วารสารวิทยาศาสตร์ปรีดียาธร

PRIDIYATHORN SCIENCE JOURNAL

ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2565
Vol.1 No.1 January - June 2022

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์

วารสารวิทยาศาสตร์ปรีดียาธร

Pridiyathorn Science Journal

ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2565

วารสารวิทยาศาสตร์ปรีดียาธร รับพิจารณาตีพิมพ์ผลงานทางวิชาการประเภท บทความวิจัย บทความวิชาการ ทั้งนี้บทความต้องไม่เคยตีพิมพ์ในวารสารอื่นใดมาก่อนนับจากวันที่ผู้เขียนได้ส่งบทความต้นฉบับนี้มายังกองบรรณาธิการ

วัตถุประสงค์ การจัดทำวารสารวิชาการคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ถือเป็นภารกิจสำคัญของคณะในการส่งเสริมให้บุคลากรทั้งภายในและภายนอกหน่วยงานได้เผยแพร่ผลงานวิชาการสู่หน่วยงานภายนอกและความก้าวหน้าทางวิชาการในสาขาต่างๆของคณะ และยังเป็นการสร้างเครือข่ายเผยแพร่ข้อมูลทางวิชาการ ตลอดจนถ่ายทอดเทคโนโลยี ผลงานทางวิชาการในรูปแบบสื่อออนไลน์ โดยรับพิจารณาตีพิมพ์บทความวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยนำเสนอเป็นบทความวิชาการหรือบทความวิจัยที่เป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ และกำหนดตีพิมพ์ปีละ 2 ฉบับ (มกราคม-มิถุนายน และ กรกฎาคม-ธันวาคม)

สำนักงาน กองบรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์ปรีดียาธร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ อำเภอเมือง จังหวัดนราธิวาส 96000
โทร. 0-99-4169355 https://www2.st.pnu.ac.th/journal
E-mail: journal_sci@pnu.ac.th

วารสารวิทยาศาสตร์ปรีดียาธร

Pridiyathorn Science Journal

ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2565

ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จงรัก พลาศัย
รองศาสตราจารย์ ดร.รสสุคนธ์ แสงมณี
ศาสตราจารย์ ดร.สมปอง เตชะโต
รองศาสตราจารย์ ดร.อุปถัมภ์ มีสวัสดิ์
รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริพันธุ์ ศิริพันธุ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สายทอง แก้วฉาย
อาจารย์ ดร.อาสลัน หิเล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รักชนก ภูวพัฒน์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา แสงวิมาน

กองบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นวัล บินหะยีนิยิ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาลูมา สมานหมาน
อาจารย์ ดร.สาฟิตรี นาแว
อาจารย์ ดร.นาริสา บินหะยีดิง
อาจารย์ ดร.นนทกร ประชุมกาเยาะมาต
อาจารย์สุรีลักษณ์ มะ

บรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรารัตน์ วัฒนาพันธ์

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

อาจารย์ ดร.นุรอามาลี ดีนามอ
อาจารย์ ดร.จิตติมา มานะการ
อาจารย์ ดร.มนทกานต์ พิมเสน
อาจารย์ ดร.นิกรือซง โต๊ะลือบาจิ

กองจัดการ

อาจารย์ ดร.อิรฟัน มะแซสาอิ
อาจารย์สิทธิเดช ชูด้วง
นายซูลกิฟลี เร๊าะแลบา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจนี แสนสุข
อาจารย์ ดร.อิบรอฮีม ซาโยะ
นางสาววันทนี ทองสุวรรณ
นางสาวอาภรณ์ นงรัตน์
นางสาวนูรฮายาตี มะเซาะ

กำหนดออก

ปีละ 2 ฉบับ ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน และฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม

เจ้าของ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์

วารสารวิทยาศาสตร์ปรีดียาธร มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์เป็นวารสารที่มีผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเนื้อหาบทความเพื่อลงตีพิมพ์จำนวน 3 ท่านต่อบทความ และ บทความหรือข้อคิดเห็นใด ๆ ที่ปรากฏในวารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ เป็นวรรณกรรมของผู้เขียน บรรณาธิการหรือมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วย

วารสารวิทยาศาสตร์ปรีดียาธร

Pridiyathorn Science Journal

ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2565

สารจากคณบดี

ด้วยคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้รับนโยบายจากมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ ให้จัดทำวารสารเฉพาะทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อเปิดโอกาสให้บุคลากรทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย ได้ตีพิมพ์เผยแพร่งานวิจัยและงานวิชาการทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพ อันจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาทางวิชาการและการพัฒนางานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ตอบสนองต่อความต้องการของชุมชน สังคมและประเทศ

วารสารฉบับนี้เป็นฉบับปฐมฤกษ์ ชื่อวารสารวิทยาศาสตร์ปรีดียาธร คำว่า “ปรีดียาธร” มาจากคำเต็ม “เหลืองปรีดียาธร” ซึ่งเป็นชื่อของต้นไม้ประจำคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ แสดงให้เห็นว่า วารสารฉบับนี้เกิดจากความมุ่งมั่น ตั้งใจ ร่วมแรงร่วมใจกันของบุคลากรของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ทุกคน ในการจัดทำวารสารฉบับนี้เพื่อเป็นแหล่งตีพิมพ์เผยแพร่บทความวิจัยและบทความทางวิชาการ

ในโอกาสนี้ ผมขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จงรัก พลาศัย นายกสภามหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ รองศาสตราจารย์ ดร.รสสุคนธ์ แสงมณี อธิการบดีมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริพันธ์ ศิริพันธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สายทอง แก้วฉาย สำหรับการให้คำปรึกษาในการจัดทำวารสารฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอบคุณกองบรรณาธิการ และบุคลากรทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการจัดทำวารสารฉบับนี้ ในทุกกระบวนการ และขออำนวยพรให้วารสารวิทยาศาสตร์ปรีดียาธรมีความเจริญก้าวหน้ายิ่งๆ ขึ้นไป สามารถเข้าสู่ฐานข้อมูล TCI 1 ภายในระยะเวลาที่ได้วางแผนไว้

อาจารย์ ดร.อาสลัน หิเล

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วารสารวิทยาศาสตร์ปรีดียาธร

Pridiyathorn Science Journal

ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2565

บทบรรณาธิการ

“วารสารวิทยาศาสตร์ปรีดียาธร” เป็นวารสารที่จัดทำขึ้นโดยคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ ตีพิมพ์ฉบับประจำเดือนมกราคม - มิถุนายน พ.ศ. 2565 เป็นฉบับแรก ด้วยวัตถุประสงค์หลักคือ เพื่อเผยแพร่ผลงานวิชาการ งานวิจัย และนวัตกรรม ด้านวิทยาศาสตร์แขนงต่างๆ สู่หน่วยงานภายนอก และยังเป็นการสร้างเครือข่ายเผยแพร่ข้อมูลวิชาการตลอดจนถ่ายทอดเทคโนโลยี ผลงานวิชาการในรูปแบบสื่อออนไลน์ โดยในฉบับแรกมีผู้สนใจส่งบทความเพื่อตีพิมพ์เป็นจำนวน 6 เรื่อง

บรรณาธิการใคร่ขอขอบพระคุณผู้นิพนธ์ทุกท่านที่ให้ความสนใจส่งผลงานมาตีพิมพ์ในวารสารวิทยาศาสตร์ปรีดียาธร ขอขอบพระคุณคณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนผู้บริหารที่สนับสนุนให้มีการจัดทำวารสารขึ้น ขอขอบพระคุณที่ปรึกษาวารสารที่ช่วยให้คำแนะนำในการจัดทำวารสาร ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ช่วยประเมินคุณภาพของบทความ และขอขอบคุณกองบรรณาธิการทุกท่านที่ร่วมดำเนินการเพื่อให้วารสารสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวารสารวิทยาศาสตร์ปรีดียาธรจะเป็นประโยชน์ต่อนักวิจัย นักวิชาการ ผู้อ่านและผู้ที่สนใจทุกท่าน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรารัตน์ วัฒนาพันธ์

บรรณาธิการ

วารสารวิทยาศาสตร์ปรีดียาธร

Pridiyathorn Science Journal

ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2565

สารบัญ...

บทความวิจัย	หน้าที่ Page	Research Article
Intestinal histology and Infiltration of intestinal eosinophils of the Golden tree snake *Chrysopelea ornata* (Shaw, 1802) Lamai Thongboon Sinlapachai Senarat Theerakamol Pengsakul Natthawut Charoenphon Sansareeya Wangkulangkul Chamnan Para Jes Kettratad Pisit Poolprasert Amphornphan Palasai Ibrahim Sayoh	1	Intestinal histology and Infiltration of intestinal eosinophils of the Golden tree snake *Chrysopelea ornata* (Shaw, 1802) Lamai Thongboon Sinlapachai Senarat Theerakamol Pengsakul Natthawut Charoenphon Sansareeya Wangkulangkul Chamnan Para Jes Kettratad Pisit Poolprasert Amphornphan Palasai Ibrahim Sayoh
ผลของน้ำมะพร้าวและ Benzyladenine ต่อการชักนำยอดรวมของดาวเรือง ฟาตีเมาะ มะแซ วาสนา มูดอ ปิยะวรรณ หลีชาติ มนทกานต์ พิมเสน	10	Effect of coconut water and Benzyladenine on multiple shoot induction of marigold (*Tagetes erecta* L. var. Sovereign) Fatimoh Masae Wasana Mudor Piyawan Leechart Montakarn Pimsen
การศึกษาหาความเหมาะสมของสารประกอบเคมีเพื่อตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนด้านเหนียวของเทปกาว นิกรือซง โต๊ะลือบาจิ สาฟิตรี นาแว อัลอาดีล๊ะห์ เจะมะแซ	20	Study the optimization of reagent for the detection of latent fingerprints on the adhesive side of adhesive tapes Nikruesong Tohluebaji Safitree Nawae Aun-adilah Chemasae

วารสารวิทยาศาสตร์ปรีดียาธร

Pridiyathorn Science Journal

ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2565

สารบัญ...

บทความวิจัย	หน้าที่ Page	Research Article
การพัฒนาศักยภาพผู้ประกอบการเพื่อให้ได้รับมาตรฐานความปลอดภัยอาหาร : กรณีศึกษากลุ่มสินค้า OTOP ประเภทอาหารและเครื่องดื่มที่ไม่ใช่แอลกอฮอล์ในจังหวัดนราธิวาส มาดีนา น้อยทับทิม วรรษมน วัฑฒนายน วิจิตรา เฉิดฉิ้ม อาสลัน หิเล สุพัฒน์ ศรีสวัสดิ์	32	The Development of Entrepreneurs' Potential for Achieve Food Safety Standards: A Case Study of OTOP Product Group on Food and Non-Alcoholic Beverages in Narathiwat Province Madeena Noitubtim Wassamon Wattanayon Wijitra Choedchim Aslan hilae Supat Srisawat
ปริมาณแคดเมียมในหมึกกล้วย หอยแครงและหอยลายที่ขายในตลาดเขตเทศบาลเมืองนราธิวาส จังหวัดนราธิวาส สาลูมา สมานหมาน ฟาตีฮะห์ ยานยา สุพัฒน์ ศรีสวัสดิ์ สะเราะ นิยมเดชา	40	Cadmium Content in Squid, Cockle and Baby Clam Sold in the Market in Muang Narathiwat Municipality, Narathiwat Province Saluma Samanman Fateehah Yanya Supat Srisawat Saroh Niyomdecha
การพัฒนาวิธีการสกัดวุ้นจากสาหร่ายสีแดง (*Gracilaria fisheri*) และการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์จากลองกอง *(Lansium domesticum* Corr.) วุฒิชัย ศรีช่วย มาดีนา น้อยทับทิม วรรษมน วัฑฒนายน โรสลาวาตี โตะแอ ขนิษฐา คงนุ่ม	52	Development of Agar Extracted from Red Algae *(Gracilaria fisheri)* and Product Development of Wollongong (*Lansium domesticum* Corr.) Wutthichai Srichuay Madeena Noitubtim Wassamon Wattanayon Roselawatee Toae Khanitta Kongnum

Intestinal Histology and Infiltration of Intestinal Eosinophils of the Golden Tree Snake *Chrysopelea ornata* (Shaw, 1802)

Lamai Thongboon[1], Sinlapachai Senarat[2,*], Theerakamol Pengsakul[3], Natthawut Charoenphon[4], Sansareeya Wangkulangkul[1], Chamnan Para[5], Jes Kettratad[6], Pisit Poolprasert[7], Amphornphan Palasai[8], Ibrahim Sayoh[9]

(Received: 1 April, 2022; Revised: 15 April, 2022; Accepted: 15 May, 2022)

บทคัดย่อ

การปรากฏของอีโอซิโนฟิลแกรนูโลไซต์ในกระเพาะอาหารและลำไส้ในสัตว์มีกระดูกสันหลังเกี่ยวกับการตอบสนองทางสรีรวิทยาสะท้อนถึงการอักเสบแบบเรื้อรัง แต่ข้อมูลเหล่านี้ยังไม่ได้รายงานในงูเขียวพระอินทร์ *Chrysopelea ornata* (Shaw, 1802) ซึ่งพบได้ทั่วไปในประเทศไทย วัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อบรรยายถึงมิญชวิทยาของลำไส้และการแทรกตัวของอีโอซิโนฟิลแกรนูโลไซต์ในงูเขียวพระอินทร์ด้วยเทคนิคการย้อมพิเศษ Periodic acid-Schiff (PAS) ตัวอย่างงูเขียวพระอินทร์จำนวน 3 ตัว มีขนาดความยาวลำตัวเฉลี่ยเท่ากับ 61.02±0.83 เซนติเมตร จากบริเวณเขาคอหงส์ จังหวัดสงขลา ประเทศไทย หลังจากนั้นเก็บลำไส้และนำไปผ่านกระบวนมาตรฐานทางมิญชวิทยา ผลการศึกษาพบว่างูชนิดนี้มีโครงสร้างลำไส้มีการยกตัวขึ้นและมีการจัดเรียงท่อด้วย 4 ชั้นหลัก คือ 1. ชั้นมิวโคซา ประกอบด้วยชั้นเยื่อบุผิว และลามินา โพรเพลีย 2. ชั้นซับมิวโคซา 3. ชั้นมัสคิวลาริสกับชั้นย่อยของกล้ามเนื้อเรียบ และ 4. ชั้นซีโรซา ส่วนความชุกชมและการแทรกตัวของอีโอซิโนฟิลแกรนูโลไซต์พบทั้งชั้นมิวโคซาและซับมิวโคซา โดยความชุกชุมของเซลล์ชนิดนี้พบในเยื่อบุผิวมากกว่าลามินา โพรเพลีย แต่ละเซลล์มีรูปร่างทรงกลม นิวเคลียสอยู่ทางด้านข้าง และประกอบด้วยแกรนูลที่มีปฏิกิริยาเชิงบวกกับ PAS จากผลการศึกษาครั้งนี้ทำให้เข้าใจถึงโครงสร้างลำไส้พื้นฐานของงูเขียวพระอินทร์ที่เชื่อมโยงกับการอักเสบแบบเรื้อรัง

คำสำคัญ: อีโอซิโนฟิลแกรนูโลไซต์ งูเขียวพระอินทร์ มิญชวิทยา ลำไส้ ประเทศไทย

---

[1]Faculty of Science, Prince of Songkhla University

[2]Faculty of Science and Fisheries Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya

Corresponding author: Sinlapachai.s@rmutsv.ac.th

[3]Faculty of Medical Technology, Prince of Songkla University

[4]Faculty of Medical Science, Naresuan University

[5]Faculty of Humanities and Social Sciences, Mahasarakham University

[6]Faculty of Science, Chulalongkorn University

[7]Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University

[8]Faculty of Agriculture, Princess of Naradhiwas University

[9]Faculty of Science and Technology, Princess of Naradhiwas University

The appearance of eosinophilic granulocytes in the gastrointestinal tract of vertebrates often occurs as a physiologic response to chronic inflammation, but such information of *Chrysopelea ornata* (Shaw, 1802), as a common wild-snake in Thailand, probably remained unanswered. The current study aimed to describe the intestinal histology (PAS) staining method. All snakes [n = 3 individual snakes with 61.02±0.83 cm of the average snout-vent length (SVL)] were collected from Khohong Hill, Songkhla, Thailand. The intestines were kept and processed by using the standard histological techniques. This snake's intestinal histology revealed a variety of intestinal fold distinctions. Its wall clearly is composed of four distinct layers including 1) mucosa with lining two sub-layers (simple columnar epithelium and lamina propria), 2) submucosal connective tissue, 3) muscularis with patterning smooth muscle, and 4) serosa. The abundance and infiltration of EC were identified in both mucosa and submucosa. It should be noted that the mucosal layer was more abundant in the intestinal epithelium than in the lamina propria. Each EC had an oval shape, an eccentrically situated oval-nucleus, and contained PAS-positive granules. Our understanding of the basic biology of the snake intestine suggested that it could be also associated with chronic intestinal inflammation.

Keywords: Eosinophilic granulocyte, Golden tree snake, Histology, Intestine, Thailand

Introduction

The characterization of reptilian eosinophils has been documented via the blood smear slides (Young & Meadows, 2012). It is clearly identified that the nucleus of an eosinophil has a single or round to oval shape and is located eccentrically due to the special accumulation of the cytoplasmic granules (Martínez-Silvestre, Marco, Rodriguez-Dominguez, Lavín, & Cuenca, 2005; Salakij et al., 2002; Raskin, 2012). Throughout a modulating inflammatory response, eosinophils serve as an infectious pathogen and bactericidal activity (Martinez-Silvestre et al., 2005; Salakij et al., 2002). However, the remarkable morphological diversity of eosinophils is exhibited among reptilian species with systematic information (Stacy & Raskin, 2015). For most of the exclusive works on the snake group, this cell has been frequently displayed in peripheral blood films for example grass snake (*Natrix natrix*) (Jan, 1991), monocled cobra (*Naja kaouthia*), Indochinese spitting cobra (*N. siamensis*) and Sumatran cobra (*N. sumatrana*) (Salakij et al., 2002), Indian cobra (*Naja naja*) (Dissanayake et al., 2017) and northwestern garter snake (*Thamnophis ordinoides*) (Katie, 2014) but the

appearance of this cell is also migrated to liver tissue of the plains garter snake (*Thamnophis radix*). This situation could be related to the pathologic process and caused by the biliary cystadenoma, or bile duct adenoma (Knotek, Grabensteiner, Knotková, Kübber-Heiss, & Benyr, 2012); however, the presence of intestinal eosinophils in snakes is extremely rare in the literature.

