.70 กิโลแคลอรี

คำสำคัญ : มาการอง, ผงอัลมอนต์, ผงประทัด และ ขนมอบ

Abstract

This research studied the almond powder substituted Macaron from Pra powder. Pra powder was prepared by slicing the Pra seed, and roasting at 60°C for 4 hours, then finely grinding into brown powder. The powder contained moisture 4.50%, protein 16.81% and fat 49.03%. The yield of the powder was 58.20% from Pra seed. The amount of Pra powder was varied into 6 levels including control: 0%, 10%, 20%, 30%, 40% and 50% of total ingredients. Sensory evaluation by 9-Point Hedonic scale was brought to evaluate the acceptance of 30 participants towards the varying of the recipes. The result showed that at the level 40% of Pra powder received the significantly highest acceptance scores ($p \leq 0.5$) that were appearance (8.00), color (8.00), aroma (7.67), taste (7.38), texture (7.47) and overall preference (8.17). The Macaron substituted by 40% of Pra powder contained $a_w=0.38$ and color represented to $L^*=76.30$, $a^*=8.26$ and $b^*=26.89$. The Macaron 100g consists protein=6.76%, fat=12.85% and energy=356.70 kcal. The contribution of this research is able to increase the value-added of Pra seed and to reduce the import of Almond.

Keywords: Macaron, Almond powder, Pra powder and Bakery

บทนำ

พฤติกรรมการบริโภคอาหารของคนไทยปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไปโดยมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัยเป็นต้นว่าจากสถานะเศรษฐกิจที่บีบรัดและเร่งรีบส่งผลให้คนไทยมีเวลาให้กับเรื่องการบริโภคอาหารน้อยลงและนับวันจะมีการรับเอาวัฒนธรรมการบริโภคจากชาติตะวันตกมามากขึ้นสิ่งที่ตามมาคือทำให้มีอาหารจากชาติตะวันตกเข้ามาแพร่หลายจนทำให้อาหารบางประเภทกลายเป็นอาหารยอดนิยมของคนไทยเป็นต้นว่าผลิตภัณฑ์ประเภทเบเกอรี่เช่นขนมปังขนมเค้กและคุกกี้ซึ่งอาหารเหล่านี้กลุ่มที่นิยมบริโภคมักจะเป็นกลุ่มวัยรุ่นด้วยปัจจัยดังกล่าวจึงทำให้คนไทยเราบริโภคอาหารที่มีเส้นใยอาหารน้อยลงการบริโภคอาหารที่ไม่ได้ครบสัดส่วนและมีคุณค่าทางโภชนาการไม่เพียงพออาจเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ

มาการองเป็นขนมที่มีต้นกำเนิดมาจากประเทศฝรั่งเศสเกิดขึ้นเมื่อปี 1791 จัดว่าเป็นขนมประเภทเมอแรงก์ชนิดหนึ่งเป็นขนมประเภทอบที่มีลักษณะคล้ายโดมแบนๆรสชาติหอมหวานสีน้ำตาลใสกรอบนอกนุ่มในมีไส้ตรงกลางกานาช (Ganache) มีหลายรสชาติเช่นช็อกโกแลตสตอเบอร์รี่วานิลลาอัลมอนด์หรือผลไม้ตามฤดูกาลเป็นต้นเป็นอาหารที่ใช้รับประทานระหว่างมือหรืออาหารว่างมาการองมีส่วนผสมหลัก ได้แก่ ไข่ขาวน้ำตาลทรายกลีเซอรีนส่วนผสมอาหารน้ำตาลไอซิ่งน้ำตาลและผงอัลมอนด์ (Marechal, 2010) ถือเป็นขนมที่ชาวยุโรปให้ความนิยมอย่างมากปัจจุบันมีขนมมาการองจำหน่ายทั่วโลกและกำลังได้รับความนิยมขึ้นเรื่อยๆ ประเมินมากในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยเฉพาะตามแนวเทือกเขาในประเทศมาเลเซีย อินโดนีเซีย และประเทศไทยจะพบตามแนวเขตเทือกเขาบรรทัด อ.เมืองตรัง จังหวัดนครศรีธรรมราช พบทั่วไปในท้องที่อำเภอต่างๆ อาทิ ช้างกลาง ร่อนพิบูลย์ พรหมคีรี ท่าศาลา และอำเภอнопิตำ โดยป่าประที่หน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติเขานันจะพบไม้ประ (Elateriospermum tapos BL.) ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดคือพื้นที่ตำบลกรุงชิง จังหวัดนครศรีธรรมราช มีเนื้อที่ป่าประมาณ 6,000 ไร่ ชาวบ้านกรุงชิงร่วมกันอนุรักษ์และคงสภาพผืนป่าอันอุดมสมบูรณ์เอาไว้ โดยในแต่ละปีต้นประในป่าผืนจะให้ผลผลิต “ลูกประหรือเมล็ดประ” เพื่อให้ชาวบ้านได้ใช้ประโยชน์ และในช่วงที่ลูกประแตกชาวบ้านจะร่วมกันทำพิธี “เปิดป่า” (ประพันธ์ แดงพรหม, 20 กุมภาพันธ์ 2559) โดยการนำผ้าสีมาโอบล้อมต้นประ เพื่อขอขมาเจ้าป่าเจ้าเขาเพื่อให้ชาวบ้านเข้าไปป่าประเพื่อเก็บเอาผลของลูกประมาใช้ประโยชน์ เช่น ต้มให้สุกแล้วนำไปดองในน้ำเกลือ ลูกประที่ดองและเปลือกออกแล้วสามารถนำไปประกอบอาหารได้หลายชนิด ได้แก่ แกงส้ม แกงไตปลา ลูกประต้มกะทิ หรือเป็นผักเคียง (วันดี แก้วสุวรรณ และอุษา นัยจันทร์, 2560)

ดังนั้นผู้วิจัยเห็นควรที่จะนำผลิตภัณฑ์มาการอง (Macaron) ซึ่งมีราคาค่อนข้างแพง มาการองมีรูปทรงกลมขนาดเล็ก มีสีสวยงาม ประกอบไปด้วยแอลมอนต์ผง ไข่ไก่ น้ำตาลและอื่น ๆ และหากศึกษาการนำผงลูกประแทนแทนผงแอลมอนต์ ซึ่งเป็นวัตถุดิบในท้องถิ่นทดแทนการใช้แอลมอนต์ซึ่งนำเข้าจากต่างประเทศซึ่งการพัฒนาการองจะใช้ผงลูกประทดแทนในตัวผลิตภัณฑ์เพื่อนำวัตถุดิบในท้องถิ่นของประเทศไทย คือ ลูกประเฉพาะพื้นที่อำเภอพรหมคีรี และอำเภอнопิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราชที่สามารถหาได้ง่ายและมีราคาถูกกว่าเมื่อเทียบกับแอลมอนต์ เป็นการสร้างผลิตภัณฑ์ทางเลือกในท้องตลาด ช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าเกษตรของประเทศไทยและลดการนำเข้าสินค้าจากต่างประเทศ และสามารถสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรภายในประเทศได้

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงประยุกต์ โดยวิธีการดำเนินการเป็นการวิจัยเพื่อพัฒนา

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปริมาณของผงลูกประที่เหมาะสมในการทำมาการอง

ระเบียบวิธีวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

- 1.1 ไข่ขาว (1) เบอร์ 3 - CP Fresh Mart
- 1.2 ไข่ขาว (2) เบอร์ 3 - CP Fresh Mart
- 1.3 น้ำตาลทรายขาวป่นละเอียด (ตราลิน) ผลิตโดยบริษัทน้ำตาลไทยรุ่งเรือง
- 1.4 น้ำเปล่า
- 1.5 น้ำตาลไอซิ่ง (ตราลิน) ผลิตโดยบริษัทน้ำตาลไทยรุ่งเรือง
- 1.6 ผงอัลมอนด์ จากร้านเรืองแสง จังหวัดนครศรีธรรมราช
- 1.7 ผงประ จากตำบลกรุงชิง อำเภอнопิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช
- 1.8 คุกกี้ครีมและหัวบีบเบอร์ 10
- 1.9 เครื่องตีมือ HOMEMATE รุ่น HOM-12KP81

- 1.10 เตาอบเบเกอร์ SEMON รุ่น ST-DO24E
- 1.11 อ่างผสมอาหาร
- 1.12 ไม้พายพลาสติก

2. การเก็บรวมข้อมูล

การพัฒนามาการองประ เป็นแนวทางการศึกษาการผลิตมาการองประ มาการองประประกอบด้วยส่วนผสมหลักคือ ไข่ขาว (1) ไข่ขาว (2) น้ำตาลทรายขาวป่นละเอียด น้ำเปล่า น้ำตาลไอซิ่ง ผงอัลมอนต์ และผงประ โดยศึกษาอัตราส่วนผงประที่เหมาะสมกับปริมาณผงอัลมอนต์ เพื่อให้ได้ลักษณะมาการองที่ดี โดยศึกษาปริมาณสัดส่วนผงอัลมอนต์ต่อผงประ 6 ระดับคือ 0 : 100, 90 : 10 , 80 : 20, 70 : 30, 60 : 40 และ 50 : 50 เท่ากับผงประร้อยละ 0 , 10, 20, 30, 40 และ 50 ของผงประ เพื่อให้ได้สูตรที่เหมาะสมที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยมีขั้นตอนในการศึกษาวิจัยดังนี้

ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของผงประ ด้านสีด้วยโดยเครื่องวัดสี (spectrophotometer) ยี่ห้อ : Hunterlab รุ่น : colourflex โดยใช้เซลล์แก้วขนาด 2.54 เซนติเมตร ความชื้น ตามวิธี AOAC. (2016) method 930.15 และ aw ด้วยเครื่องวัด Aw (Water Activity Meter: Novasina Labmaster Neo NOVATRON. Crude fat ตามวิธี AOAC (2016) method 954.02 Crude protein ตามวิธี AOAC (2016) method 976.05

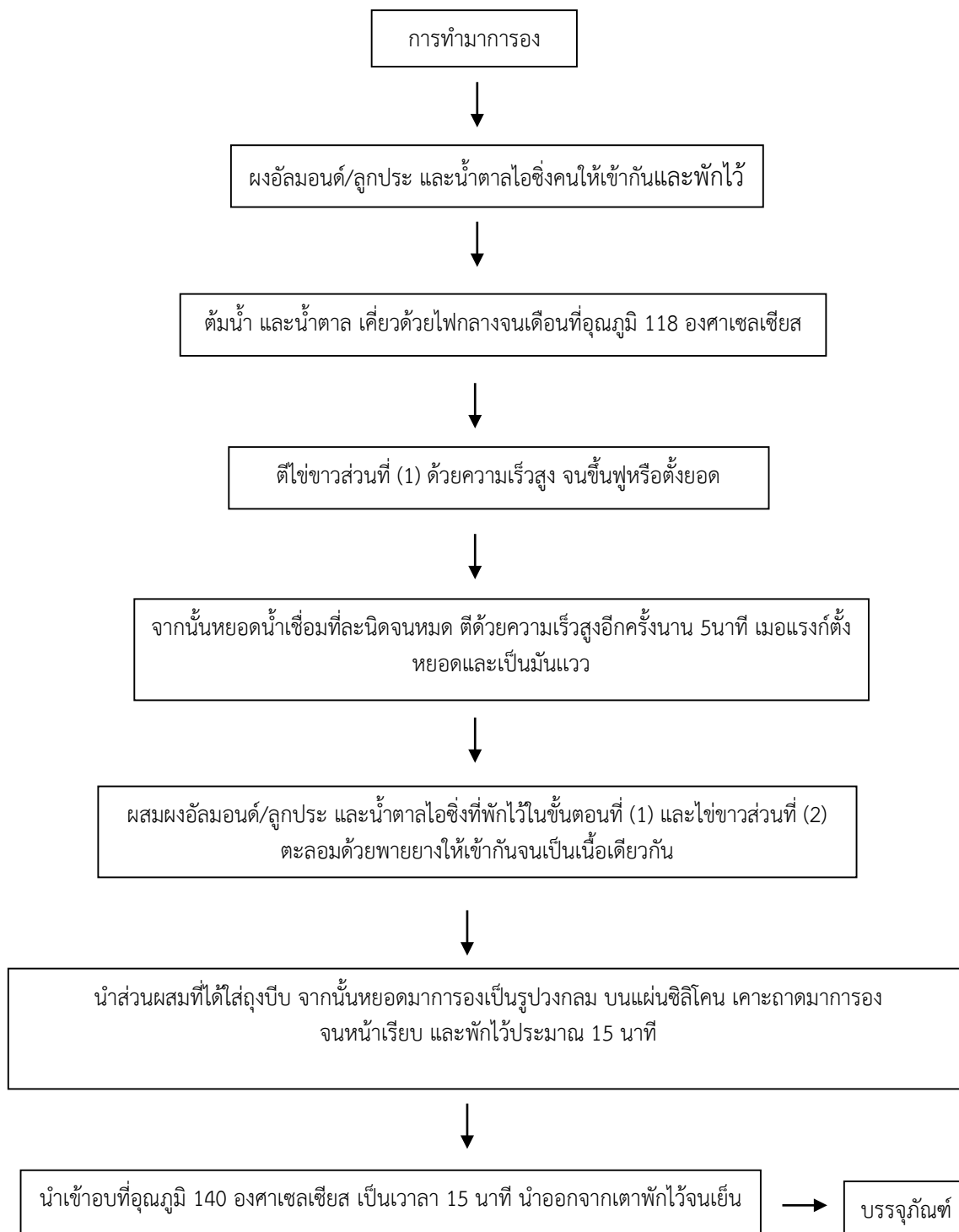
2.1 ศึกษาอัตราส่วนมาการองประ โดยศึกษาอัตราส่วนผงอัลมอนต์ต่อผงประ รวม 5 ระดับ คือผงประร้อยละ 0, 10, 20, 30, 40 และ 50

1) การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ด้วยแบบทดสอบ 9 ระดับ (9 – Point Hedonic Scale) จำนวน 3 ซ้ำ โดยทดสอบมาการองประเพื่อศึกษา ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ของมาการองประ ส่วนผสมตามตารางที่ 1และ การผสมมาการองประตามแผนภูมิที่ 1

2) ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของเนยประ ด้านสีด้วยโดยเครื่องวัดสี (spectrophotometer) ยี่ห้อ : Hunterlab รุ่น : colourflex โดยใช้เซลล์แก้วขนาด 2.54 เซนติเมตร ความชื้น ตามวิธี AOAC. (2016) method 930.15 และ aw ด้วยเครื่องวัด Aw (Water Activity Meter: Novasina Labmaster Neo NOVATRON. Crude fat ตามวิธี AOAC (2016) method 954.02 Crude protein ตามวิธี AOAC (2016) method 976.05

ตารางที่ 1 ส่วนผสมผงประทดแทนผงอัลมอนต์ 6 Treatment

ส่วนผสม (กรัม)	TR ₁ สูตรมาตรฐาน	TR ₂	TR ₃	TR ₄	TR ₅	TR ₆
ไข่ขาว (1)	180	180	180	180	180	180
ไข่ขาว (2)	180	180	180	180	180	180
น้ำตาลทราย	630	630	630	630	630	630
น้ำ	140	140	140	140	140	140
น้ำตาลไอซิ่ง	500	500	500	500	500	500
ผงอัลมอนต์	500	450	400	350	300	250
ผงเมล็ดประ	-	50	100	150	200	250
รวม	2,130	2,130	2,130	2,130	2,130	2,130



แผนภูมิที่ 1. กระบวนการผลิตมาการอง

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

โดยทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยแบบทดสอบชิมสเกลความชอบ 9 คะแนน (9 - Points Hedonic Scale) จำนวน 90 คน วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design) ส่วนการวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ (ค่าสี) และด้านเคมี (ไขมัน) วางแผนการทดสอบแบบสุ่มตลอดสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) วิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ทรีตเมนต์ ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัย

1. ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเพื่อเปรียบเทียบการยอมรับของผู้บริโภคด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของมาการองประเภทที่มีส่วนผสมผงอัลมอนต์และผงประเภทที่แตกต่างกัน ด้วยแบบทดสอบชิมแบบให้สเกลความชอบ 9 คะแนน (9 - Points Hedonic Scale) ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน จำนวน 3 ซ้ำ การยอมรับของผู้บริโภคต่อมาการองประเภท พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ด้านลักษณะปรากฏ สูตร 5 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) มีคะแนนการยอมรับสูงที่สุดเท่ากับ 8.00 รองลงมาคือสูตร 2 เท่ากับ 7.93 และสูตร 6 น้อยที่สุด เท่ากับ 5.27

ด้านสีสูตร 5 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) มีคะแนนการยอมรับสูงที่สุดเท่ากับ 8.00 รองลงมาคือสูตร 3 เท่ากับ 7.67 และสูตรที่ 6 น้อยที่สุด เท่ากับ 6.30

ด้านกลิ่นสูตร 2 และ 5 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) มีคะแนนการยอมรับสูงที่สุดเท่ากับ 7.67 และ 7.67 รองลงมาคือสูตร 3 เท่ากับ 7.47 และสูตรที่ 6 น้อยที่สุด เท่ากับ 7.00 ด้านรสชาติ สูตร 4 มีคะแนนการยอมรับสูงที่สุด เท่ากับ 7.90 รองลงมาคือสูตร 2 เท่ากับ 7.53 และสูตร 6 น้อยที่สุด เท่ากับ 4.23

ด้านเนื้อสัมผัส สูตร 2 และ 5 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) มีคะแนนการยอมรับสูงที่สุดเท่ากับ 7.47 และ 7.47 รองลงมาคือสูตร 4 เท่ากับ 7.33 และสูตร 6 น้อยที่สุด เท่ากับ 4.23

ด้านความชอบโดยรวม สูตร 5 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) มีคะแนนการยอมรับสูงที่สุดเท่ากับ 8.17 รองลงมาคือสูตร 4 เท่ากับ 7.77 และสูตร 6 น้อยที่สุด เท่ากับ 5.83 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ มาการองประเภท ของแต่ละตัวอย่าง

สูตร	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
1	6.70±1.07 ^c	7.03±1.361 ^c	7.07±1.39 ^c	7.20±1.30 ^b	7.27±1.32 ^{ab}	7.34±1.18 ^c
2	7.93±0.59 ^a	7.63±0.88 ^b	7.67±1.01 ^a	7.53±1.09 ^b	7.47±0.88 ^a	7.64±0.89 ^b
3	7.52±1.13 ^b	7.67±0.94 ^b	7.47±0.96 ^{ab}	7.24±1.49 ^b	6.93±1.06 ^b	7.53±0.99 ^{bc}
4	7.33±1.19 ^b	7.43±1.09 ^b	7.20±1.28 ^{bc}	7.90±1.05 ^a	7.33±1.25 ^a	7.77±1.06 ^b
5	8.00±0.86 ^a	8.00±0.77 ^a	7.67±1.08 ^a	7.38±1.16 ^b	7.47±1.43 ^a	8.17±0.69 ^a
6	5.27±0.63 ^d	6.30±0.46 ^d	7.00±0.26 ^c	4.23±0.42 ^c	4.23±0.80 ^c	5.83±0.45 ^d

*หมายเหตุ ตัวอักษร a,b หรืออื่นๆที่แสดงในแถวเดียวกัน หมายความว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ผลการวิเคราะห์คุณภาพความชื้นในผลิตภัณฑ์มาการองประ ผลลัพธ์มาการองประมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยค่าความชื้น สูตร 6 มีค่าความชื้นสูงสุดเท่ากับ 4.04 รองลงมาคือ สูตร 3 เท่ากับ 3.85 ตามลำดับ และสูตร 1 น้อยที่สุด เท่ากับ 2.45 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดลองความชื้นของมาการอง ที่ทดแทนด้วยผงประ

อัตราส่วนระหว่างผงอัลมอนด์ : ผงประ	ความชื้น%
0:100	2.45±0.03
90:10	3.65±0.04
80:20	3.85±0.03
70:30	3.37±0.04
60:40	3.09±0.05
50:50	4.04±0.02

*หมายเหตุ เปรียบเทียบความชื้นแต่ละอัตราส่วนระหว่างผงอัลมอนด์ต่อผงประ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพค่า a_w ในผลิตภัณฑ์มาการองประ ผลลัพธ์มาการองประมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยค่า a_w สูตร 5 มีค่า a_w สูงสุดเท่ากับ 0.493 รองลงมาคือ สูตร 2 เท่ากับ 0.424 ตามลำดับ และสูตร 6 น้อยที่สุด เท่ากับ 0.375 ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ค่า a_w มาการองประ

สูตร	ค่า a_w
1	0.423±0.001
2	0.424±0.000
3	0.376±0.000
4	0.402±0.000
5	0.492±0.002
6	0.375±0.000

*หมายเหตุ เปรียบเทียบค่า a_w แต่ละอัตราส่วนระหว่างผงอัลมอนด์ต่อผงประ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพสีในผลิตภัณฑ์มาการองประ ผลลัพธ์มาการองประมีความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) โดยค่าสี L^* สูตร 5 มีค่าสว่างสูงสุดเท่ากับ 80.02 รองลงมาคือ สูตร 3 เท่ากับ 76.29 ตามลำดับ ค่าสี a^* สูตร 6 มีค่าสีแดงสูงสุดเท่ากับ 8.50 รองลงมาคือ สูตร 3 เท่ากับ 8.25 ตามลำดับ และค่า b^* สูตร 6 มีค่าสีเหลืองสูงสุดเท่ากับ 27.20 รองลงมาคือ สูตร 3 เท่ากับ 26.88 ตามลำดับ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ค่าสี L*,a* และ b* ของมาการองประ

สูตร	L*	a*	b*
1	70.57±0.990 ^c	7.93±0.625 ^a	24.92±0.858 ^a
2	72.53±1.251 ^c	8.16±0.655 ^a	25.24±0.937 ^a
3	76.29±0.723 ^b	8.25±0.137 ^a	26.88±0.141 ^a
4	73.55±2.517 ^{bc}	7.26±1.416 ^a	25.07±1.418 ^a
5	80.02±3.005 ^a	1.71±0.577 ^b	15.90±2.171 ^b
6	65.60±0.998 ^d	8.50±0.002 ^a	27.20±0.062 ^a

*หมายเหตุ ตัวอักษร a,b หรืออื่นๆที่แสดงในแถวเดียวกัน หมายความว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

สรุปและอภิปรายผล

เพื่อศึกษาปริมาณของผงลูกประที่เหมาะสมในการทำมาการอง ผงประสามารถนำมาทดแทนผงอัลมอนต์ได้ทุกอัตราส่วน อัตราส่วนที่เหมาะสม และการรับรู้ทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค คือสูตรที่ 5 คือสูตรที่ใส่ผงประ 40% มีผลต่อลักษณะปรากฏของมาการอง มาการองยังมีกลิ่นหอมของผงประเพิ่มขึ้น มีผลทำให้เนื้อสัมผัสของมาการองแน่นขึ้น

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาที่สามารถใช้ผงประทดแทนผงอัลมอนต์ได้ถึง ร้อยละ 50 สูตรที่ 1 สูตรผงอัลมอนต์ 100% ขึ้นรูปสวย ลักษณะโดยรวมดี แต่ผู้ทดสอบชิม ชอบสูตรที่ 6 มากกว่า สูตร 6 ผงประ 50% ไม่แนะนำ เนื่องจากปริมาณผงประมากขึ้น จึงไม่สมดุลกับการขึ้นฟูของเมอค์แรง และสูตร 5 ผงประ 40% ลักษณะปรากฏของมาการอง มาการองยังมีกลิ่นหอมของผงประเพิ่มขึ้น มีผลทำให้เนื้อสัมผัสของมาการองแน่นขึ้น ในการผลิตมาการองนั้น ผู้ที่สนใจสามารถนำผงประไปใช้ในการลดต้นทุนวัตถุดิบที่ใช้ในการทำมาการองได้ โดยการทดแทนผงอัลมอนต์ นอกจากนี้ยังเป็นการลดต้นทุนของวัตถุดิบอีกด้วย และยังเป็นการส่งเสริมสินค้าเกษตรท้องถิ่นในประเทศ

ความชื้นเป็นปัจจัยสำคัญในกระบวนการทำมาการอง ดังนั้นในขั้นตอนการผลิตควรมีการควบคุมปริมาณความชื้นของวัตถุดิบต่างๆ ให้มีปริมาณความชื้นต่ำอยู่เสมอ



ภาพที่ 1. มาการอง

ที่มา : ภาพถ่ายโดย วราภรณ์ สงศรีอินทร์ เมื่อวันที่ 25 เดือน กันยายน พ.ศ. 2562

เอกสารอ้างอิง

กองโภชนาการ กรมอนามัย. (2530). **ตารางแสดงคุณค่าทางอาหารไทยในส่วนที่กินได้ 100 กรัม** กรุงเทพฯ: 312.
ทิพวรรณเฟื่องเรือง 2548. **ขนมอบ**. วิทยาลัยสารพัดช่างพระนครศรีอยุธยาชีวศึกษาระทรวงศึกษาการ, กรุงเทพฯ.

วันดี แก้วสุวรรณ, อุษา นัยจันทร์, (2559). **สำนักงานคณะกรรมการการศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรนครศรีฯ**.

สิริสวัสดิ์ ไสรวาร (2557). “ลูกประ” ไม้ผลพื้นเมืองมากคุณค่าแห่งป่าเทือกเขาบรรทัดอร่อยเทียบชั้น “มะม่วงหิมพานต์”.
สืบค้นเมื่อ 22 เมษายน 2562, จาก <https://www.bloggang.com>.

ศิริณา ทองแย้ม และอุทัยวรรณ เลี้ยงเจริญ 2551. **ข้าวเกรียบกล้วยหอมเสริมงาดำ** แผนงานพิเศษปริญญาบัณฑิต
สาขาวิชาอาหารและโภชนาการคณะเทคโนโลยีคหกรรม ศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

Adrenalinerush., (2016). **น่านาปัญหา Maearon**. สืบค้นเมื่อ 22 เมษายน 2562, จาก
<http://www.adrenalinerushdiaries.com>.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังปราศจากกลูเตน

ปวีณสุตา ชีปนวัฒนา และ วลัยรัตน์ จันทรปานนท์

ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ
email: fagiwlc@ku.ac.th

บทคัดย่อ

ขนมปังผลิตจากแป้งสาลีซึ่งมีกลูเตนที่ก่อให้เกิดการแพ้ได้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาขนมปังปราศจากกลูเตน โดยคัดเลือกสูตรพื้นฐานขนมปังปราศจากกลูเตนจาก 3 สูตร โดยสูตรที่ 1 ใช้แป้งข้าวเจ้าและสตาร์ชข้าวโพดร่วมกับ hydroxypropyl methylcellulose (HPMC) สูตรที่ 2 ใช้แป้งข้าวเจ้า สตาร์ชข้าวโพดและสตาร์ชมันสำปะหลังร่วมกับแซนแทนกัม และสูตรที่ 3 ใช้แป้งข้าวเจ้าและสตาร์ชมันสำปะหลังร่วมกับ HPMC เพื่อทดแทนแป้งสาลี พบว่าเนื้อขนมปังสูตรที่ 2 ให้ความแข็ง ความเหนียวเป็นยาง และความยากในการเคี้ยวน้อยที่สุด ($p \leq 0.05$) เมื่อทดสอบความชอบโดยวิธีโดยวิธี 9-point hedonic scale พบว่าสูตรที่ 2 มีคะแนนความชอบสูงที่สุดในทุกคุณลักษณะ ($p \leq 0.05$) แต่จากการทดสอบค่าความพอดี (JAR) พบว่ารสเค็มและความมันมีมากเกินไป จึงคัดเลือกสูตรที่ 2 ไปศึกษาปริมาณเกลือที่ร้อยละ 0.70 และ 0.90 และปริมาณเนยที่ร้อยละ 3.40 และ 4.70 พบว่าผิวขนมปังที่ปริมาณเนยเพิ่มขึ้นให้ค่าความเข้มสี (C^*) ในเฉดสีส้มเพิ่มขึ้นแต่ค่าความสว่าง (L^*) ลดลง ($p \leq 0.05$) และให้ค่าความแข็งและความเหนียวเป็นยางของเนื้อขนมปังเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) เมื่อทดสอบความชอบพบว่าปริมาณเกลือและเนยไม่มีผลต่อคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏของขนมปัง ($p > 0.05$) แต่ปริมาณเนยที่เพิ่มขึ้นทำให้คะแนนความชอบในด้านรสหวาน รสเค็ม และความชอบโดยรวมเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ปริมาณเกลือที่เพิ่มขึ้นทำให้คะแนนความชอบในด้านความมันและกลิ่นรสเนยเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้ขนมปังที่มีปริมาณเกลือร้อยละ 0.90 และปริมาณเนยร้อยละ 4.70 มีคะแนนความชอบมากที่สุดในทุกคุณลักษณะ ($p \leq 0.05$)

คำสำคัญ: ขนมปังปราศจากกลูเตน แป้งข้าวเจ้า สตาร์ชข้าวโพด สตาร์ชมันสำปะหลัง

Development of Gluten Free Bread

Paweesuda Keepanawattana^{1, a}, Walairut Chantarapanont^{1, b}

¹ Department of Product Development, Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University, Bangkok

E-mail; ^apaweesuda.ke@ku.th, ^bfagiwlc@ku.ac.th

Abstract

Bread is made from wheat flour which contains gluten causing allergy. The objective of this research was to develop gluten-free bread. Basic formula was selected from 3 formulas, which the first formula using rice flour, corn starch cooperated with hydroxypropyl methylcellulose (HPMC), the second formula using rice flour, corn starch and tapioca starch cooperated with xanthan gum and the third formula using rice flour and tapioca starch cooperated with HPMC for replacing wheat flour. Results showed that the bread crumb of the second formula had the lowest hardness, gumminess and chewiness ($p \leq 0.05$). Sensory evaluation using 9-point hedonic scale showed that the second formula had the highest liking score in all attributes ($p \leq 0.05$). However, just about right (JAR) of the second formula revealed that salty and oily were too much. Then the second formula was chosen to study salt content at 0.70% and 0.90% with butter content at 3.40% and 4.70%, consecutively. Bread crust that contained higher butter content showed higher in chroma (C^*) which was in orange color range, lightness (L^*) decreased ($p \leq 0.05$) but hardness and gumminess of bread crumb increased ($p \leq 0.05$). Liking score showed that the added amount of salt and butter were not significantly different in likeness of bread appearance ($p > 0.05$). However, when more amount of butter was added, the liking score of sweet, salty and overall liking were increased ($p \leq 0.05$). While increased amount of salt, the liking score of oily and butter flavor increased ($p \leq 0.05$). Bread with 0.90% salt and 4.70% butter had the highest liking score in all attributes ($p \leq 0.05$).

Keywords: Gluten-free bread; Rice flour; Corn starch; Tapioca starch

บทนำ

ขนมปังเป็นอาหารหลักที่มีความสำคัญและเป็นที่ยอมรับในหลายประเทศทั่วโลก ด้วยคุณประโยชน์และคุณค่าทางอาหารที่สำคัญต่อร่างกาย (Altamirano-Fortoul et al., 2012) โดยทั่วไปขนมปังมักจะผลิตโดยใช้แป้งสาลีผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสมและนวดจนกลายเป็นแป้งโด (dough) ภายในโดเกิดโครงสร้างของโปรตีนกลูเตน (gluten) ที่เกิดจากการรวมตัวกันของโปรตีนกลูเตนิน (glutenin) ที่ให้คุณสมบัติยืดหยุ่น และโปรตีนไกลอะดิน (gliadin) ที่ให้คุณสมบัติข้นหนืด ทำให้ขนมปังที่ได้มีลักษณะขึ้นฟู มีเนื้อสัมผัสที่เหนียวนุ่มและยืดหยุ่น (ศิริลักษณ์ สีนทวาลัย และ กมลวรรณ แจ่มชัด, 2544) แต่ในปัจจุบันมีประชากรมากกว่าร้อยละ 1 ของโลกที่ป่วยเป็นโรคซีเลียค (celiac disease) หรือมีอาการแพ้โปรตีนกลูเตน เมื่อร่างกายได้รับการกระตุ้นจากโปรตีนกลูเตนในธัญพืช เช่น ข้าวสาลี ข้าวไรย์ หรือข้าวบาร์เลย์ (Arendt et al., 2008) จะส่งผลกระทบต่อระบบภูมิคุ้มกันทำให้ลำไส้เล็กอักเสบและไม่สามารถดูดซึมสารอาหารต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ผู้ป่วยจะมีอาการถ่าย อุจจาระบ่อยและมีลักษณะเหลวเป็นฟอง มีภาวะโลหิตจาง กระดูกพรุน อาจพบการเจริญเติบโตช้าในวัยเด็ก เป็นต้น โรคซีเลียคไม่มีแนวทางการรักษาแต่ผู้ป่วยสามารถควบคุมอาการดังกล่าวได้โดยการงดบริโภคอาหารที่มีส่วนประกอบของโปรตีนกลูเตน (Jnawali et al., 2016; Celiac Disease Foundation (CDF), 2018) ดังนั้นความต้องการอาหารที่ปราศจากกลูเตน เช่น พาสต้า บิสกิต เค้ก คุกกี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งขนมปังจึงเพิ่มสูงขึ้น (Jnawali et al., 2016) ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่จากสตรัซซอสระหว่างสตรัซซาว สตรัซซาวโพด สตรัซซาวมันสำปะหลังและสตรัซซาวมันฝรั่งให้คุณลักษณะด้านปริมาตร เนื้อสัมผัส สี กลิ่นรสและให้ความรู้สึกในปากเมื่อรับประทานเช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแป้งสาลี (Pszczola, 2012) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังปราศจากกลูเตนให้มีคุณภาพใกล้เคียงกับขนมปังจากแป้งสาลีในแง่ของโครงสร้าง ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส อายุการเก็บรักษา รวมถึงคุณภาพโดยรวมของขนมปังจึงเป็นสิ่งสำคัญ (Mir et al., 2016) การใช้แป้งหรือสตรัซซาวจากพืชที่ไม่มีกลูเตน เช่น ข้าว ข้าวโพด มันฝรั่ง หรือมันสำปะหลัง ร่วมกับไฮโดรคอลลอยด์ ไชมัน หรือโปรตีนบางชนิดเป็นส่วนผสม (Hager & Arendt, 2013) จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังปราศจากกลูเตน โดยงานวิจัยพบว่าขนมปังจากแป้งข้าวเจ้าและสตรัซซาวโพดร่วมกับแซนแทนกัมร้อยละ 0.50 (Sciarini et al., 2010) หรือ HPMC ร้อยละ 1.00 1.50 และ 2.00 (Sabanis & Tzia, 2011b) ขนมปังจากแป้งข้าวเจ้าและสตรัซซาว มันสำปะหลังร่วมกับ HPMC ร้อยละ 2.00 3.00 และ 5.00 (Crockett et al., 2011) และเค้กจากแป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวโพด น้ำตาล นม ไข่ ร่วมกับแซนแทนกัมร้อยละ 0.30-0.40 (Preichardt et al., 2011) ให้ขนมปังที่มีปริมาตรจำเพาะมากขึ้นและความแข็งของเนื้อขนมปังลดลง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อคัดเลือกสูตรขนมปังปราศจากกลูเตนพื้นฐาน
2. เพื่อพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ขนมปังปราศจากกลูเตนให้มีคุณภาพทางกายภาพและประสาทสัมผัสตามที่ต้องการ

ระเบียบวิธีวิจัย

1. คัดเลือกสูตรขนมปังปราศจากกลูเตนพื้นฐาน

ทดลองทำขนมปังปราศจากกลูเตนจากสูตรทั่วไปจำนวน 3 สูตร เพื่อคัดเลือกเป็นสูตรพื้นฐานโดยแต่ละสูตรมีส่วนผสมและวิธีการผลิตดังแสดงในตารางที่ 1 และภาพที่ 1 ตามลำดับ จากนั้นนำขนมปังที่ผลิตได้แต่ละสูตรพักไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 1 วัน ก่อนนำไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ดังนี้

1.1 วิเคราะห์สี

วัดค่าสีในระบบ CIE L*a*b* ของผิวขนมปัง (crust) และเนื้อขนมปัง (crumb) ด้วยเครื่อง spectrophotometer (CM-3500d, Konica Minolta, ประเทศญี่ปุ่น) โดยสุ่มตำแหน่งบนผิวและเนื้อขนมปังเพื่อวัดค่า 5 ครั้ง

1.2 วิเคราะห์เนื้อสัมผัส

วัดค่าเนื้อสัมผัส (texture profile) ของเนื้อขนมปังขนาด 2 x 2 x 2 เซนติเมตร ด้วยเครื่อง texture analyzer (TA.XT Plus, Sable Micro systems, ประเทศอังกฤษ) ทำการวัดค่าจำนวน 15 ซ้ำ (ดัดแปลงจาก Barrett et al., 2000)

ตารางที่ 1 ร้อยละของส่วนผสมในการผลิตขนมปังปราศจากกลูเตนสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร

ส่วนผสม	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ส่วนผสมแห้ง			
แป้งข้าวเจ้า	12.90	15.60	33.50
สตรัซซาวโพด	38.80	13.70	-

สตาร์ชมันสำปะหลัง	-	13.70	15.50
HPMC	0.80	-	2.00
แซนแทนกัม	-	0.70	-
เกลือ	1.00	1.00	0.50
ผงฟู	-	1.10	-
ส่วนผสมเปียก			
น้ำมันดอกทานตะวัน	2.10	-	-
เนยจืด	-	6.30	-
ไข่ไก่	-	16.50	-
ส่วนผสมกระตุณยีสต์			
ยีสต์แห้ง	1.00	0.80	2.70
น้ำตาล	2.10	4.90	1.30
น้ำ	41.30	25.80	44.50

ที่มา: สูตรที่ 1 ดัดแปลงจาก Sabanis & Tzia (2011a); สูตรที่ 2 ดัดแปลงจาก Gluten Free Habit (2015); สูตรที่ 3 ดัดแปลงจาก Crockett et al. (2011)

1.3 วิเคราะห์ปริมาณจำเพาะ

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างขนมปังและหาปริมาตรขนมปังโดยใช้วิธีการแทนที่ด้วยเมล็ดงา (Sesame seed displacement) ใช้ทำการวัดค่าจำนวน 3 ซ้ำ จากนั้นคำนวณหาปริมาณจำเพาะ (Julianti et al., 2017)

1.4 ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

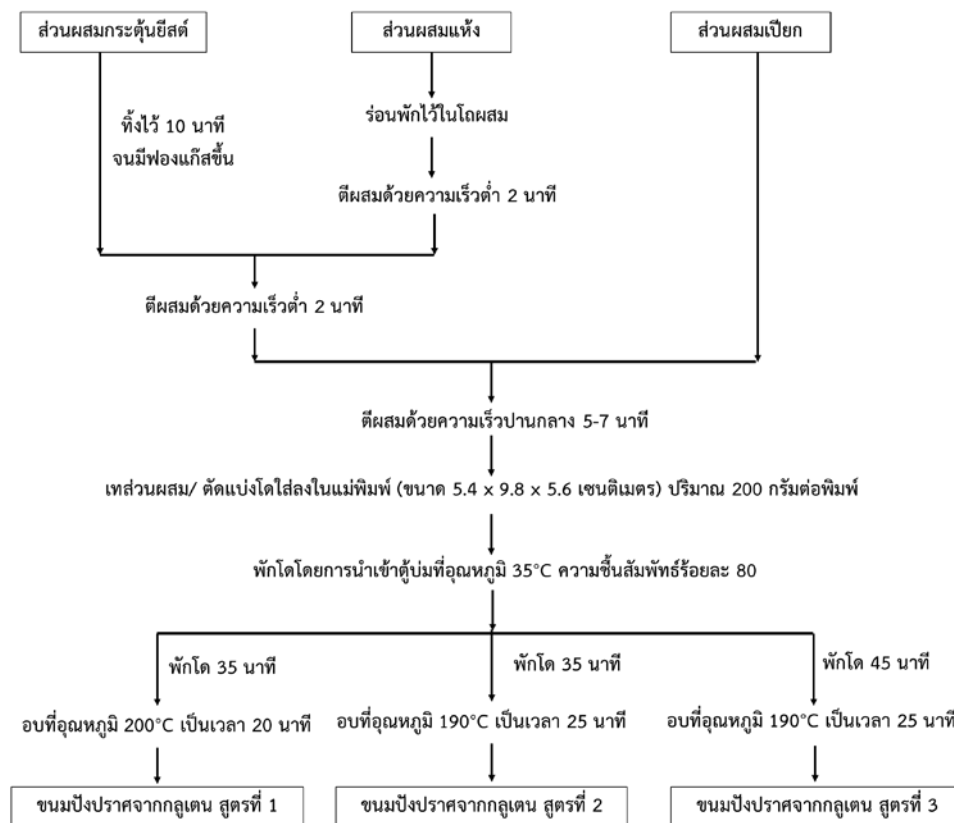
นำขนมปังมาตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 3.5 x 3.5 x 1 เซนติเมตร โดยตัดให้ติดทั้งส่วนผิวและเนื้อขนมปัง เสนอให้กับผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน ประเมินความชอบด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scale ควบคู่กับความพอใจด้วยวิธี Just About Right (JAR) ในคุณลักษณะต่าง ๆ ดังนี้ (เพ็ญขวัญ ชมปรีดา, 2560) ทำการพิจารณาคัดเลือกสูตรที่มีคะแนนความชอบมากที่สุดไปพัฒนาสูตรต่อไป

2. ศึกษาปริมาณเกลือและเนยจืดที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ขนมปังปราศจากกลูเตน

ผลิตขนมปังปราศจากกลูเตนจากสูตรที่คัดเลือกได้โดยการจัดสิ่งทดลองแบบแฟกทอเรียล 2² ร่วมกับการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Factorial in Completely Randomized Design, CRD) ปัจจัยที่ศึกษา ได้แก่ ปริมาณเกลือ จำนวน 2 ระดับ คือ ร้อยละ 0.70 และ 0.90 ของส่วนผสมทั้งหมด และปริมาณเนย จำนวน 2 ระดับ คือ ร้อยละ 3.40 และ 4.70 ของส่วนผสมทั้งหมด จากนั้นนำขนมปังที่ผลิตได้แต่ละสูตรพักไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 1 วัน ก่อนนำไปวิเคราะห์คุณภาพเช่นเดียวกับข้อที่ 1