The golden tree snake *Chrysopelea ornata* (Shaw, 1802), belonging to the family Colubridae, is commonly observed in several habitats in Southeast Asia, and especially Thailand (Nurngsomsri, 2015). Various ways including venom toxins (Weinstein, Warrell, White, & Keyler, 2011), reproductive mode (Vitt & Caldwell, 2014), the distribution and taxonomy (Nurngsomsri, 2015) of *C. ornata* were reported. In this present study, the intestinal histology and its eosinophil existence of the Golden tree snake *C. ornata*, as a commonly important wild snake was described using the histological techniques.

Materials and methods

The fixed-three healthy samples of Chrysopelea ornata (about 61.3 ±0.89 cm of the average snout-vent length (SVL)) were obtained from January to June 2018 from Khohong Hill, Songkhla province (7° 0' 25.5" N100° 29' 54.5" E) in Thailand. This voucher specimen was approved by the Animal Care and Use Committee of the Faculty of Science, Chulalongkorn University (Protocol Review No. 1723001). The intestinal regions were dissected and then processed using the standard histological techniques (Presnell & Schreibman, 2013; Suvarna, Layton, & Bancroft, 2013). The paraffin blocks were cut into 4-µm-thickness and were histochemically stained with PAS (Periodic Acid Schiff) protocol (Presnell & Schreibman, 2013; Suvarna, Layton, & Bancroft, 2013). Finally, the intestinal histology and its eosinophil distribution from the routine H&E staining slides were investigated and photomicrographed under a Leica DM750 light microscope. The size of the eosinophil phenotype was measured (n = 10/samples) and determined as mean±SD. The abundance of this cell was counted using three longitudinal folds at higher magnification (magnification 40x). All measurements were made using the Leica LAS imaging software version 4.5.

Results and Discussion

Intestinal histology of *C. ornata* showed that its wall is completely composed of

mucosa, submucosa, muscularis and serosa (Figure 1A). It is indicated that this is the small intestine, as similarly observed in rainbow water snakes (*Enhydris enhydris*) (El-Mansi, Al-Kahtani, Abumandour, & Ahmed, 2020) and hissing sand snakes (*Psammophis sibilans*) (El-Mansi et al., 2020). Observation of the intestinal fold was triangular-shaped or elongated and formed with the mucosa and submucosa (Figure 1B). As a result, the mucosal layer was covered with a simple columnar epithelium, as namely designed “an absorptive enterocyte”, on the basement membrane, but the position of their nuclei was varied (Figures 1C-1E). The apical surface of the epithelium was strongly stained with the PAS method (Figure 1C). The intestinal goblet cells (or mucus-secreting goblet cells) were found among the epithelium, which had an empty and unstained cell (Figure 1E). These structures were similarly reported in the intestinal mucosa of rainbow mabuya (*Mabuya quinquetaeniata*) (Anwar & Mahmoud, 1975), Roughtail rock Agama (*Stellagama stelilo*) (Amer & Ismail, 1976), and rock semaphore gecko (*Pristurus rupestris*) (Dehlawi & Zaher, 1985). Also, the intraepithelial lymphocytes were identified and infiltrated among the mucosal epithelium (Figure 1E). Each cell had a small round shape, but its cell edge was hardly identified at higher magnification (Figure 1E). The function of lymphocytes is associated with a critical role in the specific defense mechanisms in the digestive tract (Diaz, Garcia, & Figuero, 2008). At times, the lamina propria was a loose connective tissue with a relatively high proportion of fibroblast and capillary (Figures 1D-1E). A thick layer of loose connective tissue and numerous blood vessels was found in the substance of the submucosa (Figure 2A). The muscularis was an involuntary non-striated muscle with diving into an inner ternal circular and outer longitudinal muscles, respectively (Figure 2B). The serosa was finally formed by connective tissue and the mesothelial cells (Figure 2B). Not surprisingly, these structures above were similar to those described in the intestine of other snakes such as hissing sand snake (*P. sibilans*) (Jegede, Sonfada, & Salami, 2015), Brazilian arrowhead viper (*Bothrops jararaca*), and rattlesnake (*Crotalus durissus*) (Gogone et al., 2017). This is in agreement with the findings of rainbow water snake (*E. enhydris*) (Masyitha et al., 2020) and hissing sand snake (*P. sibilans*) (El-Mansi et al., 2020).

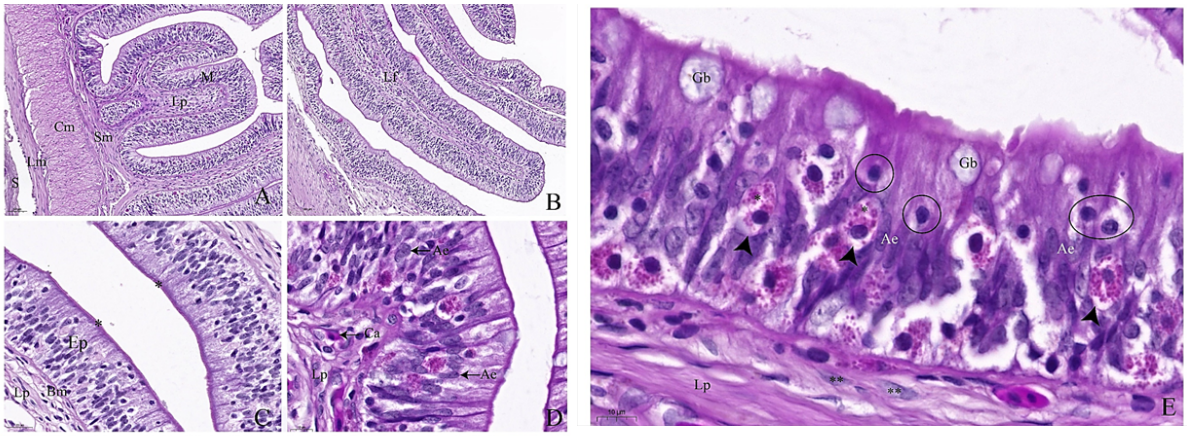


Figure 1 Light microscopy showing the intestinal histology of the Golden tree snake *Chrysopelea ornata*. A-B: Longitudinal section reveals that the intestinal wall consists of mucosa (M), submucosa (Sm), muscularis having two muscular layers (circular (Cm) and longitudinal (Lm) smooth muscles) and serosa (S). The intestinal fold (or longitudinal fold (Lf) is clearly identified. C: High magnification shows that the mucosa contains epithelium (Ep) (or an absorptive enterocyte), and lamina propria (Lp). The apical surface of epithelium is positively reacted (asterisks). D-E: High magnification reveals that the mucosal epithelium contains several cell compositions including an absorptive enterocyte (Ae), goblet cell (Gb) and lymphocyte infiltration (circles). The presence of eosinophils (arrow heads) and secretory granules (asterisks) is only found in the epithelium.

Abbreviations: Bm = basement membrane, Ca = capillary, Lp = lamina propria, double asterisks.

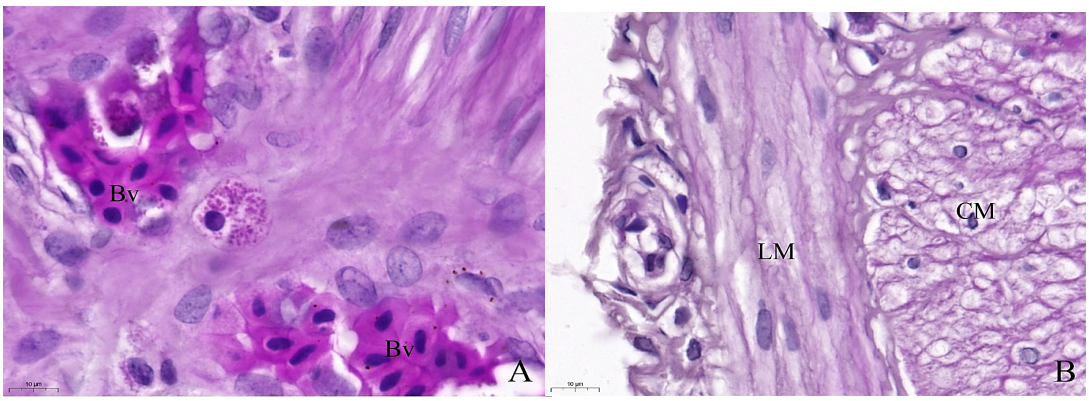


Figure 2 Light microscopy showing the submucosa and muscularis of the Golden tree snake *Chrysopelea ornata*. The loose connective tissue and blood vessel (Bv) in the submucosa are identified (A). Some eosinophils are still exhibited (B).

When present, the abundance and infiltration of eosinophils (EC) were only exhibited in the mucosa, and submucosa (Figures 1D, 1E-2A). The highest abundance of EC was found in the intestinal epithelium (8.46±1.10 individual cell) than in the lamina propria (1.86±0.73 individual cell) (Figure 1E-2A). However, the existence of eosinophils may be anatomically varied in the digestive regions throughout the globe (Pascal, Gramlich, Parker, & Gansler, 1997; Spergel et al., 2011). An oval shape for each EC was 12.04±0.96 μm in diameter. It had eccentrically situated oval-nucleus, and contained with finely granular PAS-positive method (Figure 1E and Figure 3). This is a granular protein containing major basic protein [MBP], eosinophil peroxidase [EPO], eosinophil cationic protein [ECP], and eosinophil-derived neurotoxin [EDN) (Blanchard & Rothenberg, 2009; Kanda et al., 2020). It is proposed that these secretions in the current study also are essential to maintain homeostasis in the steady state (Shah, Ignacio, McCoy, & Harris, 2020). Some studies suggest that eosinophilia at any site in the GI tract is associated with eosinophilic gastroenteritis (EGE) and may influence multiple biological activities such as parasitic helminth, allergic disease, and fungal infections during chronic inflammation (Blanchard & Rothenberg, 2009; Yantiss, 2015; Kanda et al., 2020). Although there remained an abundance of eosinophils in the snake intestine, we proposed that the presence of eosinophils in the *C. ornata*.

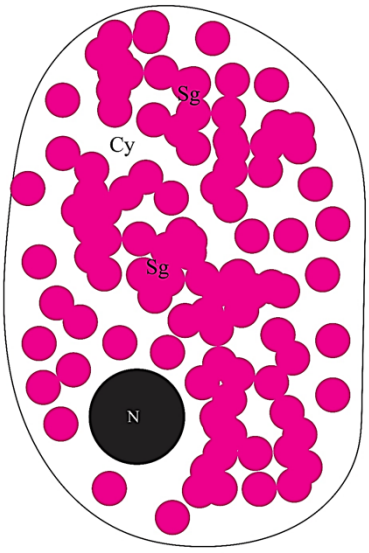


Figure 3 Schematic diagram of eosinophil of the Golden tree snake *Chrysopelea ornata*. Eccentrically observed nucleus (N) and the prominent secretory granules (Sg) in the cytoplasm are noted.

Conclusion

It is concluded that our understanding revealed the intestinal biology of *C. ornata* for the first time, as commonly seen in other reptiles like lizards, snakes and skinks. Also, the abundance of eosinophil in the intestine in *C. ornata* might be associated with chronic intestinal inflammation. Results from our study will be applied to intestinal physiology and histology of this snake.

References

Amer, F. & Ismail, M. R. (1976). Histological studies on the alimentary canal of the Agamid lizard *Agama stellio*. *Annales Zoologici*, XII (1), 12-26.

Anwar, I. M. & Mahmoud, A. B. (1975). Histological and histochemical studies on the intestine of two Egyptian lizards; *Mabuya quinquetaeniata* and *Chalcides ocellatus*. *Bulletin of the Faculty of Science*. Assiut University, 24, 101-108.

Blanchard, C., & Rothenberg, M. E. (2009). Biology of the eosinophil. *Advances in Immunology*, 101, 81–121.

Dehiawi, G. Y. & Zaher M. M. (1985). Histological studies on the mucosal epithelium of the gecko *Pristurus rupestris* (Family Geckomdae). *Proceedings of the Zoological Society*. A. R. Egypt, 9, 91-112.

Diaz, A. O., Garcia, A. M., & Figuero, D. E., (2008). The mucosa of the digestive tract in micropogo nias furmeri; a light and electron microscope approach. *Anatomia, Histologia, Embryologia,* 37(4), 251-256.

Dissanayake, D., Thewarage, L. D., Manel Rathnayake, R., Kularatne, S., Ranasinghe, J., & Jayantha Rajapakse, R. (2017). Hematological and plasma biochemical parameters in a wild population of *Naja naja* (Linnaeus, 1758) in Sri Lanka. *Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases*, 23, 8.

El-Mansi, A. A., Al-Kahtani, A. A., Abumandour, M. A. M., & Ahmed, A. E. (2020). Structural and functional characterization of the tongue and digestive tract of *Psammophis sibilans (Squamata, Lamprophiidae):* Adaptive strategies for foraging and feeding behaviors. *Microscopy and Microanalysis*, 26, 524–541.

Gogone, I. C. V. P., Carvalho, M. P. N. de, Grego, K. F., Sant'anna, S. S., Hernandez-Blazquez, F. J., & Catão-Dias, J. L. (2017). Histology of the gastrointestinal tract from *Bothrops jararaca* and *Crotalus durissus*. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 54, 253-263.

Jegede, H. O., Sonfada, M. L., & Salami, S. O. (2015). Anatomical studies of the gastrointestinal tract of the striped sand snake *(Psammophis Sibilans)*. *Nigerian Veterinary Journal,* 36(4), 1288-1298.

Kanda, A., Yasutaka, Y., Van Bui, D., Suzuki, K., Sawada, S., Kobayashi, Y., Asako, M., & Iwai, H. (2020). Multiple biological aspects of eosinophils in host defense, eosinophil-associated diseases, immunoregulation, and homeostasis: is their role beneficial, detrimental, regulator, or bystander?. *Biological & pharmaceutical bulletin,* 43(1), 20–30.

Katie A. H. Bell and Patrick T. Gregory. (2014). White blood cells in Northwestern Garter snakes *(Thamnophis ordinoides). Herpetology Notes 7*, 535-541.

Knotek, Z., Grabensteiner, E., Knotková, Z., Kübber-Heiss, A., & Benyr, FG. (2012). Partial hepatectomy in a Plains garter snake *(Thamnophis sirtalis radix)* with biliary cystadenoma: case report. *Acta Veterinaria Brno*, 81, 433–437.

Martínez-Silvestre, A., Marco, I., Rodriguez-Dominguez, M. A., Lavín, S., & Cuenca, R. (2005). Morphology, cytochemical staining, and ultrastructural characteristics of the blood cells of the giant lizard of El Hierro *(Gallotia simonyi)*. *Research in Veterinary Science*, 78(2), 127–134.

Masyitha D., Maulidar L., Zainuddin Z., Muhammad N. Salim, Aliza D., Fadli A. Gani & Rusli E. (2020). Histology of Water snake *(Enhydris Enhydris)* Digestive System, *Web of Conferences*, 151, 01052.

Nurngsomsri P. (2015). Geographic distribution: *Chrysopelea ornata* (Golden tree snake). *Herpetological Review*, 45(2), 284-285.

Pascal, R. R., Gramlich, T. L., Parker, K. M., & Gansler, T. S. (1997). Geographic variations in eosinophil concentration in normal colonic mucosa. *Modern Pathology: an official journal of the United States and Canadian Academy of Pathology*, Inc, 10(4), 363–365.

Presnell, J. K., & Schreibman, M. P. (2013). *Humason's Animal Tissue Techniques*. (5th ed). (pp.600). US, Johns Hopkins University Press.

Raskin, R. E., (2012). Cytochemical Staining. In: Weiss D. J., Wardrop K. J., (editor). *Schalm's Veterinary Hematology*. (6th ed.) (pp.1141–1156). 3. Ames, IA: Wiley-Blackwell.

Salakij, C., Salakij, J., & Chanhome, J. (2002). Comparative hematology, morphology and ultrastructure of blood cells in Monocellate Cobra *(Naja kaouthia),* Siamese Spitting Cobra *(Naja siamensis)* and Golden Spitting Cobra *(Naja sumatrana). Kasetsart Journal Natural Science*, 36(3), 291-300.

Shah, K., Ignacio, A., McCoy, K. D., & Harris, N. L. (2020). The emerging roles of eosinophils in mucosal homeostasis. *Mucosal Immunology*: 13(4), 574–583.

Spergel, J. M., Book, W. M., Mays, E., Song, L., Shah, S. S., Talley, N. J., & Bonis, P. A. (2011). Variation in prevalence, diagnostic criteria, and initial management options for eosinophilic gastrointestinal diseases in the United States. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition,* 52(3), 300–306.

Stacy, N. I., & Raskin, R. E. (2015). Reptilian Eosinophils: Beauty and Diversity by Light Microscopy. *Veterinary clinical pathology*, 44(2), 177–178.

Suvarna, K. S., & Layton, J. D. (2013). *Bancroft Bancroft's Theory and Practice of Histological Techniques*. (7th ed). (pp. 654). Amsterda: Elsevier.

Vitt, L. J., & Caldwell, J. P. (2014). *Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles*. (4th ed). (pp. 776). Elsevier Science & Technology, Amsterda.

Weinstein, S. A., Warrell, D. A., White, J., & Keyler, D. E. (2011). *Venomous bites from non-venomous snakes: A critical analysis of risk and management of "colubrid" snake bites"*. London: Elsevier.

Yantiss R. K. (2015). *Eosinophils in the GI tract: how many is too many and what do they mean?. Modern Pathology : an official journal of the United States and Canadian Academy of Pathology, Inc.*, 28 Suppl. 1, S7–S21.

Young, K. M., & Meadows, R. L. (2012). *Eosinophils and their disorders. In: Weiss D. J., Wardrop K. J., (editor). Schalm's Veterinary Hematology*. (6th ed.) (pp. 281–289). Ames, IA: Wiley-Blackwell.