3. วิเคราะห์ข้อมูล

นำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยค่าคุณภาพของตัวอย่าง โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



ภาพที่ 1 วิธีการทำขนมปังปราศจากกลูเตนสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร
ที่มา : สูตรที่ 1 ดัดแปลงจาก Sabanis & Tzia (2011a); สูตรที่ 2 ดัดแปลงจาก Gluten Free Habit (2015);
สูตรที่ 3 ดัดแปลงจาก Crockett et al. (2011)

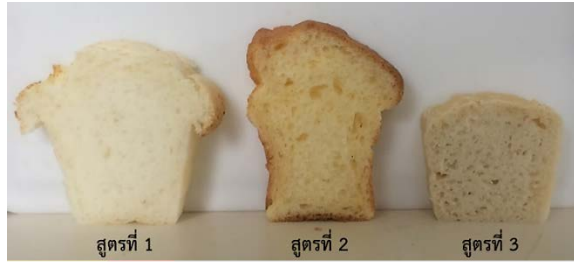
ผลการวิจัย

1. การคัดเลือกสูตรขนมปังปราศจากกลูเตนพื้นฐาน

จากการทดลองทำขนมปังปราศจากกลูเตน 3 สูตร ที่แตกต่างกันเพื่อคัดเลือกสูตรขนมปังปราศจากกลูเตนพื้นฐาน พบว่าให้ลักษณะปรากฏที่แตกต่างกัน สูตรที่ 1 ให้ผิวขนมปังที่และแตก เนื้อขนมปังสีขาวที่มีรูพรุนขนาดเล็กและสม่ำเสมอ สูตรที่ 2 ให้ผิวขนมปังสีน้ำตาล เนื้อในมีสีเหลือง มีรูพรุนขนาดต่างกันและกระจายตัวสม่ำเสมอ ส่วนสูตรที่ 3 ให้ผิวขนมปังที่แห้งและแข็ง เนื้อขนมปังสีครีม มีรูพรุนขนาดต่างกันและกระจายตัวสม่ำเสมอ แต่โดยขยายตัวได้ไม่ดีจึงให้ลักษณะเนื้อขนมปังค่อนข้างแน่น ดังภาพที่ 2

จากการศึกษาคุณภาพทางกายภาพของขนมปังปราศจากกลูเตนทั้ง 3 สูตรได้ผลดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่าที่บริเวณผิวขนมปังของสูตรที่ 2 มีความสว่าง (L^*) ที่ผิวน้อยที่สุด ($p \leq 0.05$) โดยทั้ง 3 สูตรมีค่าเฉลี่ย (h) อยู่ในช่วงสีส้ม-เหลือง โดยสูตรที่ 2 มีค่า h น้อยที่สุด ($p \leq 0.05$) ซึ่งมีค่า 60.73 ± 0.68 อยู่ในช่วงเฉดสีส้ม ส่วนค่าสีที่เนื้อขนมปังพบว่าสูตรที่ 2 มีค่า C^* มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ค่า h น้อยที่สุด ($p \leq 0.05$) ซึ่งมีค่า 83.95 ± 0.31 อยู่ในช่วงเฉดสีเหลือง ส่วนค่า L^* มีค่าน้อยกว่าสูตรที่ 1 แต่มากกว่าสูตรที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

โดยค่าเนื้อสัมผัสเนื้อขนมปังทั้ง 3 สูตรมีค่าความยืดหยุ่นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ซึ่งสูตรที่ 2 ให้ความแข็งแรง ความเหนียวเป็นยาง และความยากในการเคี้ยวน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับอีก 2 สูตร จากงานวิจัยของ Crockett et al. (2011) กล่าวว่า การเติม HPMC ร้อยละ 2.00 ในขนมปังสูตรที่ 3 จะช่วยลดความแข็งแรง ของเนื้อขนมปังลง แต่เมื่อเทียบกับผลการทดลองที่ได้พบว่าสูตรที่ 1 ที่เติม HPMC เช่นเดียวกันในปริมาณร้อยละ 0.80 และสูตรที่ 2 ที่เติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.70 ให้ค่าความแข็งแรงน้อยกว่าสูตรที่ 3 ทั้งนี้ขนมปังทั้ง 3 สูตรมีค่าปริมาตรจำเพาะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)



ภาพที่ 2 ขนมปังปราศจากกลูเตนสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร
ที่มา : ภาพถ่ายโดย ปวีณสุตา ชีปนวัฒนา เมื่อวันที่ 13 เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2562

ตารางที่ 2 คุณภาพทางกายภาพของขนมปังปราศจากกลูเตนสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร

ค่าคุณภาพ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ผิวขนมปัง			
ค่าสี			
ความสว่าง (L*)	85.91±0.82 ^a	51.39±0.51 ^c	73.85±0.42 ^b
ความเข้มสี (C*)	24.01±0.63 ^b	36.45±1.37 ^a	23.20±1.10 ^b
เฉดสี (h)	79.34±0.23 ^b	60.73±0.68 ^c	83.55±0.61 ^a
เนื้อขนมปัง			
ค่าสี			
ความสว่าง (L*)	83.61±0.30 ^a	79.47±0.39 ^b	76.63±0.27 ^c
ความเข้มสี (C*)	12.06±0.22 ^c	27.73±0.28 ^a	17.03±0.18 ^b
เฉดสี (h)	95.44±0.84 ^a	83.95±0.31 ^c	88.38±0.11 ^b
ค่าเนื้อสัมผัส			
ความแข็ง (N)	12.23±1.68 ^b	5.37±0.67 ^c	28.82±1.75 ^a
ความยืดหยุ่น ^{ns}	0.94±0.01	0.94±0.02	0.93±0.16
ความสามารถในการเกาะรวมกัน	0.55±0.03 ^b	0.67±0.07 ^a	0.68±0.03 ^a
ความเหนียวเป็นยาง	6.14±0.94 ^b	3.56±0.50 ^c	19.46±1.26 ^a
ความยากในการเคี้ยว	6.23±0.84 ^b	3.32±0.44 ^c	18.09±1.03 ^a
ผิวและเนื้อขนมปัง			
ปริมาตรจำเพาะ (มิลลิลิตร/กรัม) ^{ns}	3.19±0.98	3.25±0.06	2.35±0.11

^{a-c} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} แสดงค่าเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสได้ผลดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่าสูตรที่ 2 มีคะแนนความชอบเฉลี่ยของทุกคุณลักษณะและความชอบโดยรวมอยู่ในช่วง 6.78-7.30 ซึ่งมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้งานวิจัยของ Lopez et al. (2004) ได้ทดลองทำขนมปังจากแป้งข้าวเจ้า สตาร์ชข้าวโพด และสตาร์ชมันสำปะหลัง พบว่าขนมปังจากแป้งข้าวเจ้าให้ลักษณะโครงสร้าง เนื้อสัมผัส ปริมาตรจำเพาะ และสีที่น่าพอใจ รูปพรมมีขนาดเล็กกระจายตัวสม่ำเสมอ ขนมปังจากสตาร์ชข้าวโพดให้ลักษณะปรากฏที่ดีที่สุดในด้านปริมาตรจำเพาะ รูปพรมมีขนาดใหญ่ แต่ผิวขนมปังที่ได้มีสีขาว แข็ง และแตก ขนมปังจากสตาร์ชมันสำปะหลัง

ตารางที่ 3 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปังปราศจากกลูเตนสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร

คุณลักษณะ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ลักษณะปรากฏ	6.30±1.22 ^b	7.30±1.16 ^a	5.08±1.47 ^c
สีของผิวขนมปัง	6.10±1.40 ^b	7.26±1.16 ^a	5.32±1.33 ^c

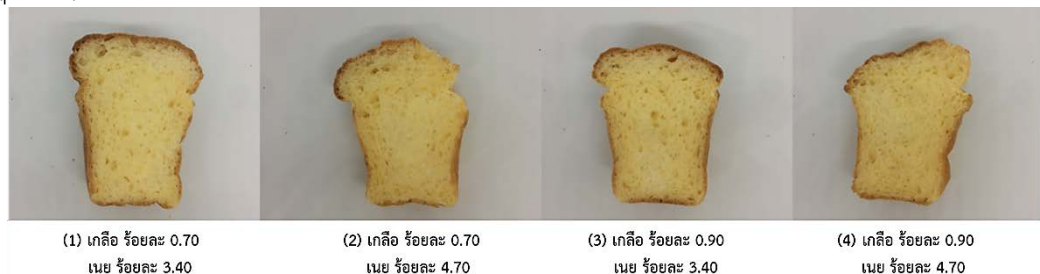
สีของเนื้อขนมปัง	6.60±1.29 ^b	7.28±0.95 ^a	4.96±1.52 ^c
ความนุ่ม	3.94±1.56 ^c	6.78±1.56 ^a	4.76±1.55 ^b
รสหวาน	5.10±1.54 ^b	6.94±1.32 ^a	5.04±1.60 ^b
รสเค็ม	5.32±1.48 ^b	6.80±1.46 ^a	5.26±1.65 ^b
ความชอบโดยรวม	4.54±1.50 ^b	6.80±1.32 ^a	4.58±1.50 ^b

^{a-c} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ให้ลักษณะเนื้อสัมผัสคล้ายยางเหนียว เกาะตัวกันแน่น รูพรุนน้อย ปริมาตรจำเพาะน้อย รูปทรงมีลักษณะแบน ผิดรูป และมีสีไม่สม่ำเสมอ ในขณะที่ขนมปังที่เกิดจากแป้งผสมระหว่างแป้งข้าวเจ้า สตาร์ชข้าวโพด และสตาร์ชมันสำปะหลังในอัตราส่วนร้อยละ 45 35 และ 20 ตามลำดับ ให้เนื้อขนมปังที่มีรูพรุนสม่ำเสมอ มีกลิ่นรส และลักษณะปรากฏที่ดี ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่ได้ ดังนั้นเมื่อพิจารณาค่าคุณภาพทางกายภาพร่วมกับคุณภาพทางประสาทสัมผัสจึงสรุปได้ว่าสูตรที่ 2 ใช้แป้งผสมระหว่างแป้งข้าวเจ้า สตาร์ชข้าวโพด และสตาร์ชมันสำปะหลังเป็นสูตรที่เหมาะสมจะใช้เป็นสูตรพื้นฐานเพื่อทำการปรับปรุงและพัฒนาสูตรต่อไป ซึ่งจากการทดสอบค่าความพอดี (JAR) ของสูตรที่ 2 พบว่ามีค่าคุณลักษณะด้านสีของผิวขนมปัง สีของเนื้อขนมปัง ความนุ่ม และรสหวานอยู่ในระดับที่พอดีแล้ว (มีค่าร้อยละความพอดีที่มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 70) (เพ็ญขวัญ ชุมปรีดา, 2560) ส่วนรสเค็มมีค่าความพอดีน้อยกว่าร้อยละ 70 และต้องปรับปรุงในทิศทางที่ลดลง อีกทั้งยังได้รับข้อเสนอแนะจากผู้ทดสอบว่าสูตรที่ 2 มีระดับความมันที่มากเกินไป จึงควรปรับปรุงในทิศทางที่ลดลงเช่นกัน ดังนั้นจึงทำการศึกษาปริมาณของเกลือและเนยจืดที่เหมาะสมในสูตรพื้นฐานที่ 2 ที่คัดเลือกได้

2. การศึกษาปริมาณเกลือและเนยจืดที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ขนมปังปราศจากกลูเตน

ขนมปังปราศจากกลูเตน 4 สูตรที่มีระดับการเติมเกลือและเนยจืดที่ต่างกัน ทุกสูตรให้ผิวขนมปังสีน้ำตาล เนื้อในมีสีเหลือง มีรูพรุนขนาดต่างกันและกระจายตัวสม่ำเสมอ ดังแสดงในภาพที่ 3 โดยผิวขนมปังที่มีปริมาณเนยเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่า C^* เพิ่มขึ้น ค่า h ในเฉดสีส้มเพิ่มขึ้น แต่ค่า L^* ลดลง ($p \leq 0.05$) และปริมาณเนยที่เพิ่มขึ้นให้ค่าความแข็งและความเหนียวเป็นยางของเนื้อขนมปังเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4



ภาพที่ 3 ขนมปังปราศจากกลูเตนที่มีปริมาณเกลือและเนยจืดแตกต่างกัน
ที่มา : ภาพถ่ายโดย บัณฑิตา ชีปนวัฒนา เมื่อวันที่ 27 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2562

ทั้งนี้ปริมาณเกลือและเนยไม่มีผลต่อคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏของขนมปัง ($p > 0.05$) แต่ปริมาณเนยที่เพิ่มขึ้นทำให้คะแนนความชอบในด้านรสหวาน รสเค็ม และความชอบโดยรวมเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ปริมาณเกลือที่เพิ่มขึ้นทำให้คะแนนความชอบในด้านความมันและกลิ่นรสเนยเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้ขนมปังที่มีปริมาณเกลือร้อยละ 0.90 และเนยร้อยละ

ตารางที่ 4 คุณภาพทางกายภาพของขนมปังปราศจากกลูเตนที่มีปริมาณเกลือและเนยที่ระดับแตกต่างกัน

ค่าคุณภาพ	ร้อยละ (โดยส่วนผสมทั้งหมด)			
	เกลือ 0.70 เนย 3.40	เกลือ 0.70 เนย 4.70	เกลือ 0.90 เนย 3.40	เกลือ 0.90 เนย 4.70
ผิวขนมปัง				
ค่าสี				
ความสว่าง (L^*)	58.46±0.65 ^a	55.74±0.88 ^b	56.62±0.42 ^b	55.63±0.86 ^b
ความเข้มสี (C^*)	26.82±0.27 ^a	24.79±0.53 ^c	27.22±0.61 ^a	26.01±2.59 ^b

เฉดสี (h)	64.32±0.19 ^a	62.46±0.77 ^b	62.37±0.67 ^b	62.41±0.19 ^b
เนื้อขนมปัง				
ค่าสี				
ความสว่าง (L*)	77.34±0.34 ^b	77.42±0.17 ^b	78.61±0.63 ^a	77.55±0.52 ^b
ความเข้มสี (C*)	26.47±0.99 ^b	26.47±0.26 ^b	27.23±0.31 ^b	28.79±0.53 ^a
เฉดสี (h)	80.78±0.33 ^b	82.11±0.63 ^a	81.89±0.30 ^a	82.51±0.30 ^a
ค่าเนื้อสัมผัส				
ความแข็ง (N)	2.36±0.47 ^c	4.36±0.36 ^a	3.46±0.34 ^b	4.16±0.56 ^a
ความยืดหยุ่น ^{ns}	0.95±0.01	0.95±0.01	0.94±0.02	0.94±0.02
ความสามารถในการเกาะตัว	0.76±0.01 ^a	0.74±0.03 ^{ab}	0.71±0.02 ^b	0.73±0.03 ^{ab}
กัน				
ความเหนียวเป็นยาง	1.62±0.37 ^c	3.30±0.37 ^a	2.32±0.26 ^b	3.06±0.29 ^a
ความยากในการเคี้ยว	1.99±0.12 ^c	3.46±0.22 ^a	2.51±0.33 ^b	2.75±0.20 ^b
ผิวและเนื้อ				
ปริมาตรจำเพาะ (มิลลิลิตร/กรัม)	11.11±0.32 ^a	10.78±0.23 ^{ab}	10.57±0.21 ^b	10.73±0.15 ^{ab}

^{a-c} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} แสดงค่าเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

4.70 มีคะแนนความชอบเฉลี่ยของทุกคุณลักษณะและความชอบโดยรวมอยู่ในช่วง 6.36-6.90 ซึ่งมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับสิ่งทดลองอื่นๆ ดังแสดงในตารางที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

พัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังปราศจากกลูเตนให้มีคุณภาพทางกายภาพใกล้เคียงกับขนมปังจากแป้งสาลี ทั้งคุณภาพด้านสีที่เกิดขึ้นจากคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของโด เช่น ปริมาณน้ำ pH ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar) และปริมาณกรดอะมิโน รวมไปถึงปัจจัยการผลิต เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และการถ่ายเทความร้อน (Esteller & Lannes, 2008) คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสและปริมาตรจำเพาะเป็นผลมาจากไฮโดรคอลลอยด์ซึ่งเมื่อใช้ร่วมกับปริมาณน้ำในปริมาณที่เหมาะสมช่วยให้มีความคงตัว ขยายตัว เพิ่มการกักเก็บน้ำและช่วยพัฒนาโครงสร้างของโด (Gallagher et al., 2004; Sabanis & Tzia, 2011a) ขนมปังสูตรคัดเลือกที่ 2 มีส่วนผสมของไข่ไก่ เนย และน้ำตาลที่เมื่อถูกยีสต์ย่อยสลายจะให้กรดอะมิโนและน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว เมื่อโดได้รับความร้อนจากการอบส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) ที่บริเวณผิวขนมปังจึงปรากฏให้เห็นเป็นสีน้ำตาล (โทนสีส้ม)

ตารางที่ 5 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปังปราศจากกลูเตนที่มีปริมาณเกลือและเนยที่ระดับแตกต่างกัน

คุณลักษณะ	ร้อยละโดยส่วนผสมทั้งหมด			
	เกลือ 0.70 เนย 3.40	เกลือ 0.70 เนย 4.70	เกลือ 0.90 เนย 3.40	เกลือ 0.90 เนย 4.70
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	6.52±1.54	6.40±1.44	6.38±1.29	6.68±1.33
สีของผิวขนมปัง	6.48±1.52 ^{ab}	6.38±1.46 ^b	6.36±1.22 ^b	6.80±1.51 ^a
สีของเนื้อขนมปัง	6.66±1.33 ^{ab}	6.52±1.46 ^b	6.60±1.48 ^{ab}	6.90±1.53 ^a
ความนุ่ม	6.14±1.54 ^{ab}	5.68±1.80 ^b	6.08±1.63 ^{ab}	6.58±1.59 ^a
ความมัน	5.76±1.62 ^{bc}	5.64±1.91 ^c	6.10±1.62 ^{ab}	6.48±1.57 ^a
กลิ่นรสเนย	5.92±1.69 ^{bc}	5.60±1.82 ^c	6.14±1.51 ^{ab}	6.36±1.52 ^a
รสหวาน	5.86±1.78 ^b	5.78±1.92 ^b	5.74±1.76 ^b	6.38±1.61 ^a
รสเค็ม	5.88±1.69 ^b	5.98±1.66 ^b	6.02±1.70 ^b	6.50±1.54 ^a
ความชอบโดยรวม	6.06±1.62 ^{bc}	5.88±1.47 ^c	6.24±1.33 ^b	6.72±1.57 ^a

^{a-c} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} ตัวอักษรแสดงค่าเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ชัดเจนกว่าขนมปังในสูตรอื่นๆ และยังให้เนื้อขนมปังเป็นโหนดสีเหลือง นอกจากนี้ไข่แดงช่วยเพิ่มปริมาณไขมันทำให้ขนมปังมีเนื้อนุ่ม เบาละยังเป็นอิมัลซิไฟเออร์รวมน้ำกับน้ำมันเข้าด้วยกัน ส่งผลให้ขนมปังมีเนื้อสัมผัสที่เรียบเนียน (ศิริลักษณ์ สันทาลัย และ กมลวรรณ แจ่มชัด, 2544) นอกจากนี้ธรรมชาติของแป้งและสตาร์ชแต่ละชนิดก็เป็นอีกปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อโครงสร้างของโด ขึ้นอยู่กับปริมาณอะไมโลสที่ให้คุณสมบัติด้านความแข็งแรงของเจลและอะไมโลเพคตินที่ให้คุณสมบัติด้านความหนืด โดยที่ปริมาณอะไมโลสของแป้งข้าวเจ้าร้อยละ 20-40 สตาร์ชข้าวโพดร้อยละ 22-25 สตาร์ชมันสำปะหลังร้อยละ 15-36 ซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำหรือของเหลวที่ต้องเติม โดยแป้งที่มีปริมาณอะไมโลสสูงต้องเพิ่มปริมาณน้ำจึงจะได้ขนมปังที่มีคุณภาพดีทั้งด้านปริมาตร เนื้อขนมปัง และรสชาติ (Horstmann et al., 2017)

การพัฒนาคุณภาพขนมปังด้วยการปรับปริมาณเนยทำให้ขนมปังมีความนุ่ม ความอ่อนตัวมากขึ้น ช่วยเพิ่มรสชาติ และเพิ่มกลิ่นรสที่ดีให้แก่ขนมปัง ส่วนเกลือช่วยเสริมความแข็งแรงของโด ช่วยควบคุมอัตราเร็วในการหมักไม่ให้ยีสต์เจริญเติบโตเร็วจนโดขยายตัวมากเกินไป และยังช่วยตรึงรสชาติของเครื่องปรุงอื่น เช่น น้ำตาล รวมถึงลดความชื้นหรือความไม่มีความชื้นของขนมปังลง (ศิริลักษณ์ สันทาลัย และ กมลวรรณ แจ่มชัด, 2544) แต่เมื่อเปรียบเทียบขนมปังสูตรที่พัฒนาได้ (ปริมาณเกลือร้อยละ 0.90 และ ปริมาณเนยร้อยละ 4.70) กับขนมปังสูตรที่ 2 ที่คัดเลือกได้ พบว่ามีคะแนนความชอบต่ำกว่าในทุกคุณลักษณะ มีสาเหตุมาจากความคาดเคลื่อนจากการประเมินของผู้ทดสอบเมื่อตัวอย่างมีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก (เพ็ญขวัญ ขมปรีดา, 2560) สูตรขนมปังที่ใช้คัดเลือกมีความแตกต่างทั้งชนิดส่วนผสมและวิธีการ ซึ่งส่งผลให้ลักษณะทางกายภาพของขนมปังทั้ง 3 สูตรมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน จึงทำให้คะแนนความชอบของสูตรที่ 2 ค่อนข้างสูง ในขณะที่ขนมปังสูตรที่พัฒนามีความแตกต่างจากปริมาณของส่วนผสมเท่านั้น คะแนนความชอบที่ได้จึงน้อยกว่าและมีค่าเกาะกลุ่มใกล้เคียงกัน ดังนั้น ขนมปังปราศจากกลูเตนสูตรที่พัฒนาได้จึงมีส่วนผสมของแป้งข้าวเจ้า สตาร์ชข้าวโพด และสตาร์ชมันสำปะหลัง ร่วมกับการใช้แซนแทนกัม ไซโก เเนยและเกลือ ในปริมาณที่เหมาะสม

ข้อเสนอแนะ

ในอนาคตอาจมีการพัฒนาขนมปังปราศจากกลูเตนให้มีคุณค่าทางอาหารและโภชนาการ รวมถึงพัฒนาในเชิงของอาหารฟังก์ชัน (functional food) เพื่อเป็นการยกระดับและต่อยอดให้เกิดประโยชน์ยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- เพ็ญขวัญ ขมปรีดา. (2561). *การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค*. กรุงเทพฯ: บริษัท วิสต้า อินเตอร์เนชั่น จำกัด.
- ศิริลักษณ์ สันทาลัย และ กมลวรรณ แจ่มชัด. (2544). *วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขนมอบ 1 เล่ม 1: วิทยาศาสตร์การผลิตขนมอบ*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Altamirano-Fortoul, R., Moreno-Terrazas, R., Quezada-Gallo, A., & Rosell, C. M. (2012). Viability of some probiotic coatings in bread and its effect on the crust mechanical properties. *Food Hydrocolloids*, 29(1), 166-174. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2012.02.015
- Arendt, E. K., Morrissey, A., Moore, M. M., & Bello, F. D. (2008). *Gluten-free breads*. In E. K. Arendt & F. D. Bello (Eds.), *Gluten-free cereal products and beverages* (pp. 289-319). Massachusetts: Academic Press.
- Barrett, A. H., Cardello, A. V., Mair, L., Maguire, P., Leshner, L. L., Richardson, M., . . . Taub, I. A. (2000). Textural Optimization of Shelf-Stable Bread: Effects of Glycerol Content and Dough-Forming Technique. *Cereal Chemistry*, 77(2), 169-176. doi:10.1094/cchem.2000.77.2.169
- Celiac Disease Foundation (CDF). (2018). *What is celiac disease?* Retrieved from <https://celiac.org/celiac-disease/understanding-celiac-disease-2/what-is-celiac-disease/>
- Crockett, R., le, P., & Vodovotz, Y. (2011). How Do Xanthan and Hydroxypropyl Methylcellulose Individually Affect the Physicochemical Properties in a Model Gluten-Free Dough? *Journal of Food Science*, 76(3), 274-282. doi:10.1111/j.1750-3841.2011.02088.x
- Esteller, M. S., & Lannes, S. C. S. (2008). Production and Characterisation of Spong-Dough Bread Using Scaled Rye. *Journal of Texture Studies*, 39(1), 56-67. doi:10.1111/j.1745-4603.2007.00130.x
- Gallagher, E., Gormley, T. R., & Arendt, E. K. (2004). Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends in Food Science & Technology*, 15(3), 143-152. doi:https://doi.org/10.1016/j.tifs.2003.09.012
- Gluten Free Habit. (2015). *Gluten Free Bread - Soft!* Retrieved from <https://www.glutenfreehabit.com/soft-sandwich-bread-gluten-free.html>
- Hager, A. S., & Arendt, E. K. (2013). Influence of hydroxypropyl methylcellulose (HPMC), xanthan gum and their combination on loaf specific volume, crumb hardness and crumb grain characteristics of gluten-free breads based on rice, maize, teff and buckwheat. *Food Hydrocolloids*, 32(1), 195-203. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2012.12.021

- Horstmann, S. W., Lynch, K. M., & Arendt, E. K. (2017). Starch Characteristics Linked to Gluten-Free Products. *Foods*, 6(4), 29. doi:10.3390/foods6040029
- Jnawali, P., Kumar, V., & Tanwar, B. (2016). Celiac disease: Overview and considerations for development of gluten-free foods. *Food Science and Human Wellness*, 5(4), 169-176. doi:https://doi.org/10.1016/j.fshw.2016.09.003
- Julianti, E., Rusmarilin, H., Ridwansyah, & Yusraini, E. (2017). Functional and rheological properties of composite flour from sweet potato, maize, soybean and xanthan gum. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 16(2), 171-177. doi:https://doi.org/10.1016/j.jssas.2015.05.005
- Lopez, A. C. B., Pereira, A. J. G., & Junqueira, R. G. (2004). Flour Mixture of Rice Flour, Corn and Cassava Starch in the Production of Gluten-Free White Bread. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 47(1), 63-70.
- Mir, S. A., Shah, M. A., Naik, H. R., & Zargar, I. A. (2016). Influence of hydrocolloids on dough handling and technological properties of gluten-free breads. *Trends in Food Science & Technology*, 51, 49-57. doi:https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.03.005
- Preichardt, L. D., Vendruscolo, C. T., Gulate, M. A., & Moreira, A. d. S. (2011). The role of xanthan gum in the quality of gluten free cakes: improved bakery products for coeliac patients. *International Journal of Food Science & Technology*, 46(12), 2591-2597. doi:10.1111/j.1365-2621.2011.02788.x
- Pszczola, D. E. (2012). The rise of gluten-free. *Food Technol*, 66(12), 55-66.
- Sabanis, D., & Tzia, C. (2011a). Effect of hydrocolloids on selected properties of gluten-free dough and bread. *Food Science and Technology International*, 17(4), 279-291.
- Sabanis, D., & Tzia, C. (2011b). Selected Structural Characteristics of HPMC-Containing Gluten Free Bread: A Response Surface Methodology Study for Optimizing Quality. *International Journal of Food Properties*, 14(2), 417-431. doi:10.1080/10942910903221604
- Sciarini, L. S., Ribotta, P. D., León, A. E., & Pérez, G. T. (2010). Effect of hydrocolloids on gluten-free batter properties and bread quality. *International Journal of Food Science & Technology*, 45(11), 2306-2312. doi:10.1111/j.1365-2621.2010.02407.x

ผลของกรรมวิธีต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของกล้วยอบชุบแป้งทอด

Effect of Processing Methods on Sensory Characteristics of Fried Banana with a Mixture of Banana Flour

วันดี แก้วสุวรรณ¹ อุษา น้อยจันทร์²

¹ สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

² สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

Email: wan_deekaew@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณไข่ที่เหมาะสมในส่วนผสมแป้งชุบทอดสำหรับกล้วยอบชุบแป้งทอด และผลของกรรมวิธีการผสมแป้งชุบทอดต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกล้วยอบชุบแป้งทอด โดยเปรียบเทียบการใช้แป้งกล้วยน้ำว้าและแป้งกล้วยเล็บมือนาง ทดแทนแป้งสาลี 15% ในกรรมวิธีการผสม 2 วิธี คือการผสมแบบครั้งเดียว (straight method) และผสมสองขั้นตอน (spong method) ใช้ปริมาณไข่ 4 ระดับ คือ 0, 20, 30 และ 40 % ของส่วนผสมแห้ง (แป้งสาลี 127.5 กรัม, แป้งกล้วย 22.5 กรัม, แป้งข้าวเจ้า 25 กรัม, แป้งข้าวโพด 4 กรัม, ผงฟู 15 กรัม, เบคกิ้งโซดา 3 กรัม, เกลือ 3 กรัม) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน 10 คน ด้วยแบบทดสอบ 9 ระดับ (9 – Point Hedonic Scale) พบว่า แป้งชุบทอดที่ผสมแป้งกล้วยน้ำว้า มีการยอมรับแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ในการผสมแบบครั้งเดียว โดยใช้ไข่ 0 % มีการยอมรับสูงสุดในด้านกลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส เท่ากับ 7.83, 8.30 และ 8.80 ตามลำดับ แป้งชุบทอดผสมแป้งกล้วยเล็บมือนาง มีการยอมรับแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ในการผสมแบบครั้งเดียว โดยส่วนผสมที่ใช้ไข่ 0 % มีการยอมรับสูงสุด ด้านกลิ่น และรสชาติ เท่ากับ 7.83 และ 8.23 ตามลำดับ การผสมสองขั้นตอน ส่วนผสมที่ใช้ไข่ 20% และ 30% มีการยอมรับสูงสุด ด้านสี และเนื้อสัมผัส เท่ากับ 8.03 และ 8.39 ตามลำดับ

ดังนั้นถ้าใช้แป้งกล้วยเล็บมือนางทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์กล้วยอบชุบแป้งทอด ควรใช้ไข่เป็นส่วนผสม 30 % ใช้กรรมวิธีผสมแบบสองขั้นตอน แต่การใช้แป้งกล้วยน้ำว้าทดแทนแป้งสาลีไม่ควรใช้ไข่เป็นส่วนผสม และควรผสมแบบขั้นตอนเดียว

คำสำคัญ : กล้วย แป้งกล้วยน้ำว้า แป้งกล้วยเล็บมือนาง แป้งชุบทอด

Abstract

The objectives of this research were to study the optimal amount of egg in flour mixture, and the effect of mixing process of fried banana on the sensory quality. Two different types of flour 15% (Kluai Namwa and Kluai Lebmuenang) were substituted in wheat flour for flour mixture was the substrate in this study. The two methods of mixing process (straight method and sponge method) would apply with the recipe varied 4 levels of eggs: 0, 20, 30 and 40% of dry ingredients (127.5 g of wheat flour), 22.5 g of banana flour, 25 g of rice flour, 4 g of corn flour, 15 g of baking powder, 3 g of baking soda and 3 g of salt). Sensory quality was evaluated by 10 trained panelists with 9 Point Hedonic Scale test. It was revealed that the panelists significantly accepted with 95% confidence ($p<0.05$) when the flour mixed with Kluai Namwa substituted in wheat flour and 0% of egg. The evaluation scores were 7.83, 8.30 and 8.80 for the criteria food aroma, taste, and texture, respectively. Moreover, the straight method also revealed the good result for the flour mixed with Kluai Lebmuenang substituted in wheat flour and 0% of egg. The evaluation scores were 7.83, 8.23 for the criteria of food aroma and flavor, respectively. For the sponge method, it definitely worked when applying with the flour mixed with 20% and 30% of egg. The acceptance scores for food color and texture were 8.03 and 8.39.

Therefore, the sponge method is the most appropriate for Kluai Lebmuenang substituted in wheat flour with 30%, but the straight method suits for Kluai Namwa substituted in the flour without egg.

Keywords: Banana, Kluai Namwa flour, Kluai Lebmueng flour and Batter

บทนำ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรพ่อดาหินช้าง มีกล้วยเล็บมือนางอบเป็นผลิตภัณฑ์หลัก และมีการต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ และล่าสุดคือ ผลิตภัณฑ์กล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด โดยกรรมวิธีการผลิตเบื้องต้น มีปัญหา คือ การอมน้ำมัน และพบว่า การอบใช้น้ำมันที่ 180 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที และชุบด้วยกระดาษซับมันจะสามารถช่วยลดปัญหานี้ได้ แต่ต้องการให้เนื้อสัมผัสมีความกรอบเพิ่มขึ้นและกลิ่นหอมของกล้วยมีเล็กน้อยและหมดไปในผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่เก็บจำหน่าย อีกทั้งขาดความเป็นเอกลักษณ์ของกล้วย รวมทั้งแป้งชุบที่เคลือบ ไม่กรอบร่วน นั่นคือ กล้วยเล็บมือนางอบชุบทอดควรคงรักษาลักษณะเด่นด้านกลิ่น และมีความกรอบจากวัสดุชุบเคลือบ และเก็บได้ระยะหนึ่ง ซึ่งผู้วิจัยพบว่าสามารถใช้แป้งกล้วยน้ำว้าทดแทนแป้งสาลีในแป้งชุบทอดได้ถึง 15 % แต่ควรเพิ่มความกรอบด้วยการศึกษากรรมวิธีการผสมแป้งชุบที่ส่งเสริมความกรอบซึ่งน่าจะมีความสัมพันธ์จากการขึ้นฟูของแป้งผสมด้วยการเพิ่มโซเดียมในส่วนผสม และ(ดัดแปลงจาก) เบญจมาศ ศิลาชัย (2549, น.382) ในกล้วยเล็บมือนางมีโปรตีนถึงร้อยละ 1.6 ในขณะที่กล้วยน้ำว้ามีโปรตีนร้อยละ 1.1 (Salunke & Diesat, 1984, 167 pp) จึงเปรียบเทียบการใช้แป้งกล้วยน้ำว้าและแป้งกล้วยเล็บมือนาง จากองค์ประกอบของกล้วยที่ต่างกันอาจจะทำให้คุณสมบัติของแป้งกล้วยต่างกัน

กล้วยอบชุบแป้งทอดเป็นการเพิ่มช่องทางการตลาดสินค้า ซึ่งจะเพิ่มช่องทางการตลาดของกล้วยสดและผลิตภัณฑ์ ที่จะเจอปัญหาระหว่างเดือนสิงหาคม-กันยายน เนื่องจากช่วงฤดูการที่ผลไม้ของไทยและจีนออกสู่ตลาด ผู้บริโภค (เพ็ญจันทร์ สุธานุกุล, 2558, น. 8) และใช้วัตถุดิบจากท้องถิ่นทดแทนวัตถุดิบหลักคือแป้งสาลี โดยการใช้แป้งกล้วยในส่วนผสมซึ่งแป้งกล้วยมีคุณสมบัติเด่นเฉพาะแตกต่างจากแป้งข้าวเจ้าและแป้งสาลี ในด้านโภชนาการ รวมทั้งจะเป็นการส่งเสริมการผลิตแป้งกล้วยซึ่งมีการทดลองวิจัยโดยกลุ่มต่างๆ แต่ขาดการนำไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางจึงไม่เกิดอุตสาหกรรมแป้งกล้วยในประเทศไทย โดยในแป้งชุบทอดใช้แป้งกล้วยบางส่วน ซึ่งจะเปรียบเทียบกับแป้งกล้วยน้ำว้ากับแป้งกล้วยเล็บมือนาง ซึ่งเป็นการใช้วัตถุดิบในท้องถิ่น และมีกระบวนการผลิตที่ง่ายไม่ยุ่งยาก เพื่อทดแทนแป้งสาลีในส่วนผสมแป้งชุบทอด แป้งกล้วยเป็นแป้งในกลุ่มทนการย่อย (resistant starch) เพราะทนทานต่อสภาวะการย่อยในลำไส้เล็กของคน และเมื่อสตาร์ชชนิดนี้ถูกส่งต่อมา ยังลำไส้ใหญ่จะสามารถเป็นสารตั้งต้นให้แก่จุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในลำไส้ใหญ่ จึงส่งผลดีต่อสุขภาพ

แป้งชุบทอด (coating batter) หมายถึง แป้งเหลวที่ใช้ชุบผลิตภัณฑ์อาหารหรือชิ้นเนื้อสัตว์ ก่อนนำไปทอด (frying) (<http://www.foodnetworksolution.com>, 25 มิถุนายน 2557) แป้งที่ผสมกับส่วนประกอบอื่น และใช้ชุบอาหาร ก่อนนำไปทอดเพื่อทำให้กรอบ อาหารที่มีการชุบแป้งทอดได้แก่ กุ้งชุบแป้งทอด ไก่ชุบแป้งทอด ผักชุบแป้งทอด และผลไม้ต่างๆชุบแป้งทอด เป็นต้น แป้งชุบทอดมีส่วนประกอบของแป้งต่างๆเป็นหลัก เช่น แป้งสาลี แป้งมันสำปะหลัง เป็นต้น แป้งจะมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสและการพองตัวของผลิตภัณฑ์ชุบทอด ที่แตกต่าง เช่น เบานุ่ม (light) เปราะง่าย (fragiles) พองมาก (highly puffed) และแข็ง (dense) ซึ่งอาหารว่างที่มีลักษณะเนื้อความกรอบ (crispy) ผู้บริโภคจะชอบมากกว่าลักษณะอื่นๆและเป็นผลทางอ้อมของการดูดซับน้ำมันของอาหารระหว่างทอด แป้งชุบทอดมีส่วนประกอบอื่น ได้แก่ น้ำตาล ซึ่งจะเป็นสารให้ความหวาน ช่วยเพิ่มรสชาติทำให้อาหารมีสีเหลืองสวย เนื่องจากปฏิกิริยาคาราเมลไลซ์เซชัน (caramelization)) ที่จะทำให้เกิดสีน้ำตาลที่ผิวของอาหารแล้ว น้ำตาลยังให้พลังงานแก่ร่างกาย และช่วยเก็บความชุ่มชื้นให้กับผลิตภัณฑ์อยู่ได้นาน ควรใช้น้ำตาลในรูปน้ำตาลทรายขาว มีขนาดเล็ก ในส่วนผสมเพราะจะผสมเข้ากับส่วนผสมอื่นๆเป็นเนื้อเดียวกันได้ดี คุณสมบัติของแป้งชุบทอดคือ แห้งไม่จับตัวเป็นก้อน ขาวนวล ปราศจากสิ่งแปลกปลอม มีความชื้นไม่เกิน 14% มีเถ้าที่ละลายในกรดไม่เกินร้อยละ 0.7 (ชัยธิดา และคณะ, 2553) และนำมาทอดที่ 175-200 องศาเซลเซียส นรินทร์ เจริญพันธ์, (2558) แป้งกล้วยมีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าแป้งหลายชนิด เนื่องจากกล้วยเป็นแหล่งที่อุดมไปด้วยสารอาหาร จากกล้วย 1 ผล สามารถให้พลังงานประมาณ 100 แคลอรี มีน้ำตาลธรรมชาติ รวมไปถึงเส้นใยและกากอาหาร กล้วยอุดมด้วยวิตามิน และมีกรดอะมิโน อาร์จินินและฮิสติดีน กล้วยดิบแก้โรคกระเพาะ กล้วยห่ามแก้ท้องเสีย ขดเซยโพแทสเซียมให้แก่ร่างกาย

ผู้วิจัยจึงศึกษากรรมวิธีการผสมแป้งชุบทอด 2 วิธีคือการผสมแบบชั้นตอนเดียว และการผสมสองชั้นตอน ร่วมกับคุณสมบัติการขึ้นฟูของแป้งชุบ (batter) ด้วยการเติมโซเดียมในส่วนผสมที่มีการผสมที่ต่างกัน และแป้งชุบทอดที่มีส่วนผสมของแป้งกล้วยน้ำว้าและแป้งกล้วยเล็บมือนาง เพื่อศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ และผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เพื่อถ่ายทอดสู่ชุมชนต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของกรรมวิธีการผสมแป้งชุบทอดต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกล้วยอบชุบแป้งทอด
2. เพื่อศึกษาปริมาณไขมันที่เหมาะสมของกรรมวิธีการผสมแป้งชุบทอดของกล้วยอบชุบแป้งทอด

ระเบียบวิธีวิจัย

1. วัสดุุดิบและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 1.1 กล้วยเล็บมือนางอบ กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรพ่อดาหินช้าง ต.สลุย อ.ท่าแซะ จ.ชุมพร น้ำหนักเฉลี่ย 10 กรัม/ผล
 - 1.2 แป้งสาลีเอนกประสงค์ ผลิตโดย บริษัท ยูเอฟเอ็มฟู้ดเซ็นเตอร์ จำกัด
 - 1.3 แป้งกล้วยน้ำว้า ความชื้น 6-7 % ผลิตจากกล้วยน้ำว้าดิบ อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช
 - 1.4 แป้งกล้วยเล็บมือนาง ความชื้น 6-7 % ผลิตจากกล้วยน้ำว้าดิบ อำเภอพรหมคีรี จังหวัดนครศรีธรรมราช
 - 1.5 เตาทอดไฟฟ้า รุ่น FR-35 ความจุ 3.5 ลิตร ความร้อน 130-190 องศาเซลเซียส กำลังไฟฟ้า/แรงดัน 2000W./220V.-50Hz. ความยาว 31 เซนติเมตร ความกว้าง 16 เซนติเมตร
 - 1.6 เครื่องวัดสี HunterLab Colorimeter (ColorFlex) ค่าสี CIE color scales $L^* a^* b^*$
- ### 2. การเตรียมแป้งกล้วย

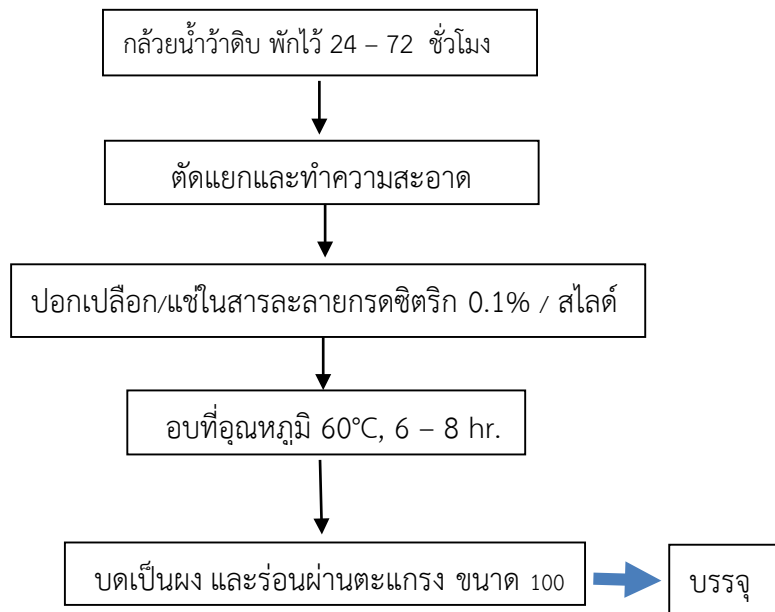
ส่วนผสมแป้งชุบทอดใช้แป้งกล้วยน้ำว้าและแป้งกล้วยเล็บมือนางทดแทนแป้งสาลี 15% และเปรียบเทียบวิธีการผสมแป้งชุบทอด (Coating batter) 2 วิธี คือ การผสมครั้งเดียว (straight method) และการผสมสองครั้ง (sponge method) โดยมีไขมันในส่วนผสม 4 ระดับคือ 0, 20, 30 และ 40% วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design; CRD) จำนวน 7 treatment เพื่อให้ได้สูตรที่เหมาะสมที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยมีขั้นตอนในการศึกษาวิจัยดังนี้

2.1 ผลิตแป้งกล้วยน้ำว้า วัดสีเปลือกกล้วยดิบ ด้วย Munsell color charts for plant tissues เป็นตัวบ่งชี้ ความแก่ของผลกล้วย คือ สีผิวเปลือกกล้วยดิบช่วง 7.5Gy7/8 - 7.5Gy8/8 ควบคุมความชื้นสุดท้ายที่ 6-7 % มีค่าสี $L^*a^*b^*$ เท่ากับ 83.16, 0.02 และ 10.70 ตามลำดับ โดยมีการเตรียมแป้งกล้วย โดยนำกล้วยน้ำว้าดิบ แช่ด้วยกรดซิตริกร้อยละ 0.1 และผ่านบางๆ แล้วนำไปทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน จากนั้นจึงนำไปบดโดยเครื่องบด ให้ละเอียด ร่อนด้วยตะแกรงร่อนขนาด 100 เมช บรรจุในถุงซิปล็อค (ภาพที่ 1)

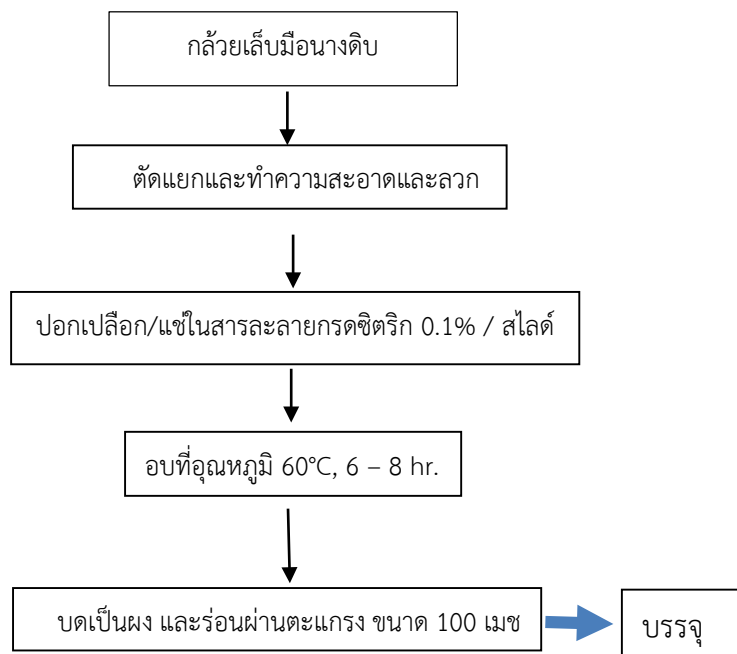
2.2 ผลิตแป้งกล้วยเล็บมือนาง วัดสีเปลือกกล้วยดิบ ด้วย Munsell color charts for plant tissues เป็นตัวบ่งชี้ ความแก่ของผลกล้วย คือ สีผิวเปลือกกล้วยดิบช่วง 7.5Gy5/8 - 7.5Gy8/8 ควบคุมความชื้นสุดท้ายที่ 6 - 7 % โดยมีการเตรียมแป้งกล้วย โดยนำกล้วยเล็บมือนางดิบ ลวกในน้ำเดือดก่อนปอกเปลือก แช่กรดซิตริก 0.1% ผ่านบางๆ แล้วนำไปทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน แล้วนำไปบดโดยเครื่องบดละเอียด ร่อนด้วยตะแกรงร่อนขนาด 100 เมช บรรจุในถุงซิปล็อค ความชื้น 6-7 % มีค่าสี $L^*a^*B^*$ เท่ากับ 80.36, 0.41 และ 10.34 ตามลำดับ (ภาพที่ 2)

ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพแป้งกล้วย ด้านสีด้วยเครื่องวัดสี (spectrophotometer) ยี่ห้อ : Hunterlab รุ่น : colourflex โดยใช้เซลล์แก้วขนาด 2.54 เซนติเมตร ความชื้น ตามวิธี AOAC. (2016) method 930.15 และ aw ด้วยเครื่องวัด aw (Water Activity Meter: Novasina Labmaster Neo NOVATRON. Crude fat ตามวิธี AOAC (2016) method 954.02 Crude protein ตามวิธี AOAC (2016) method 976.05

2.2 ศึกษาอัตราส่วนไขมันในส่วนผสมแป้งชุบทอด ที่มีปริมาณแป้งกล้วยทดแทนแป้งสาลี 15% มีส่วนผสมไขมัน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 20, 30 และ 40% (ตารางที่ 2)



ภาพที่ 1 การเตรียมแป้งกล้วยน้ำว้า



ภาพที่ 2 การเตรียมแป้งกล้วยเล็บมือนาง

ตารางที่ 1. ผลการทดลององค์ประกอบแป้งกล้วย

แป้งกล้วย	ความชื้น%	โปรตีน%	เถ้า%	ไขมัน%	ใยอาหาร%
น้ำว้า	6.66±0.33	2.62±0.63	2.04±0.30	0.60±0.36	0.46±0.49
เล็บมือนาง	6.46±0.27	5.04±0.75	2.38±0.22	0.56±0.85	0.57±0.50

ตารางที่ 2. ส่วนผสมแป้งกล้วยทดแทนในส่วนผสมของแป้งชูปทอด 7 สิ่งทดลอง

ส่วนผสม (กรัม)	สิ่งทดลอง						
	TR 1	TR 2	TR 3	TR 4	TR 5	TR 6	TR 7
วิธีการผสม	แบบผสมครั้งเดียว			สองขั้นตอน			
แป้งสาลี	127.5	127.5	127.5	127.5	127.5	127.5	127.5
แป้งกล้วย	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5
แป้งข้าวเจ้า	25	25	25	25	25	25	25
แป้งข้าวโพด	4	4	4	4	4	4	4
ผงฟู	15	15	15	15	15	15	15
เบคกิ้งโซดา	3	3	3	3	3	3	3
เกลือ	3	3	3	3	3	3	3
ไข่ไก่	0 (0%)	50 (20%)	85 (30%)	135 (40%)	50 (20%)	85 (30%)	135 (40%)
น้ำเย็น	280	250	250	250	250	250	250

หมายเหตุ : สิ่งทดลองที่ 1 คือ สูตรควบคุม

เมื่อเตรียมส่วนผสมตามตารางที่ 2 จึงนำกล้วยเล็บมือนางอบมาทำการชุปและทอดแบบทอดน้ำมันท่วม ด้วยน้ำมันรำข้าว ในเตาทอดไฟฟ้า รุ่น FR-35 ความจุ 3.5 ลิตร ความร้อน 160 องศาเซลเซียส ประมาณ 2 – 4 นาที นำไปวางบนกระดาษซับมัน แล้วอบไล่ความชื้นที่ 180 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที กล้วยชุบแป้งทอดมีน้ำหนักเฉลี่ย 10.18 ± 1.18 กรัม เมื่อชุบแป้งทอดแล้วมีเฉลี่ยน้ำหนัก 13.25 ± 1.83 มีการเกาะติดได้ร้อยละ 21.03 - 37.03 ดังตารางที่ 3 และภาพที่ 3 และ 4

ตารางที่ 3. น้ำหนักเฉลี่ยการเกาะติดของแป้งชูปทอด ส่วนผสมแป้งกล้วยน้ำว้าและแป้งกล้วยเล็บมือนางของการผสมแบบครั้งเดียว และ สองขั้นตอน

ส่วนผสม	สิ่งทดลอง						
	TR 1	TR 2	TR 3	TR 4	TR 5	TR 6	TR 7
วิธีการผสม	แบบครั้งเดียว			สองขั้นตอน			
แป้งกล้วยน้ำว้า (NW)							
น้ำหนักกล้วย	10.53	9.88	9.67	9.65	11.14	10.95	11.2
น้ำหนักแป้งเกาะติด	2.92	2.52	2.28	2.03	4.03	3.60	3.71
% การเกาะติด	27.73	25.51	23.58	21.03	36.18	32.88	33.12
แป้งกล้วยเล็บมือนาง (LM)							
น้ำหนักกล้วย	10.63	10.7	10.43	9.18	11.87	11.08	10.18
น้ำหนักแป้งเกาะติด	2.80	2.68	2.54	2.09	4.4	3.7	3.77
% การเกาะติด	26.34	25.05	24.23	22.77	37.07	33.39	37.03

2) วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี และค่าสี

2.1) ความชื้น ตามวิธี AOAC (2016) 930.15 นำผลิตภัณฑ์ที่เตรียมให้เป็นเนื้อเดียวกัน อบโดยใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นนำมาใส่โถดูดความชื้นทิ้งให้เย็นแล้วชั่งน้ำหนัก ทำซ้ำจนกว่าตัวอย่างจะมีน้ำหนักคงที่

2.2) วิเคราะห์หาไขมันโดยใช้เครื่องวัดไขมัน Buchi B-811 โดยใช้วิธีวิเคราะห์ AOAC (2016) 954.02

2.3) วัดค่าสี Hunter Lab โดยใช้เซลล์แก้วขนาด 2.54 cm. นำกล้วยอบชุบแป้งทอดที่พักไว้ให้เย็น แยกเฉพาะแป้งที่เคลือบออกมาและบดให้ละเอียดนำใส่ในเซลล์แก้วขนาด 2.54 cm.ให้เต็ม วัดค่าสี $L^*a^*b^*$

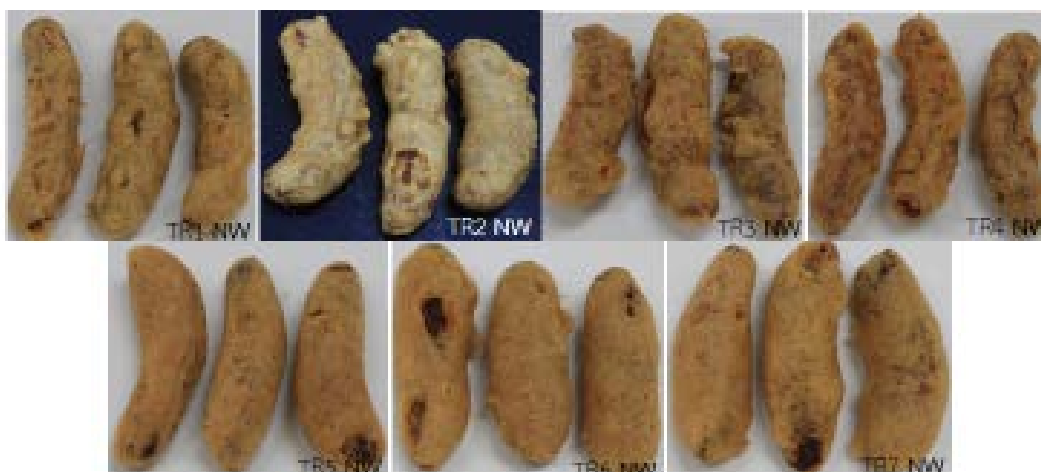
3. การวิเคราะห์ข้อมูล

โดยทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยผู้ผ่านการฝึกฝนด้วยแบบทดสอบชิมสเกลความชอบ 9 คะแนน (9 - Points Hedonic Scale) จำนวนครั้งละ 10 คน 3 ซ้ำ

วิเคราะห์การยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ วิเคราะห์วิเคราะห์ ค่าสี ค่าปริมาณความชื้น และค่าปริมาณน้ำอิสระ โดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design; CRD) การวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธีการดันแคน (Duncan's Multiple Range Test; DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 3. กล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดส่วนผสมแป้งกล้วยเล็บมือนาง
ที่มา : ภาพถ่ายโดย วันดี แก้วสุวรรณ เมื่อวันที่ 25 เดือน เมษายน พ.ศ. .2562



ภาพที่ 4. กล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดส่วนผสมแป้งกล้วยน้ำว้า
ที่มา : ภาพถ่ายโดย วันดี แก้วสุวรรณ เมื่อวันที่ 25 เดือน...เมษายน.. พ.ศ. .2562

ผลการวิจัย

1. ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเพื่อเปรียบเทียบการยอมรับของผู้บริโภคด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่มีวิธีการผสมแป้งที่แตกต่างกันและส่วนผสมช่วยขึ้นฟูคือไข่ ซึ่งจะมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัส โดยศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อกล้วยเล็บบอบซุบแป้งทอด โดยทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ และลักษณะความกรอบ ด้วยแบบทดสอบชิมแบบให้สเกลความชอบ 9 คะแนน โดยผู้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 10 คน 3 ซ้ำ การยอมรับของผู้บริโภคต่อกล้วยเล็บบอบซุบแป้งทอดผสมแป้งกล้วยน้ำว่า พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ของลักษณะด้านต่างๆดังนี้ (ตารางที่ 4)

ลักษณะด้านสี TR1 NW 0% egg กรรมวิธีผสมแบบครั้งเดียว มีคะแนนการยอมรับด้านสีสูงที่สุดเท่ากับ 8.20 และรองลงมาคือ TR 5 NW20%egg กรรมวิธีการผสมสองขั้นตอน มีคะแนนการยอมรับเท่ากับ 8.17 และ TR 7 NW40%egg และกรรมวิธีการผสมสองขั้นตอนมีคะแนนการยอมรับต่ำสุดเท่ากับ 7.07

ลักษณะด้านกลิ่น TR1 NW 0% egg กรรมวิธีผสมแบบครั้งเดียว มีคะแนนการยอมรับด้านกลิ่นสูงที่สุดเท่ากับ 7.83 รองลงมาคือ TR2 NW20%egg กรรมวิธีการผสมแบบครั้งเดียว มีคะแนนการยอมรับเท่ากับ 7.60 และ TR 7 NW40%egg กรรมวิธีการผสมสองขั้นตอนมีการยอมรับกลิ่นน้อยที่สุดเท่ากับ 6.63

ลักษณะด้านรสชาติ TR1 NW 0% egg กรรมวิธีการผสมแบบครั้งเดียว มีคะแนนการยอมรับสูงที่สุด รองลงมาคือ TR2 NW 20% egg มีคะแนนการยอมรับเท่ากับ 8.30, 8.10, ตามลำดับ TR 4 NW40%egg และ TR 7 NW40%egg มีคะแนนการยอมรับต่ำสุดของการผสมแบบครั้งเดียวและสองขั้นตอนเท่ากับ 7.67 และ 7.67 ตามลำดับ

ลักษณะเนื้อสัมผัส TR1 NW 0% egg กรรมวิธีการผสมแบบครั้งเดียวคะแนนการยอมรับสูงที่สุด รองลงมาคือ TR 5 NW20%egg กรรมวิธีการผสมสองขั้นตอน เท่ากับ 8.80 และ 8.06 ตามลำดับ TR2 NW20%egg กรรมวิธีการผสมแบบครั้งเดียว มีการยอมรับน้อยที่สุด เท่ากับ 6.87 ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 คะแนนเฉลี่ยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสกล้วยเล็บมือนางอบซุบแป้งทอดแป้งผสมแป้งกล้วยน้ำว่าวิธีการผสม 2 วิธี

สิ่งทดลอง	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส
TR1 NW 0% egg	8.20±0.41 ^a	7.83±0.38 ^a	8.30±0.47 ^a	8.80±0.41 ^a
TR2 NW20%egg	7.33±0.55 ^c	7.60±0.50 ^b	8.10±0.31 ^b	6.80±0.66 ^c
TR 3 NW30%egg	7.93±0.37 ^{ab}	7.30±0.53 ^c	7.97±0.18 ^b	6.70±0.70 ^b
TR 4 NW40%egg	7.33±0.67 ^c	6.97±0.19 ^d	7.67±0.48 ^d	6.93±0.36 ^c
TR 5 NW20%egg	8.17±0.70 ^a	6.81±0.56 ^{de}	7.87±0.43 ^{cd}	8.06±0.67 ^a
TR 6 NW30%egg	7.73±0.49 ^b	6.67±0.61 ^e	7.87±0.35 ^{cd}	7.60±0.61 ^b
TR 7 NW40%egg	7.07±0.37 ^c	6.63±0.49 ^e	7.67±0.41 ^{cd}	6.87±0.87 ^c

หมายเหตุ : เครื่องหมาย a, b, c และ b ในสดมภ์เดียวกันแสดงถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$)

: ns = ในสดมภ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

1 NW 0%egg - 4 NW 40%egg การผสมแบบครั้งเดียว

5 NW 20%egg - 7 NW 40%egg การผสมสองขั้นตอน

ตารางที่ 5 คะแนนเฉลี่ยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดแปรงผสมแป้งกล้วยเล็บมือนาง กรรมวิธีการผสมแบบครั้งเดียว และสองขั้นตอน

สิ่งทดลอง	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส
TR1 LM 0%egg	7.80±0.87 ^{ab}	7.83±0.38 ^a	8.23±0.45 ^a	8.03±0.67 ^a
TR2 LM 20%egg	7.77±0.63 ^b	7.40±0.49 ^b	7.80±0.41 ^{bc}	7.17±0.79 ^b
TR3 LM 30%egg	7.63±0.56 ^{bc}	6.90±0.71 ^c	7.70±0.46 ^{bc}	6.73±0.64 ^c
TR4 LM 40%egg	7.30±0.60 ^c	6.63.49± ^{de}	7.37±0.76 ^d	6.42±0.49 ^d
TR5 LM 20%egg	8.03±0.81 ^a	6.87±0.43 ^{cd}	7.70±0.53 ^{bc}	7.20±0.61 ^b
TR6 LM 30%egg	7.86±0.35 ^{ab}	6.50±0.57 ^{ef}	7.90±0.48 ^b	8.39±0.53 ^a
TR7 LM 40%egg	7.33±0.55 ^c	6.34±0.49 ^f	7.50±0.78 ^{cd}	6.72±0.79 ^c

หมายเหตุ : เครื่องหมาย a, b, c และ d ในสดมภ์เดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$)

: ns = ในสดมภ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

1 LM 0%egg - 4 LM 40%egg การผสมแบบครั้งเดียว

5 LM 20%egg - 7 LM 40%egg การผสมสองขั้นตอน

จากตารางที่ 5 พบว่าการยอมรับของผู้บริโภคต่อกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดผสมแป้งกล้วยเล็บมือนาง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ของลักษณะด้านต่างๆดังนี้

ลักษณะด้านสี TR5 LM 20%egg และ TR6 LM 30%egg กรรมวิธีการผสมสองขั้นตอน มีคะแนนการยอมรับด้านสีสูงที่สุดเท่ากับ 8.03 และ 7.86 ตามลำดับ

การยอมรับด้านกลิ่น TR1 LM 0%egg และ TR2 LM 20%egg ผสมแบบครั้งเดียวมีคะแนนการยอมรับด้านกลิ่นสูงที่สุดเท่ากับ 7.83 และ 7.40 ตามลำดับ และ TR7 LM 40%egg การผสมสองขั้นตอนมีคะแนนการยอมรับกลิ่นน้อยที่สุดเท่ากับ 6.34

ด้านรสชาติ TR1 LM 0%egg ผสมแบบครั้งเดียวมีคะแนนการยอมรับสูงที่สุดเท่ากับ 8.23 รองลงมาคือ TR6 LM 30%egg การผสมสองขั้นตอนมีคะแนนการยอมรับเท่ากับ 7.90 และ TR4 LM 40%egg การผสมแบบครั้งเดียวมีการยอมรับน้อยที่สุดเท่ากับ 7.37

ลักษณะด้านเนื้อสัมผัส TR6 LM 30%egg การผสมสองขั้นตอนมีคะแนนการยอมรับสูงที่สุด รองลงมาคือ TR1 LM 0%egg การผสมแบบครั้งเดียว เท่ากับ 8.39 และ 8.03 ตามลำดับ และ TR4 LM 40%egg การผสมแบบครั้งเดียวมีการยอมรับน้อยที่สุด เท่ากับ 6.42

2. ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี และค่าสี

2.1 ผลการวิเคราะห์ค่าความชื้นและปริมาตรไขมัน ในผลิตภัณฑ์ที่มีกรรมวิธีการผสมและส่วนผสมไข่ที่แตกต่างกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ความชื้นเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 16.62 – 17.09 % และปริมาณไขมันเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 13.58–13.68% ดังตารางที่ 5

2.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพสีของผลิตภัณฑ์กล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด ผลการวิเคราะห์สีในผลิตภัณฑ์แป้งกล้วยอบชุบแป้งทอด มีความแตกต่างกัน ดังตารางที่ 5

ผลการวิเคราะห์คุณภาพสีในผลิตภัณฑ์ไข่แป้งกล้วยน้ำว้าวิธีการผสมแบบครั้งเดียวและสองขั้นตอน ผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยค่าสี L* TR5 NW20% egg มีค่าสว่างสูงที่สุดเท่ากับ 48.21 รองลงมาคือ TR6 NW30% egg และ TR1 NW0%egg เท่ากับ 46.44 และ 42.94 ตามลำดับ ค่าสี a* TR4 NW40% egg มีค่าสีแดงสูงที่สุดเท่ากับ 7.89 รองลงมาคือ TR5 NW20%egg และ TR6 NW30% egg เท่ากับ 7.30 และ 7.01 ตามลำดับ และค่า b* TR5 NW20%egg มีค่าสีเหลืองสูงที่สุดเท่ากับ 26.36 รองลงมาคือ TR6 NW30% egg และ TR7 NW40% egg เท่ากับ 25.88 และ 24.98 ตามลำดับ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6. ผลการวิเคราะห์คุณภาพสี และทางเคมี ของกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด แป้งผสมแป้งกล้วยน้ำว้า กรรมวิธีการผสมแบบครั้งเดียว และสองขั้นตอน

สิ่งทดลอง	L*	สี a*	b*	ความชื้น ^{ns} %	ไขมัน ^{ns} %
TR1 NW 0%egg	42.94±0.54 ^b	5.57±0.41 ^c	24.01±1.09 ^{bc}	16.62±0.03	13.58±0.10
TR2 NW 20%egg	37.85±0.56 ^d	6.51±0.24 ^{bc}	21.37±0.30 ^d	16.80±0.28	13.61±0.10
TR3 NW 30%egg	40.05±0.67 ^c	6.01±0.72 ^c	22.19±0.63 ^d	16.87±0.03	13.61±0.10
TR4 NW 40%egg	41.81±0.16 ^{bc}	7.89±0.37 ^a	22.71±0.65 ^{cd}	16.74±0.26	13.56±0.11
TR5 NW 20%egg	48.21±1.24 ^a	7.30±0.31 ^{ab}	26.36±0.23 ^a	16.99±0.48	13.65±0.11
TR6 NW 30%egg	46.44±1.13 ^a	7.01±0.65 ^{ab}	25.88±0.47 ^a	17.09±0.50	13.66±0.09
TR7 NW 40%egg	39.93±1.94 ^c	6.90±1.38 ^{ab}	24.98±1.89 ^{ab}	17.06±0.50	13.68±0.13

หมายเหตุ: เครื่องหมาย a, b ในแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$)

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

TR1 NW 0%egg – TR4 NW 40%egg การผสมแบบครั้งเดียว

TR5 NW 20%egg – TR7 NW 40%egg การผสมสองขั้นตอน

ผลการวิเคราะห์คุณภาพสีในผลิตภัณฑ์ใช้แป้งกล้วยเล็บมือนางวิธีการผสมแบบครั้งเดียวและการผสมสองขั้นตอน ผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยค่าสี L* TR1 LM0% egg มีค่าสว่างสูงสุดเท่ากับ 45.02 รองลงมาคือ TR6 LM30% egg และ TR3 LM30% egg เท่ากับ 42.16 และ 41.66 ตามลำดับ ค่าสี a* TR3 LM30% egg มีค่าสีแดงสูงสุดเท่ากับ 7.64 รองลงมาคือ TR4 LM40% egg และ TR5 LM20% egg เท่ากับ 7.35 และ 6.99 ตามลำดับ และค่า b* TR1 LM0% egg มีค่าสีเหลืองสูงสุดเท่ากับ 25.59 รองลงมาคือ TR5 LM20% egg และ TR7 LM40% egg เท่ากับ 24.28 และ 22.99 ตามลำดับ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7. ผลการวิเคราะห์คุณภาพสี และทางเคมี ของกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดแป้งผสมแป้งกล้วยเล็บมือนางกรรมวิธีการผสมแบบครั้งเดียว และสองขั้นตอน

สิ่งทดลอง	L*	สี a*	b*	ความชื้น ^{ns} %	ไขมัน ^{ns} %
TR1 LM 0%egg	45.02±0.84 ^a	6.49±0.18 ^{bc}	25.95±0.45 ^a	13.61±0.16	16.62±0.03
TR2 LM 20%egg	40.72±0.30 ^c	6.53±0.11 ^{bc}	21.64±0.16 ^c	13.60±0.14	16.65±0.07
TR3 LM 30%egg	41.66±0.24 ^b	7.64±0.16 ^a	22.67±0.62 ^c	13.53±0.03	16.63±0.04
TR4 LM 40%egg	39.49±0.35 ^d	7.35±0.39 ^a	22.66±0.77 ^c	13.63±0.11	16.77±0.24
TR5 LM 20%egg	40.35±0.57 ^{cd}	6.99±0.12 ^{ab}	24.21±0.69 ^b	13.60±0.14	16.83±0.33
TR6 LM 30%egg	42.16±0.96 ^{bc}	6.13±1.07 ^c	22.71±0.76 ^c	13.49±0.01	16.78±0.13
TR7 LM 40%egg	39.94±0.80 ^d	6.61±0.58 ^{bc}	22.99±0.29 ^{bc}	13.68±0.03	16.73±0.08

หมายเหตุ : เครื่องหมาย a, b ในแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$)

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

TR1 LM 0%egg – TR4 LM 40%egg การผสมแบบครั้งเดียว

TR5 LM 20%egg – TR7 LM 40%egg การผสมสองขั้นตอน

สรุปและอภิปรายผล

ผลของกรรมวิธีการผสมแป้งต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของกล้วยอบชุบแป้งทอด พบว่าแป้งชุบทอดมีส่วนผสมแป้งกล้วย น้ำว่าไข่ 0% การผสมแบบครั้งเดียว TR1 NW 0%egg มีการยอมรับด้าน กลิ่น รสชาติ และความกรอบสูงสุด ตรงกับที่ Li et al. (1982) พบการใช้แป้งกล้วยทำให้แป้งที่เคลือบมีความกรอบ (แข็ง) แต่หากต้องการสร้างความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ให้เกิดทางเลือกของผลิตภัณฑ์ชนิดกรอบร่วนซึ่งจะรับประทานง่าย คือการผสมสองขั้นตอน (TR5 LM 20%egg) เป็นซึ่งมีคะแนนการยอมรับความกรอบรองมาจาก TR1 NW 0%egg และการยอมรับด้านสีของผลิตภัณฑ์ ด้วยไข่มีโอวัลบูมิน (ovalbumin) เป็นโปรตีนแอลบูมิน (albumin) เป็นแหล่งของอามิโนกลูตามิก ลูซีน อะลานีน และแอสพาติก จัดเป็นฟอสโฟไกลโคโปรตีน (phosphoglycoprotein) และทำให้เกิดโฟม (foaming) จากการตี แต่โฟมไข่จะสูญเสียสภาพธรรมชาติได้ง่ายด้วยความร้อน (Valearie et al., 2013) แป้งชุบทอดมีส่วนผสมแป้งกล้วยเล็บบีมนางและไข่30% กรรมวิธีการผสมสองขั้นตอน (TR6 LM30%egg) จะมีเนื้อสัมผัส ที่ผู้บริโภคยอมรับไม่แตกต่างจากสูตรผสมครั้งเดียวที่ไม่มีส่วนผสมไข่ (TR1 LM 0%egg) จากองค์ประกอบของแป้งกล้วยเล็บบีมนาง ซึ่งมีความชื้นน้อยกว่าแต่มีเส้นใยสูงกว่าแป้งกล้วยน้ำว่าส่งผลให้มีเปอร์เซ็นต์การเกาะติดสูงกว่า รวมทั้งการตีไข่ขาวให้เป็นโฟม เมื่อไข่ขาวมากขึ้นไข่ขาวจึงมากขึ้นด้วย นั่นคือส่งผลให้แป้งชุบมีความหนืดมากกว่า และการมีโปรตีนสูงอาจส่งผลต่อคุณสมบัติการเกิดโฟมของไข่ขาวได้ดีผลิตภัณฑ์จึงมีความกรอบ (ร่วน) เป็นที่ยอมรับ และในไข่ยังมี Ovoglobulins ซึ่งเป็นสารลดแรงตึงผิว ทำให้โฟมมีฟองอากาศขนาดเล็ก ละเอียด และมีเนื้อสัมผัสเรียบเนียน และโฟมจากไข่ขาว เมื่อมีการให้ความร้อนจะส่งผลให้โฟมมีขนาดเล็ก มีความไวเพียงเล็กน้อยต่อการยุบตัว (ดัดแปลงจาก Plancken et al, 2007)

ข้อเสนอแนะ

ผลของกรรมวิธีการผสมแป้งต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของกล้วยอบชุบแป้งทอดหรือแป้งเคลือบจากที่มีส่วนผสมแป้งกล้วยน้ำและแป้งกล้วยเล็บบีมนาง หากเป็นการผสมครั้งเดียวและมีไข่ในส่วนผสม ควรมีส่วนเสริมในกลุ่มอิมัลซิไฟเออร์ หรือ สารเสริมความคงตัวของแป้งชุบทอด

การผสมแบบสองขั้นตอนระยะเวลาการตีไข่ขาวจะมีผลต่อความคงตัวของแป้งชุบ หากตีให้ไข่ขาวเกิดโฟมเบาหรือตั้งยอดอ่อนส่วนผสมอาจจะยุบตัวได้ง่าย

เนื่องด้วยผลิตภัณฑ์ประเภททอดจึงมีความเสี่ยงต่อสุขภาพ ในการทอดจึงทอดในสภาวะอุณหภูมิสม่ำเสมอเพื่อป้องกันการไหม้ และมีการอบไล่ไขมัน การอบไล่ไขมันควรเลือกใช้อุปกรณ์การอบที่มีความเร็วลมสูง และมีการใช้กระดาษซับมันร่วมด้วยในกรณีที่เป็นการอบชนิดไม่ต่อเนื่อง

อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ต่อไปสำหรับผู้บริโภคที่ชอบอาหารทอดกรอบด้วยการใช้สารอิมัลซิไฟเออร์และกลุ่มเสริมในการผสมแบบครั้งเดียวซึ่งอาจจะมีการเกาะติดและกรอบร่วนขึ้นซึ่งจะง่ายในการผสม ร่วมกับการศึกษาเครื่องมือที่สามารถสลัดน้ำมันได้โดยผลิตภัณฑ์ไม่เสียรูปร่างหรือปรับปรุงสูตรให้เหมาะสมกับการอบแทนการทอด เพื่อได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ตอบโจทย์อาหารเพื่อสุขภาพต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กัลยาณี สุวิทวัส, พินิจ กรินทร์ธัญญกิจ และ รักเกียรติ ขอบเกื้อ. (2550) การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของกล้วยไข่ กล้วยหอมและกล้วยน้ำว่าในการทำกล้วยกวน Proceedings of 44th Kasetsart University Annual Conference : Plants, Bangkok (Thailand), p. 579-584
- จุฑารัตน์ คงโนนกอก และ ปฎิวิทย์ ลอยพิมาย. (2555). ผลการทดแทนแป้งข้าวเหนียวด้วยแป้งกล้วยพรีเจลลาทีนซ์ต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ คุณสมบัติทางกายภาพ และทางประสาทสัมผัสของขนมขบเคี้ยวแบบแผ่น. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 43(2)(พิเศษ) 129 – 132
- ชัยธิดา อ่อนน้อม, นิติกร ศิริชัย, นิรชา อติชาติ และ สมะ ทองหล่อ. (2553). การศึกษากระบวนการผลิตและลักษณะทางกายภาพของแป้งชุบทอดผสมแป้งข้าวกล้องงอกพรีเจลลาทีนซ์. ปรินญาณพนธ์ปริญญาวิศวกรรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- เบญจมาศ ศิลาชัย. (2558). กล้วย. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เพ็ญจันทร์ สุธานุกุล. (2558). ชุดโครงการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตกล้วยเศรษฐกิจเพื่อเพิ่มปริมาณ ผลผลิตคุณภาพ คุณภาพผลผลิตและเพิ่มมูลค่าทางการตลาดกล้วย. (รายงานชุดโครงการวิจัย). กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร

- มนตรี อีสรโกลศีล และ สุรกิติ ศรีสกุล. (2537). การคัดเลือกสายพันธุ์กล้วยเล็บมือนาง. *วารสารวิชาการเกษตร*. 11(3).
- รุ่งตะวัน สุภาพผล, วรอนงค์ พฤษากิจ, พรรณารีย์ ชัยวิจิตต์ ปภาวดี คล่องพิทยาพงษ์. (2549). การทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งของผลิตภัณฑ์น้ำมันรำข้าว. *วารสารวิชาการวิทยาลัยอิซเทิร์นเอเชีย*, 52
- วิทยา บัวเจริญ, ร่วมจิตร นกเขา, ธีรยุทธ์ วิจิตรภาพ, สุมลรัตน์ จินตนาสิริณรงค์ และ กัญจนา แซ่เตียว. (2544). การคัดเลือกสายพันธุ์กล้วยเล็บมือนางเพื่อการบริโภคสดและการแปรรูปกล้วยตาก. (รายงานการวิจัยของ ทนุอดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2542). ชุมพร : วิทยาเขตชุมพร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. (รายงานการวิจัยของ ทนุอดหนุนการวิจัย ครั้งที่ 6 ประจำปีงบประมาณ 2542). มูลนิธิโทรเพื่อการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ประเทศไทย.
- อุตสาหกรรมมะพร้าวและผลิตภัณฑ์เกี่ยวเนื่อง (ออนไลน์). (2555). <http://fic.nfi.or.th>. [7 กรกฎาคม 2557]
- Batter. (ออนไลน์). (2557). <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0761/> (27 กันยายน 2557)
- Belitz, H.D. & W. Grosch. (1986). *Food Chemistry*. Springer Verlag Berlin Heidelberg, New York.
- Cano, P. M. (1990). Effect of some thermal treatments on polyphenoloxidase activities of banana. (*Musa cavendish*, var *enono*). *J.Sci.Food*, (51), 223-231.
- Crowther, P. (1979). *The Processing of Banana Products For Food Use*. London: Tropical Products Institute.
- CSIRO. (1972). Division of Food Research Circular 8 : Banana Ripening guide. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Melbourne.
- Escarpa A. Gonzalez MC, Garcia-Diz, Saura-Calixto F. 1997. Resistant starch formation : Standardization of a high-pressure autoclave process. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. (44), 924-928.
- Heath, H.B. (1981). *Source Book of Flavors*. The AVI Publ., Westport, Connecticut.
- Kayisu, K. L. (1981). Characterization of Starch and Fiber of Banana fruit. *J. food Sci*, (46), 1885-1890.
- McGraw-Hill. (1971). *Encyclopedia of Science and Technology*. Vol. 5, McGraw-Hill, New York.
- Palmer, J.K. (1971). *The Biochemistry of Fruits and Their Products*. Vol. 2. Academic Press, London.
- Peterson, S.M., & H.A. Johnson. (1978). *Encyclopedia of Food Science*. The AVI Publishing Company, Inc., Connecticut.
- Plancken, I., Loey, A., & Hendrickx, M. (2007). Foaming properties of egg white proteins affected by heat or high pressure treatment. *Journal of Food Engineering*, (78), 1410 - 1426.
- Salanke D.K. and B.B. Diesal. (1984). *Postharvest biotechnology of fruits*. CRC Press Inc. Florida..
- Sermas N. (2007). Formulation of resistant starch-enriched fresh wheat noodle and instant noodles. The degree of master of science (Nutrition). Faculty of graduate studies mahidol university.
- Simmonds, N.W. (1966). *Bananas*. 2nd ed. Longman, London.
- Water Activity กับการควบคุมอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร. (ออนไลน์). (2,000). สืบค้นจาก : <http://www.phtnet.org/article/view-article.asp?alD=12>, [7 กรกฎาคม 2000]

การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้อินฟราเรดสเปกโทรสโกปีและซีเอ็มเอทริกส์ เป็นสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ในการระบุแหล่งต้นทางของข้าวหอมมะลิ

อรุณชัย ตั้งเจริญบำรุงสุข^{1*}, กมลวรรณ ตั้งเจริญบำรุงสุข², สนอง เอกสิทธิ์³,
สุรพล ใจดี⁴, ณราวุธ ปิยโชติสกุลชัย⁵, พูนศักดิ์ เมฆวัฒนากาญจน์⁶,
วารีย์ ไชยเทพ⁷ และกัญญาพัชร เพชรภรณ์²

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

²คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

³หน่วยปฏิบัติการวิจัยอุปกรณ์รับรู้ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

⁴ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์ กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

⁵ศูนย์วิจัยข้าวนครราชสีมา กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

⁶ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

⁷ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

e-mail: maykamolwanmay@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการประยุกต์ใช้ฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปีและซีเอ็มเอทริกส์ในการจำแนกข้าวหอมมะลิตามแหล่งพื้นที่ที่เพาะปลูก โดยตัวอย่างข้าวหอมมะลิทั้งหมดมาจาก 4 แหล่ง คือ ศูนย์วิจัยข้าวนครราชสีมา ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์ และศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี ชุดเรียนรู้ข้าวหอมมะลิประกอบด้วย 59 ตัวอย่างของนครราชสีมา 63 ตัวอย่างของปทุมธานี 66 ตัวอย่างของสุรินทร์ และ 64 ตัวอย่างของอุบลราชธานี ตัวอย่างทั้งหมดตรวจวัดโดยวิธีดีฟฟิวรีฟเลกชันอินฟราเรดฟูเรียร์ทรานสฟอร์มสเปกโทรสโกปี เลือกใช้ช่วงของอินฟราเรดสเปกตรัมในช่วงที่เป็นลายซิงค์ ($1,250$ ถึง 750 cm^{-1}) และแปลงผันเป็นสเปกตรัมอนุพันธ์อันดับที่หนึ่งโดยวิธีซิก-โกเล่ย์อันดับที่สี่ทำการวิเคราะห์สเปกตรัมโดยวิธีการวิเคราะห์ส่วนประกอบที่สำคัญ เพื่อระบุตำแหน่งของกลุ่มของข้าวหอมมะลิในแต่ละพื้นที่ ในปริภูมิของ 3 ส่วนประกอบที่สำคัญแรกพบว่า ในบรรดาต้นกำเนิดทางภูมิศาสตร์ของข้าวหอมมะลิทั้งสิ้น ตัวอย่างของข้าวหอมมะลิจากอุบลราชธานีมีความแตกต่างจากที่อื่นมากที่สุด ในขณะที่ตัวอย่างจากนครราชสีมา ปทุมธานี และสุรินทร์ค่อนข้างใกล้เคียงกัน ได้ใช้วิธีแนวเทียบกลุ่มของแบบจำลองอิสระเปลี่ยนได้ในการสร้างแบบจำลองกลุ่มเพื่อจำแนกสเปกตรัมพบว่า อัตราร้อยละการจำแนกประเภทที่ถูกต้องของข้าวหอมมะลิจากนครราชสีมา ปทุมธานี สุรินทร์ และอุบลราชธานีเป็น 85%, 94%, 89% และ 88% ตามลำดับ ยิ่งไปกว่านั้นได้ทดสอบความสมเหตุสมผลของวิธีการโดยใช้ชุดทดสอบอิสระที่ประกอบด้วยตัวอย่างข้าวหอมมะลิอีก 67 ตัวอย่างพบว่า สามารถระบุได้อย่างถูกต้องถึงร้อยละ 90 ด้วยค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ที่ต่ำและใช้เวลาในการวิเคราะห์ที่สั้นทำให้วิธีการอินฟราเรดสเปกโทรสโกปีและซีเอ็มเอทริกส์เป็นวิธีการที่มีศักยภาพในการระบุแหล่งต้นทางของข้าวหอมมะลิได้อย่างถูกต้อง

คำสำคัญ: ข้าวหอมมะลิ แหล่งต้นทางทางภูมิศาสตร์ อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี

Feasibility Study on Using Infrared Spectroscopy and Chemometrics as Geographical Indicator to Identify the Sources of Hom Mali Rice

Arunchai Tangcharoenbumrungsuk^{1*}, Kamonwan Tangcharoenbumrungsuk², Sanong Ekgasit³, Surapol Jaidee⁴, Narawoot Piyachotskulchai⁵, Poonsak Mekwatanakarn⁶, Waree Chaitep⁷ and Kanyapat Petcharaporn²

¹Faculty of Science and Technology, Surin Rajabhat University

²Faculty of Science and Technology, Suan Sunandha Rajabhat University

³Sensor Research Unit, Faculty of Science, Chulalongkorn University

⁴Surin Rice Research Center, Ministry of Agriculture and Cooperatives

⁵Nakhon Ratchasima Rice Research Center, Ministry of Agriculture and Cooperatives

⁶Ubon Ratchathani Rice Research Center, Ministry of Agricultural and Cooperatives

⁷Pathumthani Rice Research Center, Ministry of Agricultural and Cooperatives

E-mail: maykamolwanmay@gmail.com

Abstract

The objective of this study is to apply the Fourier transform infrared (FT-IR) spectroscopy and chemometrics to discriminate the Hom Mali rice according to the cultivation area. All samples of Hom Mali rice were harvested by four rice research centers: Nakhon Ratchasima, Patumthani, Surin and Ubon Ratchathani. Learning set of Hom Mali rice was composed of 59 samples of Nakhon Ratchasima, 63 samples of Patumthani, 66 samples of Surin, and 64 samples of Ubon Ratchathani. All samples were measured by diffuse reflection infrared Fourier transform spectroscopy (DRIFTS). The infrared spectra in the fingerprint region (1,250 to 750 cm^{-1}) were selected and converted into 1st-derivative spectra by 4th-order Savitsky-Golay method. The spectra were analyzed by principal component analysis (PCA) to locate the clusters of Hom Mali rice of each area in the first three principal component space. Among the four geographical origins, the samples of Hom Mali rice from Ubon Ratchathani were the most different, whereas the samples from Nakhon Ratchasima, Patumthani and Surin were more similar. Soft independent modeling of class analogies (SIMCA) was used to build the class models to discriminate the spectra. The percentages of correctly classified (%CC) were 85%, 94%, 89% and 88% for Nakhon Ratchasima, Patumthani, Surin and Ubon Ratchathani, respectively. In addition, the method was tested with the independent validation set of 67 rice samples. The results showed that 90% of the samples were identified correctly. Through low cost and short time of analysis of the combination of infrared spectroscopy and chemometrics showed significant potential for accurate geographical traceability of Hom Mali rice.