ผลของน้ำมะพร้าวและ Benzyladenine ต่อการชักนำยอดรวมของดาวเรือง

Effect of coconut water and Benzyladenine on multiple shoot induction of marigold (*Tagetes erecta* L. var. *Sovereign*)

ฟาตีเมาะ มะแซ[1], วาสนา มูดอ[1], ปิยะวรรณ หลีชาติ[2] และ มนทกานต์ พิมเสน[2*]

Fatimoh Masae[1], Wasana Mudor[1], Piyawan Leechart[2] and Montakarn Pimsen[2*]

(Received: 1 April, 2022; Revised: 15 April, 2022; Accepted: 15 May, 2022)

บทคัดย่อ

จากการเพาะเลี้ยงปลายยอดของดาวเรือง (*Tagetes erecta* L. var. *Sovereign*) บนอาหารเพาะเลี้ยงสูตร MS (Murashige and Skoog) เติมน้ำมะพร้าว 150 มิลลิลิตรต่อลิตร และเบนซิลอะดีนีน (Benzyladenine, BA) ความเข้มข้น 0, 1, 3 และ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยใช้ปลายยอดจากการเพาะเมล็ดในอาหารสูตร MS ที่ไม่มีสารควบคุมการเจริญ ปรากฏว่า สามารถชักนำให้เกิดยอดรวมได้ดีที่สุดบนอาหารสูตร MS ร่วมกับน้ำมะพร้าว เติม BA เข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ชักนำจำนวนยอดรวมเฉลี่ยเท่ากับ 2.07±0.93 ยอด และเกิดยอดน้อยที่สุดบนอาหารสูตร MS ร่วมกับน้ำมะพร้าว เติม BA เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร จำนวนยอดรวมเฉลี่ยเท่ากับ 1.00±0.00 ยอด ความสูงยอดเฉลี่ยของยอดที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนปลายยอดของต้นกล้าดาวเรือง บนอาหารสูตร MS ร่วมกับน้ำมะพร้าว เติม BA เข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร เกิดความสูงของยอดเฉลี่ยได้ดีที่สุด เท่ากับ 3.51±0.97 เซนติเมตร และความสูงของยอดเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ ยอดที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติมน้ำมะพร้าว เติม BA เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร เท่ากับ 2.15±0.72 เซนติเมตร หลังจากวางเลี้ยงเป็นเวลา 3 สัปดาห์ และพบว่าเกิดรากขึ้นจำนวนมากที่สุดบนอาหารสูตร MS เติมน้ำมะพร้าวที่ไม่ใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต เกิดรากประมาณ 16–20 รากต่อชิ้นส่วน และเกิดรากจำนวนน้อยที่สุดบนอาหารสูตร MS ร่วมกับน้ำมะพร้าว เติม BA เข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร เกิดรากประมาณ 0–5 รากต่อชิ้นส่วน

คำสำคัญ: การเพาะเลี้ยงปลายยอด การชักนำยอด ดาวเรือง

---

[1]คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ยะลา 95000

[1]Faculty of Science Technology and Agriculture, Yala Rajabhat University, Yala, 95000

[2]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ นราธิวาส 96000

[2]Faculty of Science and Technology, Princess of Naradhiwas University, Narathiwat, 96000

* Corresponding Author, E-mail: montakarn.p@pnu.ac.th

Abstract

Shoot tip culture of marigold (*Tagetes erecta* L. var. *Sovereign*) were culture on MS medium (Murashige and Skoog, MS) supplemented with coconut water 150 ml/l and BA (Benzyladenine, BA) at concentrations of 0, 1, 3 and 5 mg/l Shoot tip from seed culture on MS medium without growth regulator were used as explants. The result showed that MS medium with coconut water containing 3 mg/l BA gave the highest average number of shoots at 2.0±0.93 shoots/explant. The lowest shoots induction was observed on MS medium with coconut water containing BA 1 mg/l which gave 1.00±0.00 shoot/explant. MS medium with coconut water containing 3 mg/l BA gave the best average height at 3.51±0.97centimeter and the lowest average height found on the culture in MS medium with coconut water containing BA 1 mg/l that gave 2.15±0.72 centimeter after incubated for 3 weeks and the highest root number was obtain on MS medium added coconut water 150 ml/l without plant growth regulator and gave 16–20 roots/explant and the lowest root induction was found on MS medium with coconut water containing BA 5 mg/l that gave 0–5 roots/explant.

Keyword: Shoot tip culture, Shoot induction, Marigold

บทนำ

ดาวเรืองจัดเป็นไม้ดอกไม้ประดับที่นิยมปลูกเพื่อการค้าเป็นอาชีพ ถือเป็นไม้ดอกที่นำมา ใช้ประโยชน์ในหลายด้าน เช่น ใช้ประดับตกแต่ง เสริมในอาหารสัตว์ การสกัดสี ส่วนผสมของเวชภัณฑ์ เครื่องสำอาง เครื่องดื่มสุขภาพ รวมไปถึงเป็นสารขับไล่แมลงหรือกำจัดศัตรูพืช ใบมีสรรพคุณพอกแผลฝี ทาแผลเน่าเปื่อย น้ำคั้นจากใบแก้ปวดหู ดอกแก้ริดสีดวงทวาร ขับเสมหะ แก้เจ็บตา อาการอักเสบของตาและชงดื่มแก้ไข้ขับเหงื่อ ทาแก้พุพอง ทาแก้แมลงกัดต่อย ต้น นำมาชงดื่มเป็นยาแก้โรคดีซ่าน แผลเรื้อรังและแก้เส้นเลือดพอง

การใช้เมล็ดดาวเรืองในการเพาะพันธุ์ อาจทำได้ง่ายและสะดวก เนื่องจากเมล็ดดาวเรืองมีอัตราการงอกสูง ดูแลรักษาง่าย พันธุ์ที่ใช้เป็นพันธุ์ที่ดี เช่น ซอฟเวอร์เรน (Soverign) เป็นดาวเรืองที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ทางตะวันตกเฉียงใต้ของทวีปอเมริกันเป็นสายพันธุ์ที่มีลำต้นสูง โดยมีความสูงประมาณ 16 – 36 นิ้ว ดอกมี สีเหลืองส้มทอง กลีบดอกซ้อนกันแน่น ดอกมีขนาดใหญ่ประมาณ 3 – 4 นิ้ว ซึ่งมีราคาแพง (Chintakovid, Visoottiviseth, Khokiattiwong, & Lauengsuchonkul, 2008)

ในปัจจุบันการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นกระบวนการขยายพันธุ์ที่มีข้อดีคือ สามารถขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว

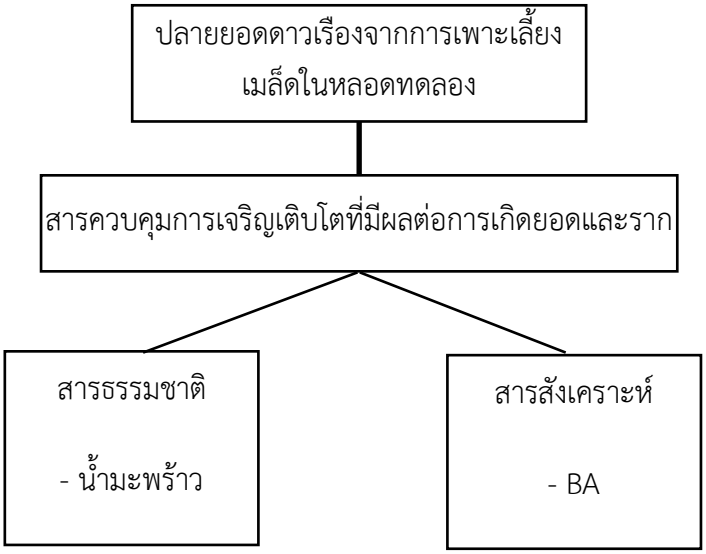
และสามารถใช้ส่วนต่างๆ เช่น ข้อ หรือปลายยอดมาใช้ขยายพันธุ์ได้ ในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชจะประกอบด้วยแร่ธาตุต่างๆ วิตามิน เกลือแร่ และน้ำตาล ซึ่งเป็นแหล่งคาร์บอนหลักของพืชที่ใช้ในการเจริญเติบโต และการเติมสารประกอบอินทรีย์บางชนิด เช่น น้ำมะพร้าว กล้วย สารสกัดจากมันฝรั่ง น้ำผึ้ง สารสกัดจากข้าวโพด และ สารสกัดจากมะละกอ ซึ่งเป็นการเพิ่มแหล่งคาร์บอนให้กับพืช และยังมีวิตามินธรรมชาติ สารฟีนอล เส้นใย ฮอร์โมน และโปรตีน ที่เพิ่มไปในอาหาร ส่งผลให้ชิ้นส่วนพืชมีการเจริญเติบโตและพัฒนาอวัยวะต่างๆ ได้ดี (Lee, Sriskanda, Subramaniam & Chew, 2022) สารควบคุมการเจริญเติบโตที่นิยมใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ได้แก่ ไซโทไคนิน (Cytokinin) ที่ใช้กันมากคือ ไคเนทิน (Kinetin) 2i-P (N6-isopentenyl adenine) BAP (benzylaminopurine) ซึ่งทำหน้าที่ส่งเสริมการแบ่งเซลล์โดยเฉพาะถ้าใช้ร่วมกับออกซิน แต่ถ้าใช้ในความเข้มข้นสูงจะยับยั้งการเจริญของรากและส่งเสริมการสร้างยอดลดลง ผลจากการที่ตายอดข่มตาข้างมีบทบาทในการเปลี่ยนสภาพเซลล์เป็นอวัยวะ (Differentiation) และชักนำให้เกิดเป็นต้น (Regeneration) ได้ (คำนูณ, 2544) นอกจากการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตที่ได้จากการสังเคราะห์แล้ว ยังมีการศึกษาที่ใช้น้ำมะพร้าว ซึ่งเป็นไซโทไคนินมาเติมในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่ออีกด้วย ซึ่งพบว่าน้ำมะพร้าวสามารถส่งเสริมการแบ่งเซลล์และกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชได้ดี (Khatun, Roy & Razzak, 2018)

ดาวเรืองซึ่งเป็นทั้งพืชดอกเศรษฐกิจ เป็นพืชสมุนไพร และยังเป็นไม้ดอกไม้ประดับที่เป็นที่นิยมในการนำมาใช้ประดับตกแต่งสถานที่ แต่เมล็ดพันธุ์ที่จำหน่ายมักเป็นหมันและมีราคาสูง ดังนั้นการใช้เมล็ดพันธุ์ในการเพาะปลูกนั้นมีต้นทุนที่สูง จึงได้มีการใช้เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาใช้ในการขยายพันธุ์แทนการใช้เมล็ดจะทำให้ลดค่าใช้จ่ายในเรื่องเมล็ดพันธุ์ลงได้เป็นอย่างดี ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงศึกษาผลของน้ำมะพร้าวและสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อดาวเรืองโดยการเพาะเลี้ยงส่วนปลายยอด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของน้ำมะพร้าวและ BA ต่อการชักนำยอดรวมของดาวเรือง

กรอบแนวคิดการวิจัย



วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมชิ้นส่วนพืช

เตรียมอาหารเพาะเลี้ยงสูตร MS (Murashige & Skoog, 1962) ร่วมกับน้ำมะพร้าว เติม BA ความเข้มข้นต่างกัน 4 ระดับ คือ 0 , 1, 3 และ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ใช้น้ำตาลทราย 30 กรัมต่อลิตร ปรับค่าความเป็นกรด – ด่าง เป็น 5.6 – 5.8 ด้วยสารละลาย HCl และ NaOH ความเข้มข้น 0.01 N เติมวุ้น 8 กรัมต่อลิตร จากนั้นนำไปต้มให้วุ้นละลาย เทอาหารใส่ขวดเพาะเลี้ยงขนาด 4 ออนซ์ ปิดฝาขวดแล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งแรงดันไอน้ำ ที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที เมื่อนำออกจากหม้อนึ่งแรงดันไอน้ำแล้ว ปิดฝาให้แน่น ทิ้งไว้ให้เย็นจึงนำไปใช้ในการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนพืช

นำเมล็ดดาวเรืองมาฟอกฆ่าเชื้อโดยแช่ในสารละลายคลอรอกซ์ ($NaOCl_2$ 6%) 20 เปอร์เซ็นต์ ผสมทวีน 20 2 – 3 หยด เป็นเวลา 20 นาที จากนั้นล้างเมล็ดด้วยน้ำกลั่นที่ปลอดเชื้อ 3 ครั้ง วางเมล็ดดาวเรืองลงบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่ไม่มีสารควบคุมการเจริญเติบโต แล้วนำขวดไปวางเลี้ยงในห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส ให้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน เป็นเวลา 3 สัปดาห์ เพื่อให้ได้ต้นกล้าดาวเรืองที่ปลอดเชื้อ (รูปที่ 1) สำหรับไปใช้เพาะเลี้ยงปลายยอดต่อไป

รูปที่ 1 ต้นกล้าดาวเรืองปลอดเชื้อบนอาหารสูตร MS อายุ 3 สัปดาห์

2. การชักนำให้เกิดยอดและรากของดาวเรือง

ตัดเอาชิ้นส่วนปลายยอดของดาวเรืองที่มีความยาวยอดประมาณ 1 เซนติเมตร ซึ่งประกอบด้วยเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดและจุดกำเนิดของใบ 1 – 3 ใบ นำไปเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ร่วมกับน้ำมะพร้าว 150 มิลลิลิตรต่อลิตร เติม BA ความเข้มข้นต่างกัน 4 ระดับ คือ 0, 1, 3 และ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยย้ายเลี้ยงในขวดเพาะเลี้ยง ขวดละ 3 ยอด เป็นเวลา 3 สัปดาห์ เพื่อให้ยอดเจริญเติบโตไปเป็นต้นกล้าและเกิดรากที่แข็งแรง บันทึกผลโดยบันทึกจำนวนยอดเฉลี่ย ความสูงของยอดเฉลี่ย และจำนวนราก

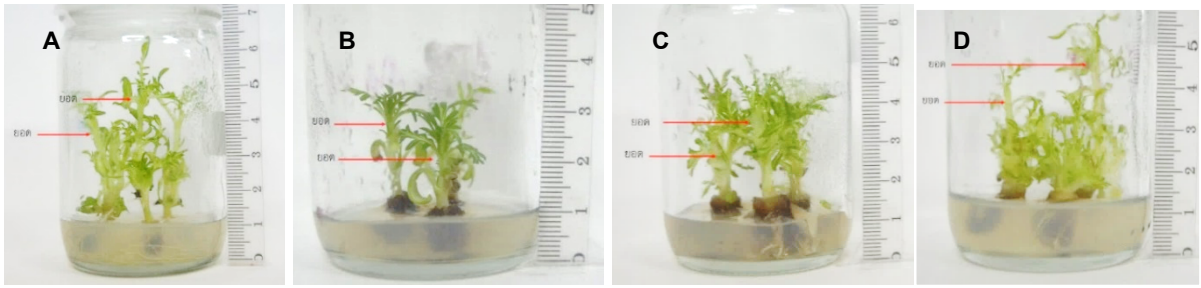
ผลการวิจัย

1. การชักนำให้เกิดยอดและรากของดาวเรือง

การวางเลี้ยงส่วนปลายยอดดาวเรือง บนอาหารสังเคราะห์ MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต BA ระดับความเข้มข้นที่ทำการทดลองสามารถชักนำได้เกิดยอดรวมเฉลี่ยโดยที่มี BA เข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ประสิทธิภาพต่อการชักนำให้เกิดยอดรวมสูงสุด 2.07±0.93 ยอดต่อชิ้นส่วนพืช (รูปที่ 2) เมื่อเปรียบเทียบกับระดับความเข้มข้นอื่นๆ เมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของ BA ลงในอาหารที่วางเลี้ยง ที่ระดับเข้มข้น 5 มีจำนวนยอดเฉลี่ยลดลงเท่ากับ 1.93±0.85 ยอดต่อชิ้นส่วนพืช การไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต BA มียอดรวมเฉลี่ย 1.93±0.68 ยอดต่อชิ้นส่วนพืช (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 จำนวนยอดเฉลี่ยที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนปลายยอดของต้นกล้าดาวเรืองบนอาหารสูตร MS เติมน้ำมะพร้าว 150 มิลลิลิตรต่อลิตร และ BA ความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 3 สัปดาห์

สูตรอาหาร	จำนวนยอดรวมเฉลี่ย (ยอด)
MS + 150 ml/l CW	1.93 ± 0.68
MS + 150 ml/l CW + 1 mg/l BA	1.00 ± 0.00
MS + 150 ml/l CW + 3 mg/l BA	2.07 ± 0.93
MS + 150 ml/l CW + 5 mg/l BA	1.93 ± 0.85



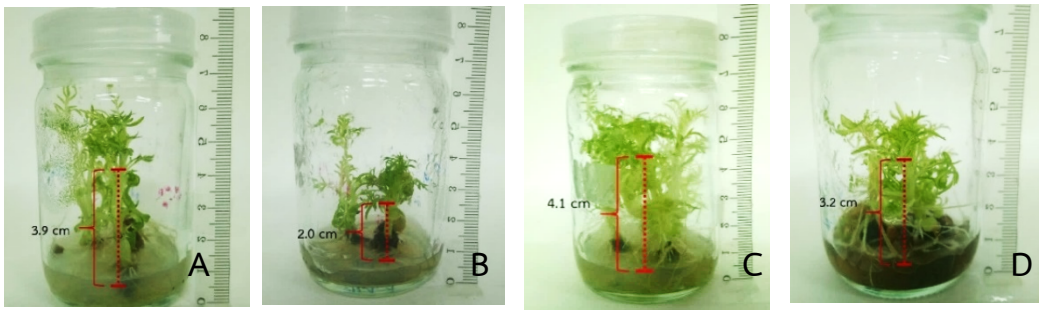
รูปที่ 2 จำนวนยอดของดาวเรืองที่วางเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติมน้ำมะพร้าว 150 มิลลิลิตรต่อลิตร และ BA ความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 3 สัปดาห์

A. MS + 150 ml/l CW
B. MS + 150 ml/l CW + 1 mg/l BA
C. MS + 150 ml/l CW + 3 mg/l BA
D. MS + 150 ml/l CW + 5 mg/l BA

ความสูงของยอดที่ได้จากการวัดของลำต้น (รูปที่ 3) พบว่า ยอดที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ร่วมน้ำมะพร้าว ที่เติม BA เข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความสูงของยอดเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 3.51 ± 0.97 เซนติเมตร บนอาหารสูตร MS ร่วมกับน้ำมะพร้าว ที่เติม BA เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ความสูงของยอดเฉลี่ยต่ำสุด 2.15 ± 0.72 เซนติเมตร (ตารางที่ 2) นอกจากนี้ยอดที่ได้หลังจากเพาะเลี้ยง 3 สัปดาห์ เกิดรากมากที่สุด (รูปที่ 4) ประมาณ 16 – 20 ราก บนอาหารสูตร MS ร่วมกับน้ำมะพร้าว ส่วนการเกิดรากน้อยที่สุด ประมาณ 0 – 5 ราก บนอาหารสูตร MS ร่วมกับน้ำมะพร้าวที่เติม BA เข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 2 ความสูงของยอดเฉลี่ยของยอดดาวเรืองที่วางเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติมน้ำมะพร้าว 150 มิลลิลิตรต่อลิตร และ BA ความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 3 สัปดาห์

สูตรอาหาร	ความสูงของยอดเฉลี่ย(±SD) (เซนติเมตร)
MS + 150 ml/l CW	2.84 ± 0.96
MS + 150 ml/l CW + 1 mg/l BA	2.15 ± 0.72
MS + 150 ml/l CW + 3 mg/l BA	3.51 ± 0.97
MS + 150 ml/l CW + 5 mg/l BA	2.87 ± 0.81



รูปที่ 3 แสดงความสูงของยอดดาวเรืองที่วางเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติมน้ำมะพร้าว 150 มิลลิลิตรต่อลิตรและ BA ความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 3 สัปดาห์

A. MS + 150 ml/l CW B. MS + 150 ml/l CW + 1 mg/l BA

C. MS + 150 ml/l CW + 3 mg/l BA D. MS + 150 ml/l CW + 5 mg/l BA

ตารางที่ 3 จำนวนรากของยอดดาวเรืองที่วางเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติมน้ำมะพร้าว 150 มิลลิลิตรต่อลิตร และ BA ความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 3 สัปดาห์

สูตรอาหาร	ปริมาณรากที่เกิดขึ้น
MS + 150 ml/l CW	++++
MS + 150 ml/l CW + 1 mg/l BA	+++
MS + 150 ml/l CW + 3 mg/l BA	++
MS + 150 ml/l CW + 5 mg/l BA	+

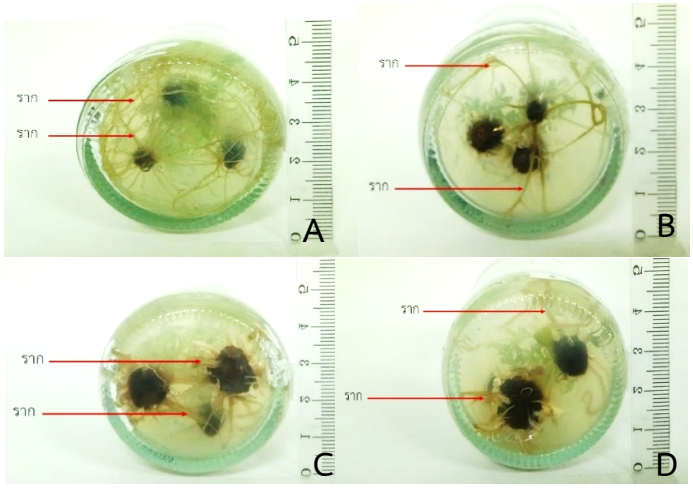
หมายเหตุ เครื่องหมาย (-) = ไม่เกิดราก

เครื่องหมาย (+) = 1 – 5 ราก

เครื่องหมาย (++) = 6 – 10 ราก

เครื่องหมาย (+++) = 11 – 15 ราก

เครื่องหมาย (++++) = 16 – 20 ราก



รูปที่ 4 จำนวนรากของยอดดาวเรืองที่วางเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติมน้ำมะพร้าว 150 มิลลิลิตรต่อลิตร และ BA ความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 3 สัปดาห์

A. MS + 150 ml/l CW B. MS + 150 ml/l CW + 1 mg/l BA

C. MS + 150 ml/l CW + 3 mg/l BA D. MS + 150 ml/l CW + 5 mg/l BA

สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย

การชักนำให้เกิดยอดจากปลายยอดในการทดลองนี้ ยอดที่ได้จากชิ้นส่วนของปลายยอด มีการเจริญของยอดจากปลายยอดต้นกล้าของดาวเรืองพันธุ์ซอฟเวอร์เรน (Soverign) จะเห็นได้ว่าเมื่อนำปลายยอดจากต้นกล้ามาเพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ที่เหมาะสมสามารถเจริญเติบโตและพัฒนาจนเกิดเป็นต้นและรากได้ อาหารสังเคราะห์ที่ใช้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อปลายยอดคืออาหารสูตร MS ร่วมกับน้ำมะพร้าว 150 มิลลิลิตรต่อลิตร และ BA เข้มข้น 4 ระดับ คือ 0, 1, 3 และ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า เกิดยอดรวมหลังวางเลี้ยงเป็นเวลา 3 สัปดาห์เมื่อวางเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ร่วมกับน้ำมะพร้าว และ BA เข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร เกิดยอดมากกว่าสูตรอาหารอื่นๆ ซึ่งมีความสูงของยอดเฉลี่ยเท่ากับ 3.51±0.97 เซนติเมตร แสดงว่าระดับฮอร์โมนมีผลทำให้พืชเจริญเติบโตแตกต่างกัน และมีผลต่อการเกิดรากด้วย โดยหลังจากวางเลี้ยง 3 สัปดาห์ เกิดรากมากที่สุดบนอาหารสูตร MS ร่วมกับน้ำมะพร้าว เกิดราก 16–20 ราก และการวางเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ร่วมกับน้ำมะพร้าว และ BA เข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร เกิดรากน้อยที่สุด ประมาณ 1–5 ราก จากผลการทดลองจะ

เห็นได้ว่าน้ำมะพร้าวจะมีผลต่อการพัฒนายอดและรากของดาวเรือง และจากการศึกษาในพืชอื่นๆ พบว่า น้ำมะพร้าวมีผลต่อการพัฒนาของเซลล์ ทำให้มีการนำน้ำมะพร้าวมาเติมในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อเพิ่มอัตราการแบ่งเซลล์และการเกิดอวัยวะของพืช มีการศึกษาในกล้วยไม้หลายชนิดพบว่า น้ำมะพร้าวที่ระดับความเข้มข้น 100–150 มิลลิลิตรต่อลิตร ส่งเสริมให้ชิ้นส่วนพืชมีพัฒนาการที่ดี ในการเพาะเลี้ยงกล้วยไม้สิงโตในอาหารสูตร VW (Vacin and Went) เติมน้ำมะพร้าว 150 มิลลิลิตรต่อลิตร ร่วมกับสารสกัดจากมันฝรั่ง และกล้วยอย่างละ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ปลายยอดกล้วยไม้สิงโตเกิดยอดรวมมากที่สุดถึง 6.26 ยอดต่อชิ้นส่วน (Kongbangkerd, Watthana & Srimuang, 2017) ในกล้วยไม้กะเรกะร่อน พบว่าการเติมน้ำมะพร้าวปริมาณ 150 มิลลิลิตรต่อลิตร เพียงอย่างเดียวก็สามารถกระตุ้นให้โพรโทคอร์มพัฒนาไปเป็นต้นได้ดีโดยไม่จำเป็นต้องเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต (Rohmah & Taratima, 2022) นอกจากนี้มีรายงานการใช้น้ำมะพร้าวในการเพาะเลี้ยงแพงพวยฝรั่ง พบว่าการเติมน้ำมะพร้าว 120 มิลลิลิตรต่อลิตรลงในอาหารสังเคราะห์จะทำให้ต้นแพงพวยฝรั่งมีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าฮอร์โมนพืชที่มีอยู่ในน้ำมะพร้าวมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตอย่างมีนัยสำคัญ (Matloop, Gul & Jamal, 2017)

ผลของ BA ซึ่งเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความเหมาะสมต่อการชักนำให้ปลายยอดในดาวเรืองเกิดยอดรวมมากที่สุด มีการศึกษาผลของการใช้ BA ในการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนไข่ (Ovule) ที่ยังไม่ได้รับการผสมพันธุ์ เพื่อชักนำให้เกิดต้นแฮพพลอยด์พบว่าอาหารที่เติมน้ำมะพร้าว และ BA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 2,4-D เข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ไข่พัฒนาเป็นต้นอ่อนได้ดี (Kumar, Singh, Bhatia & Panwar, 2020) ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเบญจมาศซึ่งเป็นพืชวงศ์ทานตะวัน (Asteraceae หรือ Compositae) เช่นเดียวกับดาวเรือง พบว่า BA ที่ระดับความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้เกิดยอดรวมได้ดี (Khan, Khatun, Afrin, Munsur & Hoque, 2020)

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการชักนำยอดของดาวเรือง แสดงให้เห็นแนวโน้มว่าสามารถใช้เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาใช้ในการขยายพันธุ์ดาวเรืองหรือพืชที่เป็นไม้ดอกไม้ประดับได้ จึงเห็นควรให้มีการศึกษาต่อโดยการนำต้นกล้าที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไปปลูกในแปลงปลูก เพื่อให้การศึกษางานวิจัยสามารถนำออกไปใช้จริงในทางการเกษตรต่อไปได้

รายการอ้างอิง (References)

คำนูณ กาญจนภูมิ. (2544). *การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช.* พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Chintakovid, W., Visoottiviseth, P., Khokiattiwong, S. and Lauengsuchonkul, S. (2008). Potential of the hybrid marigolds for arsenic phytoremediation and income generation of remediators in Ron Phibun District, Thailand. *Chemosphere*, 70(8), 1532 – 1537.

Khan, Md. S. I., Khatun, F., Afrin, S., Munsur, Md. A. Z. A. and Hoque, M. E., (2020). Combine effect of BA and IAA on shoot and root induction potentiality in chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium*). *J. Biosci. Agric. Res*., 24(01), 2006 – 2011.

Khatun, M., Roy, P. K., and Razzak, M. A.. (2018). Additive effect of coconut water with various hormones on *in vitro* regeneration of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.). *The J. Anim. Plant Sci*. 28(2).

Kongbangkerd, A., Watthana, S. and Srimuang, K. O., (2017). Influence of organic supplements on growth and development of *in vitro* shoots of *Bulbophyllum dhaninivatii* Seidenf. *Applied Mechanics and Materials.* 855, 42–46.

Kumar, K. R., Singh, K. P.,Bhatia, R., and Panwar, S., (2020). Maternal haploid induction in African marigold (*Tagetes erecta* L.) through *in vitro* culture of un-fertilized ovules. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC).* 143, 549–564.

Lee, Y. J., Sriskanda, D., Subramaniam, S. and Chew, B. L. (2022). The effect of banana, potato, and coconut water in the regeneration of *Ficus carica* cv. Japanese BTM6. Malays. *Appl Biol.* 51(1), 163 – 170.

Matloop, F., Gul, Z., and Jamal, Z., (2017). Micropropagation of an important medicinal plant *Catharanthus roseus* by using coconut water instead of synthetic plant growth regulators. *Indian Journal of Research in Pharmacy and Biotechnology*. 5(6), 360–365.

Murashige, T. and Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* (15), 437 – 497.

Rohmah, K. N. and Taratima, W., (2022). Effect of chitosan, coconut water and potato extract on protocorm growth and plantlet regeneration of *Cymbidium aloifolium* (L.) Sw. *Current Applied Science and Technology.* 22(2), 1 – 10.

การศึกษาหาความเหมาะสมของสารประกอบเคมีเพื่อตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนด้านเหนียวของเทปกาว

Study the Optimization of Reagent for the Detection of Latent Fingerprints on the Adhesive Side of Adhesive Tapes

นิกรือซง โต๊ะลือบาจิ[1*], สาฟิตรี นาแว[2] และอัลอาดีล๊ะห์ เจะมะแซ[2]
Nikruesong Tohluebaji[1*], Safitree Nawae[2] and Aun-adilah Chemasae[2]
(Received: 1 April, 2022; Revised: 15 April, 2022; Accepted: 15 May, 2022)

บทคัดย่อ

การพิสูจน์ลายนิ้วมือแฝงเป็นพยานหลักฐานชิ้นสำคัญในการตรวจหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ มีรายงานวิธีการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงจำนวนมาก ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ทำการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนด้านเหนียวของเทปกาว 2 ชนิด คือ เทปใสและเทปปิดกล่องสีน้ำตาล ภายหลังการประทับรอยลายนิ้วมือทิ้งไว้ทันที และที่ระยะเวลาต่างๆ ดังนี้ หลังประทับรอยลายนิ้วมือแล้วทิ้งไว้ 6 ชั่วโมง 12 ชั่วโมง 24 ชั่วโมง และ 1 สัปดาห์ โดยใช้สารประกอบเคมีที่เตรียมขึ้นซึ่งมีส่วนผสมจากผงฝุ่นคาร์บอน น้ำ และสารตัวอย่าง 3 ชนิด คือ ครีมนวดผม น้ำยาปรับผ้านุ่ม และผงซักฟอกชนิดน้ำ เปรียบเทียบกับน้ำยามาตรฐาน Wet Powder Black โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารประกอบเคมีที่ผสมขึ้นกับสารเคมีที่นำเข้าจากต่างประเทศ เมื่อทำการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือที่ประทับลงบนด้านเหนียวของเทปกาวแล้วทิ้งไว้ในเวลาที่แตกต่างกัน โดยการวิเคราะห์เชิงคุณภาพจะอาศัยเกณฑ์การนับจุดลักษณะสำคัญพิเศษบนรอยลายนิ้วมือแฝงโดยผู้ชำนาญจากกลุ่มงานตรวจลายนิ้วมือแฝง ศูนย์พิสูจน์หลักฐาน 9 ซึ่งผลการวิจัยพบว่าน้ำยาที่เตรียมขึ้นเองสามารถใช้ในการตรวจหารอยลายนิ้วมือบนด้านเหนียวของเทปกาวทั้ง 2 ชนิดได้ คือ ครีมนวดผม ในอัตราส่วนของผงฝุ่นคาร์บอน 1 กรัม (A1) ที่ระยะเวลาในการตรวจหลังประทับรอยลายนิ้วมือแล้วทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง และเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับน้ำยามาตรฐาน Wet Powder Black พบว่ารอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏนั้นมีความใกล้เคียงกันและสามารถใช้ในการยืนยันตัวบุคคลได้

คำสำคัญ: รอยลายนิ้วมือแฝง เทปกาว ครีมนวดผม น้ำยาปรับผ้านุ่ม ผงซักฟอกชนิดน้ำ

[1, 2] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ นราธิวาส 96000 ประเทศไทย
[1, 2] Faculty of Science and Technology, Princess of Naradhiwas University, Narathiwat, 96000 Thailand
*Corresponding Author, E-mail: Nikruesong.t@pnu.ac.th

Abstract

Fingerprints are considered valuable physical evidence in the forensic investigation. There are various reports about methods investigating the latent fingerprints. In this research, the latent fingerprint was detected on the sticky side of the adhesive tape including clear tape and box sealing tape. This work used the time to detect the fingerprints 5 conditions (after the stamp of fingerprints immediately, 6 , 1 2 , 2 4 hr. and 1 week) by using the developed reagents. The developed reagents contained ingredients from black fingerprint powder, water and 3 types of compounds (hair conditioner, fabric softener, and liquid detergent). The result of the fingerprints from developed reagents compared with the standard wet powder black. The objective is to compare the effectiveness of chemicals mixed with chemicals imported when performing the collect fingerprints that are stamped on the sticky side of the adhesive tape and then leave at different times. The qualitative analysis is based on the minutiae of the latent fingerprints. Comparisons of the quality of latent fingerprint used the expert from the Police Forensic Science Center 9. This research showed that the developed reagents (hair conditioner 2.5 ml: water 2.5 ml: powder black 1 g; A1) can detect the latent fingerprints on the sticky side of the adhesive tape including clear tape and box sealing tape, which is left for 2 4 hours. When compared with the standard wet powder black, the result demonstrates that the developed reagents can be used the hidden fingerprints that appear similar to each other and can be used to identify individuals.

Keywords: fingerprint, adhesive tape, hair conditioner, fabric softener, liquid detergent

บทนำ

ปัจจุบันคดีอาชญากรรมได้มีปริมาณและความซับซ้อนเพิ่มขึ้น โดยผู้กระทำผิดได้มีการวางแผนตระเตรียมตลอดจนลงมือปฏิบัติอย่างมีขั้นตอน การนำผู้กระทำผิดมาลงโทษจึงมิใช่เรื่องง่าย ดังนั้นการนำความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาช่วยพัฒนางานด้านนิติวิทยาศาสตร์จึงเป็นทางออกหนึ่งที่ช่วยให้เจ้าหน้าที่ตำรวจคลี่คลายคดีและนำมาใช้เป็นหลักฐานในการดำเนินคดีกับผู้กระทำผิดได้ สิ่งสำคัญที่สุดคือการได้มาของวัตถุพยานในสถานที่เกิดเหตุ สถานที่เกิดเหตุถือว่าเป็นสถานที่ที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นสถานที่ที่มีพยานหลักฐานที่สามารถนำไปใช้ในการสืบสวนสอบสวน เพื่อหาตัวผู้กระทำผิด รวมไปถึงวิธีการกระทำผิด ทั้งนี้จะต้องได้จากการตรวจสถานที่เกิดเหตุที่มีความสมบูรณ์ มีการป้องกันและรักษาสถานที่เกิดเหตุที่ดี ดังนั้นเจ้าหน้าที่ตำรวจจึงต้องให้ความสำคัญต่อการรักษาสถานที่เกิดเหตุ หากการรักษาสถานที่เกิดเหตุไม่สมบูรณ์ก็จะทำให้ขั้นต่อไปประสบความล้มเหลวอย่างต่อเนื่องได้ ส่งผลให้ได้พยานหลักฐานที่

ไม่น่าเชื่อถือและไม่สามารถใช้เป็นพยานหลักฐานยืนยันตัวผู้กระทำผิดได้ ซึ่งหลักฐานสำคัญที่ผู้กระทำความผิดมักทิ้งร่องรอยไว้ในสถานที่เกิดเหตุมากที่สุด คือ รอยลายนิ้วมือแฝง เนื่องจากแต่ละบุคคลมีรอยลายนิ้วมือที่มีจุดลักษณะสำคัญพิเศษของลายเส้นที่แตกต่างกัน และมีลักษณะที่ถาวรไม่มีการเปลี่ยนแปลง ลายนิ้วมือจึงสามารถใช้ในการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลและถือว่าเป็นพยานหลักฐานที่ใช้ยืนยันตัวบุคคลได้อย่างแม่นยำ ด้วยเหตุนี้ลายนิ้วมือจึงเป็นที่ยอมรับและนำมาใช้พิสูจน์ยืนยันตัวบุคคลอย่างเป็นสากล

รอยลายนิ้วมือแฝงอาจมองไม่เห็นหรือเห็นได้ยากด้วยตาเปล่า โดยมักพบบนพื้นผิวกระดาษ พลาสติก แก้ว กระจก เป็นต้น จึงต้องมีวิธีและกระบวนการในการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝง โดยในปัจจุบันได้มีการพัฒนาวิธีการตรวจเก็บลายนิ้วมือแฝงไว้หลายรูปแบบ โดยคำนึงถึงองค์ประกอบลักษณะพื้นผิวของวัตถุพยานที่รอยลายนิ้วมือแฝงนั้นประทับติดอยู่ ซึ่งอาจจะใช้เพียงวิธีใดวิธีหนึ่ง หรือมากกว่าก็ได้ หากวัตถุพยานเป็นพื้นผิวที่มีรูพรุน เช่น กระดาษ สามารถใช้วิธีการสเปรย์สารละลายนินไฮดรินหรืออินเดนไดโอน และถ่ายภาพเก็บไว้เป็นหลักฐาน การปัดผงฝุ่น หรือการรมควันซุปเปอร์กลู เหมาะกับการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวไม่มีรูพรุน เช่น แก้ว พลาสติก กระจก การเลือกใช้วิธีการตรวจเก็บนั้นยังขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและระยะเวลาของรอยลายนิ้วมือแฝง สำหรับพื้นผิวชนิดที่มีความเหนียวเป็นพื้นผิวที่มีความยากในการหารอยลายนิ้วมือแฝง เช่น ด้านเหนียวของเทปกาวชนิดต่างๆ โดยการตัดหรือดึงชิ้นส่วนเทปกาวออก จะมีโอกาสที่ทำให้มีรอยลายนิ้วมือแฝงติดอยู่ การหารอยลายนิ้วมือแฝงบนพื้นผิวชนิดนี้จึงต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ เนื่องจากความเหนียวของเทปจะทำให้เทปไปติดกับพื้นผิวต่างๆได้ง่าย