Keywords: Hom Mali rice, Geographical origin, Infrared Spectroscopy

บทนำ

ข้าวหอมมะลิ

ข้าวหอมมะลิ (Hom Mali Rice) เป็นข้าวพันธุ์ที่มีชื่อเสียงมากที่สุดของไทย เนื่องจากมีกลิ่นหอมเฉพาะตัวและรสชาติสัมผัสที่อ่อนนุ่มละมุนลิ้น ตามประกาศของกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ระบุว่า ข้าวหอมมะลิให้หมายถึง ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (Khao Dawk Mali 105) และข้าวพันธุ์ กข 15 (RD 15) ที่ปลูกในประเทศไทยเท่านั้น อย่างไรก็ตามพบว่า “ข้าวหอมมะลิที่ปลูกในแต่ละจังหวัดก็ยังมีคุณภาพและความหอมที่แตกต่างกัน” (Yoshihashi, Nguyen, and Kabaki, 2004) อันเนื่องมาจากสมบัติทางกายภาพและชีวภาพของดินที่ปลูก ภูมิอากาศของแหล่งที่ปลูก และอาจเนื่องมาจากการกลายระดับยีน (Gene Mutation) เป็นต้น เพื่อเป็นการรับประกันและคุ้มครองผู้บริโภคจากการเอาเปรียบและ

มือโก่งในการปลอมปนในข้าวหอมมะลิและ/หรือกลั่นน้อในการระบุผลึกที่มาหรือแหล่งเพาะปลูก จึงควรมีวิธีการในการตรวจวิเคราะห์เพื่อระบุแหล่งที่มาของข้าวหอมมะลิที่ถูกต้องและรวดเร็ว

เทคนิคฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี

เทคนิคฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) หรือเรียกสั้นๆ ว่า เอฟทีไออาร์ (FT-IR) เป็นเทคนิคที่ให้พลังงานที่เป็นแสงหรือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Wave) ในช่วงอินฟราเรด (Infrared) หรือเรียกสั้นๆ ว่า ไออาร์ (IR) ซึ่งตรงกับเลขคลื่น (Wavenumber) ประมาณ $4,000$ ถึง 400 cm^{-1} ผ่านเข้าไปในสารตัวอย่างที่ต้องการตรวจวิเคราะห์ โดยเทคนิคการตรวจวัดนี้อาศัยหลักการว่า “สารเคมีที่มีโครงสร้างโมเลกุลที่แตกต่างกันหรือมีหมู่ฟังก์ชัน (Functional Group) ที่แตกต่างกันจะมีสถานะแทรนซิชันของพลังงานการสั่น (Vibrational Energy Transition State) ที่แตกต่างกัน เป็นผลให้มีอินฟราเรดสเปกตรัม (Infrared Spectrum) ที่แตกต่างกันไปด้วย” (Skoog, Holler, and Nieman, 1998; Kellner, Mermet, Otto, and Widmer, 1998) เนื่องจากในความเป็นจริงพบว่าข้าวหอมมะลิจากแต่ละพื้นที่มีคุณภาพที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นผลจากการที่มีชนิดขององค์ประกอบและสัดส่วนขององค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน หรือมีธรรมชาติเชิงโมเลกุล (Molecular Nature) ที่แตกต่างกัน จากความแตกต่างดังกล่าวจึงย่อมสามารถตรวจวัดได้ด้วยเทคนิคเอฟทีไออาร์

เทคนิคดริฟต์ส

เทคนิคดริฟต์สเฟลกชันอินฟราเรดฟูเรียร์ทรานสฟอร์มสเปกโทรสโกปี (Diffuse Reflection Infrared Fourier Transform Spectroscopy) หรือเรียกสั้น ๆ ว่า เทคนิคดริฟต์ส (DRIFTS) เป็นวิธีการตรวจวัดแบบหนึ่งในเอฟทีไออาร์ที่ตรวจวัดและวิเคราะห์แสงอินฟราเรดที่เกิดจากการกระเจิงแสง (Scattering) โดยในเทคนิคดริฟต์ส เมื่อแสงอินฟราเรดตกกระทบสารตัวอย่างจะเกิดการการสะท้อนขึ้น 2 แบบ คือ แบบที่ 1 เป็นการสะท้อนโดยตรงที่ผิวของสารตัวอย่างเรียกว่า การสะท้อนแสงตรง (Specular Reflection) และแบบที่ 2 เป็นแบบที่แสงอินฟราเรดมีการสะท้อนเข้าไปภายในสารตัวอย่างก่อนแล้วจึงเกิดการสะท้อนกลับออกมาอีกที่เรียกว่า การสะท้อนแสงแพร่ (Diffuse Reflection) (Pelikan, Ceppan, and Liska, 1994; Chalmers, and Griffiths, 2002)

คีโมเมทริกส์

คีโมเมทริกส์ (Chemometrics) เป็นการผสมผสานระหว่างองค์ความรู้ทางเคมีกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์และสถิติในการจัดการ แปลผล และทำนายข้อมูลทางเคมี คีโมเมทริกส์อาจแบ่งย่อยได้เป็น 5 กลุ่มด้วยกัน คือ การออกแบบการทดลอง (Experimental Design) การประมวลผลสัญญาณ (Signal Processing) การเทียบมาตรฐานหลายตัวแปร (Multivariate Calibration) การรู้จำแบบทางเคมี (Chemical Pattern Recognition) และการแยกชัดทางเคมี (Chemical Resolution) (Brereton, 2003; Malinowski, 1991) สำหรับการวิจัยนี้เป็นประยุกต์ใช้การรู้จำแบบทางเคมี ซึ่งได้แก่ การวิเคราะห์ส่วนประกอบสำคัญและแนวเทียบกลุ่มของแบบจำลองอิสระเปลี่ยนได้ในการจำแนกความแตกต่างของข้าวหอมมะลิจากแต่ละแหล่งผลิตที่แตกต่างกัน

วิธีซิมคา

แนวเทียบกลุ่มของแบบจำลองอิสระเปลี่ยนได้ (Soft Independent Modeling of Class Analogy) หรือวิธีซิมคา (SIMCA) โดยสร้างแบบจำลองของแต่ละกลุ่มตัวอย่างโดยใช้เซตอิสระ (Independent Set) ที่ได้จากการวิเคราะห์ส่วนประกอบमुखสำคัญ (Principal Component Analysis) ที่ต่างกัน โดยแต่ละเซตก็ครอบคลุมการแปรผัน (Variance) ในกลุ่มตัวอย่างนั้น แล้วจำแนกตัวอย่างโดยเปรียบเทียบความแปรปรวนตกค้าง (Residual Variance) ของแต่ละตัวอย่างเทียบกับความแปรปรวนตกค้างรวมของแต่ละกลุ่ม (Total Residual Variance of Class) (Kellner, Mermet, Otto, and Widmer, 1998; Brereton, 2003)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เป็นการประยุกต์ใช้เทคนิคอินฟราเรดสเปกโทรสโกปีในการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างข้าวนั้นมีน้อยมาก โดยงานวิจัยส่วนใหญ่มักเป็นการประยุกต์เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี (Near-Infrared Spectroscopy) เนื่องจาก

สามารถทำการตรวจวิเคราะห์ได้ง่ายกว่า แต่ก็มีข้อด้อยตรงที่ระดับสัญญาณที่ตรวจวัดได้นั้นมักมีระดับต่ำมาก และต้องทำการขยายสัญญาณ (Signal Amplification) ซึ่งเป็นผลให้สัญญาณรบกวน (Noise) โดนครายตามไปด้วย (Chalmers, and Griffiths, 2002) ในขณะที่การตรวจวัดด้วยเทคนิคอินฟราเรดสเปกโทรสโกปีมีระดับสัญญาณที่สูงกว่ามาก และการประยุกต์ใช้เทคนิคคริฟต์สทำให้การตรวจวัดตัวอย่างข้าวนั้นทำได้ง่ายขึ้น โดยมีงานวิจัยข้างเคียงที่ใช้เทคนิคอินฟราเรดสเปกโทรสโกปีในตรวจวัดสภาพกรดไขมันในรำข้าวที่เก็บไว้ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน โดยทำการสกัดกรดไขมันออกมาก่อนและทำการตรวจวัดในสภาพที่เป็นของเหลวพบว่า ปริมาณกรดไขมันที่ตรวจวัดได้เปลี่ยนแปลงไปเมื่อเก็บรำข้าวนั้นไว้นานขึ้น จึงสามารถประยุกต์ใช้ในการระบุอายุหรือความเก่าใหม่ของรำข้าวได้ (Sato, He, and Wu, 2005) นอกจากนี้ยังมีการประยุกต์ใช้เทคนิคอินฟราเรดสเปกโทรสโกปีและคิวเมตริกส์ในการจำแนกข้าวที่มีการฉายรังสีที่ความเข้มของรังสีที่แตกต่างกันพบว่า มีสหสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ตรวจวัดได้กับระดับความเข้มของรังสีที่ใช้ และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) เป็น 0.996 (Shao, Tan-No, Sato, and Tanaka, 2008) สำหรับในการวิจัยนี้เป็นการประยุกต์เทคนิคอินฟราเรดสเปกโทรสโกปีโดยตรวจวัดตัวอย่างข้าวในแบบวิธีคริฟต์ส และจำแนกความแตกต่างของตัวอย่างข้าวในแต่ละพื้นที่โดยใช้วิธีคิวเมตริกส์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาการใช้เทคนิคอินฟราเรดสเปกโทรสโกปีและคิวเมตริกส์ในการตรวจวิเคราะห์ข้าวหอมมะลิต่างรวดเร็ว และใช้ในการจำแนกข้าวหอมมะลิตามต้นกำเนิดทางภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกัน

ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง การตรวจวัดด้วยเทคนิคอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี และการใช้วิธีคิวเมตริกส์ที่เหมาะสมในการระบุแหล่งต้นทางของข้าวหอมมะลิ โดยกลุ่มตัวอย่างข้าวหอมมะลิเป็นข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ในรูปของข้าวขาวที่ปลูกในพื้นที่ของจากศูนย์วิจัยข้าวนครราชสีมา ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์ และศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี แบ่งตัวอย่างข้าวเป็น 2 ชุด คือ ชุดที่ 1 เป็นชุดเรียนรู้ (Learning Set) ประกอบด้วยตัวอย่างข้าวจากนครราชสีมา ปทุมธานี สุรินทร์ และอุบลราชธานีอย่างละ 59, 63, 66 และ 64 ตัวอย่าง และชุดที่ 2 ชุดทดสอบความสมเหตุสมผล (Validation Set) อีก 67 ตัวอย่าง ทำการบดตัวอย่างข้าวทั้งหมดให้เป็นผงละเอียดด้วยเครื่องปั่น (Blender) แล้วบรรจุตัวอย่างลงในถ้วยตัวอย่างคริฟต์ส (DRIFTS Sample Cup) แล้วบันทึกอินฟราเรดสเปกตรัม (Infrared Spectrum) ในช่วงเลขคลื่น (Wavenumber) ประมาณ 4,000 ถึง 400 cm^{-1} ด้วยเครื่อง Nicolet Magna 6700 FT-IR spectrometer โดยใช้ตัวตรวจหา (Detector) เป็น MCT และกำหนดการแยกขีด (Resolution) เป็น 4 cm^{-1} เลือกสเปกตรัมในช่วง 1,250 ถึง 750 cm^{-1} ซึ่งเป็นช่วงที่เป็นลายซึ่บทางเคมีหรือเป็นลักษณะเฉพาะของสารแต่ละชนิดนั่นเอง และแปลงผันเป็นสเปกตรัมอนุพันธ์อันดับที่หนึ่ง (1st-Derivative Spectrum) โดยวิธีซาวิตสกี-โกเลย์อันดับที่สี่ (4th-order Savitsky-Golay Method) แล้วจำแนกสเปกตรัมของข้าวหอมมะลิจากแต่ละแหล่งเพาะปลูกโดยใช้การวิเคราะห์ส่วนประกอบสำคัญ (Principal Component Analysis หรือ PCA) และวิธีแนวเทียบกลุ่มของแบบจำลองอิสระเปลี่ยนได้ (Soft Independent Modeling of Class Analogies) หรือเรียกสั้น ๆ ว่า ซิมคา (SIMCA) โดยระบุความถูกต้องของการจำแนกโดยใช้อัตราร้อยละของการจำแนกประเภทที่ถูกต้อง (Percentages of Correctly Classified or %CC) (Brereton, 2003)

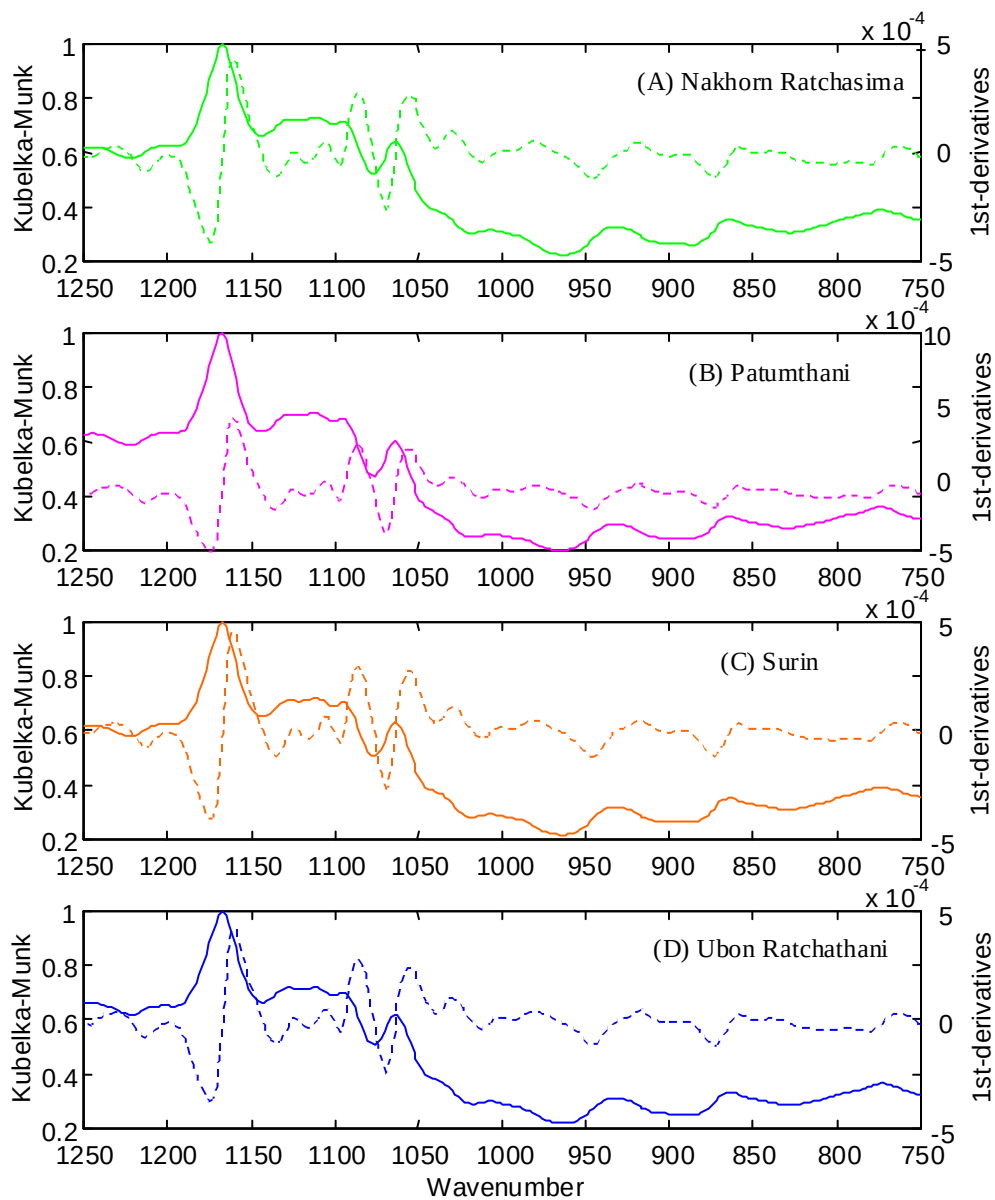
ผลการวิจัย

จากการวิจัยพบว่า สเปกตรัมเฉลี่ยและสเปกตรัมอนุพันธ์อันดับที่หนึ่งที่เป็นช่วงของลายซึ่บทางเคมีของข้าวหอมมะลิตามแหล่งกำเนิดทางภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกันดังภาพที่ 1 โดยเป็นสเปกตรัมที่วัดได้จากตัวอย่างข้าวโดยใช้เทคนิคคริฟต์ส รูปแบบของสเปกตรัมที่ตรวจวัดได้จึงเป็นผลจากชนิดขององค์ประกอบและสัดส่วนขององค์ประกอบที่อยู่ในข้าวหอมมะลิที่มาจากแต่ละพื้นที่ และมีอาจแยกหรือระบุได้ว่า เป็นสเปกตรัมของสารใดโดยเฉพาะได้ ซึ่งพบว่า “ไม่สามารถจำแนกความแตกต่างของสเปกตรัมของข้าวหอมมะลิจากแต่ละแหล่งเพาะปลูกได้ด้วยตาเปล่า” จำเป็นต้องทำการวิเคราะห์ความแตกต่างด้วยคิวเมตริกส์ โดยทำการวิเคราะห์ส่วนประกอบสำคัญพบว่า ศูนย์กลางของกลุ่ม (Cluster Center) ของสเปกตรัมของข้าวหอมมะลิจากพื้นที่เพาะปลูกทั้ง 4 แหล่งแสดงดังภาพที่ 2 โดยที่ตัวอย่างข้าวหอมมะลิจากอุบลราชธานีแตกต่างจากแหล่งอื่นมาก ในขณะที่ตัวอย่างข้าวหอมมะลิจากนครราชสีมา ปทุมธานี และสุรินทร์ค่อนข้างใกล้เคียงกัน และเมื่อใช้ตัวอย่างข้าวในชุดเรียนรู้เพื่อสร้างโมเดล (Model) ในการจำแนกข้าวด้วยวิธีซิมคาพบว่า สามารถจำแนกข้าวจากนครราชสีมา ปทุมธานี

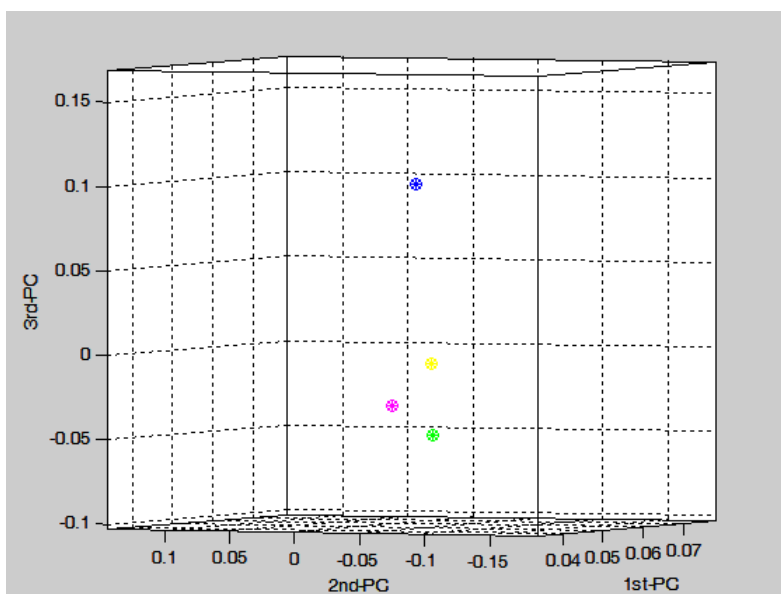
สุรินทร์ และอุบลราชธานีได้อย่างถูกต้องถึงร้อยละ 85, 94, 89 และ 88 ตามลำดับ โดยมีความแปรปรวนตกค้าง (Residual Variance) เป็น 1.145×10^{-12} , 1.124×10^{-12} , 9.868×10^{-13} และ 1.278×10^{-12} ตามลำดับ ยิ่งกว่านั้นได้ทำการวิเคราะห์ด้วยอย่างข้าวในชุดทดสอบความสมเหตุสมผลพบว่า สามารถจำแนกได้อย่างถูกต้องถึงร้อยละ 90 ด้วยค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ที่ต่ำและใช้เวลาในการวิเคราะห์ที่สั้นทำให้วิธีการอินฟราเรดสเปกโทรสโกปีและเคโมเมทริกส์เป็นวิธีการที่มีศักยภาพในการระบุแหล่งต้นทางของข้าวหอมมะลิได้อย่างถูกต้อง

สรุปและอภิปรายผล

เทคนิคอินฟราเรดสเปกโทรสโกปีสามารถจำแนกความแตกต่างของข้าวหอมมะลิจากศูนย์วิจัยข้าวนครราชสีมา ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์ และศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานีได้ และวัดความแตกต่างเชิงสเปกตรัมด้วยวิธีเคโมเมทริกส์ โดยความแตกต่างดังกล่าวเป็นผลจากชนิดขององค์ประกอบและสัดส่วนขององค์ประกอบที่แตกต่างกันของข้าวหอมมะลิในแหล่งต้นทางที่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Yoshihashi และคณะในปี 2004 ซึ่งได้ทำการตรวจวัดปริมาณสารหอมที่อยู่ในข้าวหอมมะลิในแต่ละพื้นที่และพบว่า มีปริมาณสารหอมที่ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่า ปริมาณสารหอมที่แตกต่างกันนั้นเป็นเพราะข้าวหอมมะลิในแต่ละพื้นที่ถูกปลูกภายใต้ภูมิประเทศและภูมิอากาศที่แตกต่างกัน ในทางกลับกันหากข้าวหอมมะลิถูกปลูกในพื้นที่ที่มีภูมิประเทศและภูมิอากาศใกล้เคียงกันก็อาจจะทำให้มีองค์ประกอบต่าง ๆ รวมทั้งปริมาณสารหอมที่ใกล้เคียงกัน เป็นผลให้ได้สเปกตรัมที่ใกล้เคียงกันมากกว่า และสอดคล้องกับผลที่ได้ว่า ศูนย์กลางของกลุ่มของสเปกตรัมของข้าวหอมมะลิจากสุรินทร์ค่อนข้างใกล้เคียงกับนครราชสีมา ซึ่งเป็นพื้นที่ที่อยู่ใกล้กันมากกว่า และห่างไกลจากอุบลราชธานีดังภาพที่ 2 จากการวิจัยจึงสามารถกล่าวได้ว่า เทคนิคดริฟต์และวิธีซิมเคาสามารถใช้เป็นสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ในการระบุแหล่งต้นทางของข้าวหอมมะลิได้ โดยมีอัตราร้อยละการจำแนกประเภทที่ถูกต้องเกือบทั้งหมด อย่างไรก็ตามควรมีการดำเนินการวิจัยเพิ่มเติมโดยเพิ่มจำนวนตัวอย่างข้าว เพิ่มเขตพื้นที่และจังหวัดอื่น ๆ ที่เพาะปลูกข้าวหอมมะลิ และควรตรวจวัดข้าวหอมมะลิที่เก็บเกี่ยวในปีถัด ๆ ไปด้วย



ภาพที่ 1 อินฟราเรดสเปกตรัมเฉลี่ย (เส้นทึบ) และสเปกตรัมอนุพันธ์อันดับที่หนึ่ง (เส้นประ) ของข้าวหอมมะลิจาก นครราชสีมา (A) ปทุมธานี (B) สุรินทร์ (C) และอุบลราชธานี (D)
ที่มา : คณะผู้วิจัย



ภาพที่ 2 แผนภาพแสดงศูนย์กลางของกลุ่มของตัวอย่างข้าวหอมมะลิจากนครราชสีมา (สีเขียว) ปทุมธานี (สีม่วง) สุรินทร์ (สีเหลือง) และอุบลราชธานี (สีน้ำเงิน)
ที่มา : คณะผู้วิจัย

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการดำเนินการวิจัยเพิ่มเติมโดยเพิ่มจำนวนตัวอย่างข้าว เพิ่มเขตพื้นที่และจังหวัดอื่นๆที่เพาะปลูกข้าวหอมมะลิ และควรตรวจวัดข้าวหอมมะลิที่เก็บเกี่ยวในปีถัดๆไปด้วย เพื่อยืนยันความถูกต้องของวิธีการที่ใช้

เอกสารอ้างอิง

- Lodish, H., Berk, A., Zipursky, S. L., Matsudaira, P., Baltimore, D., Darnell, J. (2008). Molecular Cell Biology. New York: W.H. Freeman.
- Kellner, R., Mermet, J.-M., Otto, M., and Widmer, H. M. (1998). Analytical Chemistry. France: Wiley-VCH.
- Skoog, D. A., Holler, F. J., and Nieman, T. A. (1998). Principles of Instrumental Analysis. USA: Saunders College Publishing.
- Pelikan, P., Ceppan, M., and Liska, M. (1994). Application of Numerical Methods in Molecular Spectroscopy. USA: CRC Press, Inc.
- Chalmers, J. M., and Griffiths, P. R. (2002). Handbook of Vibrational Spectroscopy. Volume 4, UK: John Wiley & Sons.
- Brereton, R. G. (2003). Chemometrics: Data Analysis for the Laboratory and Chemical Plant. England: John Wiley & Sons.
- Malinowski, E. R. (1991). Factor Analysis in Chemistry. USA: John Wiley & Sons.
- Ellepola, S. W., Choi, S. M. and Ma, C. Y. (2005). Conformational study of globulin from rice (*Oryza sativa*) seeds by Fourier-transform infrared spectroscopy. *International Journal of Biological Macromolecules*, 37 (1-2).
- Sato, K., Tan-No, H., Sato, J. and Tanaka, S. (2005). Determination of fat acidity in rice bran by Fourier transform infrared spectrometry. *Bunseki Kagaku*, 54 (5).
- Shao, Y. N., He, Y. and Wu, C. Q. (2008). Dose detection of radiated rice by infrared spectroscopy and chemometrics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56 (11).
- Yoshihashi, T., Nguyen, T. T. H. and Kabaki, N. (2004). Area dependency of 2-acetyl-1-pyrroline content in an aromatic rice variety, Khao Dawk Mali 105. *Japan Agricultural Research Quarterly*, 38 (2).

การศึกษาสมบัติสารยึดเกาะผสมระหว่างปลายข้าวบดกับไฮโดรคอลลอยด์ ในการปรับปรุงเนื้อสัมผัสของขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบ

ชนิษฐา อินทร์ประสิทธิ์^{1*} ปัญญยศ มงคลชาติ¹ ลลิตา ชูแก้ว¹

กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ สำนักเทคโนโลยีชุมชน

email: *khanittha@dss.go.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของขนาดอนุภาคปลายข้าวบด และชนิดของไฮโดรคอลลอยด์ ต่อคุณภาพและการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบให้มีความกรอบร่วนที่ดี ในการศึกษาผลของขนาดปลายข้าวบดโดยใช้ปลายข้าวบดแต่ละตัวอย่างที่มีขนาดแตกต่างกัน 4 ตัวอย่าง ได้แก่ 1) ปลายข้าวบดที่ขนาดอนุภาคอยู่ในช่วง 50 -100 เมช (FM100).2) ปลายข้าวบดที่ขนาดอนุภาคอยู่ในช่วง 10 - 30 เมช (CM100) 3) FM:CM ที่อัตราส่วน 9:1 และ 4) FM:CM ที่อัตราส่วน 1:1 ผสมกับแป้งผสม (แป้งสาลี แป้งข้าว สตาร์ชมันสำปะหลัง และสตาร์ชดัดแปร) จากนั้นทำการศึกษาผลของชนิดไฮโดรคอลลอยด์ ได้แก่ แป้งบุก แขนแทนกัม และกัวร์กัม เปรียบเทียบกับสูตรควบคุมที่ใช้สตาร์ช มันสำปะหลัง โดยเลือกขนาดอนุภาคปลายข้าวบดที่เหมาะสม ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากปลายข้าวบดที่มีขนาดละเอียด ผันเซลล์ที่กั้นระหว่างโพรงอากาศมีลักษณะหนา มีโพรงอากาศขนาดเล็ก และมีค่าความแข็งมากที่สุด โดยค่าความแข็งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณการใช้ปลายข้าวบดที่มีขนาดละเอียด จึงทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์มีความแข็งกระด้าง (ไม่กรอบร่วน) เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากปลายข้าวบดหยาบ จากการทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์พบว่าผู้บริโภคชอบผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากปลายข้าวบดที่อัตราส่วน FM:CM ที่อัตราส่วน 9:1 มากที่สุด ดังนั้นจึงทำการเลือกปลายข้าวบดที่อัตราส่วน FM:CM ที่อัตราส่วน 9:1 มาศึกษาผลของไฮโดรคอลลอยด์ พบว่าผลิตภัณฑ์มีผนังเซลล์ที่มีลักษณะบางลง รูโพรงอากาศมีขนาดใหญ่และสม่ำเสมอขึ้น วัดค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งผู้บริโภคชอบผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมแป้งบุกมากกว่าผลิตภัณฑ์อื่น

คำสำคัญ: ข้าวแผ่นอบกรอบ ปลายข้าวบด ไฮโดรคอลลอยด์ เนื้อสัมผัส

Functional Properties of Mixed Broken Rice with Hydrocolloids For Textural Improvement of Rice Cracker

Khanittha Inprasit^{1*}, Panyot Mongkonchart¹, Lalita Chookaew¹

Bureau of Community Technology, Department of Science Service, Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation, Bangkok, Thailand

E-mail: *khanittha@dss.go.th

Abstract

The objectives of this research were to investigate the effect of the particle size of milled broken rice, hydrocolloid type on the qualities of rice cracker and texture changes of products crispness after adding hydrocolloid for texture improvement. Rice cracker was prepared from blended flours (wheat flour, rice flour, tapioca starch and modified starch). To study the effect of particle size, blended flours were mixed with different particle sizes of milled broken rice : 1) milled broken rice with particle size in the range of 50 -100 mesh (FM100), 2) milled broken rice with particle size in the range of 10 - 30 mesh (CM100), 3) fine milled broken rice (FM) mixed with coarse milled broken rice (CM) at the ratio of 9:1 and 4) FM mixed with CM at the ratio of 1:1. The optimum particle size of milled broken rice was selected to investigate the effect of hydrocolloid types: 1) konjac starch, 2) xanthan gum and 3) guar gum compared with tapioca starch as control. The results showed that particle size of milled broken rice had an influence on the rice cracker qualities. The products that made from fine particle broken rice. It also exhibited the thickest cell wall and the smallest air cavity and the highest hardness under compression testing. From sensory testing the result showed that consumer preferred fine milled broken rice (FM) mixed with coarse milled broken rice (CM) at the ratio of 9:1 (FM: CM) to the others. Therefore, the particle size of milled broken rice at ratio of 9:1 (FM: CM) was selected to study the effect of hydrocolloid type on the qualities of rice cracker product. The results showed that hydrocolloid type had an influence on the rice cracker qualities. In addition, it exhibited thin cell wall and the low hardness. Hydrocolloid types were not significantly

different in hardness tested. Moreover, rice cracker containing hydrocolloid types (konjac starch, xanthan gum, and guar gum) were less change in texture at room conditions than control (tapioca starch). However, consumer preferred rice cracker containing konjac starch to the other

Keywords: Rice Cracker, Mixed Broken Rice, Hydrocolloids, Texture

บทนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศไทยและมีความสำคัญโดยเฉพาะด้านการส่งออก ข้าวที่จะนำไปจำหน่ายและบริโภคได้ต้องผ่านกระบวนการแปรรูปจากข้าวเปลือกเป็นข้าวสาร และผลพลอยได้จากการแปรรูปข้าว คือ ข้าวหัก ปลายข้าว รำข้าว และแกลบ ซึ่งสามารถนำไปแปรรูปเพื่อสร้างมูลค่า กลายเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ช่วยลดต้นทุนการแปรรูปข้าวได้อีกทางหนึ่ง และปัจจุบันผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากข้าวเป็นที่นิยมของกลุ่มผู้บริโภค เนื่องจากแป้งข้าวมีสมบัติในการเกิดเจล และเป็นสารช่วยในการยืดเกาะที่ดีสามารถขึ้นรูปเป็นแผ่นแป้ง เมื่อให้ความร้อนเกิดการพองตัวโดยไม่ต้องนำไปทอด (Noomhorm, Kongseeree, & Apintanapong, 1997) และดีต่อสุขภาพของผู้บริโภค แต่ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากข้าวส่วนใหญ่มีเนื้อสัมผัสที่แข็งกระด้าง เนื่องจากแป้งข้าวมีปริมาณอะไมโลสค่อนข้างสูง คือ ร้อยละ 17 (Oates, 1996) ซึ่งปริมาณอะไมโลสและ อะไมโลเพกตินเป็นองค์ประกอบที่สำคัญต่อการพองตัวของแป้ง แป้งที่มีอะไมโลสสูงจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีการพองต่ำและเปราะ ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสที่แข็ง ไม่กรอบร่วน ซึ่งสิ่งนี้ถือเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยลักษณะเนื้อสัมผัสเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่ผู้บริโภคใช้เป็นเกณฑ์ในการเลือกสินค้าประเภทขนมกรอบ (Bourne, 2002) ทั้งนี้เพื่อให้เนื้อสัมผัสที่กรอบร่วนเป็นสิ่งที่ผู้บริโภคต้องการในผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว ถ้าผลิตภัณฑ์ให้เนื้อสัมผัสที่แข็งกระด้างจะทำให้ผู้บริโภคยอมรับลดลง ซึ่งลักษณะเนื้อสัมผัสสัมผัสของผลิตภัณฑ์จะสัมพันธ์กับปริมาณโปรตีนและโครงสร้างระดับจุลภาค อาทิเช่น ขนาดโพรงอากาศ ความหนาของผนังเซลล์ (Luyten, Plijter, & Van Vliet, 2004) และเกี่ยวข้องกับสมบัติของวัตถุดิบที่ใช้ในสูตรส่วนผสม ได้แก่ ขนาดอนุภาคของแป้งโดยแป้งที่มีขนาดอนุภาคเล็กจะทำให้การพองตัวของผลิตภัณฑ์ลดลง ทั้งนี้เนื่องจากแป้งขนาดอนุภาคละเอียดมีปริมาณโปรตีนและสตาร์ชสูงกว่าแป้งขนาดอนุภาคหยาบ และมีอุณหภูมิของการเกิดเจลละติไนซ์เข้ขึ้นลดลง เนื่องจากแป้งบดที่มีขนาดอนุภาคละเอียดจะมีปริมาณเม็ดสตาร์ชที่เกิดการแตกออกมากกว่า ทำให้เกิดการยืดเกาะกันของโมเลกุลสตาร์ช เกิดโครงสร้างของเจลที่แข็งแรง ส่งผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งและทนต่อการแตกหัก (Ward, Resurreccion, & McWatters, 1995) นอกจากนี้ปริมาณโปรตีนจะไปรบกวนส่วนของสตาร์ชที่อยู่ร่วมกันทำให้การขยายตัวของผนังเซลล์ลดลง ส่งผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีโพรงอากาศขนาดเล็กเพิ่มขึ้น และผนังเซลล์มีความหนาเพิ่มขึ้น ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากแป้งขนาดอนุภาคละเอียดจึงต้องใช้แรงที่มากกว่าในการหัก (Trater, Alavi, & Rizvi, 2005) นอกจากนี้ในการปรับปรุงเนื้อสัมผัสอาจทำได้โดยการเติมไฮโดรคอลลอยด์ (Hydrocolloids) คือ พอลิเมอร์ชนิดชอบน้ำ (Hydrophilic) ที่ได้จากพืช สัตว์ จุลินทรีย์ รวมถึงพอลิเมอร์ดัดแปรจากธรรมชาติหรือสังเคราะห์ โดยทั่วไปจะเป็นโมเลกุลที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซี (-OH) และอาจจะเป็น polyelectrolyte อื่นๆ พอลิเมอร์เหล่านี้ทำหน้าที่สำคัญในอาหารเป็นสารให้ความหนืด ทำให้เกิดเจล เป็นอิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) และเป็นสารให้ความคงตัว (Phillips & Williams, 2000)

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ต้องการปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ให้มีความกรอบร่วนมากขึ้น จึงมีแนวคิดศึกษาผลของขนาดอนุภาคปลายข้าวบด และชนิดของไฮโดรคอลลอยด์ (Hydrocolloid) ต่อคุณภาพและการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นกรอบให้มีความกรอบร่วน และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากขึ้น ด้วยวิธีการศึกษาผลของขนาดอนุภาคปลายข้าวบดโดยใช้ปลายข้าวบดแต่ละตัวอย่างที่มีขนาดแตกต่างกันที่สามารถขึ้นก้อนได้ได้ ผสมกับแป้งผสม (แป้งสาลี แป้งข้าว สตาร์ชมันสำปะหลัง และสตาร์ชดัดแปร) จากนั้นทำการศึกษาผลของชนิดไฮโดรคอลลอยด์ ได้แก่ แป้งบุก แชนแทนกัม และกัวร์กัม เปรียบเทียบกับสูตรควบคุมที่ใช้สตาร์ช มันสำปะหลัง โดยเลือกขนาดอนุภาคปลายข้าวบดที่เหมาะสม นำผลิตภัณฑ์มาวิเคราะห์ทดสอบทางด้านกายภาพ เคมี และทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์ เปรียบเทียบเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ก่อนและหลังเติมไฮโดรคอลลอยด์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ศึกษาผลของขนาดอนุภาคปลายข้าวบดและชนิดของไฮโดรคอลลอยด์ (Hydrocolloid) เพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัสของขนมปลายข้าวแผ่นกรอบให้มีความกรอบร่วนมากขึ้น

ระเบียบวิธีวิจัย

1. วัตถุดิบและการเตรียม

เตรียมแป้งจากปลายข้าวหอมมะลิ โดยการนำมวดด้วยเครื่องบดแห้ง (Pin Mill) และคัดขนาด ดังนี้

ปลายข้าวหอมมะลิบดละเอียด (FM) เตรียมโดยการร่อนปลายข้าวบดผ่านตะแกรงขนาด 50 เมช และเก็บส่วนที่ผ่านตะแกรง ขนาด 50 เมช และค้ำบนตะแกรงขนาด 100 เมช (50 - 100 เมช) ปลายข้าวหอมมะลิบดหยาบ (CM) เตรียมโดยการร่อนปลายข้าวบดผ่านตะแกรงขนาด 10 เมช และเก็บส่วนที่ผ่านตะแกรงขนาด 10 เมช และค้ำบนตะแกรงขนาด 30 เมช (10 - 30 เมช)

2. ตรวจสอบสมบัติทางด้านเคมี และทางด้านกายภาพของวัตถุดิบชนิดต่างๆ

ทำการประเมินผลวัตถุดิบแต่ละชนิด ได้แก่ ปลายข้าวบดละเอียด (FM) ปลายข้าวบดหยาบ (CM) แป้งข้าวเจ้า แป้งสาลีสตาร์ชมันสำปะหลัง และสตาร์ชตัดแปร (จากบริษัทสยามโมดิฟายด์สตาร์ช จำกัด) ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบ โดยวิเคราะห์ทดสอบสมบัติทางด้านเคมีและทางด้านกายภาพของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบ ดังนี้

- ขนาดอนุภาคเฉลี่ยของปลายข้าวบด โดยใช้ตะแกรงร่อน Test sieve No.30, No 50, No 100 (รุ่น ASTM E 11 ยี่ห้อ Retsch GmbH, Germany)
- ปริมาณความชื้นของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตทั้งหมด ตามวิธี AOAC (1995)
- ปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้าและกากใยของปลายข้าวบดละเอียด (FM) ที่ขนาดอนุภาคในช่วง 50-100 เมช และปลายข้าวบดหยาบ (CM) ที่ขนาดอนุภาคอยู่ในช่วง 10-30 เมช ตามวิธี AOAC (1995)
- พฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงความชื้นหนืด ของแป้งชนิดต่างๆ โดยใช้เครื่อง Rapid Visco Analyzer (RVA) (รุ่น Model 3D ยี่ห้อ Newport Scientific Pty., Australia)

3. ศึกษาผลของขนาดอนุภาคปลายข้าวบดต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบ

3.1 การศึกษาผลของขนาดอนุภาคปลายข้าวบดต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบ แบ่งการทดลองออกเป็น 4 สูตรพื้นฐานที่สามารถขึ้นรูปเป็นก้อนได้ จากอัตราส่วนผสมระหว่างปลายข้าวบดละเอียดต่อปลายข้าวบดหยาบ ได้แก่ อัตราส่วนปลายข้าวบดละเอียด ร้อยละ 100 (FM100) ปลายข้าวบดหยาบร้อยละ 100 (CM100) ปลายข้าวบดละเอียดต่อปลายข้าวบดหยาบ ร้อยละ 90:10 (FM:CM ที่อัตราส่วน 9:1) และข้าวบดละเอียดต่อปลายข้าวบดหยาบ ร้อยละ 50:50 (FM:CM ที่อัตราส่วน 1:1) โดยใช้แป้งผสม (แป้งสาลี แป้งข้าว สตาร์ชมันสำปะหลัง และสตาร์ชตัดแปร) ผสมกับปลายข้าวบดแต่ละตัวอย่างที่มีขนาดแตกต่างกันทำการผลิตขนมข้าวแผ่นอบกรอบในแต่ละสูตรโดยเตรียมตัวอย่างตามวิธีการผลิตตามภาพที่ 1 มีการทดสอบคุณภาพของขนมหลังอบกรอบ โดยการอบด้วยไมโครเวฟ ที่อุณหภูมิ 360 °F หรือ 182.2 °C เป็นเวลานาน 1 นาที ดังนี้



ภาพที่ 1 วิธีการผลิตขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบ

ก. คุณสมบัติทางด้านกายภาพของผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบ ดังนี้

- ลักษณะโพรงอากาศ และผนังเซลล์ ทดสอบโดยใช้เครื่อง Scanning Electron Microscope หรือ SEM (รุ่น S-2500 ยี่ห้อ Hitachi, Japan)
- การทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัสโดยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร (Texture analyzer) (รุ่นTA-Xtplus ยี่ห้อ Stable Micro System , UK)

ข. คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ข.1 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบแบบ 9-point hedonic scale เป็นการใช่วิธีทดสอบแบบให้คะแนนความชอบ หรือ Hedonic Scaling 1 ถึง 9 (1 = ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 = ชอบมากที่สุด) โดยทดสอบปัจจัยคุณภาพในเรื่องลักษณะเนื้อสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ ความกรอบ และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบทั้งหมด 50 คน

ข.2 การทดสอบการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสด้วยผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน

การทดสอบการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสด้วยผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน โดยใช้วิธีการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบแบบ Generic Descriptive Analysis (GDA) โดยนำผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบมาวางทิ้งไว้ที่สภาวะห้อง ที่มีการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศ (ร้อยละความชื้นสัมพัทธ์ = 47 ± 4 ที่อุณหภูมิ 25 ± 1 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 0-5 ชั่วโมง และนำขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบมาทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้านความแข็ง ความเปราะ และความเหนียว ซึ่งสเกลที่ใช้สำหรับแต่ละลักษณะเป็นสเกลเชิงเส้น (Line scale) ที่มีความยาว 15 เซนติเมตร บนเส้นตรงห่างจากปลายทั้งสองข้าง 1 เซนติเมตร โดยทดสอบปัจจัยคุณภาพในเรื่องความแข็ง ความเปราะ และความเหนียว ของผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบ โดยใช้ผู้บริโภคที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 8 คน

4. ศึกษาผลของการใช้ไฮโดรคอลลอยด์ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบ

การศึกษาผลของการใช้ไฮโดรคอลลอยด์ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบทำโดยมีการแปรชนิดของไฮโดรคอลลอยด์ 3 ชนิด ได้แก่ แป้งบุก แขนแทนกัม และกัวร์กัม (จากบริษัทไทยฟู๊ด แอนด์ เคมีคอล จำกัด) ในสูตรที่คัดเลือกในข้อ 3.1 เปรียบเทียบกับสูตรที่ใช้สตาร์ชมันสำปะหลังเป็นสูตรควบคุม และตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบโดยวิธีทดลอง ดังที่กล่าวในข้อ 3.1 (ก ถึง ข) และการทดสอบการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสจะทดสอบโดยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส ที่ระยะเวลา 0-5 ชั่วโมง โดยทำการวัดทุก 1 ชั่วโมง ใช้หัววัดเป็น probe แบบ 1/4 ball probe ระยะกดลงไป 1 มิลลิเมตร ด้วยความเร็ว 1 มิลลิเมตรต่อวินาที แรงที่สัมผัสขึ้นงาน 0.2 นิวตันซึ่งตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์จะประกอบด้วย 4 สูตร ได้แก่ 1) ใช้สตาร์ชมันสำปะหลัง 2) ใช้แป้งบุก ร้อยละ 1 3) ใช้แขนแทนกัม ร้อยละ 1 ในสูตรการผลิต 4) ใช้กัวร์กัม ร้อยละ 1 ในสูตรการผลิต

5. การวางแผนการทดลองและวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรม SPSS รุ่น 19.0 (SPSS Inc., Chicago, Ill., USA)

ผลการวิจัย

1 เตรียมแป้งข้าวบด เพื่อใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบ

ทำการผลิตแป้งข้าว โดยนำปลายข้าวหอมมะลิมาบดและคัดขนาด ตามวิธีการเตรียมวัตถุดิบในข้อ 1 ได้ปลายข้าวบดละเอียดที่มีขนาดอนุภาคอยู่ในช่วง 50 - 100 เมช และปลายข้าวบดหยาบที่มีขนาดอนุภาคอยู่ในช่วง 10 - 30 เมช

2 การตรวจสอบสมบัติทางด้านกายภาพ และทางด้านเคมีของวัตถุดิบชนิดต่างๆ

2.1 การกระจายขนาดอนุภาคเฉลี่ยของวัตถุดิบ

ผลการทดลองการหาขนาดอนุภาคเฉลี่ยของแป้งแต่ละชนิดโดยใช้เครื่อง Sieve Analyzer พบว่า แป้งข้าวเจ้า และแป้งสาลี สตาร์ชมันสำปะหลัง สตาร์ชดัดแปร พบว่ามีขนาดอนุภาคเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.11 - 0.19 มิลลิเมตร ส่วนปลายข้าวบดหยาบและปลายข้าวบดละเอียดมีขนาดอนุภาคเฉลี่ย 0.21 และ 0.19 มิลลิเมตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 1 โดยพบว่าปลาย

ข้าวบดหยาบมีการกระจายอนุภาคส่วนใหญ่ผ่านตะแกรงที่ขนาด 10 เมช และค้ำบนตะแกรง 30 เมช หรืออนุภาคขนาด 10 - 30 เมช จำนวน ร้อยละ 69.93 และอนุภาคขนาด 30 - 50 เมช จำนวนร้อยละ 29.61 ส่วนแบ่งปลายข้าวบดละเอียดจะมีร้อยละการกระจายขนาดอนุภาคช่วง 50 - 100 เมช มากที่สุด ปริมาณจำนวนร้อยละ 79.74

ตารางที่ 1 ค่าการกระจายขนาดอนุภาคของวัตถุดิบชนิดต่างๆ

ตัวอย่าง	ร้อยละที่ค้ำบนตะแกรง					* ขนาดอนุภาคเฉลี่ย (มม.)
	ขนาดตะแกรง					
	10 เมช	30 เมช	50 เมช	100 เมช	ถาดรอง	
แป้งข้าวเจ้า	0.00	1.03	4.56	77.89	16.52	0.19
แป้งสาลี	0.00	6.32	35.82	37.66	20.20	0.19
สตาร์ชมันสำปะหลัง	0.00	0.12	0.20	1.28	98.40	0.11
สตาร์ชคัสแคป	0.00	0.82	2.34	2.86	93.98	0.11
ปลายข้าวบดละเอียด (FM)	0.00	0.04	0.64	79.74	19.58	0.19
ปลายข้าวบดหยาบ (CM)	0.00	69.93	29.61	0.40	0.06	0.21

หมายเหตุ * ขนาดอนุภาคเฉลี่ยคำนวณได้จากสูตรขนาดอนุภาคเฉลี่ย = $0.0041(2)^{\text{Fineness Modulus}}$

โดย Fineness Modulus (F.M.) = ผลรวมของร้อยละที่ค้ำบนตะแกรง / 100

2.2 ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และกากใยของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์

ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบ

ผลการทดลองปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และกากใยของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบ พบว่า ปลายข้าวบดละเอียด 50 - 100 เมช (FM) มีค่าปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และกากใย ร้อยละโดยน้ำหนักเปียก 12.25 7.28 0.36 0.30 และ 0.14 ตามลำดับ ปลายข้าวบดหยาบ 10 - 30 เมช (CM) มีค่าปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และกากใย ร้อยละโดยน้ำหนักเปียก 12.62 6.08 0.22 0.14 และ 0.48 ตามลำดับ และพบว่าปลายข้าวบดที่มีขนาดอนุภาคเล็กมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าปลายข้าวบดที่มีขนาดอนุภาคใหญ่

2.3 การเปลี่ยนแปลงความชื้นหนืด ของแป้งชนิดต่างๆ โดยใช้เครื่องวัดความหนืด

แบบยืดวัด (Rapid Visco-Analyzer)

การวิเคราะห์ลักษณะการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งชนิดต่างๆ โดยใช้เครื่อง Rapid Visco Analyzer (RVA) ดังตารางที่ 2 แป้งข้าวเจ้ามีพฤติกรรมความหนืด พบว่าอุณหภูมิเริ่มเปลี่ยนค่าความหนืด (pasting temp) เท่ากับ 88.98 องศาเซลเซียส มี peak time เท่ากับ 5.82 นาที มีค่าความหนืด (177 RVU) แสดงให้เห็นว่าแป้งข้าวเจ้าเกิดการพองตัวของเม็ดแป้งได้ยาก และให้ความหนืดต่ำ เนื่องจากการมีเม็ดสตาร์ชที่มีขนาดเล็ก (Singh, 2005) เมื่อพิจารณาการแตกหัก (breakdown) ซึ่งคำนวณได้จากค่าความหนืดสูงสุด (Peak Viscosity) ลบค่าความหนืดต่ำสุด (Trough) พบว่าแป้งข้าวเจ้า (32 RVU) และแป้งสาลี (50 RVU) มีค่าการแตกหักใกล้เคียงกัน แต่มีค่าน้อยกว่าสตาร์ชมันสำปะหลัง (194RVU) เมื่อพิจารณาความหนืดสุดท้าย พบว่าแป้งข้าวเจ้า (287 RVU) และแป้งสาลี (201 RVU) มีค่าความหนืดสุดท้ายใกล้เคียงกัน แต่มากกว่าสตาร์ชมันสำปะหลัง (180 RVU) จากการวิเคราะห์ความหนืดของแป้ง พบว่า กลุ่มแป้งจากธัญพืช ได้แก่ แป้งข้าวเจ้า (142 RVU) และแป้งสาลี (100 RVU) มีค่า setback มากกว่ากลุ่มแป้งจากหัว ได้แก่ แป้งสำปะหลัง (78 RVU) ดังตารางที่ 2 ทั้งนี้เนื่องจากแป้งจากพืชตระกูลหัวมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลต่ำ ทำให้เกิดการเจลาติไนซ์เซชันได้ง่ายและให้ความหนืดสูง แต่ความหนืดจะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อได้รับแรงเฉือน Sriburi (1999)

เมื่อพิจารณาสตาร์ชคัสแคปมีพฤติกรรมความหนืด พบว่าอุณหภูมิเริ่มเปลี่ยนค่าความหนืด (pasting temp) เท่ากับ 69.72 องศาเซลเซียส ใกล้เคียงกับอุณหภูมิเริ่มเปลี่ยนค่าความหนืด (pasting temp) ของสตาร์ชมันสำปะหลัง (70.78 องศาเซลเซียส) สตาร์ชคัสแคปมี Peak Time เท่ากับ 3.98 ต่ำกว่าแป้งชนิดอื่นๆ มีความหนืดสูงสุด (peak viscosity) เท่ากับ 396 RVU และมีค่ามากกว่าความหนืดสูงสุดของสตาร์ชมันสำปะหลัง (320 RVU) เมื่อพิจารณาการแตกหัก (breakdown)

พบว่าสตาร์ชดัดแปร (181 RVU) มีค่าการแตกหัก น้อยกว่าสตาร์ชมันสำปะหลังเล็กน้อย (194 RVU) เนื่องจากสตาร์ชดัดแปรดังกล่าวมีการดัดแปรทางเคมีประเภทแทนที่ (substitution) โดยคุณสมบัติของสตาร์ชดัดแปรทางเคมีประเภทแทนที่ด้วยหมู่ไฮดรอกซีโพรพิลในเม็ดแป้ง ทำให้ความแข็งแรงของพันธะในเม็ดแป้งลดลง อุณหภูมิเริ่มเปลี่ยนค่าความหนืด (pasting temperature) ลดลงแป้งสามารถพองตัวได้ในน้ำเย็น

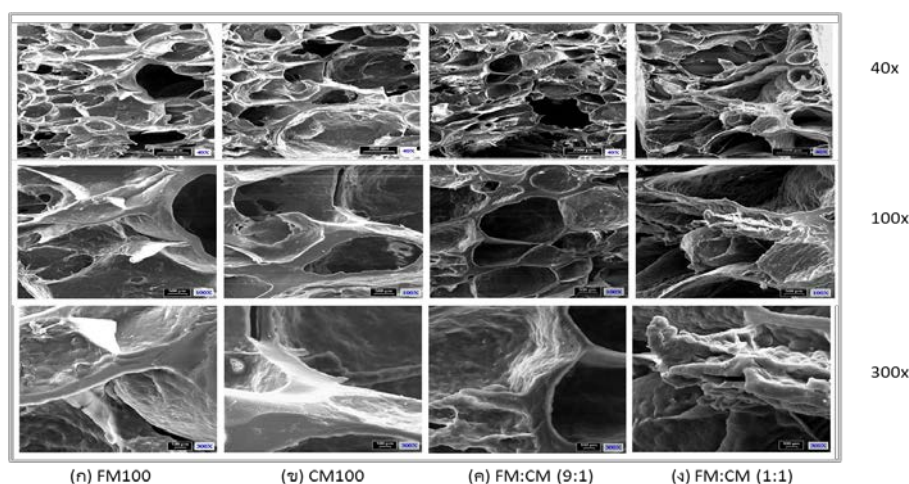
ตารางที่ 2 แสดงการเปลี่ยนแปลงความข้นหนืด ของแป้งชนิดต่างๆ โดยใช้เครื่อง Rapid Visco-Analyzer

ตัวอย่างแป้ง (ความเข้มข้น,% โดยน้ำหนักแห้ง)	Peak Viscosity (RVU)	breakdown (RVU)	Trough (RVU)	Final Viscosity (RVU)	Setback (RVU)	Peak Time (min)	Pasting Temp (°C)
แป้งข้าวเจ้า	177	32	145	287	142	5.82	88.98
แป้งสาลี	127	50	77	201	100	6.53	85.55
สตาร์ชมันสำปะหลัง	320	194	126	180	78	4.02	70.78
สตาร์ชดัดแปร	396	181	215	290	84	3.98	69.72

3 การศึกษาผลของขนาดอนุภาคปลายข้าวต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบ

3.1 ลักษณะโพรงอากาศและผนังเซลล์โดยใช้เครื่อง SEM

การตรวจสอบลักษณะโพรงอากาศและรูพรุน จากภาพตัดขวาง 3 มิติ ของผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 สูตร ดังภาพที่ 2 โดยการใช้ Scanning Electron Microscope ที่กำลังขยาย 40 เท่า 100 เท่า และ 300 เท่า พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบสูตรที่ 1 และ 3 มีผนังเซลล์ที่กั้นระหว่างโพรงอากาศหนา มีโพรงอากาศขนาดเล็กค่อนข้างมากกระจายอยู่ทั่ว และมีขนาดใกล้เคียงกัน ดังภาพที่ 2ก และ 2ค ผลิตภัณฑ์สูตรที่ 2 จะมีผนังเซลล์ที่กั้นระหว่างโพรงอากาศบางที่สุด และโพรงอากาศมีขนาดใหญ่ ดังภาพที่ 2ข เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ในสูตรอื่นๆ โดยเมื่อพิจารณา ลักษณะของโพรงอากาศและผนังเซลล์ที่กั้นระหว่างโพรงอากาศของสูตรที่ 2 กับสูตรที่ 4 พบว่าจะมีลักษณะใกล้เคียงกัน แต่สูตรที่ 4 ลักษณะโพรงอากาศมีขนาดเล็กกว่า ผลจากแป้งที่มีขนาดอนุภาคเล็กมีปริมาณโปรตีนและสตาร์ชสูงกว่าแป้งขนาดอนุภาคหยาบ (Garber, Hsieh, & Huff, 1997) โปรตีนจะรบกวนส่วนของสตาร์ชที่อยู่ร่วมกัน ทำให้ผลิตภัณฑ์มีโพรงอากาศขนาดเล็กเพิ่มขึ้น ผนังเซลล์มีความหนาเพิ่มขึ้น และการขยายตัวของผนังเซลล์ลดลง (Mesa, Alavi, Singh, Shi, Dogan, & Sang, 2009)



ภาพที่ 2 ภาพตัดขวาง 3 มิติ จากเครื่อง SEM ที่กำลังขยาย 40 100 และ 300 เท่า ของผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบที่ผลิตจากปลายข้าวบดขนาดอนุภาคต่างกัน ดังนี้ (ก) FM100 (สูตรที่ 1), (ข) CM100 (สูตรที่ 2), (ค) FM:CM ที่อัตราส่วน 9:1 (สูตรที่ 3) และ (ง) FM:CM ที่อัตราส่วน 1:1 (สูตรที่ 4)

3.2 การทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัสทดสอบด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร

ผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบนำมาทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัส โดยวัดค่าแรงกดสูงสุดด้วยเครื่องทดสอบเนื้อสัมผัสของอาหาร พบว่าผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบ สูตรที่ 1(FM100) มีค่าแรงกดสูงสุดสูงที่สุดเท่ากับ 12.82 นิวตัน ดังตารางที่ 3 แสดงว่าผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบ สูตรที่ 1(FM100) มีความแข็งและแตกหักยากมากกว่าสูตรอื่นๆ เนื่องมาจากการมีโพรงอากาศขนาดเล็กจำนวนมาก และมีผนังเซลล์หนา ดังภาพที่ 2ก สำหรับผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบ สูตรที่ 2(CM100) มีค่าแรงกดสูงสุดต่ำที่สุด เท่ากับ 11.24 นิวตัน ดังตารางที่ 3 แสดงว่าผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบ สูตรที่ 2(CM100) มีความเปราะ แตกง่ายกว่าสูตรอื่นๆ เนื่องมาจากมีผนังเซลล์บางกว่าสูตรอื่น และมีโพรงอากาศขนาดใหญ่ ดังภาพที่ 4ข ที่กำลังขยาย 40 และ 100 เท่า ทั้งนี้เพราะการลดลงของแรงกดสูงสุดขึ้นอยู่กับลักษณะของรูพรุนและผนังเซลล์ของผลิตภัณฑ์ (Trater, Alavi, & Rizvi, 2005)

ตารางที่ 3 ค่าแรงกดสูงสุด ของผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบทดสอบด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร และการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้วยการประเมินแบบ 9-point hedonic scale ของผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบ

สูตรที่	แรงกดสูงสุด (นิวตัน)	คะแนนการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส		
		ลักษณะปรากฏ	ความกรอบ	ความชอบโดยรวม
1	12.82±1.26 ^a	4.72±1.47 ^b	6.04±1.58 ^b	5.68±1.24 ^c
2	11.24±1.91 ^a	6.20±1.31 ^a	6.68±1.33 ^a	6.44±1.67 ^{ab}
3	11.38±1.77 ^a	6.80±1.56 ^a	6.80±1.11 ^a	6.84±1.27 ^a
4	11.33±0.89 ^a	6.52±1.49 ^a	6.52±1.11 ^{ab}	6.04±1.12 ^{bc}

หมายเหตุ: สูตรที่ 1FM100, สูตรที่ 2CM100, สูตรที่ 3FMCM 9:1 และสูตรที่ 4FMCM 1:1

ตัวอักษรกำกับค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่แตกต่างกัน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

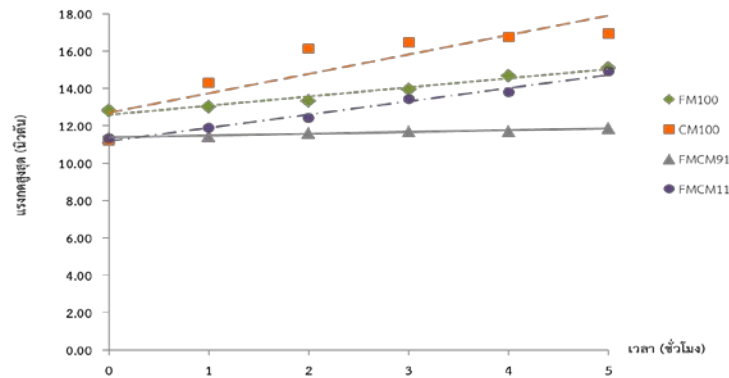
3.3 การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยการประเมินแบบ 9-point hedonic scale

ผลการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบ ด้วยการประเมินแบบ 9-point hedonic scale พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบ สูตรที่ 3 มีคะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ ความกรอบ และความชอบโดยรวมมากที่สุด ดังตารางที่ 3 และจากความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ พบว่าผู้ทดสอบชิมชอบผลิตภัณฑ์ สูตรที่ 3, 2, 4 และ 1 ตามลำดับ แสดงว่าผู้ทดสอบชอบผลิตภัณฑ์ที่มีความกรอบมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีความแข็ง และจากความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ พบว่าผู้ทดสอบชิมชอบผลิตภัณฑ์ สูตรที่ 3, 2, 4 และ 1 ตามลำดับ

3.4 การทดสอบการเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร

ผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบ ที่เก็บรักษาไว้ที่สภาวะอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 0-5 ชั่วโมง และทดสอบการเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสโดยวัดค่าแรงกดสูงสุดด้วยเครื่องทดสอบเนื้อสัมผัสของอาหาร จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงกดสูงสุดกับเวลาที่ตั้งทิ้งไว้ที่สภาวะอุณหภูมิห้อง พบว่า ค่าแรงกดสูงสุดของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการตั้งทิ้งไว้ที่เพิ่มขึ้น ดังภาพที่ 3 และเมื่อเปรียบเทียบค่าความชันของเส้นกราฟในช่วงเวลาที่ 0-5 ชั่วโมง พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบ สูตรที่ 2(CM100) มีค่าความชันมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 1.038 (ไม่ได้แสดงตาราง) และมีอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าแรงกดสูงสุดมากที่สุด แสดงว่าสูญเสียความกรอบได้เร็วที่สุด เนื่องจาก สูตรที่ 2(CM100) มีโพรงอากาศใหญ่ และมีผนังเซลล์บางกว่าสูตรอื่น ดังภาพที่ 2ข (กำลังขยาย 100 เท่า) ทำให้ดูดความชื้นจากบรรยากาศได้รวดเร็ว โดยความเหนียวที่เพิ่มมากขึ้นนี้ เกิดจากการดูดซับน้ำของผลิตภัณฑ์ ซึ่งการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำที่ถูกดูดซับจะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ชอบน้ำ โดยเฉพาะโปรตีนและโพลิแซคคาไรด์ (Lewicki, 2000; Marzec, & Lewicki, 2006) โดยน้ำที่เพิ่มมากขึ้นนี้จะก่อให้เกิดปรากฏการณ์ water plasticization (Gondex & Lewicki, 2006) และส่งผลให้ glass transition temperature ของระบบลดลง โดยมีน้ำเป็น plasticizer ส่งผลให้ความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้น น้ำที่เพิ่มขึ้นทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง

ของผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในสภาวะของแข็งคล้ายแก้ว ที่มีลักษณะกรอบ เปราะ ไปเป็นของแข็งคล้ายยางที่มีลักษณะ อ่อนนุ่ม ยืดหยุ่น และสูญเสียความกรอบในที่สุด (Labuza & Hyman, 1998) สำหรับผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบ สูตรที่ 3 (FMCM 9:1) มีค่าความชื้นน้อยที่สุดเท่ากับ 0.095 (ไม่ได้แสดงตาราง) แสดงว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าแรงกดสูงสูดน้อยที่สุด จึงสูญเสียความกรอบช้าที่สุด เนื่องมาจากมีลักษณะโพรงอากาศที่สม่ำเสมอ อาจช่วยป้องกันการดูดความชื้นจากบรรยากาศภายนอกได้มากกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะโพรงอากาศที่ไม่สม่ำเสมอ

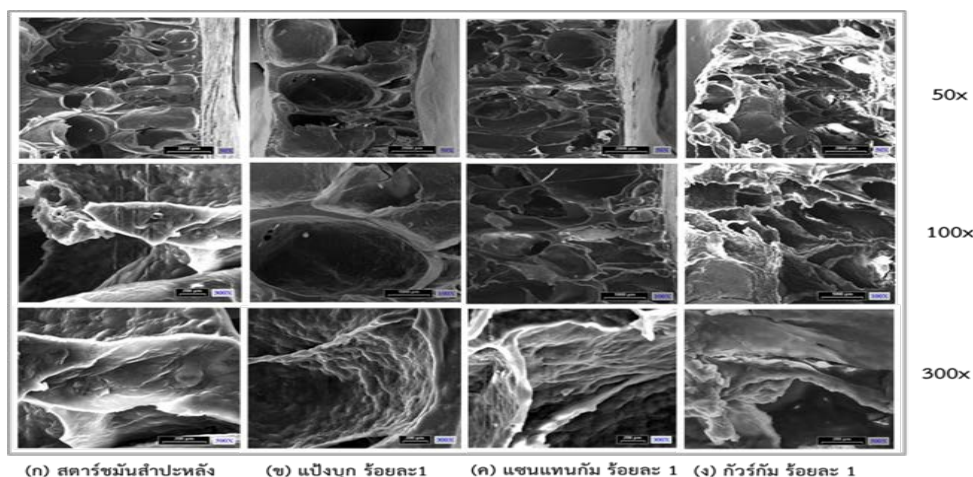


ภาพที่ 3 ค่าแรงกดสูงสุด ของขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบสูตรต่างๆหลังตั้งทิ้งไว้ที่สภาวะอุณหภูมิห้อง (ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ = 47 ± 4 , อุณหภูมิ 25 ± 1 องศาเซลเซียส) ที่เวลาต่างๆ

4 ผลของการใช้ไฮโดรคอลลอยด์ต่อคุณภาพของขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบ

4.1 ลักษณะโพรงอากาศและผนังเซลล์โดยใช้เครื่อง SEM

การตรวจสอบภาพตัดขวาง 3 มิติของผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 สูตร ดังภาพที่ 4 ด้วยการใช้ Scanning Electron Microscope ที่กำลังขยาย 50, 100 และ 300 เท่า พบว่าผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบสูตรที่ 1 (ใช้สตราซมันสำหรับ) มีผนังเซลล์ที่กั้นระหว่างโพรงอากาศหนากว่าสูตรอื่นๆ ดังภาพที่ 4ก (ที่กำลังขยาย 300X) และมีโพรงอากาศขนาดเล็กค่อนข้างมากกระจายอยู่ทั่ว ดังภาพที่ 4 (กำลังขยาย 50X) ส่วนผลิตภัณฑ์สูตรที่ 2 (ใช้แป้งบุก) สูตรที่ 3 (ใช้แซนแทนกัม) และสูตรที่ 4 (ใช้กัวร์กัม) มีผนังเซลล์ที่กั้นระหว่างโพรงอากาศลักษณะบาง ดังภาพที่ 4ข-ง (กำลังขยาย 100X และ 300X) และโพรงอากาศมีขนาดใหญ่กว่าสูตรที่ 1 ดังภาพที่ 4 ซึ่งจะเห็นว่าการใช้แป้งบุก แซนแทนกัม และกัวร์กัม ทำให้ผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ คือ ผลิตภัณฑ์มีโพรงอากาศขนาดใหญ่ขึ้น และผนังเซลล์ที่กั้นระหว่างโพรงอากาศมีลักษณะบางกว่าสูตรที่ไม่ได้ใช้สารไฮโดรคอลลอยด์ เนื่องจากไฮโดรคอลลอยด์มีสมบัติในการกักเก็บความชื้น โมเลกุลของไฮโดรคอลลอยด์สามารถแทรกอยู่ระหว่างโมเลกุลของสตราซมัน ทำให้เกิดโครงสร้างที่เป็นรู หรือโพรงอากาศกระจายอยู่ทั่ว (Gimeno, Moraru, & Kokini, 2004) ในสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 มีลักษณะโพรงอากาศที่มีความสม่ำเสมอมากกว่าสูตรที่ 4 ที่มีโพรงอากาศบางเซลล์เกิดการแตกหัก อาจเนื่องมาจากการใช้บุก และแซนแทนกัมมีผลต่อกระแสไฟฟ้า ความเหนียว และการยืดขยายของโดมากกว่าการใช้กัวร์กัม จึงทำให้สูตรที่มีการใช้แป้งบุก (สูตรที่ 2) และแซนแทนกัม (สูตรที่ 3) ส่วนผสมสามารถรับแรงดันในการขยายตัวได้มากกว่า จึงป้องกันการแตกหักของผนังเซลล์ได้มากกว่าการใช้กัวร์กัม (สูตรที่ 4) สอดคล้องกับการทดลองของ (Lazaridou, Duta, Papageorgiou, Belo, & Biliaderis, 2007; Rosell, Rojas, & Bedito, 2001)



ภาพที่ 4 ภาพตัดขวาง 3 มิติ จากเครื่อง SEM ที่กำลังขยาย 50 100 และ 300 เท่า ของผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบในแต่ละสูตร ดังนี้ (ก) สตาร์ชมันสำปะหลัง (สูตรที่ 1), (ข) แป้งบุก ร้อยละ 1 (สูตรที่ 2), (ค) แขนแทนกัม ร้อยละ 1 (สูตรที่ 3) และ (ง) กัวร์กัม ร้อยละ 1 (สูตรที่ 4)

4.2 การทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัส ด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร

ผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบนำมาทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัส โดยวัดค่าแรงกดสูงสุดด้วยเครื่องทดสอบเนื้อสัมผัสของอาหาร พบว่าผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบ สูตรที่ 1 (สตาร์ชมันสำปะหลัง) มีค่าแรงกดสูงสุดสูงที่สุดเท่ากับ 11.23 นิวตัน ดังตารางที่ 4 ผลิตภัณฑ์ขนม สูตรที่ 1 มีความแข็ง และแตกหักยากมากกว่าสูตรอื่นๆ เนื่องมาจากการมีผนังเซลล์หนา และมีโพรงอากาศขนาดเล็กจำนวนมาก แต่เมื่อผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบสูตรที่ 2 3 และ 4 มีการใช้ไฮโดรคอลลอยด์มีค่าแรงกดสูงสุดต่ำกว่าสูตรที่ 1 ทั้งนี้เพราะไฮโดรคอลลอยด์ให้คุณสมบัติการเกิดเจลที่อุณหภูมิสูงของไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลส และสมบัติการเกิดพันธะข้ามของกัมชนิดอื่นๆ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความกรอบเปราะ และมีรูพรุนเพิ่มขึ้น (Mellema, 2003)

ตารางที่ 4 ค่าแรงกดสูงสุด ของผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบซึ่งทดสอบด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร และการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้วยการประเมินแบบ 9-point hedonic scale ของผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบ

สูตรที่	แรงกดสูงสุด (นิวตัน)	คะแนนการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส		
		ลักษณะปรากฏ	ความกรอบ	ความชอบโดยรวม
1	11.23±2.55 ^a	6.84±1.02 ^b	6.80±1.51 ^{bc}	6.82±1.44 ^b
2	9.09±1.30 ^a	7.48±0.68 ^a	7.80±1.05 ^a	7.82±0.77 ^a
3	8.44±1.01 ^a	7.02±0.94 ^b	7.10±1.34 ^b	6.92±0.99 ^b
4	9.42±0.72 ^a	6.82±1.12 ^b	6.46±0.84 ^c	6.78±1.04 ^b

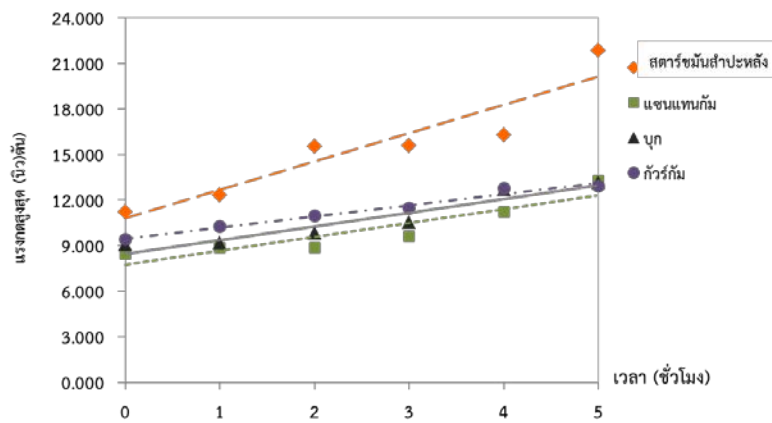
หมายเหตุ : สูตรที่ 1 สตาร์ชมันสำปะหลัง, สูตรที่ 2 แป้งบุกร้อยละ 1, สูตรที่ 3 แขนแทนกัมร้อยละ 1 และสูตรที่ 4 กัวร์กัมร้อยละ 1 ตัวอักษรกำกับค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่แตกต่างกัน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

4.3 การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยการประเมินแบบ 9-point hedonic scale

ผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบ นำมาทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสแบบ 9-point hedonic scale พบว่าผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบสูตรที่ 2 (ใช้แป้งบุก) มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ ความกรอบ และความชอบโดยรวมมากกว่าสูตรที่ 1 3 และ 4 ทุกคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.พบว่า การเติมแป้งบุก และแขนแทนกัมลงในขนมมีผลต่อความเหนียว และการยืดขยายของโด จึงทำให้โครงสร้างของขนมมีลักษณะกรอบร่วนขึ้น ส่งผลให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสเพิ่มขึ้น

4.4 การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสทดสอบด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร

ผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบซึ่งเก็บรักษาที่สภาวะอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 0-5 ชั่วโมง และนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์มาทดสอบค่าแรงกดสูงสุดด้วยเครื่องทดสอบเนื้อสัมผัสของอาหาร จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงกดสูงสุดกับเวลาที่ตั้งทิ้งไว้ที่สภาวะอุณหภูมิห้อง (ภาพที่ 5) พบว่า ค่าแรงกดสูงสุดของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการตั้งทิ้งไว้เพิ่มขึ้น (สูญเสียความกรอบ) และเมื่อเปรียบเทียบค่าความชันของเส้นกราฟในช่วงระยะเวลาที่ 0-5 ชั่วโมง พบว่าผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบในสูตรที่ 1 (ใช้สตาร์ชมันสำปะหลัง) มีค่าความชันมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 1.862 (ไม่ได้แสดง) มีอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าแรงกดสูงสุดมากที่สุด จึงมีการสูญเสียความกรอบได้เร็วที่สุด



ภาพที่ 5 ค่าแรงกดสูงสุด (N) ของผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบสูตรต่างๆหลังตั้งทิ้งไว้ที่สภาวะอุณหภูมิห้อง (RH=47%, อุณหภูมิ 25°C) ที่เวลาต่างๆ สลับตำแหน่งกราฟแอสแตกัมกับกัวร์กัม

เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบที่เติมไฮโดรคอลลอยด์ชนิดต่างๆ ได้แก่ การใช้แอสแตกัมร้อยละ 1 การใช้แป้งบุกร้อยละ 1 และการใช้กัวร์กัมร้อยละ 1 พบว่ามีค่าความแข็งแรงต่ำ มีค่าความชื้นน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบที่ใช้สตาร์ชมันสำปะหลังตามลำดับ คือ 0.729 0.898 0.919 และ 1.862 ดังภาพที่ 5 (ไม่ได้แสดงตาราง) จึงมีการสูญเสียความกรอบน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบที่ใช้แป้งมันสำปะหลัง และยังพบว่าการใช้ไฮโดรคอลลอยด์ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบ มีลักษณะโพรงอากาศที่มีความสม่ำเสมอ และผนังเซลล์ที่กันระหว่างโพรงอากาศมีลักษณะบาง ดังภาพที่ 4 สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้บุก กับ แอสแตกัมเป็นสารยึดเกาะ มีอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าแรงกดสูงสุดน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้กัวร์กัมเป็นสารยึดเกาะ จึงสูญเสียความกรอบน้อยกว่า เนื่องจากความสม่ำเสมอของโพรงอากาศมีมากกว่า และความสามารถในการรับแรงดันในการขยายตัวได้มากกว่าจึงสามารถป้องกันการแตกหักของผนังเซลล์ ดังภาพที่ 4 (ที่กำลังขยาย 100X)

สรุปและอภิปรายผล

อภิปรายผล

1 เตรียมวัตถุดิบแป้งข้าวจากปลายข้าวหอมมะลิที่มีขนาดอนุภาคแตกต่างกัน 2 แบบ คือ ปลายข้าวบดละเอียด (FM) มีขนาดอนุภาคอยู่ในช่วง 50 - 100 เมช และปลายข้าวบดหยาบ (CM) มีขนาดอนุภาคอยู่ในช่วง 10 - 30 เมช จากผลการตรวจสอบสมบัติทางด้านเคมีของวัตถุดิบ พบว่าปลายข้าวบดละเอียด (แป้งที่ผ่านตะแกรงขนาดเล็ก) มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าปลายข้าวบดหยาบ เนื่องจากส่วนของกากใยจะสามารถบดให้ละเอียดได้ยากกว่าส่วนของสตาร์ชโปรตีน จึงทำให้ส่วนของตะแกรงที่มีขนาดใหญ่กว่า (แป้งที่มีขนาดใหญ่กว่า) มีส่วนของกากใยเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้แป้งที่มีปริมาณโปรตีนสูงทำให้สามารถเกิดโครงสร้างเป็นตาข่าย (gel network) ได้ง่ายส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการทดลองของ Kerr, Ward, Mcwatters, & Resurreccion, (2001) พบว่า แป้งที่ผ่านการบดให้มีขนาดอนุภาคเล็กลงจะมีปริมาณโปรตีนและสตาร์ชเพิ่มขึ้น ทำให้สามารถเกิดโครงสร้างเป็น gel network ได้ง่ายกว่าส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น

2 ศึกษาสูตรพื้นฐาน (อัตราส่วนผสมระหว่างปลายข้าวบดละเอียดต่อปลายข้าวบดหยาบ) ในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบ โดยเลือกจากสูตรที่สามารถขึ้นก้อนได้จำนวนทั้งหมด 4 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 1 (FM100) สูตรที่ 2 (CM100) สูตรที่ 3 (FM:CM ที่อัตราส่วน 9:1) สูตรที่ 4 (FM:CM ที่อัตราส่วน 1:1)

ผลของขนาดอนุภาคปลายข้าวบดต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบ พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบที่ผลิตจากปลายข้าวบดละเอียด มีความแข็งแรงมากกว่าผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบที่ผลิตจากปลายข้าวบดหยาบ โดยค่าความแข็งแรงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนการใช้ปลายข้าวบดที่มีขนาดอนุภาคละเอียด ทั้งนี้เพราะผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบ สูตรที่ 1 (FM100) ผลิตจากแป้งขนาดอนุภาคละเอียดซึ่งมีปริมาณสตาร์ชมากที่สุด จึงเพิ่มความสามารถในการยึดเกาะ (Kerr, Ward, Mcwatters, & Resurreccion, 2001) เนื่องจากแป้งบดที่มีขนาดอนุภาคละเอียดจะมีปริมาณเม็ดสตาร์ชที่เกิดการแตกออกมากกว่า ทำให้เกิดการยึดเกาะกันของโมเลกุลสตาร์ช เกิดโครงสร้างของเจลที่แข็งแรง ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นและทนต่อการแตกหัก โดยแป้งที่มีขนาดอนุภาคเล็กกว่าจะมีปริมาณโปรตีนและสตาร์ชเพิ่มขึ้น สำหรับผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบ ผู้บริโภคชอบผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากปลายข้าวบดสูตรที่ 3

FM:CM ที่อัตราส่วน 9:1 สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากปลายข้าวบดขนาดอนุภาคละเอียดสูตรที่ 1 (FM100) ผู้บริโภคชอบผลิตภัณฑ์อยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง แต่ผลิตภัณฑ์คงความกรอบได้นานกว่าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยใช้ปลายข้าวบดหยาบ

3 ผลของการใช้ไฮโดรคอลลอยด์ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบ พบว่า การใช้แป้งบุก แขนแทนกัม หรือกัวร์กัม เพื่อเป็นสารช่วยในการยึดเกาะแทนสตาร์ชมันสำปะหลัง (สูตรควบคุม) ช่วยทำให้ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบมีโพรงอากาศที่มีขนาดใหญ่ และผนังเซลล์ที่กั้นระหว่างโพรงอากาศที่มีลักษณะบาง ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความกรอบและการพองตัวมากขึ้น และมีค่าความแข็งต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้สตาร์ชมันสำปะหลัง ผู้บริโภคชอบผลิตภัณฑ์ที่ใช้แป้งบุก แขนแทนกัม และกัวร์กัม ตามลำดับในทุกลักษณะคุณภาพ เนื่องมาจากการใช้บุก และแขนแทนกัมมีผลต่อกระแสวิทยา ความเหนียว และการยืดขยายของโดมากกว่าการใช้กัวร์กัม (Lazaridou, Duta, Papageorgiou, Belo, & Biliaderis, 2007) จึงทำให้สูตรที่มีการใช้แป้งบุก และแขนแทนกัมส่วนผสมสามารถรับแรงดันในการขยายตัวได้มากกว่า จึงป้องกันการแตกหักของผนังเซลล์ได้มากกว่าการใช้กัวร์กัม และสอดคล้องกับการทดลองของ Lazaridou, Duta, Papageorgiou, Belo, & Biliaderis, 2007 และ Rosell, Rojas, & Bedito, 2001 ที่ได้ทำการศึกษาผลของการใช้ไฮโดรคอลลอยด์ต่อกระแสวิทยาของโดและคุณภาพของเนื้อขนมปัง พบว่าการใช้แขนแทนกัมส่งผลต่อคุณสมบัติของโด ทำให้โดมีความแข็งแรงมากที่สุด และมีความคงตัวมาก (stability)

สรุป

ขนาดอนุภาคของปลายข้าว และชนิดของไฮโดรคอลลอยด์ (สตาร์ชมันสำปะหลัง แป้งบุก แขนแทนกัม และกัวร์กัม) มีผลต่อคุณภาพเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบ พบว่าในอัตราส่วนผสมของขนาดปลายข้าวบดละเอียด (FM) และปลายข้าวบดหยาบ (CM) ที่ FM:CM 9:1 ร่วมกับการ เติมแป้งบุกร้อยละ 1 เป็นสูตรที่เหมาะสม ช่วยในการปรับปรุงเนื้อสัมผัสของขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบให้มีความกรอบร่วนมากขึ้นและผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

นำข้อมูลการวิจัยไปต่อยอดในการใช้ Hydrocolloid แบบผสมผสาน เพื่อยกระดับการนำไปใช้ประโยชน์สู่เชิงพาณิชย์ ในการปรับคุณสมบัติแป้งให้สามารถนำไปประยุกต์ ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ ได้หลายหลาก ลดต้นทุนการผลิต และยังให้คุณสมบัติที่ดี

เอกสารอ้างอิง

- Association of Official Chemists (AOAC). (1995). *Official method of analysis of analysis of Association of Official Analytical Chemists*. 16th ed., Association of Official Analytical Chemists Internation. Washington. 1401 p.
- Bourne, M. C. (2002). *Food texture and viscosity: concept and measurement*. 2nd ed., Academic Press. New York., pp.171–189.
- Garber, B.W., Hsieh, F., & Huff, H.E. (1997). Influence of particle size on the twin-screw extrusion of corn meal. *Cereal Chemistry*. 74: 656-661.
- Gimeno, E., Moraru, C.I., & Kokini, J.L. (2004). Effect of xanthan gum and CMC on the structure and texture of corn flour pellets expanded by Microwave heating. *Cereal Chemistry*. 81: 100-107.
- Gondex, E. & Lewicki, P.P. (2006). Antiplasticization of cereal-based products by water. Part II Breakfast cereals. *Journal of Food Engineering*. 77: 644-652.
- Kerr, W.L., Ward, C.D.W. Mcwatters, K.H., & Resurreccion, A.V.A. (2001). Milling and particle size of cowpea flour and snack chip quality. *Food Research International*. 34: 39-45.
- Labuza, T.P. and C.R. Hyman. 1998. Moisture migration and control in multi-domain foods. *Journal of Food Science*. 9: 47-55.
- Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belo, N., & Biliaderis, C.G. (2007). Effect of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. *Journal of Food Engineering*. 79: 1033-1047.
- Lewicki, P.P. (2000). Raoult' s law based food water sorption isotherms. *Journal of Food Engineering*.

43: 31-40.

- Luyten, H., Plijter, J. J., & Van Vliet, T. O. N. (2004). Crispy/crunchy crusts of cellular solid foods: A literature review with discussion. *Journal of Texture Studies*, 35, 445–492.
- Marzec, A., & Lewicki, P.P. (2006). Antiplasticization of cereal-based products by water. Part I: Extruded Flat bread. *Journal of Food Engineering*. 73: 1-8.
- Mellema, M. 2003. Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. *Trends in Food Science and Technology*. 14: 364-373.
- Mesa, N.J.E., Alavi, S., Singh, N., Shi, Y.-C., Dogan, H., & Sang, Y. (2009). Soy protein-fortified expanded extrudates : Base line study using normal corn starch. *Journal of Food Engineering*. 90: 262-270.
- Noomhorm, A., Kongseeree, N., & Apintanapong, M. (1997). Effect of aging on the quality of glutinous rice crackers. *Cereal Chem*. 74(1): 12-15
- Oates, C.G. (1996). *Physical modification of starch*. In Advanced Post Academic Course on Tapioca Starch Technology. Jan. 22-26 and Feb. 19-23, 1996. Bangkok AIT Center.
- Phillips, G. O., & Williams, P. A. (2000). *Handbook of hydrocolloids*. Florida: CRC Press.
- Rosell, C.M., Rojas, J.A., & Benedito, C. (2001). Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. *Food Hydrocolloids*. 15; 75-81.
- Singh, N. Kaur, L. Ezekiel, R., & Gurraya, H.S.(2005). Microstructural, cooking and textural characteristics of potato (*Solanum tuberosum L.*) tubers in relation to physic-chemical and functional properties of their flours. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 85: 1275 - 1284.
- Sriburi, P. Hill, S.E., & Barclay, F. (1999). Depolymerisation of cassava starch. *Carbohydrate Polymers*. 38: 211-218.
- Trater, A.M., Alavi, S. & Rizvi, S.S.H. (2005). Use of non-invasive x-ray microtomography for extruded biopolymer foams. *Food Research International*. 38: 709-719
- Ward, C.D.W., Resurreccion, A.V.A., & McWatters, K.H. (1995). A systematic approach to prediction of snack chip acceptability utilizing discriminant functions based on instrumental measurements. *Journal of Sensory Studies*. 10: 181-201

การใช้มอลทิทอลทดแทนน้ำตาลทรายในขนมตาล

สุคนธา สุคนธ์ธำรา^a กัญญารัตน์ เหล่าเกษม^b ชุตินา รุจิรา^c สันห์พิชญ์ นนทร^d

สาขาวิชาอาหารและโภชนาการประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
email: ^asukontara@yahoo.com, ^dbesza_324@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้มอลทิทอลทดแทนน้ำตาลทรายในขนมตาล โดยการคัดเลือกสูตรพื้นฐานของขนมตาล พบว่าสูตรพื้นฐานที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสจาก 3 สูตร ประกอบด้วย แป้งข้าวเจ้า 200 กรัม แป้งเค้ก 50 กรัม เนื้อมะพร้าว 150 กรัม น้ำตาลทราย 200 กรัม กะทิ 250 กรัม น้ำเปล่า 200 กรัม ยีสต์ 2 กรัม ผงฟู 2 กรัม และน้ำมะนาว 2 กรัม ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของมอลทิทอลในขนมตาลโดยศึกษาปริมาณการทดแทนน้ำตาลทรายด้วยมอลทิทอลในการผลิตขนมตาลเป็น 5 ระดับ คือ ร้อยละ 0 25 50 75 และ 100 ของน้ำหนักน้ำตาลทรายที่ใช้ในสูตรพบว่า การทดแทนด้วยมอลทิทอลที่ปริมาณร้อยละ 25 มีความชอบทุกด้านใกล้เคียงกับขนมตาลสูตรควบคุม ($p > 0.05$) และมีความมากกว่าขนมตาลที่ทดแทนด้วยมอลทิทอลร้อยละ 50 75 และ 100 ($p \leq 0.05$) จากนั้นนำขนมตาลที่ทดแทนน้ำตาลทรายด้วยมอลทิทอลร้อยละ 25 ไปทดสอบกับผู้บริโภคจำนวน 100 คน พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ร้อยละ 92 ยอมรับ และผู้บริโภคร้อยละ 75 คาดว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์ขนมตาลที่ทดแทนน้ำตาลทรายด้วยมอลทิทอลร้อยละ 25

คำสำคัญ: ขนมตาล มอลทิทอล การทดแทนน้ำตาลทราย

Using maltitol to substitute sugar in toddy palm cake

Sukhontha Sukhonthara^a, Kanyarat Laokasem^b, Chutima Rujira^c and Sanpis Nonsee^d

Division of Applied Food and Nutrition, Faculty of Science and Technology, Phetchaburi Rajabhat University, Phetchaburi, Thailand

E-mail; ^asukontara@yahoo.com, ^dbesza_324@hotmail.com

Abstract

The objective of this study was to study the amount of maltitol to substitute sugar in toddy palm cake. Three basic formulas of toddy palm cake were prepared and evaluated in sensory screening test in order to select the formula. The basic formula consisted of rice flour 200 g, cake flour 50 g, toddy palm 150 g, sugar 200 g, coconut milk 250 g, water 200 g, yeast 2 g, baking powder 2 g and lemon juice 2 g. The substitution of sugar with maltitol at the level of 0, 25, 50, 75 and 100% by weight of sugar on toddy palm cake production was carried out. The data showed that the color, taste, texture and overall preference score of toddy palm cake substituting maltitol at 25% was not significantly different from the control (0 g) ($p>0.05$) and higher than those with 25% maltitol was higher than toddy palm cake substituting maltitol at 50, 75 and 100% ($p\leq 0.05$). Consumer test was conducted with 100 consumers and the majority of the consumers (92%) accepted toddy palm cake substituted with 25% maltitol, 75 percent of the tested consumers would buy toddy palm cake with 25% of maltitol substitution.

Keywords: toddy palm cake, maltitol, substitution of sugar

บทนำ

ขนมตาล เป็นขนมไทยดั้งเดิม เนื้อขนมมีลักษณะเป็นแป้งสีเหลืองเข้ม นุ่ม พูน มีกลิ่นตาลหอมหวาน ส่วนประกอบขนมตาลคือเนื้อตาลจากผลตาลที่สูงอม แป้งข้าวเจ้า กะทิ และน้ำตาล (วิจิตร และคณะ, 2561) ทำให้ขนมตาลเป็นอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรต น้ำตาล และพลังงานสูง ปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสนใจเรื่องสุขภาพกันมากขึ้นโดยเฉพาะปัญหาความอ้วน เบาหวาน และโรคเรื้อรังต่างๆ ที่เป็นผลจากพฤติกรรมการรับประทานอาหาร โดยการรับประทานน้ำตาลในปริมาณมากเกินไปเป็นสาเหตุสำคัญอย่างหนึ่งของปัญหาดังกล่าว ซึ่งจากสถิติการบริโภคน้ำตาลของคนไทย พบว่าการบริโภคน้ำตาลของคนไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยในปี พ.ศ. 2526 อัตราการบริโภคน้ำตาลเป็น 12.7 กิโลกรัมต่อคนต่อปี (สุนี และคณะ, 2550) เพิ่มขึ้นเป็น 28.4 กิโลกรัมต่อคนต่อปี ซึ่งสูงกว่าคำแนะนำถึง 4.7 เท่าในปี พ.ศ.2557 ดังนั้นจึงควรกินหวานให้น้อยลง และควบคุมการกินน้ำตาลแต่ละวันให้ไม่เกิน 24 กรัม หรือ 6 ช้อนชา (สำนักข่าวเอชพีเอส 2560) มอลทิทอล (malitol) เป็นน้ำตาลแอลกอฮอล์ (sugar alcohol) มีความหวาน 0.74-0.95 เท่าของซูโครส และให้พลังงานเท่ากับ 2.1 กิโลแคลอรี/กรัม (ปิยนุสรณ์ และนคร, 2558; สุขใจ, 2555) ไม่ทำให้ฟันผุ ถูกดูดซึมได้ช้ากว่า ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้นช้ากว่าซูโครส (วรรณกุล, 2551) ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ขนมตาลเพื่อลดน้ำตาลโดยใช้สารให้ความหวานมอลทิทอลทดแทนน้ำตาลทราย เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมตาลน้ำตาลต่ำ และเป็นทางเลือกให้ผู้บริโภคที่ต้องการดูแลสุขภาพ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการใช้มอลทิทอลทดแทนน้ำตาลทรายในขนมตาล
2. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมตาลที่ใช้มอลทิทอลทดแทนน้ำตาลทราย

ระเบียบวิธีวิจัย

1. พัฒนาสูตรพื้นฐานของขนมตาล โดยทำการผลิตขนมตาลโดยดัดแปลงวิธีการทำจากกรรมภา (2560) และพีชเกษตร (2559) เริ่มจากผสมเนื้อตาล แป้ง และกะทิในอ่างผสม นวดจนเข้ากันดี ค่อยๆ ใส่น้ำตาลทราย นวดให้น้ำตาลทรายละลาย แล้วใส่ส่วนผสมที่เหลือลงไป คนให้เข้ากัน ใส่ภาชนะปิดฝา หมักไว้ 3-4 ชั่วโมงจนแป้งขึ้นฟู ตักใส่ถ้วยตะไล นำไปนึ่งน้ำเดือดไฟแรง 20 นาที จากนั้นพักให้เย็น แคะออกจากถ้วยตะไล ทำทั้งหมดจำนวน 3 สูตร โดยกำหนดปริมาณส่วนผสมทั้งหมดดังตารางที่ 1 และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยนำขนมตาลที่ได้มาประเมินทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมด้วยวิธีการให้ความชอบ 5 ระดับ (5-point hedonic scale) โดยที่ 1 หมายถึง ไม่ชอบมาก 2 หมายถึง ไม่ชอบ 3 หมายถึง เฉยๆ 4 หมายถึง ชอบ และ 5 หมายถึง ชอบมาก (เพ็ญขวัญ, 2536) โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน และเป็นนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี จำนวน 30 คน คัดเลือกจากสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุดเป็นสูตรพื้นฐาน

ตารางที่ 1 วัตถุดิบและปริมาณส่วนผสมของขนมตาลสูตรพื้นฐาน

ส่วนผสม	ปริมาณส่วนผสม (กรัม)		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
แป้งข้าวเจ้า	250	200	200
แป้งเค้ก	-	-	50
แป้งท้าวยายม่อม	-	50	-
เนื้อตาล	100	50	150
น้ำตาลทราย	250	200	200
กะทิ	250	250	250
น้ำเปล่า	200	200	200
ยีสต์	2	2	2
ผงฟู	2	2	2
น้ำมะนาว	2	2	2
สีเหลืองไข่	-	2	-

2. ศึกษาอัตราส่วนของการใช้มอลทิทอลทดแทนน้ำตาลทรายในขนมตาลที่เหมาะสม โดยนำสูตรขนมตาลที่ผ่านการคัดเลือกมาทดแทนน้ำตาลทรายทั้งหมดที่ระดับการทดแทนด้วยมอลทิทอลในขนมตาลในปริมาณร้อยละ 0 (สูตรควบคุม) 25 50 75 และ 100 ของน้ำหนักน้ำตาลทราย นำมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมด้วยวิธีการให้ความชอบ 5 ระดับ (5-point hedonic scale) โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนและเป็นนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี จำนวน 30 คน คัดเลือกสูตรที่ได้รับความนิยมสูงสุดเพื่อนำไปทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อไป

3. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค โดยนำขนมตาลที่ทดแทนน้ำตาลทรายด้วยมอลทิทอลที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุดจากข้อ 2 มาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคซึ่งเป็นบุคคลทั่วไปในจังหวัดเพชรบุรีโดยการสุ่มแบบบังเอิญ จำนวน 100 คน ด้วยวิธีการให้ความชอบ (5-point hedonic scale)

4. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ randomized complete block design (RCBD) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ด้วยโปรแกรมทางสถิติ SPSS version 16.0

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. การคัดเลือกขนมตาลสูตรพื้นฐาน

จากการคัดเลือกสูตรพื้นฐานของขนมตาล จากสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับขนมตาลสูตรที่ 3 โดยมีคุณลักษณะความชอบทุกด้านมากที่สุด อาจเป็นผลมาจากอัตราส่วนของแป้ง เนื้อตาล และน้ำตาลทรายที่เหมาะสม ทำให้ขนมตาลสูตรที่ 3 มีเนื้อสัมผัสไม่แห้งแข็ง หรือนิ่มจนเกินไป และมีความหวานที่พอดี แสดงดังตารางที่ 2 ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกสูตรที่ 3 เป็นสูตรพื้นฐานในการพัฒนาขนมตาลที่ใช้มอลทิทอลทดแทนน้ำตาลทรายต่อไป

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสของขนมตาลพื้นฐานทั้ง 3 สูตร

ลักษณะผลิตภัณฑ์	สูตรขนมตาล		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
สี	3.13±0.68 ^b	3.26±0.58 ^b	4.13±0.34 ^a
กลิ่น	3.66±0.66 ^b	3.50±0.66 ^b	4.50±0.57 ^a
รสชาติ	3.13±0.68 ^b	2.93±0.69 ^b	4.60±0.64 ^a
เนื้อสัมผัส	3.50±0.71 ^b	3.40±0.60 ^b	4.53±0.57 ^a
ความชอบโดยรวม	3.80±0.66 ^b	3.76±0.72 ^b	4.66±0.47 ^a

หมายเหตุ : a, b หมายถึง ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

2. การศึกษาการใช้มอลทิทอลทดแทนน้ำตาลทรายในขนมตาล

ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของขนมตาลที่มีการทดแทนด้วยมอลทิทอลที่ระดับต่างๆ ได้ผลดังตารางที่ 3 พบว่าการทดแทนด้วยมอลทิทอลในขนมตาลมีผลต่อคะแนนระดับความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ขนมตาลที่ทดแทนด้วยมอลทิทอลร้อยละ 25 ได้รับคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมอยู่ในช่วง 4.00-4.63 ระดับความชอบมากถึงชอบมากที่สุด ซึ่งไม่แตกต่างจากขนมตาลสูตรควบคุม ($p > 0.05$) แต่มากกว่าขนมตาลที่ทดแทนด้วยมอลทิทอลร้อยละ 50 75 และ 100 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จะเห็นได้ว่าการทดแทนน้ำตาลทรายด้วยมอลทิทอลในปริมาณที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ส่งผลให้ขนมตาลแข็งและแน่นขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากน้ำตาลซูโครสซึ่งมีคุณสมบัติในการเสริมสร้างเนื้อเยื่อที่ดี ช่วยให้เค้กมีความนุ่มและชุ่มฉ่ำลดลง (Figoni, 2008) เจตนิพัทธ์ และคณะ (2561) รายงานว่าเมื่อเมื่อทดแทนน้ำตาลทรายด้วยมอลทิทอลไซรัปในเค้กเนยสดที่ร้อยละ 40 มีคะแนนความชอบสูงกว่าสูตรควบคุม ในขณะที่ร้อยละ 60 มีคะแนนไม่แตกต่างกับเค้กเนยสดสูตรควบคุม ตั้งแต่ร้อยละ 80 คะแนนการยอมรับทุกคุณลักษณะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเฉพาะกลิ่นรส ดังนั้นจึงเลือกขนมตาลที่ทดแทนด้วยมอลทิทอลร้อยละ 25 ไปทำการทดลองในขั้นต่อไป

ตารางที่ 3 คะแนนความชอบของขนมตาลที่มีการทดแทนมอลทิทอลระดับต่างๆ

ลักษณะผลิตภัณฑ์	ระดับการทดแทนด้วยมอลทิทอลในขนมตาล				
	ร้อยละ 0	ร้อยละ 25	ร้อยละ 50	ร้อยละ 75	ร้อยละ 100
สี	4.76± 0.43 ^a	4.63±0.55 ^a	3.70±0.59 ^b	3.36±0.96 ^{bc}	3.03±0.76 ^c
กลิ่น	4.40±0.49 ^a	4.30±0.46 ^a	3.03±0.55 ^b	2.90±0.60 ^b	2.80±0.71 ^b
รสชาติ	4.33±0.60 ^a	4.00±0.64 ^a	3.06±0.78 ^b	2.63±0.76 ^c	2.63±0.66 ^c
เนื้อสัมผัส	4.63±0.55 ^a	4.30±0.74 ^a	3.06±0.63 ^b	2.80±0.71 ^{bc}	2.56±0.77 ^c
ความชอบโดยรวม	4.56±0.50 ^a	4.33±0.60 ^a	2.93±0.73 ^b	2.83±0.67 ^{bc}	2.50±0.77 ^c

หมายเหตุ a, b, c หมายถึง ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

3. การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อขนมตาลที่ทดแทนด้วยมอลทิทอลร้อยละ 25

จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค เป็นเพศหญิงร้อยละ 51.0 และเพศชายร้อยละ 49.0 อายุสูงสุดคือระหว่าง 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 36.0 รองลงมาคือ 21-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 31.0 การศึกษาสูงสุดคือปริญญาตรีร้อยละ 40.0 รองลงมาคือ มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. ร้อยละ 33.0 อาชีพสูงสุดคือ นักเรียน/นักศึกษาคิดเป็นร้อยละ 30.0 รองลงมาคือ ธุรกิจส่วนตัว/ค้าขายร้อยละ 23.0 รายได้สูงสุดคือ 5,000-10,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 38.0 รองลงมาคือรายได้ 15,001-20,000 บาท ร้อยละ 29.0

คะแนนความชอบจากผู้บริโภคที่มีต่อขนมตาลที่มีการทดแทนมอลทิทอลร้อยละ 25 (ตารางที่ 4) พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบเฉลี่ยในด้านสีและกลิ่นอยู่ในระดับชอบถึงชอบมาก และให้คะแนนความชอบเฉลี่ยในด้านรสชาติเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของขนมตาลที่มีการทดแทนมอลทิทอลร้อยละ 25 อยู่ในระดับเฉยๆ ถึงชอบ ด้านการยอมรับของผู้บริโภค (ตารางที่ 5) พบว่าผู้บริโภคมีการยอมรับผลิตภัณฑ์ร้อยละ 92.0 มีการตัดสินใจซื้อร้อยละ 75.0 และคิดว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่น่าสนใจ ร้อยละ 69.0

ตารางที่ 4 คะแนนความชอบจากผู้บริโภคที่มีต่อขนมตาลที่มีการทดแทนมอลทิทอลร้อยละ 25

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนน	ระดับความชอบ
สี	4.42±0.55	ชอบถึงชอบมาก
กลิ่น	4.07±0.72	ชอบถึงชอบมาก
รสชาติ	3.82±0.68	เฉยๆ ถึงชอบ
เนื้อสัมผัส	3.92±0.70	เฉยๆ ถึงชอบ
ความชอบโดยรวม	3.97±0.74	เฉยๆ ถึงชอบ

ตารางที่ 5 การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อขนมตาลที่มีการทดแทนมอลทิทอลร้อยละ 25

ข้อมูลสำรวจ	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
การยอมรับขนมตาลที่มีการทดแทนมอลทิทอลร้อยละ 25		
ยอมรับ	92	92
ไม่ยอมรับ	8	8
การตัดสินใจซื้อขนมตาลที่มีการทดแทนมอลทิทอลร้อยละ 25		
ซื้อ	75	75
ไม่แน่ใจ	23	23
ไม่ซื้อ	2	2
ความคิดเห็นต่อขนมตาลที่มีการทดแทนมอลทิทอลร้อยละ 25		
เป็นผลิตภัณฑ์ที่น่าสนใจ	69	69
เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ	17	17

เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง	12	12
เป็นผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มมูลค่าให้กับวัตถุดิบในประเทศไทย	2	2

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาการใช่มอลทิพอลทดแทนน้ำตาลทรายในผลิตภัณฑ์ขนมตาล พบว่าขนมตาลที่ทดแทนน้ำตาลทรายด้วยมอลทิพอลร้อยละ 25 ได้รับคะแนนด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างจากขนมตาลสูตรพื้นฐาน ($p>0.05$) และเมื่อทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคพบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ร้อยละ 92 ยอมรับ และร้อยละ 75 คาดว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์ขนมตาลที่ทดแทนด้วยมอลทิพอลร้อยละ 25

เอกสารอ้างอิง

- เจตนิพัทธ์ บุญยสวัสดิ์ อมรัตน์ เจริญชัย วไลกรณ์ สุทธา พงนิย บัญญา ฐิติพร เพ็งวัน และจักรวาล ภูเสม. (2561). การพัฒนาตำรับเค้กเนยสดพลังงานต่ำ. คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- ปิยนุสรณ์ น้อยด้วง และนคร บรรดิจ. (2558). การใช่มอลทิพอลและซูคราโลสในการผลิตคุกกี้เนยแคลอรีต่ำ. *สมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทยในพระราชูปถัมภ์ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี*. 4(2), 42-51.
- เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. (2536). การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส. กรุงเทพฯ: คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พีชเกษตร (ออนไลน์). (2559). ขนมตาล และวิธีทำขนมตาล. สืบค้นจาก : <https://puechkaset.com/ขนมตาล/>. [24 ตุลาคม 2562]
- รัมภา ศิริวงศ์. 2560. ขนมไทย. กรุงเทพฯ: ดวงกมลพับลิชชิง.
- วรรณคล เชื้อมงคล. (2551). สารให้ความหวาน: การใช้และความปลอดภัย. *Thai Pharmaceutical and Health Science Journal*. 3(1), 161-168.
- วิจิตรา เหลียวตระกูล ขนิษฐา กรมศรี และนายปรีชญ์ นาควงษ์. (2561). ผลของผงเนื้อมอลทิพอลที่ทำแห้งด้วยเทคนิคการทำให้แห้งแบบพ่นฝอยต่อคุณภาพของขนมตาล. คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.
- สุขใจ ชูจันทร์. 2555. สารให้ความหวานพลังงานต่ำ การผลิตทางชีวภาพ คุณสมบัติ และการใช้ประโยชน์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุนี วงศ์คงคาเทพ สุภาวดี พรหมมา และปิยะดา ประเสริฐสม (ออนไลน์). (2550). การบริโภคน้ำตาลและปัญหาสุขภาพเด็กไทย. สืบค้นจาก : <http://dental.anamai.moph.go.th/oralhealth/babyfundee/letter02055.htm>). [23 ตุลาคม 2562]
- สำนักข่าวเอชโฟกัส (ออนไลน์). (2560). คนไทยกินหวานจัด ใช้น้ำตาลมากเกินไป เสี่ยงหลายโรค. สืบค้นจาก : <https://www.hfocus.org/content/2017/08/14479>. [20 ตุลาคม 2562]
- Figoni, P. (2008). How to baking works: exploring the fundamentals of baking science. 2nd Ed. John Wiley & Sons, Inc. New Jersey, the United States of America.

การพัฒนาวาฟเฟิลเพื่อสุขภาพจากข้าวโพดงอก

สุนธรา สุนธรราร^{1,a} ปรางค์สิริยาณี สิงห์เล็ก^{1,b} คณิชา บัวเกิด^{1,c} พูนศิริ ทิพย์เนตร^{2,d}

¹สาขาวิชาอาหารและโภชนาการประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

²สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

email: ^asukontara@yahoo.com, ^bprangsiyanee@gmail.com, ^ckanidcha123@gmail.com, ^dthipnate@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการพัฒนาวาฟเฟิลเพื่อสุขภาพจากข้าวโพดงอก โดยการคัดเลือกสูตรพื้นฐานของ วาฟเฟิล พบว่าสูตรพื้นฐานที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสจาก 3 สูตร ประกอบด้วย แป้งขนมปัง 150 กรัม แป้งเค้ก 100 กรัม เกลือ 1 กรัม น้ำตาลทราย 15 กรัม ยีสต์ 4 กรัม ไข่ไก่ 60 กรัม นมสด 50 กรัม นมข้นจืด 50 กรัม กลิ่นวนิลา 2 กรัม เนยจืด 100 กรัม และน้ำตาลทรายแดง 80 กรัม ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของแป้งข้าวโพดงอกในวาฟเฟิล โดยศึกษา ปริมาณการทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยแป้งข้าวโพดงอกในการผลิตวาฟเฟิลเป็น 5 ระดับ คือ ร้อยละ 0 10 20 30 และ 40 ของน้ำหนักแป้งที่ใช้ในสูตรพบว่า การทดแทนด้วยแป้งข้าวโพดงอกที่ปริมาณร้อยละ 30 มีค่าความชอบทุกด้านใกล้เคียงกับวาฟเฟิลที่ทดแทนแป้งข้าวโพดงอกด้วยแป้งข้าวสาลีปริมาณร้อยละ 10 และ 20 ($p>0.05$) จากนั้นนำวาฟเฟิลที่ทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยแป้งข้าวโพดงอกร้อยละ 30 ไปทดสอบกับผู้บริโภคจำนวน 100 คน พบว่าผู้บริโภคทั้งหมดให้การยอมรับ และ ผู้บริโภคร้อยละ 76 คาดว่าจะซื้อวาฟเฟิลที่ทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยแป้งข้าวโพดงอกร้อยละ 30

คำสำคัญ: วาฟเฟิล ข้าวโพดงอก การทดแทนแป้งสาลี

Development of healthy waffle from germinated corn flour

Sukhontha Sukhonthara^{1,a}, Prangsiyane Singlek^{1,b}, Kanidcha buakerd^{1,c} and Poonsiri Thipnate^{2,d}

¹ Division of Applied Food and Nutrition, Faculty of Science and Technology, Phetchaburi Rajabhat University, Phetchaburi, Thailand

² Division of Chemistry, Faculty of Science and Technology, Phetchaburi Rajabhat University, Phetchaburi, Thailand

E-mail; ^asukontara@yahoo.com, ^bprangsiyane@gmail.com, ^ckanidcha123@gmail.com, ^dthipnate@gmail.com

Abstract

The objective of this study was to develop healthy waffle from germinated corn. Three basic formulas of waffle were prepared and evaluated in sensory screening test in order to select the formula. The basic formula consisted of bread flour 150 g, cake flour 100 g, salt 1 g, sugar 15 g, yeast 4 g, egg 60 g, milk 50 g, evaporated milk 50 g, vanilla 1 g, butter 100 g and brown sugar 80 g. The substitution of wheat flour with germinated corn flour at the level of 0, 10, 20, 30 and 40% by weight of flour on waffle production was carried out. The data showed that the color, taste, texture and overall preference score of waffle substituted with 30% germinated corn flour was not significantly different from those with 10% and 20% germinated corn flour ($p>0.05$). Consumer test was conducted with 100 consumers and all consumers (100%) accepted waffle substituted with 30% germinated corn flour, 76 percent of the tested consumers would buy waffle produced with 30% of germinated corn flour substitution.

Keywords: waffle, germinated corn, substitution of wheat flour

บทนำ

ข้าวโพดไร่ (*Zea mays* L.) เป็นหนึ่งในพืชเศรษฐกิจที่รัฐบาลมีนโยบายสนับสนุนการปลูกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2525 ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 5 โดยมีเป้าหมายส่วนหนึ่งในการหาช่องทางการสร้างรายได้และลดปัญหาความยากจนให้เกษตรกร (เขมรัฐ เถลิงศรี, 2558) ผลผลิตที่ได้นำไปใช้เป็นอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ อุตสาหกรรมแป้งข้าวโพด ข้าวโพดป่น น้ำมันพืช และเครื่องสำอางค์ เป็นต้น ปัจจุบันข้าวโพดไร่มีสภาพปัญหาผลผลิตล้นตลาด ผลผลิตต่อพื้นที่ต่ำ ต้นทุนการผลิตสูง มีการนำเข้าจากประเทศเพื่อนบ้านที่มีราคาถูกกว่าเข้ามาขายแข่งขัน และสภาพความผันแปรในความต้องการวัตถุดิบของอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ (กลุ่มงานบริการวิชาการ 2, ม.ป.ป.) ทำให้ราคาข้าวโพดตกต่ำ เกษตรกรเกิดภาวะขาดทุน (เคหะการเกษตร, 2562) จึงมีการนำข้าวโพดไร่ที่ผลิตได้มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิด เช่น สบู่ นอกจากนี้ยังสามารถนำมาเป็นส่วนผสมของข้าวเกรียบ น้ำพริกเผา ขนมทองม้วน และดอกจอก ซึ่งให้รสชาติอร่อย ได้กลิ่นหอมของข้าวโพด (ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์, 2562) คุณค่าทางอาหารของข้าวโพด ได้แก่ แป้งร้อยละ 61.2 ไขมันร้อยละ 4.2-4.75 Alkaloid ร้อยละ 0.21 นอกจากนี้ยังมี Zeaxanthin (สีเหลืองของข้าวโพด) กลูโคส น้ำตาล วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินบี 6 วิตามินอี แคลเซียม และแมกนีเซียม เป็นต้น (วิทยา, 2554) การทำข้าวโพดงอกเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของข้าวโพด โดยพบว่ามีสารชีวกิจกรรมเพิ่มขึ้น เช่น สาร GABA (γ -aminobutyric acid) สารประกอบฟีนอลิกรวม (total phenolic compound) ฟลาโวนอยด์ (flavonoid) แคโรทีนอยด์ (Carotenoid) และสารต้านอนุมูลอิสระ (Chalorchaoenyng *et al.*, 2017; Polthum and Ahromrit, 2014) มีรายงานว่าข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์สีม่วงและพันธุ์สีขาวที่ผ่านกระบวนการงอกมีปริมาณสาร GABA เท่ากับ 37.20 ± 3.27 และ 54.47 ± 2.08 mg/100 gdb ซึ่งมีค่าสูงกว่าข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์สีม่วงและพันธุ์สีขาวที่ผ่านกระบวนการงอกซึ่งมีปริมาณสาร GABA เท่ากับ 2.68 ± 0.77 และ 1.58 ± 0.05 mg/100 gdb ตามลำดับ (Polthum and Ahromrit, 2014) นอกจากนี้ Chalorchaoenyng *et al.* (2017) ได้ศึกษาปริมาณพฤษเคมีที่เพิ่มขึ้นของข้าวโพดที่ผ่านกระบวนการงอกโดยทำศึกษาพันธุ์พืชจำนวน 16 พันธุ์จากพันธุ์พืช 6 กลุ่ม ได้แก่ ข้าวโพดไร่ ข้าวโพดเทียน (พันธุ์สีขาว สีเหลือง และสีม่วง) ข้าวโพดข้าวเหนียว (พันธุ์สีขาว และสีม่วง) ข้าวโพดหวาน (พันธุ์สีขาว และสีเหลือง) ข้าวเหนียวดำ และข้าวหอมนิล พบว่าข้าวโพดไร่เป็นข้าวโพดที่เหมาะสมกับการงอกมากที่สุดเนื่องจากให้คุณค่าทางโภชนาการสูงที่สุด (Chalorchaoenyng *et al.*, 2017) วาฟเฟิลเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแป้งสาลีผสมกับผงฟู ขึ้นรูปเป็นทรงกลมหรือรูปทรงสี่เหลี่ยม มีลักษณะคล้ายขนมปังฝรั่งเศสของประเทศไทย มักจะทำเป็นอาหารเช้า ราดด้วยเนย และน้ำเชื่อมเมเปิ้ล ผลไม้อื่นๆ ไซรัป หรือน้ำตาลผง แต่อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลที่มีขายตามท้องตลาดยังพบวาฟเฟิลที่มีลักษณะเป็นแผ่นบาง และกรอบผลิตจากแป้งสาลี ไข่ไก่ เนยสด ผงฟู และนำไปอบจนแห้งและกรอบ (กรรณิการ์, 2562) ในปัจจุบันกระแสความนิยมในการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพมีมากขึ้น มีการนำแป้งจากพืชชนิดอื่นๆ มาทดแทนแป้งสาลี และพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารปราศจากกลูเตน (gluten-free products) เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ เพื่อให้ผู้บริโภคบางกลุ่มที่แพ้โปรตีนจากแป้งสาลีสามารถรับประทานได้ (ประวิมณูช และสุชาดา, 2557) วัตถุดิบชนิดอื่นๆ ทดแทนแป้งสาลีในวาฟเฟิล ได้แก่ แป้งมันเทศสีม่วง (กรรณิการ์, 2562) แป้งข้าวกล้องงอก (ประวิมณูช และสุชาดา, 2557) แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ (กิตติยา และนันทิชา, 2560) แป้งโอคารา (ภัสสร และสุทธิลักษณ์, 2559) และแป้งบัวหลวง (สุพรรณิการ์ และคณะ, 2552) ในจังหวัดเพชรบุรี ข้าวโพดไร่ นับเป็นพืชเศรษฐกิจรองจากปาล์มน้ำมัน มะพร้าว ข้าวนาปรัง และข้าวนาปี จากการสำรวจปี พ.ศ. 2562 พบว่ามีพื้นที่เพาะปลูกจำนวน 4,329 ไร่ ผลผลิตรวม 2,844 ตัน และผลผลิตเฉลี่ย 657 กก./ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรพื้นที่เพชรบุรี, 2562) ซึ่งราคาที่เกษตรกรจำหน่ายได้ค่อนข้างต่ำและไม่แน่นอน บางครั้งได้กำไรน้อยเกือบขาดทุนหรือเสมอกัน รายได้จึงไม่พอเพียงต่อการยังชีพ การนำข้าวโพดมาพัฒนาเป็นข้าวโพดงอกจึงเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของข้าวโพด นอกจากนี้ยังไม่พบรายงานเกี่ยวกับการนำข้าวโพดงอกมาทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์วาฟเฟิล ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาวาฟเฟิลเพื่อสุขภาพจากข้าวโพดงอก เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่จากข้าวโพด และเป็นทางเลือกให้ผู้บริโภคที่นิยมอาหารเพื่อสุขภาพ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาวาฟเฟิลเพื่อสุขภาพจากข้าวโพดงอก
2. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อวาฟเฟิลเพื่อสุขภาพจากข้าวโพดงอก

ระเบียบวิธีวิจัย

1. การเตรียมแป้งข้าวโพดงอก

นำข้าวโพดมาแช่ในน้ำประปาเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 30 ± 2 องศาเซลเซียส จากนั้นนำไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำไปบดและอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 ± 2 องศาเซลเซียส ให้ได้ความชื้นร้อยละ 14 ดัดแปลงจากวิธีของ Chalorchoenying *et al.* (2017 และ Polthum and Ahromrit (2014) นำแป้งข้าวโพดงอกที่ได้มาร่อนแล้วบรรจุในถุงพลาสติก และเก็บที่ไม่เกิน 10 องศาเซลเซียส

2. พัฒนาสูตรพื้นฐานของวาฟเฟิล โดยทดลองสูตรวาฟเฟิลจำนวน 3 สูตร (สูตรที่ 1 ดัดแปลงจากแพม (2559), สูตรที่ 2 ดัดแปลงจากนิวจิ๋ว (2560), สูตรที่ 3 ดัดแปลงจากพิมมี (2561)) ซึ่งมีส่วนผสมตามสูตรตารางที่ 1 นำแป้งสาลี (แป้งขนมปัง หรือแป้งขนมปังผสมแป้งเค้ก) และยีสต์มาร่อนแล้วพักไว้ จากนั้นผสมไข่ เกลือ น้ำตาล นมสด นมข้นจืด และกลิ่นวนิลา ด้วยความเร็วระดับ 1 เวลา 1 นาที ค่อยๆ ใส่เนยลงในอ่างผสม ผสมด้วยความเร็ว 2 เวลา 3 นาที นำออกมานวด 10 นาที พักแป้งในอ่างผสม 60 นาที จากนั้นนำแป้งเป็นก้อนๆ ละ 30 กรัม พักแป้งในถาดอีก 30 นาที นำไปคลุกกับน้ำตาลทรายแดงแล้ววางลงในเครื่องทำวาฟเฟิล อบจนสุกเป็นเวลา 1-2 นาที และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยนำวาฟเฟิลที่ได้มาประเมินทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมด้วยวิธีการให้ความชอบ 5 ระดับ (5-point hedonic scale) โดยที่ 1 หมายถึง ไม่ชอบมาก 2 หมายถึง ไม่ชอบ 3 หมายถึง เฉยๆ 4 หมายถึง ชอบ และ 5 หมายถึง ชอบมาก (เพ็ญขวัญ, 2536) โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน และเป็นนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี จำนวน 30 คน คัดเลือกจากสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุดเป็นสูตรพื้นฐาน

ตารางที่ 1 วัตถุดิบและปริมาณส่วนผสมของวาฟเฟิลสูตรพื้นฐาน

ส่วนผสม	ปริมาณส่วนผสม (กรัม)		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
แป้งขนมปัง	150	150	150
แป้งเค้ก	-	100	90
เกลือ	1	1	1
น้ำตาลทราย	30	15	15
ยีสต์	4	4	4
ไข่ไก่	60	60	60
นมสด	50	50	55
นมข้นจืด	-	50	45
กลิ่นวนิลา	1	2	2
เนยจืด	50	100	95
น้ำตาลทรายแดง	25	80	105

3. ศึกษาอัตราส่วนของการใช้แป้งข้าวโพดงอกทดแทนแป้งสาลีในวาฟเฟิลที่เหมาะสม โดยนำสูตรวาฟเฟิลที่ผ่านการคัดเลือกมาทดแทนแป้งสาลีทั้งหมดที่ระดับการทดแทนด้วยแป้งข้าวโพดงอกในวาฟเฟิลในปริมาณร้อยละ 0 (สูตรควบคุม) 10 20 30 และ 40 ของน้ำหนักแป้งสาลีทั้งหมด นำมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมด้วยวิธีการให้ความชอบ 5 ระดับ (5-point hedonic scale) โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนและเป็นนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี จำนวน 30 คน คัดเลือกสูตรที่ได้รับความนิยมสูงสุดเพื่อนำไปทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อไป

4. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค โดยนำวาฟเฟิลข้าวโพดงอกที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุดจากข้อ 3 มาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคซึ่งเป็นบุคคลทั่วไปในจังหวัดเพชรบุรีโดยการสุ่มแบบบังเอิญ จำนวน 100 คน ด้วยวิธีการให้ความชอบ (5-point hedonic scale)

5. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ randomized complete block design (RCBD) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of

variance, ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ด้วยโปรแกรมทางสถิติ SPSS version 16.0

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. การคัดเลือกวาฟเฟิลสูตรพื้นฐาน

จากการคัดเลือกสูตรพื้นฐานของวาฟเฟิล จากสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับวาฟเฟิลสูตรที่ 2 โดยมีคุณลักษณะความชอบทุกด้านมากที่สุด อาจเป็นผลมาจากอัตราส่วนของแป้ง และน้ำตาลที่เหมาะสม ทำให้วาฟเฟิลสูตรที่ 2 มีเนื้อสัมผัสไม่แห้งแข็งจนเกินไป และมีความหวานที่พอดี แสดงดังตารางที่ 2 ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกสูตรที่ 2 เป็นสูตรพื้นฐานในการพัฒนาวาฟเฟิลข้าวโพดงอกต่อไป

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสของวาฟเฟิลพื้นฐานทั้ง 3 สูตร

ลักษณะผลิตภัณฑ์	สูตรวาฟเฟิล		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
สี	3.86±0.81 ^b	4.40±0.09 ^a	4.13±0.80 ^{ab}
กลิ่น	3.77±0.93 ^b	4.26±0.99 ^a	3.60±0.84 ^b
รสชาติ	3.73±0.82 ^b	4.33±0.95 ^a	3.77±0.91 ^b
เนื้อสัมผัส	3.77±1.00 ^b	4.30±0.99 ^a	3.60±0.95 ^b
ความชอบโดยรวม	4.00±0.74 ^b	4.40±0.91 ^a	3.73±0.99 ^b