การหารอยลายนิ้วมือแฝงบนด้านเหนียวของเทปกาว หากเราใช้ผงฝุ่นดำในการตรวจเก็บเราจะไม่สามารถเห็นรอยลายนิ้วมือได้เลย เพราะผงฝุ่นดำจะเกาะติดบนทุกส่วนของด้านเหนียว ดังนั้นเทคนิคที่ใช้ในการหารอยลายนิ้วมือบนพื้นผิวชนิดนี้ได้แก่ การใช้คริสตัลไวโอเลต การใช้สารละลายเรืองแสง และการใช้ผงฝุ่นในสารละลายแขวนลอยหรือเรียกอีกอย่างว่า Wet Powder ซึ่งเป็นสารละลายสำเร็จรูป มีส่วนผสมของผงฝุ่นดำ น้ำ และสารลดแรงตึงผิว โดยสารลดแรงตึงผิวจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางนำผงฝุ่นดำไปติดกับส่วนที่เป็นไขมันซึ่งเกิดจากเหงื่อในลายนิ้วมือ ทำให้มองเห็นรอยลายนิ้วมือได้ โดย Wet Powder สามารถหาซื้อได้จากบริษัทผู้จัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ทางด้านนิติวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีหลายสีให้เลือกใช้ขึ้นอยู่กับสีของพื้นผิวที่ต้องการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝง

งานวิจัยของ O. P. Jasuja, Gagan Deep Singh, & Sodhi (2007) ได้ทำการตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนด้านเหนียวของเทปกาว โดยวิธีตัวเร่งปฏิกิริยาการโอนเฟส ซึ่งใช้สารละลาย Rose Bengal ที่มีสีชมพูโดยการเติม Tetrabutylammonium iodide เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา การเปลี่ยนแปลงชนิดของเทปกาว ระยะเวลาที่ประทับรอยลายนิ้วมือก่อนการตรวจเก็บซึ่งนำไปเปรียบเทียบรอยลายนิ้วมือแฝงที่ได้กับวิธีเจนเชียนไวโอเลตและWet Powder ผลการศึกษาพบว่า การเติม Tetrabutylammonium iodide เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจหารอยลายนิ้วมือบนด้านเหนียวของเทปกาวที่ผ่านการประทับรอยไว้นานแล้วและดีกว่าการใช้ Rose Bengal เพียงอย่างเดียว นอกจากนี้รอยลายนิ้วมือแฝงที่ได้จากวิธีนี้ยังมีสีของลายเส้นที่ชัดเจนตัดกับพื้นผิวด้านเหนียวของเทปได้ดีกว่าวิธีเจนเชียนไวโอเลต และ Wet powder ส่วนงานวิจัยของ

Jones, Reynolds, Richardson & Sears (2010) ได้ทำการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนด้านเหนียวของเทปพันสายไฟสีดำ โดยใช้อนุภาคนาโนไททาเนี่ยมไดออกไซด์ผสมกับน้ำยาที่ใช้หารอยลายนิ้วมือแฝง 3 ชนิด ได้แก่ Wet Powder สีขาวยี่ห้อ Kjell, Wet Powder สีขาวยี่ห้อ Armor Forensics และ Adhesive side Powder light ยี่ห้อ Sirchie ผลการศึกษาพบว่าอนุภาคนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ช่วยเพิ่มความคมชัดของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บได้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาหาสารประกอบเคมีตัวอื่นที่ราคาถูกและมีขายในท้องตลาด ทดแทนน้ำยา Wet powder ที่นำเข้าจากต่างประเทศซึ่งมีราคาแพงเพื่อใช้ในการตรวจหารอยลายนิ้วมือบนด้านเหนียวของเทปกาวใสและเทปกาวสีน้ำตาล ผลจากการศึกษาจะเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับนำมาใช้ในการสนับสนุนผลการตรวจพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์และก่อให้เกิดประโยชน์ต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาหาสารประกอบเคมีที่เหมาะสมในการตรวจหารอยนิ้วมือแฝงบนด้านเหนียวของเทปกาว
2. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารประกอบเคมีที่ผสมขึ้นกับสารเคมีที่นำเข้าจากต่างประเทศเมื่อทำการตรวจเก็บลายนิ้วมือที่ประทับลงบนด้านเหนียวของเทปกาวแล้วทิ้งไว้ในเวลาที่แตกต่างกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

เครื่องมืออุปกรณ์และสารเคมี ประกอบด้วยเครื่องชั่ง บีกเกอร์ กระบอกตวง แท่งแก้วคน ไม้บรรทัด ฉาก พู่กัน เทปใส เทปพลาสติกสีน้ำตาล ครีมนวดผมยี่ห้อซันซิล น้ำยาปรับผ้านุ่มยี่ห้อดาวน์นี่ ผงซักฟอกชนิดน้ำยี่ห้อคอมฟอร์ท น้ำกลั่น ผงฝุ่นคาร์บอนยี่ห้อ KS และน้ำยามาตรฐาน Wet powder ยี่ห้อ JY

การเตรียมสารเคมี ทำการเตรียมน้ำยาสำหรับตรวจรอยลายนิ้วมือแฝงโดยทำการผสมปริมาณสารดังแสดงในตารางที่ 1 ทั้งหมด 10 สูตร จากสารเคมี 4 ชนิด คือ ครีมนวดผม น้ำยาปรับผ้านุ่ม ผงซักฟอกชนิดน้ำ และน้ำยามาตรฐาน สัญลักษณ์ใช้แทนสูตรเป็นอักษรภาษาอังกฤษ A, B, C และ D ตามลำดับ ปริมาณผงฝุ่นคาร์บอนหน่วยกรัมจะเติมเป็นตัวเลข 1 , 2 และ 3 ตามหลังอักษรภาษาอังกฤษ ตัวอย่าง ครีมนวดผม (A) ที่มีปริมาณผงฝุ่นคาร์บอน 1 กรัม จะแทนเป็น A1

ตารางที่ 1 ตารางแสดงอัตราส่วนของสารประกอบเคมี

ตัวอย่างที่	สูตร	อัตราส่วน		
		สารประกอบเคมี	น้ำกลั่น (ml)	ผงฝุ่นดำ (g)
1	A1	ครีมนวดผม (A) 2.5 ml	2.5	1
2	A2			2
3	A3			3
4	B1	น้ำยาปรับผ้านุ่ม (B) 2.5 ml	2.5	1
5	B2			2
6	B3			3
7	C1	ผงซักฟอกชนิดน้ำ (C) 2.5 ml	2.5	1
8	C2			2
9	C3			3
10	D	น้ำยามาตรฐาน 2.5 ml	-	-

การเตรียมรอยลายนิ้วมือ งานวิจัยนี้จะใช้ลายนิ้วมือนิ้วหัวแม่มือของผู้ทดสอบเพศหญิง อายุ 22 ปี น้ำหนัก 43 กิโลกรัม โดยกดนิ้วลงบนด้านเหนียวของเทปใสและเทปปิดกล่องสีน้ำตาล ควบคุมน้ำหนักการกด 1100±100 กรัม กดในแนวดิ่งเป็นเวลา 30 วินาที แต่ละรอยจะมีระยะเวลาห่างกัน 15 นาที

ขั้นตอนการทดลอง ผสมผงฝุ่นคาร์บอนกับสารประกอบเคมีในแต่ละอัตราส่วนให้เข้ากันจนได้ตามที่ต้องการบรรจุลงในกระปุกขนาดเล็ก จากนั้นนำสารประกอบเคมีที่เตรียมไว้ทาลงบนด้านเหนียวของเทปกาวที่ประทับลายนิ้วมือแล้ว เพื่อตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงตามระยะเวลาที่กำหนดคือ หลังประทับลายนิ้วมือทันที, 6 ชั่วโมง, 12 ชั่วโมง, 24 ชั่วโมง และ 1 สัปดาห์ ตามลำดับ

หลังจากทาสารประกอบเคมีลงบนด้านเหนียวของเทปกาว เมื่อครบระยะเวลาที่กำหนดแล้ว ทำการล้างออกด้วยน้ำ เพื่อล้างส่วนเกินและส่วนที่ไม่ต้องการออก จากนั้นทิ้งไว้ให้แห้ง

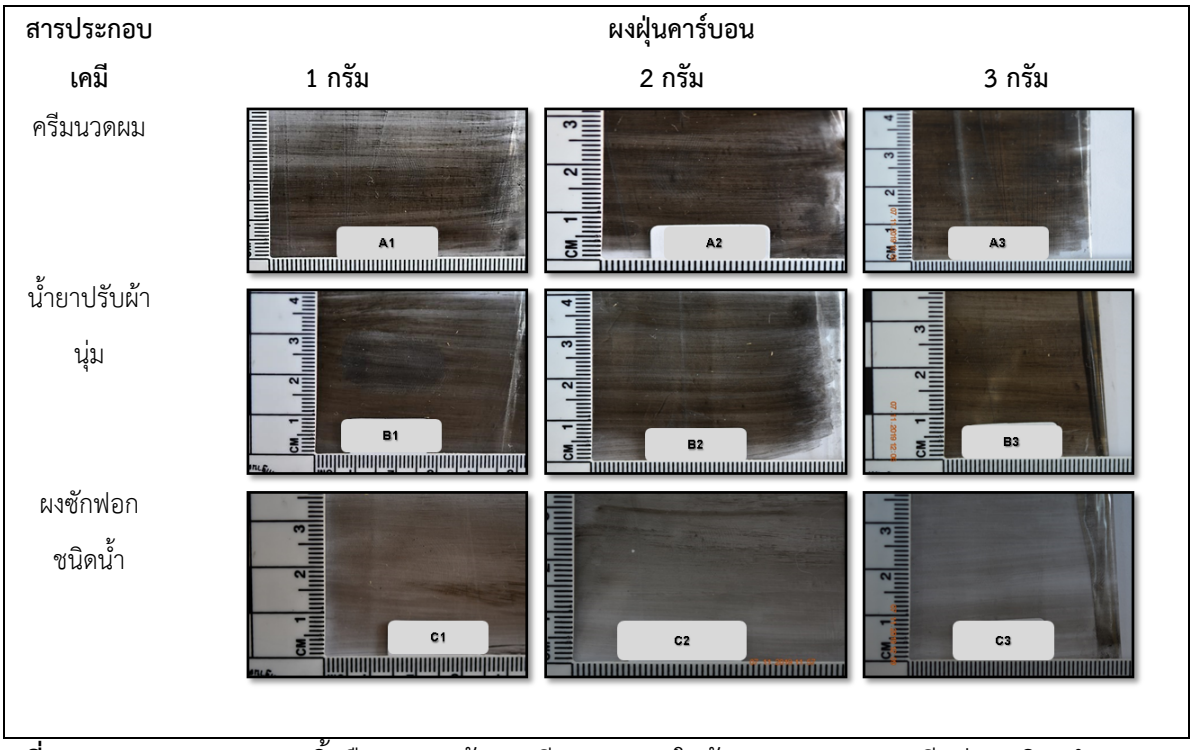
บันทึกภาพของรอยลายนิ้วมือที่ปรากฏ จากนั้นนำภาพที่บันทึกได้ส่งไปยังผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบและให้คะแนนซึ่งวิธีการวิเคราะห์คุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงอาศัยเกณฑ์การนับจุดลักษณะสำคัญพิเศษ (minutiae) บนรอยลายนิ้วมือโดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนดังตารางที่ 2 อ้างอิงดังงานวิจัยของ Ugkapol, Sirirat & Supachai (2019)

ตารางที่ 2 ตารางระดับการให้คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝง

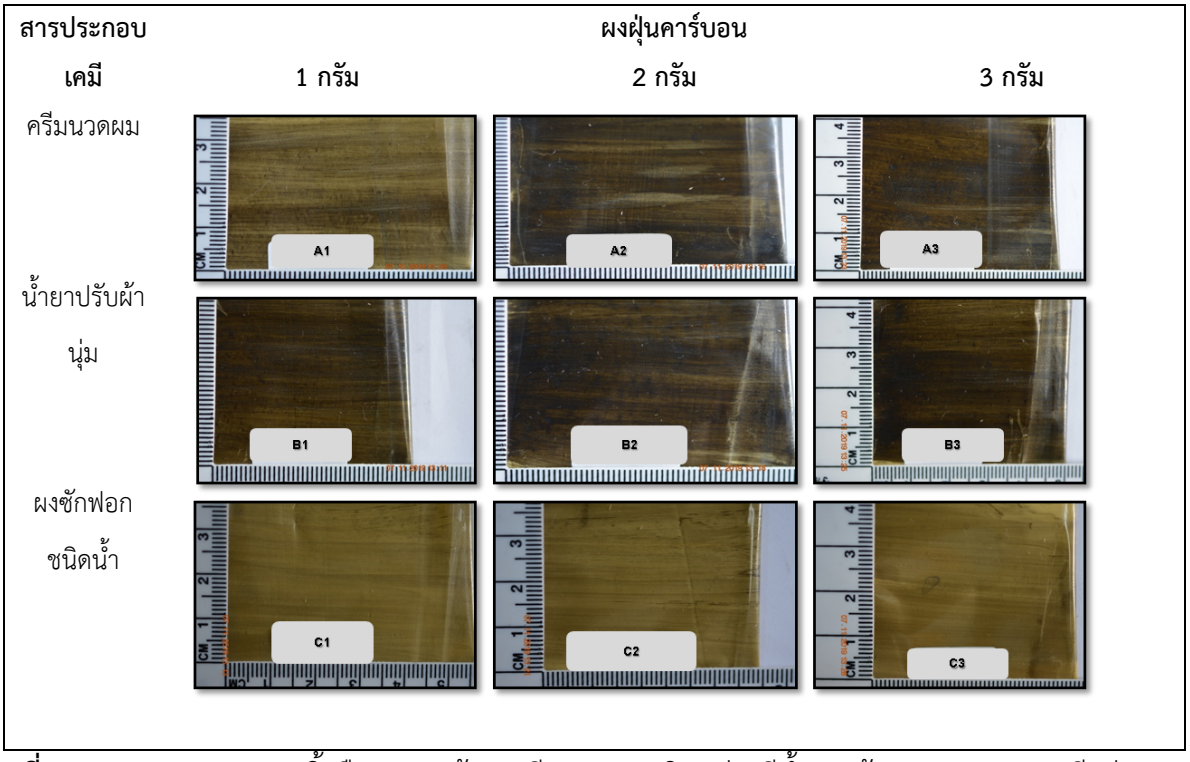
ระดับคะแนน	คุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝง
0	ไม่ปรากฏลายเส้นของรอยลายนิ้วมือแฝง
1	คุณภาพต่ำ รอยลายนิ้วมือแฝงมีลายเส้นเลอะเลือน ไม่ชัดเจน ไม่สามารถชี้เฉพาะบุคคลได้ (น้อยกว่า 10 จุด)
2	คุณภาพปานกลาง สามารถมองเห็นรายละเอียดของลายเส้น สามารถชี้เฉพาะบุคคลได้ แต่ยังมีเลอะเลือนในบางจุด (10-12 จุด)
3	คุณภาพดี เห็นลายเส้นชัดเจน สามารถชี้เฉพาะบุคคลได้ (12 จุดขึ้นไป)

ผลการวิจัย

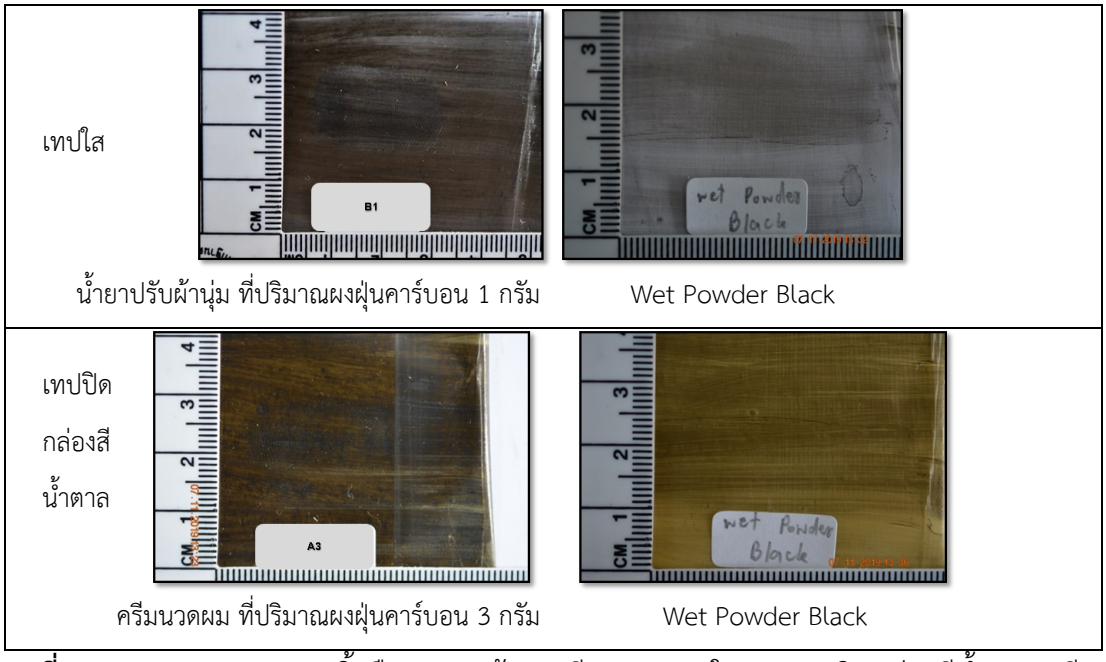
ผลการศึกษาหาสารประกอบเคมีที่เหมาะสมในการตรวจหารอยนิ้วมือแฝง เมื่อทำการประทับรอยลายนิ้วมือลงบนด้านเหนียวของเทปใส และเทปปิดกล่องสีน้ำตาล ทดสอบกับสารเคมีที่เตรียมขึ้น 9 สูตร เปรียบเทียบกับรอยที่เกิดจากน้ำยามาตรฐาน (D) สูตรที่10 ดังตารางที่ 1 โดยการตรวจเก็บทันที แสดงผลการทดสอบดังภาพที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ พบว่ารอยลายนิ้วมือแฝงบนด้านเหนียวของเทปใสที่ทำการตรวจเก็บด้วยน้ำยาปรับผ้านุ่มที่ปริมาณผงฝุ่นคาร์บอน 1 กรัม (สูตร B1) สามารถเห็นรอยลายพิมพ์นิ้วมือได้ชัดเจนที่สุด และมีความใกล้เคียงกันมากกับน้ำยามาตรฐาน Wet Powder Black เนื่องจากน้ำยาปรับผ้านุ่มมีส่วนผสมของ nonionic surfactants ซึ่งมีความสามารถในการชำระไขมัน และผลการทดสอบลายพิมพ์นิ้วมือที่ประทับลงบนด้านเหนียวของเทปปิดกล่องสีน้ำตาล ตรวจเก็บทันที พบว่าครีมนวดผม ที่ปริมาณผงฝุ่นคาร์บอน 3 กรัม (สูตร A3) สามารถเห็นรอยลายพิมพ์นิ้วมือได้ชัดเจนกว่าน้ำยา wet powder black เนื่องจากครีมนวดผมมีส่วนประกอบของ Reconstructor ซึ่งเป็นสารเคมีที่สามารถแทรกซึมเข้าไปได้ง่าย จึงทำให้สารตัวนี้แทรกซึมเข้ากับผงฝุ่นคาร์บอนได้รวดเร็ว



รูปที่ 1 การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนด้านเหนียวของเทปใสด้วยสารประกอบเคมีแต่ละชนิด ทำการตรวจเก็บทันที ด้วยปริมาณผงฝุ่นคาร์บอน 1, 2 และ 3 กรัม ตามลำดับ



รูปที่ 2 การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนด้านเหนียวของเทปปิดกล่องสีน้ำตาลด้วยสารประกอบเคมีแต่ละชนิด ทำการตรวจเก็บทันที ด้วยปริมาณผงฝุ่นคาร์บอน 1, 2 และ 3 กรัม ตามลำดับ



รูปที่ 3 การตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนด้านเหนียวของเทปใสและเทปปิดกล่องสีน้ำตาลเปรียบเทียบกับน้ำยามาตรฐาน wet powder black

ผลการประเมินคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงโดยผู้ชำนาญการตรวจรอบลายนิ้วมือ การประเมินคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงของงานวิจัยนี้ได้มีการให้ผู้ชำนาญการเก็บรอยลายนิ้วมือแฝง จากกลุ่มงานตรวจรอยลายนิ้วมือแฝง ศูนย์พิสูจน์หลักฐาน 9 จังหวัดสงขลา ได้ให้คะแนนคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงโดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังตารางที่ 2 การปรากฏของรอยลายนิ้วหัวแม่มือจากมือข้างขวาที่ประทับลงบนด้านเหนียวของเทปใสและเทปปิดกล่องสีน้ำตาล ด้วยวิธีการทาสารประกอบเคมีแต่ละชนิด ที่ปริมาณผงฝุ่นคาร์บอน 1 กรัม ตามระยะเวลาที่กำหนดเมื่อนำมาวิเคราะห์ด้วยเกณฑ์การนับจุดลักษณะสำคัญพิเศษ (minutiae point) สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 4 (a) ผลการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือพบว่า วิธีการทาสารประกอบเคมีครีมนวดผม (A1) , น้ำยาปรับผ้านุ่ม (B1) และผงซักฟอกชนิดน้ำ (C1) ที่ปริมาณผงฝุ่นคาร์บอน 1 กรัม มีประสิทธิภาพดีมาก ทำให้มีรอยลายนิ้วมือที่ปรากฏขึ้นมา ซึ่งรอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บได้ตามระยะเวลาที่กำหนดนั้นส่วนใหญ่มีคุณภาพดี เห็นลายเส้นชัดเจนโดยเฉพาะอย่างยิ่งบนเทปใส รอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏนั้นสามารถใช้ในการตรวจเปรียบเทียบเพื่อยืนยันตัวบุคคลได้

การปรากฏของรอยลายนิ้วหัวแม่มือจากมือข้างขวาที่ประทับลงบนด้านเหนียวของเทปใสและเทปปิดกล่องสีน้ำตาล ด้วยวิธีการทาสารประกอบเคมีแต่ละชนิด ที่ปริมาณผงฝุ่นคาร์บอน 2 กรัม ตามระยะเวลาที่กำหนดเมื่อนำมาวิเคราะห์ด้วยเกณฑ์การนับจุดลักษณะสำคัญพิเศษ (minutiae point) สามารถสรุปได้ภาพที่ 4 (b) จากผลการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือพบว่า วิธีการทาสารประกอบเคมีครีมนวดผม (A2) , น้ำยาปรับผ้านุ่ม (B2) และผงซักฟอกชนิดน้ำ (C2) ที่ปริมาณผงฝุ่นคาร์บอน 2 กรัม มีประสิทธิภาพดี ทำให้มีรอยลายนิ้วมือที่ปรากฏขึ้นมา ซึ่งรอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บได้ตามระยะเวลาที่กำหนดนั้นส่วนใหญ่มีคุณภาพดี เห็นลายเส้น

ชัดเจนโดยเฉพาะอย่างยิ่งบนเทปใส รอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏนั้นสามารถใช้ในการตรวจเปรียบเทียบเพื่อยืนยันตัวบุคคลได้

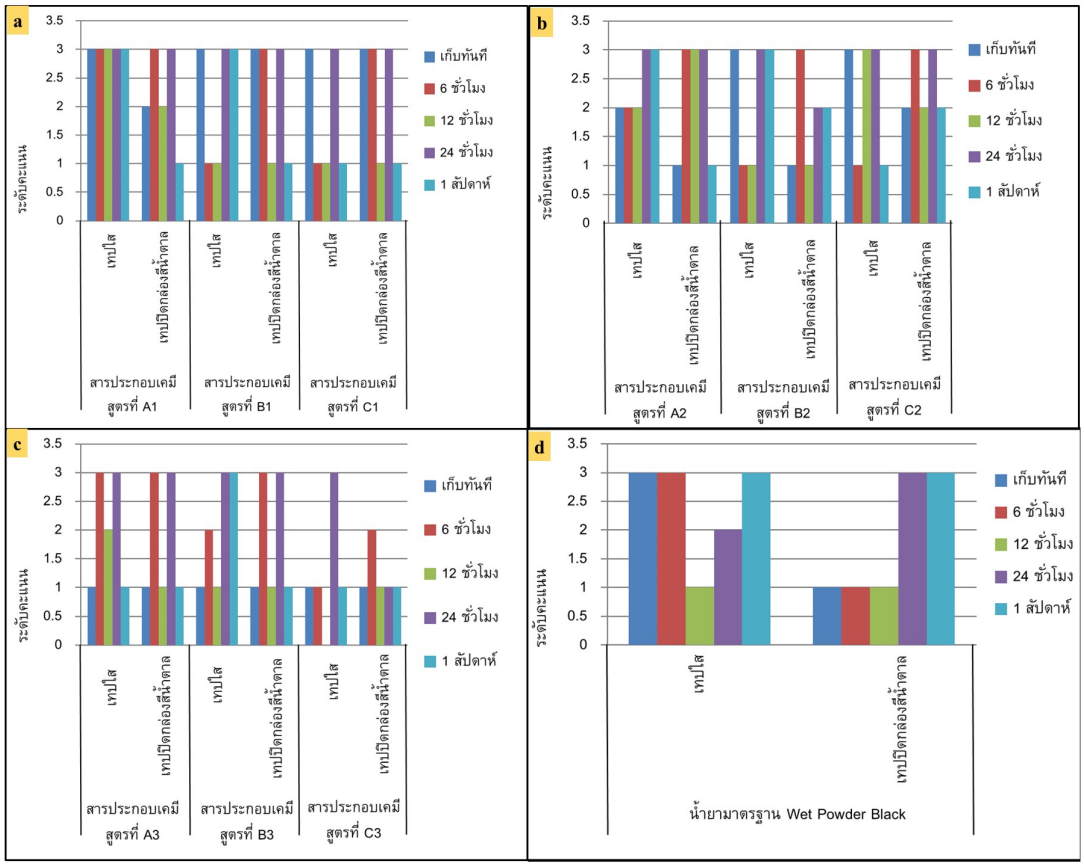
การปรากฏของรอยลายนิ้วหัวแม่มือจากมือข้างขวาที่ประทับลงบนด้านเหนียวของเทปใสและเทปปิดกล่องสีน้ำตาล ด้วยวิธีการทาสารประกอบเคมีแต่ละชนิด ที่ปริมาณผงฝุ่นคาร์บอน 3 กรัม ตามระยะเวลาที่กำหนดเมื่อนำมาวิเคราะห์ด้วยเกณฑ์การนับจุดลักษณะสำคัญพิเศษ (minutiae point) สามารถสรุปได้ภาพที่ 3 (c) จากผลการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือพบว่า วิธีการทาสารประกอบเคมีครีมนวดผม (A3) , น้ำยาปรับผ้านุ่ม (B3) และผงซักฟอกชนิดน้ำ (C3) ที่ปริมาณผงฝุ่นคาร์บอน 3 กรัม มีประสิทธิภาพน้อย ทำให้รอยลายนิ้วมือที่ปรากฏขึ้นมาไม่ชัดเจน โดยเฉพาะบนเทปปิดกล่องสีน้ำตาลจึงไม่สามารถนำไปใช้ในการตรวจเปรียบเทียบเพื่อยืนยันตัวบุคคลได้

การปรากฏของรอยลายนิ้วหัวแม่มือจากมือข้างขวาที่ประทับลงบนด้านเหนียวของเทปใสและเทปปิดกล่องสีน้ำตาล ด้วยน้ำยามาตรฐาน Wet Powder Black ตามระยะเวลาที่กำหนดเมื่อนำมาวิเคราะห์ด้วยเกณฑ์การนับจุดลักษณะสำคัญพิเศษ (minutiae point) สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 4 (d) จากผลการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือพบว่า น้ำยามาตรฐาน Wet Powder Black มีประสิทธิภาพดี ทำให้รอยลายนิ้วมือแฝงปรากฏขึ้นมา ซึ่งรอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บได้ตามระยะเวลาที่กำหนดนั้นมีคุณภาพดีโดยเฉพาะอย่างยิ่งบนเทปใส รอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏนั้นสามารถใช้ในการตรวจเปรียบเทียบเพื่อยืนยันตัวบุคคล ส่วนเทปปิดกล่องสีน้ำตาล รอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บได้นั้นมองเห็นลายเส้นได้เพียงบางส่วน จึงไม่สามารถนำไปใช้ในการตรวจเปรียบเทียบเพื่อยืนยันตัวบุคคลได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Buranaluk (2014)

ดังนั้น วิธีการทาสารประกอบเคมีด้วยครีมนวดผม (A1) , วิธีการทาสารประกอบเคมีด้วยน้ำยาปรับผ้านุ่ม (B1) และวิธีการทาสารประกอบเคมีด้วยผงซักฟอกชนิดน้ำ (C1) ที่ปริมาณผงฝุ่นคาร์บอน 1 กรัม สามารถใช้ตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงบนด้านเหนียวของเทปกาวได้มีประสิทธิภาพมากกว่า วิธีการทาสารประกอบเคมีด้วยครีมนวดผม (A2) , วิธีการทาสารประกอบเคมีด้วยน้ำยาปรับผ้านุ่ม (B2) และวิธีการทาสารประกอบเคมีด้วยผงซักฟอกชนิดน้ำ (C2) ที่ปริมาณผงฝุ่นคาร์บอน 2 กรัม และวิธีการทาสารประกอบเคมีด้วยครีมนวดผม (A3) , วิธีการทาสารประกอบเคมีด้วยน้ำยาปรับผ้านุ่ม (B3) และวิธีการทาสารประกอบเคมีด้วยผงซักฟอกชนิดน้ำ (C3) ที่ปริมาณผงฝุ่นคาร์บอน 3 กรัม อีกทั้งคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บด้วยวิธีการทาสารประกอบเคมีด้วยครีมนวดผม (A1) , วิธีการทาสารประกอบเคมีด้วยน้ำยาปรับผ้านุ่ม (B1) และวิธีการทาสารประกอบเคมีด้วยผงซักฟอกชนิดน้ำ (C1) ที่ปริมาณผงฝุ่นคาร์บอน 1 กรัม สามารถใช้ตรวจเปรียบเทียบเพื่อยืนยันตัวบุคคลได้มีประสิทธิภาพมากกว่าตรวจเก็บด้วยปริมาณผงฝุ่นคาร์บอน 2 กรัมและ 3 กรัม ด้วยเช่นกัน

จากผลการศึกษานำภาพที่ 4 (a) วิธีการทาสารประกอบเคมีด้วยครีมนวดผม (A1) , วิธีการทาสารประกอบเคมีด้วยน้ำยาปรับผ้านุ่ม (B1) และวิธีการทาสารประกอบเคมีด้วยผงซักฟอกชนิดน้ำ (C1) ที่ปริมาณผงฝุ่นคาร์บอน 1 กรัม มาเปรียบเทียบกับน้ำยามาตรฐาน Wet Powder Black ภาพที่ 4 (d) พบว่ารอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนด้านเหนียวของเทปใสและเทปปิดกล่องสีน้ำตาล ด้วยวิธีการทาสารประกอบเคมีครีมนวดผม ที่ปริมาณผงฝุ่นคาร์บอน 1 กรัม (A1) เป็นสูตรที่ดีที่สุดเนื่องจากในส่วนประกอบของครีมนวดผมมี

สาร Reconstructors ซึ่งเป็นสารที่สามารถแทรกซึมเข้าไปได้ง่าย และยังมี Cationic surfactants ซึ่งเป็นสารลดแรงตึงผิว ทำหน้าที่เป็นตัวกลางนำผงฝุ่นคาร์บอนดำไปติดกับส่วนที่เป็นไขมันที่เกิดจากเหงื่อในลายนิ้วมือ อีกทั้งยังมีปัจจัยภายนอกเข้ามาเกี่ยวข้องอีกด้วย เช่นปริมาณการหลั่งของเหงื่อ ซึ่งสารที่ขับออกมาจากต่อมเหงื่อจะแตกต่างกันไป โดยปริมาณของสารประกอบที่ขับออกมาจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและสภาพจิตใจ เป็นต้น



รูปที่ 4 แสดงระดับคะแนนของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจเก็บด้วยวิธีการทาสารประกอบเคมี (a) สูตร A1, B1 และ C1, (b) สูตร A2, B2 และ C2, (c) สูตร A3, B3 และ C3, (d) Wet Powder Black ในระยะเวลาที่กำหนด

อภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาหาสารประกอบเคมีที่เหมาะสมเพื่อตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝงบนด้านเหนียวของเทปกาวใส และเทปปิดกล่องสีน้ำตาลด้วยสารประกอบเคมีที่ผลิตขึ้นเปรียบเทียบกับน้ำยามาตรฐาน Wet Powder Black ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน โดยมีสูตรสารเคมีทั้งหมด 10 สูตร ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยในการทดลอง ผู้วิจัยได้ทำการกดประทับรอยนิ้วหัวแม่มือลงบนด้านเหนียวของเทปกาว จากนั้นทำการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงด้วยสารประกอบเคมีทั้ง 10 สูตร โดยแบ่งตามระยะเวลาตามที่กำหนด คือ ตรวจเก็บทันที , หลังจากประทับลายนิ้วมือแล้ว 6, 12, 24 ชั่วโมง และ 1 สัปดาห์ ตามลำดับ จากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณภาพโดยอาศัยเกณฑ์การนับจุดลักษณะพิเศษสำคัญ (minutiae) สามารถสรุปผลดังนี้

วิธีการทาสารประกอบเคมีที่ปริมาณผงฝุ่นคาร์บอน 1 กรัม ทุกสูตรพบรอยลายนิ้วมือแฝงปรากฏบนด้านเหนียวของเทปใสและเทปปิดกล่องสีน้ำตาล ซึ่งวิธีการทาสารประกอบเคมีด้วยครีมนวดผม ที่ผงฝุ่นคาร์บอน 1 กรัม (A1) สามารถมองเห็นรอยลายนิ้วมือได้ชัดเจนมากที่สุด โดยรอยลายนิ้วมือที่ตรวจพบส่วนใหญ่มีคุณภาพดี สามารถนำมาใช้ในการเปรียบเทียบยืนยันตัวบุคคลได้

วิธีการทาสารประกอบเคมีที่ปริมาณผงฝุ่นคาร์บอน 2 กรัม ทุกสูตรพบรอยลายนิ้วมือแฝงปรากฏบนด้านเหนียวของเทปใสและเทปปิดกล่องสีน้ำตาล โดยเฉพาะวิธีการทาสารประกอบเคมีด้วยครีมนวดผม ที่ปริมาณผงฝุ่นคาร์บอน 2 กรัม (A2) สามารถมองเห็นได้ชัดเจนมากกว่าวิธีการทาสารประกอบเคมีด้วยน้ำยาปรับผ้านุ่ม (B2) และวิธีการทาสารประกอบเคมีด้วยผงซักฟอกชนิดน้ำ (C3) ซึ่งรอยลายนิ้วมือที่ตรวจพบส่วนใหญ่มีคุณภาพดี สามารถนำมาใช้ในการเปรียบเทียบยืนยันตัวบุคคลได้

วิธีการทาสารประกอบเคมีที่ปริมาณผงฝุ่นคาร์บอน 3 กรัม ทุกสูตรพบรอยลายนิ้วมือแฝงปรากฏบนด้านเหนียวของเทปใสและเทปปิดกล่องสีน้ำตาล แต่พบได้เพียงบางส่วนเท่านั้น โดยเฉพาะวิธีการทาสารประกอบเคมีด้วยผงซักฟอกชนิดน้ำ ที่ปริมาณผงฝุ่นคาร์บอน 3 กรัม (C3) ไม่สามารถมองเห็นลายเส้นของรอยลายนิ้วมือได้ชัดเจน ไม่สามารถนำมาใช้ในการเปรียบเทียบเพื่อยืนยันตัวบุคคลได้

โดยสรุปพบว่าวิธีการทาสารประกอบเคมีด้วยครีมนวดผม ที่ปริมาณผงฝุ่นคาร์บอน 1 กรัม มีประสิทธิภาพในการตรวจเปรียบเทียบเพื่อยืนยันตัวบุคคลได้ดีกว่าวิธีการทาสารประกอบเคมีด้วยน้ำยาปรับผ้านุ่มและผงซักฟอกชนิดน้ำ ที่ปริมาณผงฝุ่นคาร์บอน 2 กรัมและ 3 กรัม นอกจากนี้เมื่อนำวิธีการทาสารประกอบเคมีด้วยครีมนวดผม ที่ปริมาณผงฝุ่นคาร์บอน 1 กรัม (A1) ไปเปรียบเทียบกับน้ำยามาตรฐาน Wet Powder Black ที่ใช้ในปัจจุบัน พบว่า รอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏนั้นมีความใกล้เคียงกัน ดังนั้นสารประกอบเคมีที่ทำขึ้นมาที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการปรากฏรอยลายนิ้วมือแฝงบนด้านเหนียวของเทปกาว คือ ครีมนวดผม ที่มีอัตราส่วนของผงฝุ่นคาร์บอน 1 กรัม (A1) ที่ระยะเวลาในการตรวจหลังจากประทับแล้วทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จะพบรอยลายนิ้วมือแฝงที่มีคุณภาพดีและสามารถใช้ในการเปรียบเทียบเพื่อยืนยันตัวบุคคลได้

ข้อเสนอแนะ

ควรทำการศึกษารอยลายนิ้วมือแฝงบนวัตถุชนิดอื่นนอกจากด้านเหนียวของเทปกาว ดังงานวิจัยของ Peeranuch (2015) ซึ่งได้ตรวจหาลายนิ้วมือแฝงบนวัสดุ 6 ชนิด ได้แก่ แก้วใส ชามกระเบื้องเคลือบสีน้ำตาล ถุงมือยางสีส้ม แกลอนน้ำมันพลาสติก ถุงร้อน กระป๋องโลหะเคลือบสังกะสี ควรศึกษาด้วยน้ำยาชนิดอื่นดังงานวิจัยของ Thossaporn (2014) ซึ่งศึกษาตรวจลายนิ้วมือแฝงบนเทปกาวโดยใช้น้ำยาเจนเชียนไวโอเลต ควรศึกษาโดยกำหนดระยะเวลาให้นานขึ้น และขณะตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือควรมีความระมัดระวังเป็นอย่างมาก โดยควรสวมถุงมือก่อนจะทำการตรวจเก็บรอยลายนิ้วมือ เนื่องจากอาจจะทำให้ลายนิ้วมือแฝงเพิ่มขึ้นได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์พิสูจน์หลักฐาน 9 เป็นอย่างสูงที่ให้ความรู้เกี่ยวกับการตรวจหารอยลายนิ้วมือแฝง สนับสนุนอุปกรณ์การทำวิจัย และให้คำแนะนำช่วยเหลืองานวิจัยครั้งนี้

รายการอ้างอิง (References)

Buranaluk, K. (2014) Development of reagents for the detection of latent fingerprints on the adhesive side of adhesive tapes. *Partial Fulfillment of the Requirements.* Silpakorn University. (in Thai)

Jones, B. J., Reynolds, A. J., Richardson, M. & Sears, V. G. (2010). Nano-scale composition of commercial white powders for development of latent fingerprints on adhesives. Sci Justice, 50(3), 150-155.