หมายเหตุ : a, b หมายถึง ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

2. การศึกษาการใช้แป้งข้าวโพดงอกทดแทนแป้งข้าวสาลีในวาฟเฟิล

ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของวาฟเฟิลที่มีการทดแทนด้วยแป้งข้าวโพดงอกที่ระดับต่างๆ ได้ผลดังตารางที่ 3 พบว่าการทดแทนด้วยแป้งข้าวโพดงอกในวาฟเฟิลมีผลต่อคะแนนระดับความชอบด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม วาฟเฟิลข้าวโพดงอกมีคะแนนความชอบมากกว่าวาฟเฟิลสูตรควบคุมเนื่องจากวาฟเฟิลที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวโพดงอกที่ระดับต่างๆ มีเนื้อสัมผัสที่นุ่มขึ้น อย่างไรก็ตามถ้าทดแทนในปริมาณมากเกินไปส่งผลให้คะแนนการยอมรับลดลงเพราะเนื้อสัมผัสมีความแน่นเนื้อ ไม่นุ่มฟู และค่อนข้างแห้ง ทั้งนี้เนื่องจากแป้งข้าวโพดงอกไม่มีกลูเตน จึงทำให้ลดปริมาณกลูเตนในผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลลง (Tilman *et al.*, 2003) วาฟเฟิลที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวโพดงอกร้อยละ 10 20 และ 30 ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) โดยมีคะแนนความชอบ 3.50-3.87 ระดับความชอบปานกลางถึงชอบมาก เนื่องจากข้าวโพดงอกมีคุณค่าทางอาหาร มีสาร GABA (γ -aminobutyric acid) แคโรทีนอยด์ (carotenoid) และสารต้านอนุมูลอิสระ (Chalorchaoenying *et al.*, 2017; Polthum and Ahromrit, 2014) ดังนั้นจึงเลือกวาฟเฟิลที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวโพดงอกร้อยละ 30 ไปทำการทดลองขั้นต่อไป

ตารางที่ 3 คะแนนความชอบของวาฟเฟิลที่มีการทดแทนแป้งข้าวโพดงอกระดับต่างๆ

ลักษณะผลิตภัณฑ์	ระดับการทดแทนด้วยแป้งข้าวโพดงอกในวาฟเฟิล				
	ร้อยละ 0	ร้อยละ 10	ร้อยละ 20	ร้อยละ 30	ร้อยละ 40
สี	3.93±0.94 ^a	3.70±1.11 ^{ab}	3.87±0.89 ^a	3.67±0.92 ^{ab}	3.33±0.89 ^b
กลิ่น ^{ns}	3.57±0.93	3.77±1.04	3.47±1.00	3.60±0.89	3.50±1.04
รสชาติ ^{ns}	3.46±0.93	3.67±1.12	3.70±1.11	3.60±1.00	3.50±1.17
เนื้อสัมผัส	2.96±1.09 ^c	3.67±1.15 ^a	3.53±1.04 ^{ab}	3.27±0.82 ^{abc}	3.20±0.89 ^{bc}
ความชอบโดยรวม	3.13±0.97 ^b	3.87±0.89 ^a	3.56±1.04 ^{ab}	3.50±0.09 ^{ab}	3.33±1.09 ^b

หมายเหตุ a, b, c หมายถึง ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันแนวนอนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

ns หมายถึง ตัวเลขในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

3. การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อวอฟเฟิลข้าวโพดงอกปริมาณร้อยละ 30

จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค เป็นเพศชายร้อยละ 41.0 และเพศหญิงร้อยละ 59.0 อายุคือน้อยกว่า 20 21-40 41-60 และ 60 ปี ขึ้นไป คิดเป็นช่วงละร้อยละ 25.0 การศึกษาสูงสุดคือ ปริญญาตรีร้อยละ 60.0 รองลงมาคือ มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. ร้อยละ 15.0 อาชีพสูงสุดคือ นักเรียน/นักศึกษาคิดเป็นร้อยละ 50.0 รองลงมาคือ ธุรกิจส่วนตัว/ค้าขายร้อยละ 17.0 รายได้สูงสุดคือ น้อยกว่า 5,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 43.0 รองลงมาคือ รายได้ 5,001-20,000 บาท ร้อยละ 38.0

คะแนนความชอบจากผู้บริโภคที่มีต่อวอฟเฟิลที่มีการทดแทนแป้งข้าวโพดงอกร้อยละ 30 (ตารางที่ 4) พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบเฉลี่ยในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของวอฟเฟิลที่มีการทดแทนแป้งข้าวโพดงอกร้อยละ 30 อยู่ในระดับชอบมาก ด้านการยอมรับของผู้บริโภค (ตารางที่ 5) พบว่าผู้บริโภคมีการยอมรับผลิตภัณฑ์ร้อยละ 100.0 มีการตัดสินใจซื้อร้อยละ 93.0 โดยมีการตัดสินใจซื้อร้อยละ 76.0 และคิดว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่น่าสนใจ ร้อยละ 70.0

ตารางที่ 4 คะแนนความชอบจากผู้บริโภคที่มีต่อวอฟเฟิลข้าวโพดงอกที่ปริมาณร้อยละ 30

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนน	ระดับความชอบ
สี	4.29±0.66	ชอบถึงชอบมาก
กลิ่น	4.24±0.77	ชอบถึงชอบมาก
รสชาติ	4.28±0.74	ชอบถึงชอบมาก
เนื้อสัมผัส	4.05±0.77	ชอบถึงชอบมาก
ความชอบโดยรวม	4.33±0.78	ชอบถึงชอบมาก

ตารางที่ 5 การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อวอฟเฟิลข้าวโพดงอกที่ปริมาณร้อยละ 30

ข้อมูลสำรวจ	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
การยอมรับวอฟเฟิลข้าวโพดงอกที่ปริมาณร้อยละ 30		
ยอมรับ	100	100
ไม่ยอมรับ	0	0
การตัดสินใจซื้อวอฟเฟิลข้าวโพดงอกที่ปริมาณร้อยละ 30		
ซื้อ	76	76
ไม่แน่ใจ	23	23
ไม่ซื้อ	1	1
ความคิดเห็นต่อวอฟเฟิลข้าวโพดงอกที่ปริมาณร้อยละ 30		
เป็นผลิตภัณฑ์ที่น่าสนใจ	70	70
เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ	15	15
เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง	9	9
เป็นผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มมูลค่าให้กับวัตถุดิบในประเทศไทย	6	6

สรุปผลการวิจัย

การศึกษการพัฒนาวอฟเฟิลเพื่อสุขภาพจากข้าวโพดงอก พบว่าวอฟเฟิลที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวโพดงอกร้อยละ 30 ได้รับคะแนนด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างจากวอฟเฟิลที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวโพดงอกร้อยละ 10 และ 20 ($p>0.05$) และเมื่อทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคพบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ร้อยละ 100 ยอมรับ และร้อยละ 76 คาดว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์วอฟเฟิลที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวโพดงอกร้อยละ 30

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรีที่ได้สนับสนุนงบประมาณสำหรับการดำเนินงานวิจัย และขอขอบคุณโรงเรียนการอาหารนานาชาติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์และสถานที่ทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กรรณิการ์ กุลละณี. (2562). ผลของกั๊วกับต่อคุณภาพของวaffleฟิลชนิดกรอบปราศจากกลูเตนจากแป้งมันเทศสีม่วง. *วารสารวิทยาลัยดุสิตธานี*. 13(1), 315-329.
- กิตติยา นพรัตน์รุ่งโรจน์ และนันทิชา ถาวรเจริญทรัพย์. (2560). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์วaffleฟิลโคนไอศกรีมที่มีแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่และงาดำ*. ภาควิชาอาหารเคมี คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- กลุ่มงานบริการวิชาการ 2 (ออนไลน์). (ม.ป.ป.). ราคาสินค้าเกษตรตกต่ำ. สืบค้นจาก : <https://library2.parliament.go.th/ebook/content-issue/2557/hi2557-004.pdf> [16 ตุลาคม 2562]
- เขมรัฐ เกลิงสร. (2558). การศึกษารายได้เกษตรกรจากการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และวงจรอุบาทว์ของการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในทิวเขัน. *วารสารเศรษฐศาสตร์ประยุกต์*. 22(1), 51-78.
- เคหะการเกษตร (ออนไลน์). (2562). สกว. ร่วมมือกับมหาวิทยาลัยเตรียมปล่อยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมสำหรับปลูกหลังนาเพิ่มรายได้. สืบค้นจาก : https://www.kehakaset.com/newsactivities_details.php?view_item=405 [16 ตุลาคม 2562]
- ประวิณนุช มูลิเกพุกก์ และสุชาดา ไหมสนธิ์. (2557). การพัฒนาผลิตภัณฑ์แป้งวaffleสำเร็จรูปจากข้าวกล้องงอก. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร*. 4, 59-66.
- นิวจิว (ออนไลน์). (2560). Belgian waffle หอมอร่อย. สืบค้นจาก : <http://www.Cookpad.com> [11 เมษายน 2562]
- พิมมี (ออนไลน์). (2561). วaffleฟิลเบลเยี่ยมกรอบนอกนุ่มในไม่ติดคอกทำกินได้ทำขายก็ปัง Belgian Waffle (Thai style). สืบค้นจาก : www.youtube.com/watch?v=Lm1wunLmg [11 เมษายน 2562]
- เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. (2536). การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส. กรุงเทพฯ: คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- แพม (ออนไลน์). (2559). วaffleฟิลเบลเยี่ยม. สืบค้นจาก : <http://www.wowpam.com> [11 เมษายน 2562]
- ภัสสร ประเสริฐจิตสร และสุทธิลักษณ์ วงศ์กำชัย. (2559). *การใช้แป้งโอคาราทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์สตรปาวาฟเฟิล*. คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- วิทยา บุญวรพัฒน์. (2554). ข้าวโพด. หนังสือสารานุกรมสมุนไพรไทย-จีนที่ใช้อยู่ในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: สมาคมศาสตร์การแพทย์แผนจีนในประเทศไทย.
- ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ (ออนไลน์). (2562). การแปรรูปข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. สืบค้นจาก : http://www.doa.go.th/fc/nakhonsawan/?page_id=40 [18 ตุลาคม 2562]
- สุพรรณิการ์ โกสมุ เจตนิพัทธ์ บุญยสวัสดิ์ อภิญา มานะโรจน์ สุนีย์ สหัสโพธิ์ และปรีศนีย์ ทับใบแยม. (2552). *การใช้ประโยชน์จากบั่วหลวงเป็นส่วนประกอบในอาหารเพื่อเพิ่มมูลค่า*. คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรพื้นที่เพชรบุรี (ออนไลน์). (2562). ผลผลิตสินค้าทางการเกษตรรวมสูงสุด 5 อันดับแรก ปี 2562. สืบค้นจาก : [http://file:///C:/Users/AdminPDC/Downloads/สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร%20%20พื้นที่เพชรบุรี%20\(1\).pdf](http://file:///C:/Users/AdminPDC/Downloads/สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร%20%20พื้นที่เพชรบุรี%20(1).pdf) [20 ตุลาคม 2562]
- Chalorchaoenying, W., Lomthaisong, K., Suriarn, B., Lertrat, K. (2017). Germination process increases phytochemicals in corn International. *Food Research Journal* 24(2), 552-558.
- Polthum, p., Ahromrit, A. (2014). GABA content and Antioxidant activity of Thai waxy corn seeds germinated by hypoxia method. *Songklanakarin Journal Science and Technology*. 36 (3), 309-316.
- Tilman, J.C., Colm, M.O.B., Denise, M.C., Anja, D., Elke, K.A. (2003). Influence of gluten free flour mixes and

fat powder on the quality of gluten free biscuits. *European Food Research and Technology*. 216, 369-376.

อาหารท้องถิ่นเมืองเพชร

ธนิดา ขาญชัย

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

tanidachanchai@yahoo.com

บทคัดย่อ

การวิจัย เรื่อง อาหารท้องถิ่นเมืองเพชร จังหวัดเพชรบุรีเป็นจังหวัดที่อยู่ในเขตการพัฒนาการท่องเที่ยวฝั่งทะเลตะวันตก จึงมีเส้นทางของพื้นที่ จังหวัดที่มีถนนโครงข่ายถนนเลียบชายฝั่งทะเล และมีภูมิประเทศของภูเขา น้ำตก และอุทยานเขื่อนแก่งกระจาน จึงทำให้มีความหลากหลาย อัตลักษณ์ และภูมิปัญญาท้องถิ่น วัฒนธรรมประเพณีหลากหลาย การวิจัยเรื่องอาหารท้องถิ่นเมืองเพชร มีวัตถุประสงค์ คือ

- 1) เพื่อค้นหาอัตลักษณ์เฉพาะด้านอาหารท้องถิ่นเมืองเพชร
- 2) เพื่อพัฒนาอาหารท้องถิ่นเมืองเพชรให้มีสูตรมาตรฐานและสะอาดปลอดภัย
- 3) จัดทำเมนูอาหารท้องถิ่นเมืองเพชร 1 เล่ม 5 เมนู

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือ ชาวบ้านหนองมะกอก อำเภอแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี จำนวน 40 คน โดยใช้เครื่องมือคือ แบบสอบถาม เพื่อประเมินเกี่ยวกับความพึงพอใจ ของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารท้องถิ่นเมืองเพชร จากผลการวิจัย พบว่า จากการระดมความคิดของกลุ่มแม่บ้าน ปราชญ์ชาวบ้านในชุมชนบ้านหนองมะกอก อำเภอแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี ในการคัดเลือกเมนูอาหารท้องถิ่น จาก 20 เมนู จนได้เมนูอาหารท้องถิ่น ดำรับ 5 เมนู และได้มีการพัฒนาสูตรให้อาหารท้องถิ่นเมืองเพชรเป็นอาหารที่มีมาตรฐานความสะอาด ปลอดภัย โดยใช้เนื้อสัตว์ พืช ผัก ผลไม้ ที่มีอยู่ในชุมชน และเป็นวัตถุดิบ ที่ปลอดภัย และทำการประเมินผลความพึงพอใจของผู้บริโภคต่ออาหารท้องถิ่นเมืองเพชร 5 เมนู พบว่า ยำผักกูด ได้รับความพึงพอใจสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 98, ต้มขมิ้นอ่อน ได้รับความพึงพอใจ คิดเป็นร้อยละ 94, น้ำพริกมะม่วง ได้รับความพึงพอใจ คิดเป็นร้อยละ 90, ทอดมันหัวปลี ได้รับความพึงพอใจ คิดเป็นร้อยละ 88 และขนมขี้หนู ได้รับความพึงพอใจ คิดเป็นร้อยละ 86 ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย เรื่อง อาหารท้องถิ่นเมืองเพชร ควรนำไปใช้ในการจัดเมนูตามงานเลี้ยง โรงแรม รีสอร์ท เพื่อต้อนรับนักท่องเที่ยวที่มาเที่ยวในจังหวัดเพชรบุรี และนำไปใช้ในการเรียนการสอน วิชาอาหารท้องถิ่น เพื่อเป็นการอนุรักษ์อาหารท้องถิ่นเมืองเพชร อำเภอแก่งกระจานไว้ เพื่อให้ลูกหลานได้สืบสานอาหารท้องถิ่นเมืองเพชร ให้อยู่คู่กับจังหวัดเพชรบุรีสืบไป

คำสำคัญ : อาหารท้องถิ่นเมืองเพชร อัตลักษณ์อาหารท้องถิ่นเมืองเพชร

Mueang Phetch Local Food

Tanida Chanchai

Faculty of Science and Technology, Phetchaburi Rajabhat University
e-mail address: tanidachanchai@yahoo.com

Abstract

Phetchaburi Province is a province in the west coast tourism development zone. Therefore, there is a route in the provincial area with a road network along the coast, the landscape of mountains, waterfalls, and Kaeng Krachan Dam Park, resulting in provincial identity and a variety of local wisdom, traditions, and cultures. The objectives of the research on Mueang Phetch local food were to: 1) find out unique Identity of Mueang Phet local food, 2) improve Mueang Phetch local food into clean and safe food with high standard, and 3) prepare one Mueang Phetch local food cookbook with 5 dishes. The research samples were 40 Ban Nong Makok villagers in Kaeng Krachan District, Phetchaburi province. The tool was a questionnaire to assess consumers' satisfaction on Mueang Phetch local food. The research results revealed that, from brainstorming of housewives and local wisdom scholars in Ban Nong Makok community, Kaeng Krachan District, Phetchaburi Province, the 5 local dishes were selected from 20 dishes and the recipes for Muang Phetch local food were developed to be clean and safe food with high standard using non-toxic raw materials, or local meat, vegetables, and fruits in the community. In the evaluation of the consumers' satisfaction on 5 local dishes of Mueang Phetch local food, it was found that the consumers were satisfied with Yam Phak Kut (Phak Kut Salad), Tom Jued Kanoon (Boiled Fresh Jackfruit), Nam Prik Mamuang (Mango Chili Paste), Tod Man Hua Plee (Fried Banana Blossom), and Kanom Kee Noo (a kind of sweets) for 98, 94, 90, 88, and 86 percent respectively. The recommendations of the research on Mueang Phetch local food are that the local dishes should be prepared in the banquet, hotels, resorts, etc., to welcome tourists who come to visit Phetchaburi Province, and that they should be also used in teaching local cuisine course to conserve Mueang Phetch local food in Kaeng Krachan District so that the descendants will carry on Mueang Phetch local food to be sustainable in Phetchaburi Province forever.

Keyword : Mueang Phetch Local Food Identity of Meang Phetch Local Food.

บทนำ

อาหารท้องถิ่นเมืองเพชรบุรีมีความหลากหลายทางภูมิประเทศ และวัฒนธรรม ซึ่งมีอำเภอเมือง อำเภอชะอำ อำเภอบ้านแหลม มีพื้นที่ติดทะเล ดังนั้นจึงมีอาหารทะเลมากมาย ส่วนทาง อำเภอแก่งกระจาน อำเภอเขาย้อย อำเภอหนองหญ้าปล้อง และอำเภอยางมีวัฒนธรรมทางวัฒนธรรมชนเผ่าต่าง ๆ ดังนั้น จึงมีความหลากหลายด้านอาหารต่าง ๆ แต่ยังไม่มีการรวบรวมสูตร และอัตลักษณ์ เฉพาะของอาหารท้องถิ่นเมืองเพชรสาขาอาหาร และโภชนาการประยุกต์ เป็นสาขาที่เปิดการเรียนการสอนวิชาอาหารท้องถิ่น และอาหารคาวหวานเมืองเพชร

จึงได้ทำการรวบรวมสูตรต่าง ๆ ของอำเภอแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี และจะทำการวิจัยพัฒนาสูตร เพื่อให้ได้สูตร 5 สูตร มาตรฐานอาหารท้องถิ่นเมืองเพชร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อค้นหาอัตลักษณ์เฉพาะด้านอาหารท้องถิ่นเมืองเพชร
2. เพื่อพัฒนาอาหารท้องถิ่นเมืองเพชรให้มีสูตรมาตรฐานและสะอาดปลอดภัย
3. จัดทำเมนูอาหารท้องถิ่นเมืองเพชร 1 เล่ม 5 เมนู

ระเบียบวิธีการวิจัย

วิธีการดำเนินการเกี่ยวกับการวิจัยเป็นการวิจัยแบบทดลองโดยพัฒนาสูตรอาหารท้องถิ่นเมืองเพชร อำเภอแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี เพื่อให้ได้สูตรตำรับมาตรฐาน 5 เมนู

1. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ส่วน คือ แบบประเมินข้อมูลทั่วไปเป็นประชากรที่อยู่ในชุมชนหนองมะกอก อำเภอ แก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี จำนวน 40 คน ซึ่งแบบประเมินนี้เป็นข้อมูลเกี่ยวกับ เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ต่อเดือน

2. แบบประเมินเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้บริโภค ที่มีต่ออาหารท้องถิ่นเมืองเพชร เป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยการศึกษาแนวคิดทฤษฎีหลักการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แบ่งเป็น 2 ตอน แต่ละตอนมีลักษณะ ดังนี้

ตอนที่ 1 คำถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคล ของผู้ตอบแบบสอบถาม มีลักษณะคำถามปลายเปิด แบบเลือกตอบ จำนวน 5 ข้อ

ตอนที่ 2 คำถามเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้บริโภคต่ออาหารท้องถิ่นเมืองเพชรบุรี มีจำนวน 5 ข้อ ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบมาตรฐาน ประเมินค่า (Rating Scale)ตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert Scale)

5 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

4 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

3 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง

2 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย

1 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

มีการกำหนดเกณฑ์ การแปล ความหมาย เพื่อจัดระดับคะแนนเฉลี่ยของผู้ประเมิน กำหนดเป็นช่วงคะแนน ดังต่อไปนี้

คะแนนเฉลี่ย ระดับความพึงพอใจ	
4.50 - 5.00	มีความพึงพอใจมากที่สุด
3.50 - 4.49	มีความพึงพอใจมาก
2.50 - 3.49	มีความพึงพอใจปานกลาง
1.50 - 2.49	มีความพึงพอใจน้อย
1.00 - 1.49	มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

ขั้นตอนการทดลอง

1. ระดมความคิดคัดเลือกเมนู
2. ให้ความรู้อาหารท้องถิ่น
3. จัดเตรียม จัดหาวัตถุดิบ ในการทำอาหารท้องถิ่น
4. ฝึกปฏิบัติการทำอาหาร โดยใช้สูตรมาตรฐาน
5. ประเมินการยอมรับ ดำรับอาหาร 5 เมนู
6. สร้างวิทยากรในชุมชน ถ่ายทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นในการปรุง และผลิตอาหารท้องถิ่นเมืองเพชร
7. เผยแพร่ ประชาสัมพันธ์ เมนูอาหารท้องถิ่นเมืองเพชร

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องอาหารท้องถิ่นเมืองเพชร มีวัตถุประสงค์

1. เพื่อค้นหาอัตลักษณ์เฉพาะด้านอาหารท้องถิ่นเมืองเพชร
2. เพื่อพัฒนาอาหารท้องถิ่นเมืองเพชรให้มีสูตรมาตรฐานและสะอาดปลอดภัย
3. จัดทำเมนูอาหารท้องถิ่นเมืองเพชร 1 เล่ม 5 เมนู โดยหาค่าร้อยละ และค่าเฉลี่ยโดยการแบ่งการวิเคราะห์

ออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ค่าร้อยละ

ตอนที่ 2 วิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารท้องถิ่นเมืองเพชร

อำเภอแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี

ตอนที่ 1 วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้กรอกแบบสอบถามพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 80 และเพศชายร้อยละ 20, มีช่วงอายุสูงสุดอยู่ระหว่าง 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 60, รองลงมา มีช่วงอายุ ระหว่าง 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 30, ช่วงอายุ 21-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 10, มีระดับการศึกษาสูงสุด คือ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 คิดเป็นร้อยละ 40, มีอาชีพธุรกิจส่วนตัว / ค้าขาย คิดเป็นร้อยละ 50, มีรายได้สูงสุด คือ มีรายได้ ระหว่าง 10,001-15,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 50

ตอนที่ 2 วิเคราะห์ระดับความพึงพอใจที่มีต่ออาหารท้องถิ่นเมืองเพชร

ยำผักกูด

พบว่ามีความพึงพอใจด้านรสชาติสูงสุด คิดเป็น 99 รองลงมาในด้านสี และเนื้อสัมผัส คิดเป็นร้อยละ 98 และในด้านกลิ่น คิดเป็นร้อยละ 98, ความพึงพอใจด้านลักษณะโดยรวม คิดเป็นร้อยละ 98 จากการผลเฉลี่ยของแต่ละประเด็นพบว่า ผู้บริโภคมีความพึงพอใจระดับชอบมากที่สุด



ภาพที่ 1 ภาพ ยำผักกูด
ที่มา : อำเภอแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี

ตารางที่ 1 ค่าร้อยละค่าเฉลี่ยและระดับความพึงพอใจของผู้บริโภคต่ออาหารท้องถิ่นเมืองเพชร ยำผักกูด

ประเด็นการศึกษา	ค่าร้อยละ	ค่าเฉลี่ย	ระดับความพึงพอใจ
สี	98	4.90	ชอบมากที่สุด
รสชาติ	99	4.95	ชอบมากที่สุด
กลิ่น	97	4.85	ชอบมากที่สุด
เนื้อสัมผัส	98	4.90	ชอบมากที่สุด
ลักษณะโดยรวม	98	4.90	ชอบมากที่สุด

ต้มขนุนอ่อน

พบว่ามีความพึงพอใจด้านรสชาติสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 98, รองลงมาด้านสี ร้อยละ 94 และในด้านกลิ่นและเนื้อสัมผัส คิดเป็นร้อยละ 92, ความพึงพอใจด้านลักษณะโดยรวม คิดเป็นร้อยละ 94



ภาพที่ 2 ภาพ ต้มขนุนอ่อน
ที่มา : อำเภอแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี

ตารางที่ 2 ค่าร้อยละค่าเฉลี่ยและระดับความพึงพอใจของผู้บริโภคต่ออาหารท้องถิ่นเมืองเพชร ต้มขนุนอ่อน

ประเด็นการศึกษา	ค่าร้อยละ	ค่าเฉลี่ย	ระดับความพึงพอใจ
สี	94	4.70	ชอบมากที่สุด
รสชาติ	98	4.90	ชอบมากที่สุด
กลิ่น	92	4.60	ชอบมากที่สุด
เนื้อสัมผัส	92	4.60	ชอบมากที่สุด
ลักษณะโดยรวม	94	4.70	ชอบมากที่สุด

น้ำพริกมะม่วง

พบว่าความพึงพอใจลักษณะด้านสี ได้รับการยอมรับสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 92, รองลงมาคือ รสชาติ คิดเป็นร้อยละ 90, คะแนนความพึงพอใจด้านกลิ่นและเนื้อสัมผัส คิดเป็นร้อยละ 88, คะแนนลักษณะโดยรวม คิดเป็นร้อยละ 90



ภาพที่ 3 ภาพ น้ำพริกมะม่วง
ที่มา : อำเภอแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี

ตารางที่ 3 ค่าร้อยละค่าเฉลี่ยและระดับความพึงพอใจของผู้บริโภคต่ออาหารท้องถิ่นเมืองเพชรน้ำพริกมะม่วง

ประเด็นการศึกษา	ค่าร้อยละ	ค่าเฉลี่ย	ระดับความพึงพอใจ
สี	92	4.60	ชอบมากที่สุด
รสชาติ	90	4.50	ชอบมากที่สุด
กลิ่น	88	4.40	ชอบมาก
เนื้อสัมผัส	88	4.40	ชอบมาก
ลักษณะโดยรวม	90	4.50	ชอบมากที่สุด

ทอดมันหัวปลี

พบว่ามีความพึงพอใจลักษณะด้านรสชาติสูงสุด ได้รับการยอมรับ คิดเป็นร้อยละ 90, รองลงมาคือ ค่าเนื้อสัมผัส คิดเป็นร้อยละ 88, คะแนนความพึงพอใจด้านสี และกลิ่น คิดเป็นร้อยละ 86 คะแนน ลักษณะโดยรวม คิดเป็นร้อยละ 88



ภาพที่ 4 ภาพ ทอดมันหัวปลี
ที่มา : อำเภอแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี

ตารางที่ 4 ค่าร้อยละค่าเฉลี่ยและระดับความพึงพอใจของผู้บริโภคต่ออาหารท้องถิ่นเมืองเพชรทอดมันหัวปลี

ประเด็นการศึกษา	ค่าร้อยละ	ค่าเฉลี่ย	ระดับความพึงพอใจ
สี	86	4.30	ชอบมาก
รสชาติ	90	4.50	ชอบมากที่สุด
กลิ่น	86	4.30	ชอบมาก
เนื้อสัมผัส	88	4.40	ชอบมาก
ลักษณะโดยรวม	88	4.40	ชอบมาก

ขนมขี้หนู

พบว่ามีความพึงพอใจสูงสุดด้านสีและกลิ่น คิดเป็นร้อยละ 88, รองลงมาในด้านรสชาติ คิดเป็นร้อยละ 86, ในด้านเนื้อสัมผัส คิดเป็นร้อยละ 82 และลักษณะโดยรวม คิดเป็นร้อยละ 86



ภาพที่ 5 ภาพ ขนมขี้หนู

ที่มา : อำเภอแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี

ตารางที่ 5 ค่าร้อยละค่าเฉลี่ยและระดับความพึงพอใจของผู้บริโภคต่ออาหารท้องถิ่นเมืองเพชรขนมขี้หนู

ประเด็นการศึกษา	ค่าร้อยละ	ค่าเฉลี่ย	ระดับความพึงพอใจ
สี	88	4.40	ชอบมาก
รสชาติ	86	4.30	ชอบมาก
กลิ่น	88	4.40	ชอบมาก
เนื้อสัมผัส	82	4.10	ชอบมาก
ลักษณะโดยรวม	86	4.30	ชอบมาก

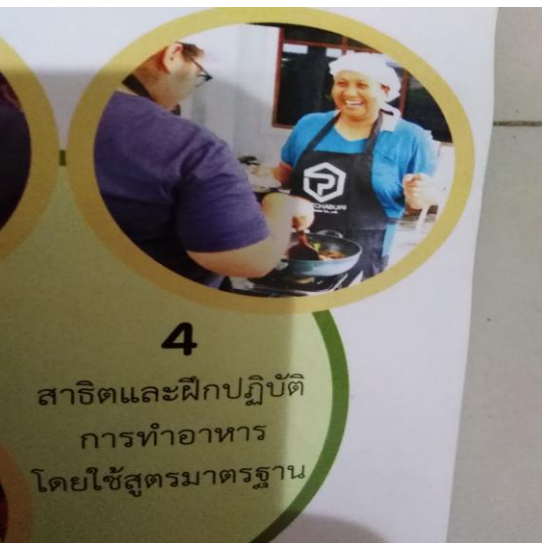
สรุปและอภิปรายผล

ผลการศึกษาวิจัยอาหารท้องถิ่นเมืองเพชร (กรณีศึกษา อำเภอแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี) พบว่า มีการยอมรับสูตรมาตรฐานอาหารท้องถิ่น 5 เมนู อยู่ในระดับชอบมาก และชอบมากที่สุด เนื่องจากเป็นเมนูที่ชาวบ้านคุ้นเคย และมีความเป็นอัตลักษณ์ของชุมชนหนองมะกอก รวมทั้งเป็นเมนูที่ใช้วัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่น หาง่าย และเป็นอาหารที่ปลอดภัย มีอยู่ในชุมชนทุกครัวเรือน ส่วนเนื้อสัตว์ เช่น เนื้อปลา ก็มีอยู่ในเขื่อนแก่งกระจาน ส่วนไก่ เป็นไก่บ้านที่ชาวบ้านเลี้ยงเอง

ข้อเสนอแนะ

จากการทำวิจัย เรื่องอาหารท้องถิ่นเมืองเพชร (กรณีศึกษา อำเภอแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี) มีการรวบรวมสูตรอาหารท้องถิ่นที่มีอยู่ในอำเภอแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี และทำเป็นสูตรมาตรฐานเผยแพร่ทั้งทางหนังสือ เฟสบุ๊ค ไลน์ และยูทูบ เป็นต้นสามารถนำมาบูรณาการการเรียนการสอนวิชาอาหารท้องถิ่นและวิชาอาหารคาวหวานเมืองเพชร





บรรณานุกรม

- กระปุกดอทคอม. (2557). มะกรูด ประโยชน์ของมะกรูด สมุนไพรหลากหลายสรรพคุณคู่ครัวไทย. เข้าถึงได้
จาก <http://health.kapook.com/view97811.html>. สืบค้นเมื่อ 2 สิงหาคม 2558Ingredient.
(2012). มะกรูด. Foodtravel.tv. เข้าถึงได้
จาก.http://www.foodtravel.tv/recingradientShow_Detail.aspx?viewId=13.
- กัญญารัตน์ ธนอมแสง. (2551). ความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติที่มีต่ออาหารไทย . วิทยานิพนธ์ ศศ.บ. (คห
รรมศาสตร์เพื่อพัฒนาชุมชน). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ชัยญา รักตะกนิษฐ และคณะ. ๒๕๕๖. อาหารไทย. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.
- ธนิดา ขาญชัย. ๒๕๕๘. เอกสารประกอบการอบรมโครงการพัฒนาศักยภาพแรงงานเพื่อรองรับการจ่ายค่าจ้างตาม
มาตรฐานฝีมือแรงงาน. เพชรบุรี : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
- สำนักพัฒนาเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร. (2557). ภูมิปัญญาท้องถิ่น. จาก <http://tkagri.doae.go.th/indexhome.php>
สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน เล่มที่ 23. (2557). การจัดแบ่งสาขาของภูมิปัญญาไทย.จาก
[http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=23&chap=1&page=t23-1-
infodetail03.html](http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=23&chap=1&page=t23-1-infodetail03.html).
- สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน เล่มที่ 23. (2557). ความสำคัญของภูมิปัญญาไทย. จาก
<http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=23&chap=1&page=chap1.htm>
- สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน เล่มที่ 23. (2557). ลักษณะของภูมิปัญญาไทย. จาก
[http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=23&chap=1&page=t23-1-
infodetail01.html](http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=23&chap=1&page=t23-1-infodetail01.html)

การพัฒนาคุณภาพน้ำมันปาล์มสำหรับการทอดอาหารโดยใช้สารสกัดจากสมุนไพร

ปัทนียา จิยพงษ์¹, จันทรฉาย ยศศักดิ์ศรี²

Patinya Jiyipong , Janchay Yossaksri

สำนักเทคโนโลยีชุมชน กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

email: patinya@dss.go.th, janchay@dss.go.th

บทคัดย่อ

การทดลองผลิตน้ำมันปาล์มผสมสารต้านออกซิเดชันเพื่อลดการเกิดกลิ่นหืน โดยใช้สมุนไพร 3 ชนิด คือ ขิง ขมิ้น และกระชาย วิเคราะห์คุณภาพที่สำคัญของน้ำมันผสมสารสกัด ได้แก่ ค่า Peroxide value (P.V.) และ ค่า Acid value (A.V.) วิธีผสมสมุนไพรลงในน้ำมันปาล์ม ได้สูตรที่คัดเลือกคือ น้ำมันปาล์มผสมขิงผง 2 % ขมิ้นผง 4 % และกระชายผง 2 % โดยมีค่า P.V. 5.50 ± 0.22 6.20 ± 0.04 และ 6.18 ± 0.08 meq/kg ตามลำดับ ส่วนวิธีผสมสารสกัดจากสมุนไพร ได้สูตรที่คัดเลือกคือน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากขิง 200 ขมิ้น 400 และกระชาย 400 mg/kg มีค่า P.V. 4.48 ± 0.03 5.60 ± 0.02 และ 5.82 ± 0.01 meq/kg ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำมันที่ผ่านการทอด น้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากขิงที่ระดับ 200 mg/kg มีค่า P.V. 6.56 ± 0.06 มีค่าน้อยกว่าน้ำมันปาล์มทุกสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ผู้ทดสอบให้การยอมรับโดยรวมที่ได้คะแนนมากที่สุด คือ ตัวอย่างข้าวเกรียบที่ทอดในน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากขิง การศึกษาอายุการเก็บน้ำมันผสมสารสกัดสูตรทดลองมีอายุการเก็บไม่น้อยกว่า 1 ปี

คำสำคัญ: น้ำมันปาล์ม สารสกัดจากสมุนไพร ค่าเปอร์ออกไซด์

Developing the quality of palm oil with herbal extracts

Patinya Jiyipong¹, Janchay Yossaksri²

Department of Science Service, Bangkok, Thailand

E-mail; patinya@dss.go.th¹, janchay@dss.go.th²

Abstract

The purpose of this study was to produce palm oil with antioxidants for reduced rancidity in fried food products. The three types of herbal; ginger, turmeric and finger root were use in this experiment The quality determination of palm oil by using Peroxide value (P.V.) and Acid value (A.V.). The selected formulations of palm oil with herbal powder were ginger 2%, turmeric 4% and finger root 2%, their P.V. were 5.50 ± 0.22 6.20 ± 0.04 6.18 ± 0.08 meq/kg respectively . While the palm oil with herbal extracts were ginger 200, turmeric 400 and finger root 400 mg./kg, their P.V. were 4.48 ± 0.03 5.60 ± 0.02 5.82 ± 0.01 meq/kg., respectively. All samples also had A.V. lower than 0.6 in mg./g. The quality determination of fried palm oil, the P.V. of palm oil with ginger extract was lower than turmeric and finger root extract. For fried chips sensory testing by overall acceptance, they were accepted chips that fried in palm oil with ginger extract. The palm oil with herbal extracts had stored at least one year shelf life.