O. P. Jasuja, Gagan Deep Singh & Sodhi, G. (2007). Development of latent fingerprints on the sticky side of adhesive tapes: phase transfer catalyst-based formulation. *Journal of the Canadian Society of Forensic Science*, 40(1), 1-13.

Peeranuch, A. (2015). Detection of latent fingerprints on the material in fire case by small particle reagent (spr). *Fulfillment of the Requirements*. Silpakorn University. (in Thai)

Thossaporn, T. (2014). A comparison of quality to developing latent fingerprint on the sticky side of adhesives using a gentian violet solution. *Architectural Heritage Management and Tourism.* Silpakorn University. (in Thai)

Ugkapol, L., Sirirat, C. & Supachai, S. (2019). Detection of latent fingerprints on adhesive side of adhesive tapes by using black powder with dishwashing liquid. *Journal of Science and Technology.* Silpakorn University, 6, 18-34.

การพัฒนาศักยภาพผู้ประกอบการเพื่อให้ได้รับมาตรฐานความปลอดภัยอาหาร : กรณีศึกษากลุ่มสินค้า OTOP ประเภทอาหารและเครื่องดื่มที่ไม่ใช่แอลกอฮอล์ ในจังหวัดนราธิวาส

The Development of Entrepreneurs' Potential for Achieve Food Safety Standards: A Case Study of OTOP Product Group on Food and Non-Alcoholic Beverages in Narathiwat Province

มาดีนา น้อยทับทิม[1*] วรรษมน วัฑฒนายน[1] วิจิตรา เฉิดฉิ้ม[1] อาสลัน หิเล[1] และ สุพัฒน์ ศรีสวัสดิ์[2]
Madeena Noitubtim[1*], Wassamon Wattanayon[1], Wijitra Choedchim, Aslan hilae[1] and Supat Srisawat[2]

(Received: 1 April, 2022; Revised: 15 April, 2022; Accepted: 15 May, 2022)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาศักยภาพผู้ประกอบการเพื่อให้ได้รับมาตรฐานด้านความปลอดภัยของอาหาร กรณีศึกษากลุ่มสินค้า OTOP ประเภทอาหารและเครื่องดื่มที่ไม่ใช่แอลกอฮอล์ในจังหวัดนราธิวาส วิธีการดำเนินงานโดยการให้ความรู้ด้านทฤษฎีและการปฏิบัติตามมาตรฐานด้านความปลอดภัยของอาหาร ลงพื้นที่เก็บข้อมูลเพื่อปรับปรุงสถานที่ผลิตและกระบวนการผลิต วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละ กลุ่มตัวอย่างของการวิจัย คือ กลุ่มผู้ประกอบการผลิตอาหารฮาลาลในจังหวัดนราธิวาสที่ขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์ OTOP ประเภทอาหารและเครื่องดื่มที่ไม่ใช่แอลกอฮอล์ จำนวน 20 กลุ่ม พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อการเข้าร่วมการอบรมอยู่ในระดับดีมาก (4.59±0.10) ผลจากแบบประเมินความรู้ก่อนและหลังการอบรม พบว่าหลังการอบรมกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนสูงกว่าก่อนการอบรมร้อยละ 95 สำหรับผลการประเมินความเป็นไปได้ของสถานประกอบการที่จะพัฒนามาตรฐานด้านความปลอดภัยอาหารของกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้คัดเลือก 5 อันดับแรกที่ได้คะแนนสูงสุดจากการประเมินด้วยแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ เมื่อลงพื้นที่เก็บข้อมูลพร้อมทั้งแนะนำการปรับปรุงสถานที่ผลิตรวมถึงการจัดลำดับกระบวนการผลิตใหม่ พบว่า มีกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่พร้อมจะปรับปรุงสถานที่ผลิตและกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้รับการรับรองมาตรฐานความปลอดภัยของอาหาร ส่วนอีก 3 กลุ่มมีข้อจำกัดด้านงบประมาณในการปรับปรุงสถานที่

---

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ จังหวัดนราธิวาส 96000
[1]Faculty of Science and Technology, Princess of Naradhiwas University, Narathiwat 96000
[2]สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ จังหวัดนราธิวาส 96000
[2]President Office, Princess of Naradhiwas University, Narathiwat 96000
*Corresponding author: madeena.n@pnu.ac.th

ผลิตและกระบวนการผลิต ซึ่งหลังจากกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มได้ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้วิจัยแล้ว พบว่ากลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่มได้รับการรับรองเครื่องหมาย อย. และอีกหนึ่งกลุ่มได้รับการรับรองเครื่องหมาย อย. และ Primary GMP (มาตรฐานการผลิตขั้นต้น)

คำสำคัญ: สินค้า OTOP จังหวัดนราธิวาส ความปลอดภัยของอาหาร มาตรฐานอาหาร ผู้ประกอบการ

Abstract

The purpose of this research aims to develop the potential of entrepreneurs for achieve food safety standards. A case study of OTOP product group on food and non-alcoholic beverages in Narathiwat province. In the project implementation activities, there were a training program to transfer knowledge of food safety standards, collection of the data at establishment to improve sites and processes production, analyzed the data by using arithmetic mean, standard deviation and percentage. The sample group of the research was 20 groups of halal food producers in Narathiwat province that registered for OTOP product, food type and non-alcoholic beverages. The training satisfaction was found at a very good level (4.59±0.10). The results of pre- and post-training knowledge assessment found that after training, the sample group was scores higher than before training of 95%. Evaluation results of the possibility of establishments to develop food safety standards of the sample group, the researchers selected top five with the highest scores based on questionnaires and interview assessments. When visiting the establishment for collecting data and suggesting to improve the production site and sequence of new production processes, it was found that two group were ready to achieve food safety certification. The other three groups had budget constraints. After the two sample groups have improved according to the researcher's advice, it was found that one sample group was certified by the FDA and the other group was certified by the FDA and Primary GMP.

Keywords: OTOP product, Narathiwat province, Food safety, Food standards, entrepreneur

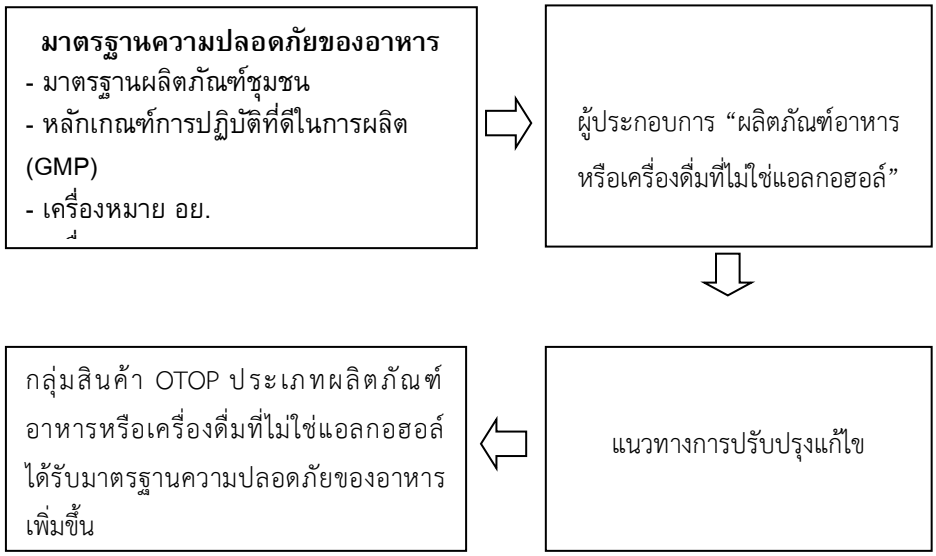
บทนำ

การเสริมสร้างศักยภาพการแข่งขันให้กับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมควบคู่กับการส่งเสริมผู้ประกอบการที่ผลิตได้และขายเป็นนั้น คือหนึ่งประเด็นหลักที่สำคัญในแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 12 (พ.ศ.2560-2564) กลุ่มผลิตสินค้า OTOP เป็นกลุ่มที่รัฐบาลให้การส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพเพื่อขับเคลื่อนเศรษฐกิจจากฐานราก ดังนั้นทุกจังหวัดจึงกำหนดนโยบายเพื่อตอบสนองยุทธศาสตร์ให้เป็นไปตามเป้าหมายของแผนพัฒนาฯ รวมทั้งจังหวัดนราธิวาสมีการสนับสนุนการเพิ่มศักยภาพของฐานการผลิตจากฐานรายได้ใหม่ เพิ่มศักยภาพ

สินค้า OTOP ผลิตภัณฑ์ชุมชน (แผนพัฒนาจังหวัดนราธิวาส พ.ศ. 2561-2564) สำหรับการจัดประเภทผลิตภัณฑ์ OTOP สามารถแบ่งเป็น 5 กลุ่ม คือ กลุ่มอาหาร กลุ่มเครื่องดื่ม กลุ่มผ้าและเครื่องแต่งกาย กลุ่มของใช้ ของตกแต่ง ของที่ระลึก และกลุ่มสมุนไพรที่ไม่ใช่อาหาร (Community Development Department Ministry of Interior, 2021) การขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์ OTOP ของจังหวัดนราธิวาสในปี พ.ศ. 2563 พบว่ามีประมาณ 1,500 กลุ่ม ซึ่งเป็นกลุ่มอาหารและเครื่องดื่มมากกว่า 800 กลุ่ม (Narathiwat Community Development Office, 2021) ปัญหาที่พบในผลิตภัณฑ์ OTOP ประเภทอาหารและเครื่องดื่ม นอกจากจะมีปัญหาด้านการจัดการและการตลาด (Supispan & Chutira, 2012) พบว่ากลุ่มผลิตภัณฑ์ OTOP ประเภทอาหารหรือเครื่องดื่มมีปัญหาด้านคุณภาพและมาตรฐานความปลอดภัยอาหาร (Chanchaichaovivat, Kirdtabtim & Phornphisutthimas, 2020) จากผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์สุขภาพชุมชน (OTOP) ประเภทอาหารในช่วงปี พ.ศ. 2558-2560 พบว่าผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ยังไม่ได้รับการรับรองมาตรฐานเนื่องจากพบเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคอาหารเป็นพิษ เช่น *Escherichia coli, Salmonella spp., Staphylococcus aureus, Clostridium perfringens* และ *Bacillus cereus* หรือการใช้ปริมาณวัตถุเจือปนอาหารเกินกว่าที่กฎหมายกำหนด (Rural and Local Consumer Health Products Promotion Protection Division, 2018) สำหรับกลุ่มสินค้า OTOP ประเภทอาหารและเครื่องดื่มที่ไม่ใช่แอลกอฮอล์ในจังหวัดนราธิวาส พบว่าหลายกลุ่มยังไม่ได้รับการรับรองมาตรฐานด้านความปลอดภัยอาหาร เนื่องจากผู้ประกอบการไม่มีความรู้ ความเข้าใจในเรื่องมาตรฐานความปลอดภัยของอาหาร ทำให้ไม่สามารถขอการรับรองมาตรฐาน ไม่ว่าจะเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เครื่องหมาย อย. หลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิตอาหาร (GMP: Good Manufacturing Practice) หรือเครื่องหมายฮาลาล รวมถึงบรรจุภัณฑ์ที่ยังไม่ได้มาตรฐานทำให้ส่งผลต่อคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ความปลอดภัยอาหารเป็นสิ่งสำคัญของการผลิตอาหาร หากอาหารเกิดการปนเปื้อนแล้วอาจจะเกิดการระบาดของโรคที่มาจากอาหารและส่งผลต่อค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้นภายหลัง (Kamboj, Gupta, Bandral, Gandotra & Anjum, 2020) มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยอาหารมีหลายมาตรฐานด้วยกัน สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อควบคุมการผลิตอาหารให้มีความปลอดภัยเหมาะสมต่อการบริโภค (Panghal, Chhikara, Sindhu & Jaglan, 2018) ดังนั้นการพัฒนาศักยภาพผู้ประกอบการเพื่อให้ได้รับมาตรฐานด้านความปลอดภัยของอาหาร เป็นวิธีหนึ่งที่จะส่งเสริมกลุ่มผู้ประกอบการสินค้า OTOP ประเภทอาหารและเครื่องดื่มที่ไม่ใช่แอลกอฮอล์ในจังหวัดนราธิวาส ให้ได้รับการรับรองมาตรฐานความปลอดภัยอาหาร โดยการให้ความรู้แก่ผู้ประกอบการให้มีความเข้าใจในเรื่องมาตรฐานความปลอดภัยของอาหาร ซึ่งจะเป็นการยกระดับผลิตภัณฑ์อาหารให้มีคุณภาพและความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาศักยภาพผู้ประกอบการเพื่อให้ได้รับมาตรฐานความปลอดภัยอาหาร กรณีศึกษา กลุ่มสินค้า OTOP ประเภทอาหารและเครื่องดื่มที่ไม่ใช่แอลกอฮอล์ในจังหวัดนราธิวาส โดยการให้ความรู้ด้านทฤษฎีและการปฏิบัติตามมาตรฐานด้านความปลอดภัยของอาหาร



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย (Conceptual frame work)

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย คือ กลุ่มผู้ประกอบการผลิตอาหารฮาลาลในจังหวัดนราธิวาสที่ขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์ OTOP ประเภทอาหารและเครื่องดื่มที่ไม่ใช่แอลกอฮอล์ จำนวน 20 กลุ่ม โดยสัมภาษณ์กลุ่มผู้ให้ข้อมูลใช้วิธีเลือกแบบเจาะจง ซึ่งคณะผู้วิจัยได้เลือกประธานกลุ่มหรือผู้ที่สามารถให้ข้อมูลการดำเนินงานของกลุ่มได้

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเชิงคุณภาพ คือ การสัมภาษณ์และให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบสอบถามโดยลักษณะแบบสอบถามเป็นการให้คะแนน (ตามลำดับความสำคัญของปัญหา) และคำถามปลายเปิดเกี่ยวกับปัญหา อุปสรรคในการดำเนินงาน และความต้องการที่จะพัฒนามาตรฐานด้านความปลอดภัยอาหารของกลุ่มตัวอย่าง

3. การเก็บรวมรวบข้อมูล

- สำรวจความต้องการของผู้ประกอบการ OTOP จากแบบสอบถาม วิเคราะห์ปัญหาอุปสรรคในการดำเนินงาน และความต้องการของกลุ่ม
- จัดประชุมเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของกลุ่มสินค้า OTOP ประเภทอาหารและเครื่องดื่มที่ไม่ใช่แอลกอฮอล์ในการพัฒนาด้านความปลอดภัยของอาหาร
- วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละ

4. จัดการอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานด้านความปลอดภัยของอาหาร

5. ทำการคัดเลือกกลุ่มสินค้า OTOP ที่จะเข้าร่วมการวิจัยเพื่อพัฒนามาตรฐานด้านความปลอดภัยของอาหาร โดยใช้แบบสอบถามและการสัมภาษณ์ จากนั้นประเมินความเป็นไปได้ของสถานประกอบการกลุ่ม

ผลิตภัณฑ์ OTOP เพื่อลงพื้นที่เก็บข้อมูล สำหรับเกณฑ์การคัดเลือกพิจารณาจากความพร้อมและงบประมาณของกลุ่มตัวอย่าง

6. ดำเนินการลงพื้นที่ ณ สถานประกอบการกลุ่มสินค้า OTOP ที่ได้รับการคัดเลือกจำนวน 5 กลุ่ม (เป็นกลุ่มตัวอย่าง 5 อันดับแรกที่ได้รับคะแนนสูงสุดจากการประเมินด้วยแบบสอบถามและการสัมภาษณ์) เพื่อเก็บข้อมูล ประเมินสถานที่ผลิต กระบวนการผลิตเพื่อพัฒนามาตรฐานด้านความปลอดภัยของอาหาร และทำการสัมภาษณ์เกี่ยวกับความพร้อมในการปรับปรุงตามคำแนะนำของคณะผู้วิจัยเพื่อให้ได้รับการรับรอง

7. วิเคราะห์ข้อมูลและเสนอแนวทางปรับปรุงให้กับกลุ่มตัวอย่างเพื่อแก้ไขข้อพกพร่องตามเกณฑ์ของแต่ละมาตรฐานเพื่อให้ได้รับการรับรอง