Keywords: Palm oil, herbal extract, peroxide value

บทนำ

ผลิตภัณฑ์อาหารทอดเป็นผลิตภัณฑ์กลุ่มใหญ่ที่วางจำหน่ายในท้องตลาด มีทั้งผู้ผลิตในระดับชุมชนหรืออุตสาหกรรมในครัวเรือนขนาดเล็กจนถึงผู้ผลิตในระดับอุตสาหกรรม แต่มักประสบกับปัญหาผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหืน (rancidity) ซึ่งมีสาเหตุสำคัญจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บสั้น เพราะเกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ต่อการบริโภค ผู้ผลิตต้องประสบกับปัญหาขาดทุนหากจำหน่ายสินค้าไม่หมดก่อนสินค้าจะเสื่อมสภาพ ถึงแม้ในน้ำมันพืชมีโทโคฟีรอลเป็นสารต้านออกซิเดชันโดยธรรมชาติอยู่แล้ว แต่ยังไม่สามารถกันหืนได้เพียงพอ ผู้ผลิตน้ำมันจึงเติมสารกันหืนสังเคราะห์ เช่น tert-butyl-4-hydroxyanisole (BHA), butylated hydroxytoluene (BHT) ขณะที่ผู้ผลิตอาหารทอดที่ต้องการยืดอายุการเก็บให้นานขึ้นก็ได้เติมสารเคมีสังเคราะห์อีกส่วนหนึ่งลงไปอีก การใช้สารเคมีกันหืนในปริมาณที่เกินกว่ากฎหมายกำหนดอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้ เนื่องจากมีรายงานความเป็นพิษของสารสังเคราะห์ว่าทำให้เซลล์ทำงานผิดปกติและกลายเป็นมะเร็งเมื่อได้รับสารสังเคราะห์อย่างต่อเนื่องในปริมาณที่มากเกินไป

การหืนเป็นปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของไขมันและน้ำมัน ทำให้เกิดกลิ่นผิดปกติ มีสมบัติทางกายภาพและทางเคมีเปลี่ยนไป สาเหตุหลักคือการเกิดกลิ่นหืนจากการเกิดออกซิเดชัน (oxidative rancidity) (Allen and Hamilton, 1994) ปฏิกิริยาออกซิเดชันจะเกิดที่พันธะคู่ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวกับออกซิเจนในอากาศ เป็น peroxide linkage ขึ้นระหว่างพันธะคู่ ซึ่งปฏิกิริยานี้จะเกิดเองแบบต่อเนื่องตลอดเวลาเมื่อน้ำมันสัมผัสกับอากาศ และเกิดสารโพลาร์ขึ้นจากการที่ไตรกลีเซอไรด์ซึ่งเป็นสารไม่มีขั้วที่มีอยู่ในน้ำมันถูกไฮโดรไลซิส ออกซิไดซ์ และโพลีเมอไรซ์ ถูกเปลี่ยนโครงสร้างไปเป็นสารประกอบที่เป็นอันตรายต่อร่างกาย การป้องกันกลิ่นหืนจึงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญมากในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อไม่ให้อาหารเกิดการเสื่อมเสียคุณภาพ การเติมสารต้านออกซิเดชันสามารถยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยสารนี้จะจับกับอนุมูลอิสระต่างๆทำให้อนุมูลอิสระเหล่านั้นไม่สามารถเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ ปฏิกิริยาจึงหยุดชะงัก เกิดเป็นสารที่มีความคงตัว (Branen et al., 1990) เพื่อให้อาหารทอดมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค กระทรวงสาธารณสุขจึงได้มีประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 283) พ.ศ. 2547 เรื่อง การกำหนดปริมาณสารโพลาร์ในน้ำมันที่ใช้ทอดหรือประกอบอาหารเพื่อจำหน่าย ให้มีปริมาณสารโพลาร์ได้ไม่เกินร้อยละ 25 ของน้ำหนัก หากผู้ผลิตหรือผู้ประกอบการที่ใช้ไขมันทอดอาหารที่มีค่าปริมาณสารโพลาร์เกินมาตรฐานกำหนด และจำหน่ายให้แก่ผู้บริโภคถือเป็นการจำหน่ายอาหารผิดมาตรฐาน

อาหารทอดเป็นอาหารยอดนิยมของไทย เนื่องจากให้เนื้อสัมผัสกรอบเป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภค และเป็นการปรุงอาหารที่ทำได้รวดเร็ว สุกง่าย เพราะน้ำมันเป็นตัวกลางที่ให้ความร้อนกับเนื้ออาหารได้ดีและมีอุณหภูมิสูง ปัจจุบันคนไทยบริโภคน้ำมันสูงถึงประมาณ 1,000 ลิตรต่อปี การบริโภคอาหารทอดจึงต้องมีมาตรฐานต่างๆเข้ามาควบคุมเพื่อสุขภาพของผู้บริโภค นอกจากมีประกาศกระทรวงสาธารณสุขแล้ว สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ได้กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) เพื่อควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารทอดที่ผลิตจากผู้ประกอบการในระดับวิสาหกิจชุมชนซึ่งมีอยู่ทุกภูมิภาคของประเทศ เช่น มผช. 1038/2554 ผักและผลไม้ทอดกรอบ มผช.107/2554 ข้าวเกรียบ มผช.29/2554 กำหนดให้อาหารดังกล่าว มีค่า เพอร์ออกไซด์ (Peroxide Value ; P.V.) ไม่เกิน 30 มิลลิกรัมสมมูลเพอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อกิโลกรัม นิตยา (2551) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีของน้ำมันที่ใช้ทอดอาหาร ได้แก่ น้ำมันปาล์ม น้ำมันรำข้าว และน้ำมันถั่วเหลือง โดยใช้แผ่นกล้วยฝานบางเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่ใช้ทอด พบว่าค่า P.V. ของน้ำมันมีการเปลี่ยนแปลงสูงสุดที่การทอด 15 ครั้ง โดยมีค่า P.V. 4.21 - 7.34 มิลลิกรัมสมมูลต่อน้ำมัน 1 กิโลกรัม (meq/kg) และมีปริมาณสารโพลาร์เพิ่มขึ้นตามจำนวนครั้งที่ใช้ในการทอด

ปัจจุบันนี้จึงมีการศึกษาวิจัยเพื่อลดการใช้สารกันหืนสังเคราะห์ลงโดยหันมาใช้สารจากธรรมชาติแทนสารสังเคราะห์ Jaswir and Che Man (1999) นักวิจัยของประเทศมาเลเซียซึ่งมีผลิตน้ำมันปาล์มเป็นอันดับต้นๆของโลก ได้ศึกษาการใช้สารต้านการเกิดออกซิเดชันจากธรรมชาติผสมในน้ำมันปาล์มโอลีนและทอดลองทอดมันฝรั่ง โดยทดลองผสมสารสกัดโอลีโอเรซิน (oleoresin) ของโรสแมรี่ (rosemary) เสง (sage) และกรดซิตริก ในน้ำมันปาล์มโอลีนที่วางจำหน่าย และนำมาใช้ทอดมันฝรั่ง ซึ่งผลการทดลองพบว่าสารสกัดจากโรสแมรี่ส่งผลให้การยอมรับผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ดีขึ้น ในขณะที่สารสกัดจากเสงส่งผลต่อลักษณะปรากฏและรสชาติ โดยสรุปคือสารสกัดจากโรสแมรี่และสารสกัดจากเสงส่งผลให้คะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดกรอบเพิ่มสูงขึ้น ผลการทดสอบถึงแม้ว่าสารสกัดจากโรสแมรี่และเสงสามารถใช้เป็นสารต้านออกซิเดชันได้และค่อนข้างทนต่ออุณหภูมิสูง แต่เมื่อใช้ทอดในระบต่อเนื่องประสิทธิภาพของน้ำมันลดลงจึงอาจแก้ไขด้วยการเพิ่มปริมาณของสารสกัดให้มากขึ้น และเมื่อทดสอบคุณภาพ น้ำมันที่ผ่านการทอดภายใน 5 วันพบว่าคุณภาพน้ำมันในวันที่ 5 มีค่า peroxide value และค่า free fatty acid เพิ่มขึ้น

พิชญ์ (2552) ได้ประเมินศักยภาพในการต้านออกซิเดชัน และหาปริมาณสารประกอบ ฟีนอลิกในพืชพื้นเมืองของไทยบางชนิด เพื่อใช้เป็นสารกันหืนในอาหาร เช่น ผักตบชวา ผักพื้นเมืองของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยนำผักตบชวาหั่นและบดให้ละเอียด สกัดด้วยตัวทำละลายคือเอทานอล จากนั้นระเหยตัวทำละลายออก และทำให้แห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (freeze dryer) พบว่าสารฟีนอลิกหลักในผักตบชวาคือคลอโรจีนิคแอซิด เมื่อนำมาทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกันหืนระหว่างสารสกัดผักตบชวากับวิตามินอี พบว่าสารสกัดจากผักตบชวาสามารถยับยั้งการหืนได้ดีกว่าวิตามินอี จึงแสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากผักตบชวามีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้เป็นสารต้านออกซิเดชันในอุตสาหกรรมอาหาร

พืชสมุนไพรไทยหลายชนิดประกอบด้วยสารกลุ่มฟีนอลิกซึ่งเป็นสารที่มีสมบัติในการต้านออกซิเดชัน และสามารถหาซื้อได้ง่ายในท้องตลาด เช่น ขิง ขมิ้น กระชาย ในขิงมีสารสำคัญที่มีสรรพคุณต่อร่างกายเป็นสารต้านเกิดแผลในกระเพาะอาหาร ลดการอักเสบ ช่วยขับลมในกระเพาะอาหารและลำไส้ และมีสารต้านออกซิเดชันซึ่งเป็นสารที่ให้ความเผ็ดในขิง คือจิงเจอร์อล (gingerol) และโชกาออล (shogaol) และ ขิงเจอรอล (zingeron) (นันทพร, 2548) ส่วนในขมิ้นมีส่วนประกอบที่เป็นสารต้านออกซิเดชัน คือสารกลุ่ม curcumin เช่น demethoxy curcumin, bisdemethoxy curcumin, diacetyl curcumin (Department of medical sciences, 1998) กระชายเหลืองเป็นสมุนไพรที่นิยมนำมาใช้ประกอบอาหารอีกชนิดหนึ่ง และมีสารที่มีสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชัน การศึกษาผลของตัวทำละลายต่อปริมาณสารประกอบกลุ่มฟีนอลิกและความสามารถในการต้านออกซิเดชันในกระชายเหลือง โดย ธนศักดิ์ และคณะ (2552) ชี้ให้เห็นว่าสมบัติในการเป็นสารต้านออกซิเดชันของพืชขึ้นอยู่กับปริมาณของสารประกอบกลุ่มฟีนอลิกที่มีในพืช ผลการสกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างกัน ได้แก่ อะซิโตน เอทานอล เมทานอล และน้ำ พบว่าสารสกัดอะซิโตน และสารสกัดเอทานอลร้อยละ 80 มีประสิทธิภาพในการต้านออกซิเดชันดีกว่าสกัดด้วยเมทานอลและน้ำ

เนื่องจากกรมวิทยาศาสตร์บริการมีนโยบายในการยกระดับคุณภาพผลิตภัณฑ์ของผู้ผลิตให้ได้รับการรับรองมาตรฐาน โดยได้ส่งเสริมให้ผู้ประกอบการให้สามารถพัฒนาศักยภาพและยกระดับผลิตภัณฑ์ ให้มีคุณภาพตามมาตรฐานและเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค คณะผู้วิจัยได้ลงพื้นที่สำรวจปัญหาและให้คำปรึกษาเชิงลึกแก่ผู้ประกอบการอาหารที่ผลิตอาหารทอดในหลายพื้นที่ พบปัญหาการเกิดกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บสั้น ซึ่งได้นำผลิตภัณฑ์ไปยื่นขอการรับรอง มพช. แล้วไม่ผ่าน และคณะผู้วิจัยได้รับการข้อมูลจากเจ้าหน้าที่ของสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัด พบว่าผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ของผู้ประกอบการมีค่า P.V. สูงเกินมาตรฐานกำหนด นอกจากนี้ยังมีผู้มาใช้บริการขอคำปรึกษาแนะนำ ณ กรมวิทยาศาสตร์บริการ ซึ่งผู้ผลิตอาหารทอดหลายรายก็ประสบปัญหาแบบเดียวกัน จึงมีแนวคิดในการวิจัยเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำมันพืชที่ใช้ทอดอาหารให้มีสมบัติในการป้องกันหรือชะลอการเกิดอนุมูลอิสระจากปฏิกิริยาออกซิเดชันซึ่งเป็นต้นเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดกลิ่นหืน โดยใช้สารสกัดจากธรรมชาติผสมในน้ำมันพืชในอัตราส่วนต่างๆที่เหมาะสมก่อนนำมาใช้ทอดอาหาร พืชสมุนไพรพื้นบ้านของไทยที่นิยมใช้เป็นส่วนประกอบในอาหาร โดยเฉพาะ ขิง ขมิ้น และกระชาย ซึ่งมีสารกลุ่มฟีนอลิกซึ่งเป็นสารที่มีสมบัติในการต้านออกซิเดชันได้

การศึกษานี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อเป็นทางเลือกในการแก้ปัญหาหลักคือการเกิดกลิ่นหืนในอาหาร โดยการพัฒนาคุณภาพน้ำมันผสมสารต้านอนุมูลอิสระจากสมุนไพรให้สามารถป้องกันหรือชะลอการเกิดออกซิเดชันในผลิตภัณฑ์อาหารทอด ซึ่งน้ำมันปาล์มเป็นน้ำมันที่นิยมใช้ทอดอาหารเนื่องจากสามารถทนความร้อน และทนต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีได้ดี และเป็นน้ำมันที่มีราคาต่ำกว่าน้ำมันพืชชนิดอื่น และยังเป็นน้ำมันพืชที่ปลอดจากสารตัดแต่งพันธุกรรม (นิธยา, 2548) โดยใช้สารจากพืชสมุนไพรไทย 3 ชนิด คือ ขิง ขมิ้น และกระชาย นำมาผสมในน้ำมันปาล์ม เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำมันให้สามารถยับยั้งหรือชะลอการเกิดกลิ่นหืนโดยใช้สารธรรมชาติจากพืชดังกล่าว นอกจากจะสามารถแก้ปัญหาการเสื่อมเสียจากการหืนของอาหารทอด ยังช่วยลดการสูญเสียทางเศรษฐกิจ เพิ่มมูลค่าให้กับวัตถุดิบทางการเกษตร และช่วยยืดอายุการเก็บของอาหารทอดได้นานขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาคุณภาพน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดสมุนไพรให้สามารถป้องกันหรือชะลอการเกิดออกซิเดชันในผลิตภัณฑ์อาหารทอด ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดกลิ่นหืนในอาหารทอด

ระเบียบวิธีวิจัย

1. การคัดเลือกพืชสมุนไพรเพื่อใช้เป็นสารต้านออกซิเดชัน

1.1 คัดเลือกสมุนไพรมาศึกษาสมบัติในการป้องกันหรือชะลอการเกิดอนุมูลอิสระจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน และศึกษาสมบัติในการป้องกันหรือชะลอการเกิดอนุมูลอิสระจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยคัดเลือกซึ่งที่มีอายุการเก็บเกี่ยวที่ 11 เดือน ขม้นอายุการเก็บ 10 เดือน และกระชายอายุการเก็บ 11 เดือน

1.2 ศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม โดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu colorimetric วัดปริมาณสารฟีนอลิกด้วยเครื่อง spectrophotometer ใช้สารมาตรฐานกรดแกลลิกที่ความเข้มข้น 25, 50, 75, 100 และ 125 µg/ml ในน้ำกลั่น และใช้สารสกัดจากสมุนไพรคือ ขิง ขม้น และกระชาย นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 nm ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ บันทึกผลที่ได้

1.3 ศึกษาประสิทธิภาพของการยับยั้งอนุมูลอิสระ (DPPH free radical scavenging activity) โดยใช้เครื่อง spectrophotometer โดยใช้สารละลาย DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) ที่ระดับความเข้มข้น 5 mM ใน absolute ethanol และใช้สารสกัดจากสมุนไพรคือ ขิง ขม้น และกระชาย วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 518 nm ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ บันทึกผลที่ได้ และคำนวณหา % inhibition เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการยับยั้งอนุมูลอิสระ

1.4 ศึกษาสารสำคัญในสารสกัดจากสมุนไพร คือ ขิง ขม้น และกระชาย โดยเตรียมตัวอย่างสารสกัด ขิง ขม้น และกระชายในเอทานอล 95% และเตรียมสารมาตรฐานในเอทานอล นำมาวิเคราะห์สารสำคัญด้วยเครื่อง Gas chromatography (GC) โดยใช้คอลัมน์ DB-5ms และ FID Detector ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ บันทึกผลที่ได้

2. การผลิตน้ำมันปาล์มผสมสารต้านออกซิเดชันจากสมุนไพร

2.1 การเตรียมตัวอย่างสมุนไพร คือ ขิง ขม้น และกระชาย อย่างละ 1 กิโลกรัม ทำความสะอาด แล้วหั่นให้เป็นแผ่นบาง นำเข้าสู่อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง และบดเป็นผงด้วยเครื่องปั่น จากนั้นเก็บใส่ถุงอลูมิเนียมฟอยด์ปิดสนิท

2.2 การผสมสมุนไพรลงในน้ำมันปาล์ม เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้สมุนไพรผสมในน้ำมันปาล์ม เนื่องจากเป็นวิธีการที่สะดวกต่อการนำไปใช้ของผู้ประกอบการอาหารทอดในระดับชุมชน โดยใช้สมุนไพรผงบดแห้งจากข้อ 2.1 ซึ่งสมุนไพรปริมาณ ร้อยละ 2 4 และ 6 ใส่ลงในขวดแก้วที่บรรจุน้ำมันปาล์มปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วปิดฝาสนิท ทำการเขย่าทุกวันๆละ ทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง จนครบกำหนด 5 วัน จากนั้นกรองน้ำมันด้วยผ้าขาวบางและกระดาษกรองเบอร์ 113 เสร็จแล้วบรรจุในขวดแก้วปิดสนิท

2.3 การผสมสารสกัดจากสมุนไพรในน้ำมันปาล์ม โดยการสกัดด้วยเอทานอล ด้วยการนำสมุนไพรจากข้อ 2.1 สกัดด้วยเอทานอล 95 % ปริมาตร 600 มิลลิลิตร (3:1) ในขวดแก้วปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร แช่ทิ้งไว้ 5 วัน เขย่าทุกวันๆละ 2 ครั้ง จากนั้นนำสมุนไพรที่แช่ด้วยตัวทำละลายมากรองและระเหยด้วยเครื่อง Vacuum rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และนำสารสกัดที่ได้ในปริมาณ 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของสมุนไพร ผสมในน้ำมันปาล์มปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วปิดฝาสนิท ทำการเขย่าทุกวันๆละ ทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง จนครบกำหนด 5 วัน จากนั้นกรองน้ำมันปาล์มผสมสมุนไพรด้วยผ้าขาวบางและกระดาษกรองเบอร์ 113 เสร็จแล้วบรรจุในขวดแก้วปิดสนิท

3. การศึกษาผลของสารต้านออกซิเดชันต่อคุณภาพน้ำมันที่ยังไม่ผ่านการทอด

ศึกษาผลของสารต้านออกซิเดชันจากสมุนไพรต่อคุณภาพน้ำมันปาล์มเปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำมันปาล์มที่ไม่ผสมสารต้านออกซิเดชันจากสมุนไพร วิเคราะห์คุณภาพที่สำคัญของน้ำมันผสมสารสกัด ได้แก่ ค่า Peroxide value (P.V.) และ ค่า Acid value (A.V)

3.1 วิเคราะห์ค่า Peroxide value (P.V.) ตามวิธี AOCS official method Cd 8b-90 (2011) โดยนำตัวอย่างน้ำมันที่ผสมสมุนไพรที่ความเข้มข้นทั้ง 3 ระดับ ซึ่งน้ำหนักให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน เติมน้ำทำละลายผสมของสารละลายไอโซออกเทนและกรดอะซิติก (4/6 V/V) ลงไป จากนั้นเติมน้ำละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์และน้ำกลั่น แล้วไตเตรตสารละลายด้วยสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต โดยใช้น้ำแบ่งเป็นอินดิเคเตอร์ สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารละลายจากสีเหลืองเป็นสีน้ำเงินอมเทาหรือเห็นเป็นไม่มีสีหรือสีธรรมชาติของน้ำมัน บันทึกผลการทดลอง

3.2 วิเคราะห์ค่า Acid value (A.V) ตามวิธี AOCS official method Cd 3d-63 (2009) โดยชั่งน้ำหนักตัวอย่างน้ำมันที่ผสมสารสกัดจากสมุนไพรให้น้ำหนักที่แน่นอน เติมน้ำละลาย 95 % เอทานอล 50 มิลลิลิตร เขย่าให้สารตัวอย่างผสม

เข้าด้วยกัน แล้วไตเตรตสารละลายด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.25 M โดยใช้สารละลาย 0.1 % ฟีนอลทาไลน์เป็นอินดิเคเตอร์ สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารละลายจากสีเหลืองเป็นสีชมพู บันทึกผลการทดลอง

4. การศึกษาผลของสารต้านออกซิเดชันต่อคุณภาพน้ำมันที่ผ่านการทอด

ศึกษาคุณภาพน้ำมันผสมสมุนไพรเปรียบเทียบกับน้ำมันไม่ผสมสมุนไพร (ตัวอย่างควบคุม) โดยใช้น้ำมันสูตรทดลองที่ผ่านการคัดเลือกจากวิธีผสมสมุนไพรลงในน้ำมัน และวิธีผสมสารสกัดจากสมุนไพรในน้ำมัน ศึกษาคุณภาพน้ำมันที่ยังไม่ผ่านการทอดเปรียบเทียบกับน้ำมันที่ผ่านการทอด โดยใช้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นตัวแทนของอาหารทอดคือ ข้าวเกรียบดิบ นำไปชั่งน้ำหนัก 200 กรัม ทอดในน้ำมัน 1,000 มิลลิลิตร ควบคุมสภาวะการทอดที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นาน 20 วินาที และนำน้ำมันที่ผ่านการทอดมาวิเคราะห์คุณลักษณะทั่วไป ค่า P.V. และ ค่า A.V.

5. การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

นำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบที่ผ่านการทอดในน้ำมันปาล์มจากสมุนไพร ทดสอบการยอมรับ โดยใช้ผู้ทดสอบ จำนวน 30 คน ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ด้านสี กลิ่น ลักษณะปรากฏ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม โดยการให้คะแนนความชอบ 1-9 (9-point hedonic scale) และนำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ผลเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

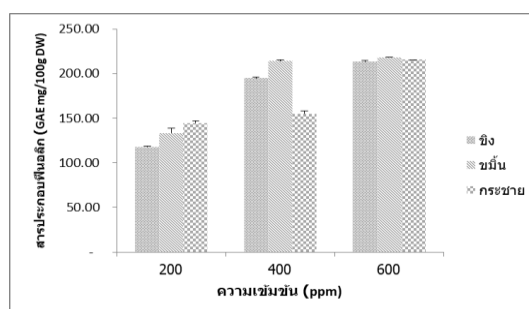
6. การศึกษาอายุการเก็บของน้ำมันผสมสมุนไพร

ศึกษาอายุการเก็บของน้ำมันผสมสมุนไพรจากสูตรที่คัดเลือก ติดตามการเปลี่ยนแปลงของ ค่า P.V. และ ค่า A.V. ในน้ำมันทุก 15 วัน (รวม 360 วัน) เปรียบเทียบกับน้ำมันที่ไม่ผสมสมุนไพร น้ำมันปาล์มผสมสมุนไพร ทั้ง 2 วิธี คือ วิธีผสมสมุนไพรลงในน้ำมัน และวิธีผสมสารสกัดสมุนไพรในน้ำมัน โดยเก็บไว้ในขวดแก้วปิดสนิท ที่อุณหภูมิห้อง (35 ± 2 องศาเซลเซียส)

ผลการวิจัย

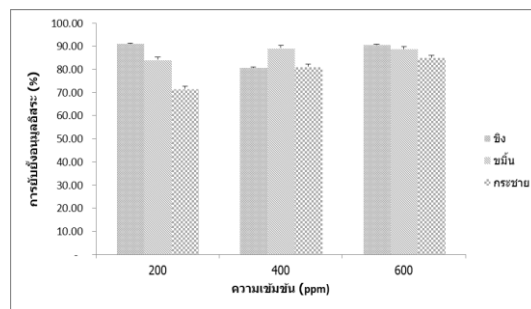
1. การคัดเลือกพืชสมุนไพรเพื่อใช้เป็นสารต้านออกซิเดชัน

การศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของสมุนไพรที่เลือกใช้ในการทดลองนี้ คือ ขิง ขมิ้น และกระชาย โดยการสกัดด้วยเอทานอล 95 % จำนวน 3 ความเข้มข้นที่ 200, 400 และ 600 mg/kg โดยวิธี Folin - Ciocalteu colorimetric ทำการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของขิง คือ 117.27 ± 0.58 , 194.71 ± 0.63 และ 213.78 ± 0.63 GAE mg/100g DW ส่วนปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของขมิ้น คือ 134.53 ± 0.68 , 157.95 ± 0.58 และ 215.07 ± 0.34 GAE mg/100g DW และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของกระชาย คือ 136.25 ± 0.68 , 214.01 ± 0.50 และ 239.78 ± 0.21 GAE mg/100g DW ดังภาพที่ 1 แสดงให้เห็นว่าเมื่อความเข้มข้นของสารสกัดมากขึ้นส่งผลให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 1 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของสารสกัดจากสมุนไพร

การศึกษาประสิทธิภาพของการยับยั้งอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH free radical scavenging activity ทำการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ผลการศึกษาสารสกัดจากสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด ที่ความเข้มข้น 3 ระดับ คือ 200, 400 และ 600 mg/kg พบว่าประสิทธิภาพของการยับยั้งอนุมูลอิสระของขิง คือ 91.21 ± 0.17 , 80.85 ± 0.26 และ 90.66 ± 0.26 % ส่วนประสิทธิภาพของการยับยั้งอนุมูลอิสระของขมิ้น คือ 71.60 ± 0.08 , 81.22 ± 0.43 และ 85.01 ± 0.10 % และประสิทธิภาพของการยับยั้งอนุมูลอิสระของกระชาย คือ 84.52 ± 0.41 , 89.27 ± 0.11 และ 88.90 ± 0.67 % ดังภาพที่ 2 ซึ่งสารสกัดจากขิงมีประสิทธิภาพในการยับยั้งอนุมูลอิสระได้ดี ที่ความเข้มข้น 200 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับสารสกัดจากขมิ้นและกระชายเมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้นทำให้ประสิทธิภาพของการยับยั้งอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 2 การยับยั้งอนุมูลอิสระของสารสกัดจากสมุนไพร

ผลการวิเคราะห์สารสำคัญด้วยเครื่อง Gas Chromatography (GC) พบว่าสารสกัดจากขิงประกอบด้วย 6-gingerol และ 6-shogaol สารสกัดจากขมิ้น ประกอบด้วย curcumin สารสกัดจากกระชายประกอบด้วย dimethoxyflavone ซึ่งเป็นสารฟีนอลิกสำคัญที่มีในสมุนไพรแต่ละชนิด และส่งผลให้สมุนไพรมีประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านออกซิเดชัน ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของสารสกัดจากขิงมีน้อยกว่าขมิ้นและกระชาย แต่การยับยั้งอนุมูลอิสระหรือความสามารถในการต้านออกซิเดชันของสารสกัดจากขิงมีประสิทธิภาพสูงกว่าขมิ้นและกระชาย และความสามารถในการทำหน้าที่เป็นสารต้านออกซิเดชันของสมุนไพรไม่ได้เพิ่มขึ้นตามปริมาณของสารเสมอไปโดยเฉพาะขิง แต่สำหรับขมิ้นและกระชายมีความสามารถในการต้านออกซิเดชันเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณสารเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับนิยา (2548) ที่ระบุว่าความสามารถในการทำหน้าที่ของสารต้านออกซิเดชันมีความแปรผันมาก สารบางชนิดทำหน้าที่ได้ดีเมื่อมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น หรือบางชนิดใช้ได้ดีที่บางความเข้มข้นเท่านั้น

2. การศึกษาผลของสารต้านออกซิเดชันต่อคุณภาพน้ำมันที่ยังไม่ผ่านการทอด

การศึกษาผลของสารต้านออกซิเดชันต่อคุณภาพน้ำมันที่ยังไม่ผ่านการทอด โดยวิเคราะห์ ค่า P.V. และ ค่า A.V. ทดลองซ้ำ 3 ครั้ง และนำผลทดลองมาวิเคราะห์สถิติเปรียบเทียบผลในการผลิตน้ำมันปาล์มผสมสมุนไพร และน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากสมุนไพร เพื่อคัดเลือกสูตรทดลองที่มีค่า P.V. และ A.V. น้อยที่สุด ซึ่งผลการทดลองที่ได้ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่า P.V. และ A.V. ในน้ำมันปาล์มที่ผสมสมุนไพร

ชนิดของสมุนไพร		สมุนไพร (%)			สารสกัดจากสมุนไพร (mg/kg)		
		2	4	6	200	400	600
ขิง	P.V.	5.50±0.22	6.82±0.05	6.54±0.22	4.48±0.03	5.80±0.03	4.76±0.22
	A.V.	0.13±0.02	0.22±0.03	0.24±0.03	0.34±0.03	0.32±0.03	0.32±0.22
ขมิ้น	P.V.	6.43±0.05	6.20±0.04	6.51±0.33	5.89±0.05	5.60±0.02	5.70±0.01
	A.V.	0.11±0.03	0.11±0.01	0.11±0.01	0.20±0.01	0.02±0.03	0.02±0.02
กระชาย	P.V.	6.18±0.08	6.91±0.06	6.48±0.07	6.72±0.01	5.82±0.01	6.85±0.01
	A.V.	0.41±0.01	0.39±0.02	0.41±0.01	0.41±0.04	0.39±0.05	0.41±0.01

จากการวิเคราะห์พบว่าค่า P.V. ของตัวอย่างควบคุม (น้ำมันปาล์มที่ไม่ผสมสมุนไพร) มีค่าเท่ากับ 6.91±0.04 meq/kg จากข้อมูลตารางที่ 1 การต้านออกซิเดชันโดยวิธีผสมสมุนไพรลงในน้ำมัน พบว่าสมุนไพรผงสามารถลดค่า P.V. ของน้ำมันลงได้มากกว่าตัวอย่างควบคุม ยกเว้นกระชายผง 4% ที่มีค่า P.V. เท่ากับตัวอย่างควบคุม โดยน้ำมันปาล์มผสมสมุนไพรจากขิงมีค่าน้อยกว่าขมิ้นและกระชายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับค่า A.V. ในตารางที่ 1 พบว่าน้ำมันปาล์มผสมสมุนไพรจากขมิ้นมีค่าน้อยกว่าขิงและกระชายในทุกระดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับผลของสารต้านออกซิเดชันต่อคุณภาพน้ำมันปาล์มโดยใช้วิธีผสมสารสกัดสมุนไพรในน้ำมัน ในตารางที่ 1 พบว่าค่า P.V. ของน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากขิงมีค่าน้อยกว่าขมิ้นและกระชาย ยกเว้นขิงที่ 400 mg/kg มีค่า P.V. มากกว่า

ไขมันและกระชายบางระดับความเข้มข้น ส่วนค่า A.V. น้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากขมิ้นมีค่าน้อยกว่าขิงและกระชายในทุก ระดับความเข้มข้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการทดลองผลิตน้ำมันปาล์มผสมสมุนไพร ทั้ง 2 วิธี จะคัดเลือกสูตรสมุนไพรแต่ละชนิดที่สามารถลดค่า P.V. ของน้ำมันได้มากที่สุดและให้ค่า A.V. ไม่เกินตามที่กำหนดในมาตรฐาน โดยการผลิตด้วยวิธีผสมสมุนไพรลงในน้ำมัน ได้สูตรที่ คัดเลือกคือ น้ำมันปาล์มผสมขิงผง 2 % ไขมันผง 4 % และกระชาย 2 % ตามลำดับ ส่วนการผลิตด้วยวิธีผสมสารสกัดจาก สมุนไพรในน้ำมัน ได้สูตรที่คัดเลือกคือ น้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากขิง 200 mg/kg ไขมัน 400 mg/kg และกระชาย 400 mg/kg ซึ่งน้ำมันปาล์มผสมสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด สามารถลดค่า P.V. ของน้ำมันปาล์มลงได้มากกว่าตัวอย่างควบคุม (น้ำมันที่ไม่ ผสมสมุนไพร) และมีค่า P.V. น้อยกว่า 10 meq/kg และมีค่า A.V. น้อยกว่า 0.6 mg/g ซึ่งเป็นค่าสูงสุดของน้ำมันปาล์ม บริโภคตามมาตรฐานของน้ำมันปาล์มตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข พ.ศ.2543 และ มอก.288-2561

4. การศึกษาผลของสารต้านออกซิเดชันต่อคุณภาพน้ำมันที่ผ่านการทอด

จากการทดลองผลิตน้ำมันปาล์มผสมสมุนไพรและคัดเลือกสูตรที่ได้ในข้อ 2 นำตัวอย่างน้ำมันปาล์มที่ผสมสมุนไพร ที่คัดเลือกมาทดลองใช้ทอดอาหาร โดยใช้ข้าวเกรียบเป็นตัวแทนของอาหารทอด ใช้สภาวะการทอดที่อุณหภูมิ 150 องศา เซลเซียส นาน 20 วินาที ปริมาณการทอดต่อครั้ง ใช้ข้าวเกรียบ 200 กรัม ต่อน้ำมันปาล์มตัวอย่าง 1,000 มิลลิลิตร และนำ น้ำมันปาล์มที่ผ่านการทอดเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม (น้ำมันที่ไม่ผสมสมุนไพร) โดยวิเคราะห์ค่า P.V. และ A.V. ทดลอง ซ้ำ 3 ครั้ง ผลวิเคราะห์ที่ได้ตามตารางที่ 2 ส่วนข้าวเกรียบที่ทอดเก็บตัวอย่างบรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยด์ที่ปิดสนิทเพื่อทำการ ทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อไป

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่า P.V. และ A.V. ในน้ำมันปาล์มก่อนทอดและหลังทอด

ตัวอย่าง	P.V. (meq/kg)		A.V. (mg/g)	
	ก่อนทอด	หลังทอด	ก่อนทอด	หลังทอด
น้ำมันปาล์มที่ไม่ผสมสมุนไพร (ชุดควบคุม)	6.91±0.01	8.63±0.09	0.26±0.02	0.29±0.02
น้ำมันปาล์มผสมขิงผง 2 %	5.50±0.22	9.69±0.07	0.13±0.02	0.26±0.02
น้ำมันปาล์มผสมไขมันผง 4 %	6.20±0.04	10.13±0.05	0.11±0.01	0.15±0.01
น้ำมันปาล์มผสมกระชายผง 2 %	6.18±0.08	10.86±0.03	0.37±0.01	0.26±0.02
น้ำมันปาล์มผสมสารสกัดขิง 200 mg/kg	4.48±0.03	6.56±0.06	0.34±0.03	0.21±0.02
น้ำมันปาล์มผสมสารสกัดขมิ้น 400 mg/kg	5.60±0.02	9.30±0.03	0.20±0.05	0.23±0.01
น้ำมันปาล์มผสมสารสกัดกระชาย 400 mg/kg	5.82±0.01	10.38±0.02	0.39±0.01	0.21±0.02

ผลการทดลองตามตารางที่ 2 พบว่าน้ำมันก่อนทอดทุกสูตรที่ผสมสารต้านออกซิเดชันมีค่า P.V. และค่า A.V. น้อย กว่าน้ำมันที่ไม่ผสมสมุนไพร แต่หลังจากผ่านการทอดแล้ว น้ำมันปาล์มผสมสารสกัดขิงที่ระดับ 200 mg/kg มีค่า P.V. น้อย กว่าทุกตัวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการวิเคราะห์ พบว่าน้ำมันผ่านการทอดข้าวเกรียบแล้ว ส่งผลให้ค่า P.V. ของน้ำมันปาล์มผสมสมุนไพรเพิ่มขึ้น โดยน้ำมันที่ผสมสารสกัดจากสมุนไพรจากขิงสามารถลดค่า P.V. ได้ดีกว่าไขมันและกระชาย และมีค่า P.V. น้อยกว่าตัวอย่าง ควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และมีค่าไม่เกิน 10 meq/kg ตาม และค่า A.V. น้อยกว่า 0.6 mg/g ตามที่กำหนดไว้ใน มอก.288/2561 และตามคุณลักษณะของน้ำมันปาล์มสำหรับบริโภคตามมาตรฐานของน้ำมันปาล์ม ในประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 205 พ.ศ.2543

5. การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารทอด โดยเลือกใช้ข้าวเกรียบทอดในน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากขิง 200 ขมิ้น 200 และกระชาย 400 mg/kg โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบในด้านสี กลิ่น ลักษณะปรากฏ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม โดยการให้คะแนนความชอบ 1-9 (9-point hedonic scale) และนำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์ผลเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's multiple range test การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ใช้ผลิตภัณฑ์ทดสอบจำนวน 4 ตัวอย่าง ให้ผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ (n=30)

ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ	สี	กลิ่น	ลักษณะปรากฏ	ลักษณะเนื้อสัมผัส	การยอมรับโดยรวม
น้ำมันปาล์มที่ไม่ผสมสมุนไพร (ชุดควบคุม)	5.93±2.00 ^a	5.68±1.79 ^a	5.96±1.77 ^{ab}	6.36±1.70 ^{abc}	6.29±1.46 ^{ab}
น้ำมันปาล์มผสมสารสกัดขิง 200 mg/kg	6.82±1.36 ^b	6.43±1.50 ^a	6.79±1.23 ^d	7.43±1.00 ^{abc}	7.00±1.25 ^b
น้ำมันปาล์มผสมสารสกัดขมิ้น 400 mg/kg	6.43±1.97 ^{ab}	6.21±1.57 ^a	6.29±1.58 ^{abcd}	6.68±1.31 ^{abcd}	6.46±1.55 ^{ab}
น้ำมันปาล์มผสมสารสกัดกระชาย 400 mg/kg	6.11±1.97 ^{ab}	6.25±1.71 ^a	6.00±2.00 ^{abcd}	6.29±1.96 ^{ab}	6.25±1.73 ^{ab}

หมายเหตุ (a-c) คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละชุดในแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (p<0.05)

6. การศึกษาอายุการเก็บของน้ำมันผสมสมุนไพร

ศึกษาอายุการเก็บของน้ำมันผสมสมุนไพร โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่า P.V. ในน้ำมันทุก 15 วัน จากน้ำมันปาล์มผสมสมุนไพร ทั้ง 2 วิธี คือ วิธีผสมสมุนไพรลงในน้ำมัน และวิธีผสมสารสกัดสมุนไพรในน้ำมัน โดยเก็บไว้ในขวดแก้วปิดสนิท ที่อุณหภูมิห้อง (35 ± 2 องศาเซลเซียส)

ผลการทดลองอายุการเก็บของน้ำมันผสมสมุนไพรโดยวิธีผสมสมุนไพรลงในน้ำมัน สามารถเรียงลำดับค่า P.V. จากน้อยไปมากดังนี้ คือ น้ำมันผสมขมิ้นผง น้ำมันผสมขิงผง น้ำมันผสมกระชายผง และน้ำมันที่ไม่ผสมสมุนไพร สำหรับน้ำมันผสมสมุนไพรโดยวิธีผสมสารสกัดสมุนไพรในน้ำมัน มีค่า P.V. จากน้อยไปมากดังนี้ คือน้ำมันผสมสารสกัดจากขิง น้ำมันผสมสารสกัดจากขมิ้น น้ำมันผสมสารสกัดจากกระชาย และน้ำมันที่ไม่ผสมสารสกัด น้ำมันสูตรทดลองมีอายุการเก็บได้นานไม่น้อยกว่า 1 ปี เนื่องจากยังคงมีค่า P.V. น้อยกว่า 10 meq/kg ซึ่งเป็นค่าสูงสุดของน้ำมันปาล์มบริโภคตาม มอก.288/2561

สรุปและอภิปรายผล

การพัฒนาคุณภาพน้ำมันปาล์มโดยผสมสารต้านการเกิดออกซิเดชันที่มีในสมุนไพรขิงและสารสกัดจากสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด คือ ขิง ขมิ้น และกระชาย มีความสามารถในการทำหน้าที่ของสารต้านออกซิเดชัน ซึ่งขมิ้นและกระชายทำหน้าที่เป็นสารต้านออกซิเดชันได้ดีเมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้น แต่การทำหน้าที่ของสารต้านออกซิเดชันของขิง ไม่ได้ขึ้นกับความเข้มข้นเหมือนขมิ้นและกระชาย สอดคล้องกับนิธิยา (2548) ที่ระบุว่าความสามารถในการทำหน้าที่ของสารต้านออกซิเดชันจากพืชสมุนไพรมีความแปรผันมาก ไม่ได้มีความสามารถเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของสารเสมอไป

จากการทดลองน้ำมันปาล์มผสมสมุนไพรผงได้สูตรที่คัดเลือกคือ น้ำมันปาล์มผสมขิงผง 2 % ขมิ้นผง 4 % และกระชายผง 2 % ตามลำดับ ส่วนน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากสมุนไพร ได้สูตรที่คัดเลือก คือ น้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากขิง 200 ขมิ้น 400 และกระชาย 400 mg/kg ซึ่งสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด มีความสามารถในการทำหน้าที่เป็นสารต้านออกซิเดชันเนื่องจากสามารถลดค่า P.V. ของน้ำมันปาล์มลงได้มากกว่าตัวอย่างน้ำมันควบคุม และมีค่า P.V. น้อยกว่า 10 meq/kg และมีค่า A.V. น้อยกว่า 0.6 mg/g ซึ่งเป็นค่าสูงสุดของน้ำมันปาล์มบริโภคตามมาตรฐานของน้ำมันปาล์มตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 205 พ.ศ.2543 และ มอก.288-2561 เมื่อทดสอบคุณภาพของน้ำมันที่ผ่านการทอด พบว่าน้ำมันผสมสารสกัดจากขิงสามารถลดค่า P.V. ได้ดีกว่าขมิ้นและกระชาย

การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส จากผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบทอดในน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากขิง 200 ขม้น 200 และกระชาย 400 mg/kg โดยใช้ผู้ทดสอบ จำนวน 30 คน ซึ่งผู้ทดสอบให้การยอมรับข้าวเกรียบทอดในน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากขิง ด้านสี กลิ่น ลักษณะปรากฏ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม มีคะแนนมากกว่าข้าวเกรียบทอดในน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากขมิ้นและกระชาย ทั้งนี้ผลการทดสอบการยอมรับดังกล่าวสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ค่า P.V. และ A.V. ซึ่งน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากขิงมีค่าน้อยกว่าขมิ้นและกระชาย เนื่องจากค่า P.V. มาก แสดงว่าน้ำมันเกิดการหืนมากทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ

การศึกษาอายุการเก็บน้ำมันผสมสารสกัดสูตรทดลองมีอายุการเก็บไม่น้อยกว่า 1 ปี เนื่องจากยังไม่เกิดกลิ่นหืนและยังมีค่า P.V. น้อยกว่า 10 meq/kg องค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยนี้ผู้ประกอบการอาหาร สามารถนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อลดการเกิดกลิ่นหืนในอาหารทอด และเป็นแนวทางใช้ในการพัฒนาคุณภาพน้ำมันสำหรับการทอดอาหารต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสารสกัดจากสมุนไพรที่ใช้เป็นส่วนประกอบของน้ำมันสูตรทดลองสามารถยับยั้งอนุมูลอิสระหรือต้านการเกิดออกซิเดชันได้ทั้งขิง ขมิ้น และกระชาย เนื่องจากน้ำมันสูตรทดลองสามารถลดค่า P.V. และ A.V. ซึ่งเป็นดัชนีบ่งชี้ที่สำคัญของการเกิดกลิ่นหืนของน้ำมันทอดได้ แต่การนำผลการวิจัยมาใช้ในภาคการผลิต ต้องศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคในรายผลิตภัณฑ์ เพราะกลิ่นและสีของสมุนไพรอาจมีผลต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคถึงแม้ว่าน้ำมันผสมสารสกัดจากสมุนไพรสูตรนั้นจะมีประสิทธิภาพในการลดการเกิดกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์ได้ดี ขณะเดียวกันกลิ่นรสเฉพาะของสมุนไพรก็ส่งผลต่อการยอมรับบางผลิตภัณฑ์ได้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

- กฤติกา นรจิตร์. (2548). *คุณสมบัติของสารสกัดจากพืชวงศ์ขิง: อิทธิพลของวิธีการสกัดต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียและการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. กรุงเทพฯ
- ธนศักดิ์ แซ่เลี้ยว, ศศิธร จันทนวรารุณ และวรรณิ จิราภรณ์กุล. (2552). ผลของตัวทำละลายต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและความสามารถต้านออกซิเดชันของกระชายเหลือง (*Boesenbergia pandurata*) ใน *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46* (น. 538-545). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ:
- นันทพร สุขกระจ่าง . (2548). *การแปรรูปและการใช้ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ขิงผงที่มีกิจกรรมของเอนไซม์โปรติเอส*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.
- นิธิยา รัตนพานนท์. (2548). *วิทยาศาสตร์การอาหารของไขมันและน้ำมัน*. โอ.เอส.พรินติ้งเฮาส์. กรุงเทพฯ.
- นิตยา นิมิตรพรสุโข. (2551). *การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีของน้ำมันทอดซ้ำที่ใช้ในการทอดแผ่นกล้วยผ่านบาง*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยมหิดล. กรุงเทพฯ
- พิชญ์ธร ไหมสุทธิสกุล. 2548. การสกัดและการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในสมุนไพรและผักพื้นบ้านของไทยบางชนิด. มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2528). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม (มอก.288-2521)* (พิมพ์ครั้งที่2). โรงพิมพ์สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ
- ศิรินุช ทองฤทธิ์. (2552). *การคัดเลือกและการใช้สมุนไพร/เครื่องเทศเป็นสารต้านออกซิเดชันในน้ำมันทอด* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.
- Association of Official Chemists (AOCS). (1997). Official method of analysis of Association of Official Analytical Chemists. *AOCS official method Cd 8b-90*. 5th ed. USA.
- Association of Official Chemists (AOCS). (2009). Official method of analysis of Association of Official Analytical Chemists. *AOCS official method Cd 3d-63*. 5th ed. USA.
- Aruoma, O.I., Spencer, J.P.E., Warren, D., Jenner, P., Butler, J. and Halliwell, (1997). Characterization of food antioxidants, illustrate using commercial garlic and ginger preparation. *Food Chem.* 60, 149-156.
- Department of medical sciences. Ministry of public health. (1998). *Thai herbal pharmacopoeia*. 1, 38-44.
- Irwindi Jaswir and Yaakob B.Che Man. (1999). Use optimization of natural antioxidants in refined, bleached, and deodorized palm olein during repeated deep-fat frying using response surface methodology. *JAOCS*. 76(3), 341-348.

- J.C. Allen and R.J. Hamilton. (1994). *Rancidity in foods* (3 rd ed). London: Blackie academic & professional.
- Mendes, L. (2008). *Method and formulation for enhancing life of edible oil*. US 2008/0311268 A1
- Y.B. Che Man and C.P. Tan.1999. Effects of natural and synthetic antioxidants on changes in refined, bleached, and deodorized palm olein during deep-fat frying of potato chips. *JAOCs*. 76(3), 331-339.