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาการดำเนินงานการพัฒนาศักยภาพผู้ประกอบการเพื่อให้ได้รับมาตรฐานความปลอดภัยอาหารของกลุ่มสินค้า OTOP ประเภทอาหารและเครื่องดื่มที่ไม่ใช่แอลกอฮอล์ในจังหวัดนราธิวาส มีดังนี้

1. ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงานการพัฒนาความปลอดภัยอาหาร พบว่า ปัญหาและอุปสรรคที่พบมากที่สุด คือ มีปัญหาขาดความรู้ความเข้าใจที่จะดำเนินการเพื่อให้ได้การรับรองมาตรฐานร้อยละ 75 ปัญหาด้านงบประมาณในการปรับปรุงโครงสร้างอาคารและปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้มาตรฐานร้อยละ 20 ปัญหาและอุปสรรคด้านอื่นๆ ร้อยละ 5 ได้แก่ มีปัญหาเกี่ยวกับการติดต่อประสานงานกับเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบ ระยะเวลาการดำเนินการ และต้นทุนการผลิตสูง

2.สำหรับมาตรฐานด้านความปลอดภัยอาหารที่กลุ่มเป้าหมายต้องการพัฒนามากที่สุด คือ เครื่องหมาย อย. ร้อยละ 60 รองลงมาคือ เครื่องหมาย อย.และการรับรองฮาลาล ร้อยละ 20 หลักเกณฑ์การปฏิบัติที่ดีในการผลิต (GMP) ร้อยละ 10 และการรับรองฮาลาล ร้อยละ 10

3. ผลการจัดอบรมในหัวข้อมาตรฐานความปลอดภัยของอาหาร (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน หลักเกณฑ์การปฏิบัติที่ดีในการผลิต การขอรับรองเครื่องหมาย อย. และเครื่องหมายฮาลาล) เพื่อเพิ่มความรู้ความเข้าใจให้ผู้ประกอบการสามารถนำไปปฏิบัติได้ พบว่า มีความพึงพอใจในภาพรวมต่อการจัดอบรมอยู่ในระดับดีมาก คิดเป็น 4.59±0.1 (คะแนนเต็ม 5) และผลจากแบบประเมินความรู้ก่อนและหลังการอบรม พบว่าหลังการอบรมกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนสูงกว่าก่อนการอบรมร้อยละ 95

4. ผลการประเมินความเป็นไปได้ของสถานประกอบการกลุ่มผลิตภัณฑ์ OTOP พบว่ามีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 5 กลุ่ม ที่สามารถจะพัฒนามาตรฐานด้านความปลอดภัยของอาหาร ดำเนินการลงพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูล ณ สถานประกอบการ โดยใช้แบบบันทึกการตรวจสถานที่ผลิตอาหาร (ตส.1) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- พบข้อบกพร่องลักษณะเดียวกันทั้ง 5 กลุ่มตัวอย่าง คือ บริเวณที่ผลิตและที่บรรจุเป็นพื้นที่เปิดโล่ง ซึ่งจะต้องใช้งบประมาณในการปรับปรุงจึงมีเพียง 2 กลุ่มที่สามารถดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะได้ เนื่องจากอีก 3 กลุ่มมีข้อจำกัดด้านงบประมาณ

- ภาพรวมของข้อเสนอแนะในการปรับปรุงสถานที่ผลิต มีดังนี้ จัดให้มีการจัดการขยะและสิ่งปฏิกูลบริเวณอาคารผลิตให้สะอาดอยู่เสมอ จัดให้มีภาชนะรองรับขยะพร้อมฝาปิดทั้งภายในและนอกอาคารผลิต จัดทำตู้เก็บภาชนะบรรจุให้ถาวรเพื่อป้องกันสัตว์และแมลง จัดทำฝ้าผนัง เพดานให้ปกปิดมิดชิดเพื่อป้องกันนกและแมลง เพิ่มป้ายข้อปฏิบัติสำหรับผู้มาเยือน เช่น กรุณาถอดรองเท้า บุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตห้ามเข้าบริเวณที่ผลิต เป็นต้น จัดทำที่กั้นห้องน้ำเพื่อไม่ให้เปิดสู่บริเวณที่ผลิตโดยตรง แจกแจงรายละเอียดเครื่องมือเครื่องจักร พร้อมระบุแรงม้าและจำนวนคนงานให้เป็นปัจจุบัน และจัดทำแบบแปลนภายในอาคารผลิตให้เป็นปัจจุบัน

5. การปรับปรุงสถานที่ผลิตและบริเวณพื้นที่สำหรับบรรจุของกลุ่มสินค้า OTOP 2 กลุ่มตัวอย่างสามารถดำเนินการตามข้อเสนอแนะได้ มีดังนี้

กลุ่มที่ 1 ได้ดำเนินการจัดทำเพดานและติดมุ้งลวดบริเวณที่ผลิตและบริเวณที่บรรจุ จัดเก็บสารเคมีทำความสะอาดให้เป็นสัดส่วน และติดป้ายแสดงสารเคมีแต่ละชนิด จัดหาผ้ากันเปื้อน หมวกคลุมผมไว้บริเวณทางเข้าสถานที่ผลิต ติดป้ายแสดงคำเตือนห้ามให้บุคคลแสดงพฤติกรรมอันน่ารังเกียจในสถานที่ผลิต เช่น ห้ามสูบบุหรี่ เป็นต้น มีข้อปฏิบัติสำหรับผู้ไม่เกี่ยวข้องกับการผลิต เช่น บุคคลภายนอกห้ามเข้า จัดการและสะสางสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วออกจากอาคารผลิตและรักษาความสะอาดอาคารผลิตโดยรวม จัดหาตู้จัดเก็บภาชนะที่ปกปิดมิดชิด ป้องกันสัตว์และแมลง และวางเครื่องจักรโดยสูงจากพื้นที่ 60 เซนติเมตร หลังจากการปรับปรุงทางกลุ่มได้เตรียมเอกสารเพื่อขอการรับรองเครื่องหมาย อย.

กลุ่มที่ 2 มีการจัดลำดับสายการผลิตใหม่เพื่อหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนกลับ และในส่วนบริเวณบรรจุได้จัดทำเพดานให้คงทน เรียบ ปิดมิดชิดให้สามารถป้องกันสัตว์และแมลง หลังจากการปรับปรุงทางกลุ่มได้เตรียมเอกสารเพื่อขอการรับรองเครื่องหมาย อย.

อภิปรายผล

ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการพัฒนาศักยภาพผู้ประกอบการเพื่อให้ได้รับมาตรฐานความปลอดภัยอาหารของกลุ่มสินค้า OTOP ประเภทอาหารและเครื่องดื่มที่ไม่ใช่แอลกอฮอล์ในจังหวัดนราธิวาส คือ การขาดองค์ความรู้ความเข้าใจในการปฏิบัติเพื่อให้ได้การรับรองมาตรฐาน ซึ่งเป็นปัญหาที่พบลักษณะที่คล้ายกันในการผลิตอาหารชุมชน คือ ผู้ผลิตขาดความรู้ความสามารถในกระบวนการผลิตและการควบคุมคุณภาพ (Chanchaichaovivat *et al*., 2019) ทำให้ยากต่อการได้รับรองมาตรฐานความปลอดภัยอาหาร นอกจากนี้ปัญหาต้นทุนการผลิตที่สูงพบได้ในทุกกลุ่มสินค้า OTOP เช่น กลุ่มสินค้า OTOP ประเภทผลิตภัณฑ์ประเภทผ้าและเครื่องแต่งกายของผู้ประกอบการโอทอปในจังหวัดสุรินทร์ซึ่งเป็นการวิจัยเชิงคุณภาพใช้วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบวิธีการเลือกแบบเจาะจง ปัญหาที่พบคือ ผลิตภัณฑ์ผ้าไหมสีไม่มีได้มาตรฐาน ไม่มีลายเอกลักษณ์ และมีต้นทุนการผลิตสูง (Sirintip, 2020) การขาดเครื่องมือในการผลิตที่ทันสมัย ไม่มีทักษะในการผลิตทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ไม่สม่ำเสมอ (Tanyamai, 2012) อย่างไรก็ตาม ความปลอดภัยอาหารมีความสำคัญต่อกลุ่มสินค้า OTOP ประเภทอื่นด้วย เช่น การดำเนินงานของกลุ่ม OTOP ประเภทสมุนไพรที่

ไม่ใช่อาหาร สิ่งที่จะทำให้การดำเนินงานสำเร็จได้คือการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพและได้มาตรฐานตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิตอาหาร (GMP) (Ouanlam, Morachart & Jungmutipan, 2015) จะเห็นได้ว่ามาตรฐานความปลอดภัยอาหารนอกจากจะทำให้เกิดความมั่นใจของผู้บริโภคแล้วยังเป็นสิ่งสำคัญในการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าของผู้บริโภค ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องส่งเสริมให้กลุ่มสินค้า OTOP ประเภทอาหารและเครื่องดื่มที่ไม่ใช่แอลกอฮอล์ในจังหวัดนราธิวาสได้รับการรับรองมาตรฐานความปลอดภัยอาหาร

สรุป

การพัฒนาศักยภาพผู้ประกอบการเพื่อให้ได้รับมาตรฐานความปลอดภัยอาหารของกลุ่มสินค้า OTOP ประเภทอาหารและเครื่องดื่มที่ไม่ใช่แอลกอฮอล์ในจังหวัดนราธิวาส จำนวน 20 กลุ่ม มีการจัดอบรมเพื่อถ่ายทอดความรู้มาตรฐานความปลอดภัยของอาหาร พบว่ามีความพึงพอใจต่อการเข้าร่วมอบรมอยู่ในระดับดีมาก ผลจากแบบประเมินความรู้ก่อนและหลังการอบรม พบว่าหลังการอบรมกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนสูงกว่าก่อนการอบรมร้อยละ 95 เมื่อลงพื้นที่เก็บข้อมูลและแนะนำการปรับปรุงสถานที่ผลิตในกลุ่มที่ทำการคัดเลือก 5 กลุ่มตัวอย่าง พบว่า มีข้อบกพร่องของสถานที่ผลิตในลักษณะเดียวกันคือ บริเวณที่ผลิตและบริเวณที่บรรจุเป็นที่เปิดโล่ง ซึ่งมีเพียง 2 กลุ่มที่พร้อมจะปรับปรุงเพื่อให้ได้รับการรับรองมาตรฐานความปลอดภัยของอาหาร เนื่องจากอีก 3 กลุ่มมีข้อจำกัดด้านงบประมาณ หลังการปรับปรุงตามคำแนะนำทำให้กลุ่มสินค้า OTOP ประเภทอาหารและเครื่องดื่มที่ไม่ใช่แอลกอฮอล์ในจังหวัดนราธิวาส ได้รับการรับรองเครื่องหมาย อย. 1 กลุ่ม และอีกหนึ่งกลุ่มหลังการปรับปรุงได้รับการรับรองเครื่องหมาย อย. และ Primary GMP

ข้อเสนอแนะ

1. ปัญหาการขาดงบประมาณในการปรับปรุงด้านโครงสร้างอาคาร สถานที่ผลิตนั้นเป็นสาเหตุหนึ่งที่ยากต่อการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ได้รับการรับรองมาตรฐานด้านความปลอดภัยอาหารซึ่งอาจจะต้องได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐ

2. ควรมีการจัดอบรมให้ความรู้ด้านความปลอดภัยอาหารแก่ผู้ประกอบการกลุ่มสินค้า OTOP ประเภทอาหารและเครื่องดื่มที่ไม่ใช่แอลกอฮอล์ในจังหวัดนราธิวาสอย่างสม่ำเสมอ

3. ควรมีการถอดบทเรียนจากกลุ่ม OTOP ที่มีการดำเนินกิจการอย่างเป็นระบบและมีการพัฒนาความปลอดภัยอาหารแล้วได้รับการรับรอง นำไปถ่ายทอดแก่กลุ่มที่ยังไม่ได้การรับรอง บางครั้งปัญหาที่พบอาจจะมีลักษณะเดียวกันซึ่งจะสามารถนำแนวทางไปปรับปรุงแก้ไขปัญหาของกลุ่มได้

รายการอ้างอิง (References)

Ouanlam, P., Morachart, C. & Jungmutipan, K. (2015). The Development of the Operational Capacity of the Non-Food Herbal One Tambon One Product (OTOP) Groups. *Humanities and Social Sciences*, 8(2), 207-238. (in Thai).

Chanchaichaovivat, C., Kirdtabtim, S. & Phornphisutthimas, S. (2020). Standards for Community Food Products. *Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning*, 10(1), 137-149. (in Thai).

Community Development Department Ministry of Interior. (2021). *One Tambon One Product (OTOP)*. Retrieved March 2, from https://cep.cdd.go.th/ (in Thai).

Kamboj, S., Gupta, N., Bandral, J.D., Gandotra, G.& Anjum, N. (2020). Food safety and hygiene: A review. *International Journal of Chemical Studies*, 8(2): 358-368.

Narathiwat Community Development Office. (2021). *Information of Operators Registered for OTOP*. Retrieved January 10, from https://narathiwat.cdd.go.th/ (in Thai).

Ouanlam, P., Morachart, C. & Jungmutipan, K. (2015). The Development of the Operational Capacity of the Non-Food Herbal One Tambon One Product (OTOP) Groups. *Humanities and Social Sciences,* 8(2), 207-238. (in Thai).

Panghal, A., Chhikara, N., Sindhu, N. & Jaglan, s. (2018). Role of Food Safety Management Systems in safe food production: A review, *Journal of food safety*, 38(4), 1-11.

Rural and Local Consumer Health Products Promotion Protection Division. (2018). *Summary of the Workshop Report for Development Potential of Staff and Entrepreneurs according to the Development of Production Sites and Community Health Products (OTOP) for Qualityand Standard, Fiscal Year 2018 Project.* Nonthaburi: Thai Food and Drug Administration.

Sirintip, P. (2020). The Product Development of OTOP Entrepreneurs to Support Knowledge-Based Network in Surin Province. *NRRU Community Research Journal*,15(4), 28-37. (in Thai).

Supispan, V. & Chutira, R. (2012). Quality Development in Food Industry and Agricultural Processed Products (OTOP) at Nakhon Nayok Province. *HCU Journal*, 15(30), 89-105. (in Thai).

Tanyamai, J. (2012). The Problems and the Adaptation of OTOP to AEC. *Executive Journal*, 34(1), 177-191. (in Thai).

ปริมาณแคดเมียมในหมึกกล้วย หอยแครงและหอยลายที่ขายในตลาดเขตเทศบาลเมืองนราธิวาส จังหวัดนราธิวาส

Cadmium Content in Squid, Cockle and Baby Clam Sold in the Market in Muang Narathiwat Municipality, Narathiwat Province

สาลูมา สมานหมาน[1*], ฟาตีฮะห์ ยานยา[1], สุพัฒน์ ศรีสวัสดิ์[1] และสะเราะ นิยมเดชา[3]
Saluma Samanman[1*], Fateehah Yanya[1], Supat Srisawat[1] and Saroh Niyomdecha[3]
(Received: 1 April, 2022; Revised: 15 April, 2022; Accepted: 15 May, 2022)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณแคดเมียมในตัวอย่างหมึกกล้วย (*Loligo duvauceli*) หอยแครง *(Anadara granosa)* และหอยลาย *(Paphia undulates)* ที่ขายในตลาดเขตเทศบาลเมืองนราธิวาส ได้แก่ ตลาดบาเละฮีเล ตลาดบางนาค และตลาดสดเทศบาลเมืองนราธิวาสของอำเภอเมือง จังหวัดนราธิวาส เพื่อเป็นข้อมูลในการประเมินความเสี่ยงของผู้บริโภค โดยสุ่มตัวอย่างหมึกกล้วย จำนวน 15 ตัวอย่าง หอยแครง จำนวน 4 ตัวอย่างและหอยลายจำนวน 2 ตัวอย่างจากตลาดทั้ง 3 แห่ง เตรียมตัวอย่างโดยวิธีการย่อยแบบแห้ง (dry-ashing digestion) โดยตัวอย่างหมึกได้วิเคราะห์แคดเมียมในส่วนต่างๆ ได้แก่ หนวด เบ้าตา คางในและคางนอก ส่วนหอยแครงและหอยลายวิเคราะห์ในเนื้อ โดยใช้เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรมิเตอร์ (Flame Atomic Absorption Spectrometer, Flame AAS) พบว่ามีระดับการปนเปื้อนของแคดเมียมในหมึกกล้วยจำนวน 13 ตัวอย่าง และพบในชิ้นส่วนคางในมากที่สุดซึ่งมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน 1.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่กำหนดโดยสหภาพยุโรป (EU, 2006) จำนวน 11 ตัวอย่าง สำหรับตัวอย่างหอยแครงพบปริมาณแคดเมียมในทุกตัวอย่างแต่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้และไม่พบการปนเปื้อนของแคดเมียมในหอยลาย ดังนั้นจากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าการบริโภคหมึกกล้วยค่อนข้างมีความเสี่ยงในการได้รับแคดเมียมสูงโดยเฉพาะผู้บริโภคที่นิยมรับประทานชิ้นส่วนคางใน สำหรับหอยแครงถึงแม้ว่าค่าที่พบ
การได้รับแคดเมียมสูงโดยเฉพาะผู้บริโภคที่นิยมรับประทานชิ้นส่วนคางใน สำหรับหอยแครงถึงแม้ว่าค่าที่พบ

[1] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์
[1] Faculty of Science and Technology, Princess of Naradhiwas University
[2]สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ จังหวัดนราธิวาส 96000
[2]President Office, Princess of Naradhiwas University, Narathiwat 96000
[3] สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ กองพัฒนาระบบและมาตรฐานกำกับดูแลความปลอดภัย
[3] Office of Atoms for Peace Department/ Division: Regulatory Technical Support Division
*Corresponding Author, E-mail: saluma.s@pnu.ac.th

การปนเปื้อนมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานแต่หากมีการบริโภคเป็นประจำอาจส่งผลต่อปัญหาสุขภาพในระยะยาวได้

คำสำคัญ: แคดเมียม หมึกกล้วย หอยแครง หอยลาย ตลาดสด นราธิวาส

Abstract

This study aimed to analyse cadmium content in squids (*Loligo duvauceli*), cockles *(Anadara granosa)* and baby clams *(Paphia undulates)* sold in the market in Muang narathiwat municipality, Narathiwat province. These markets are Balehile, Bangnak and Muang narathiwat municipality fresh market. The obtained data is useful to evaluate health risk of the consumers. Fifteen squids, four cockles and two baby clams were collected and sample preparation was performed by dry-ashing digestion method. The squid sample was separated in four parts which were tentacles, eyes, funnels and funnel locking cartilages, while the cockles and baby clams were analyzed as a whole tissue. The cadmium content was determined using flame atomic absorption spectrometer (flame AAS). The cadmium level was detected in 13 squid samples. The inner funnel parts showed the highest cadmium value compared to the other parts of the sample, whereas the 11 samples exceeded the limit of 1.0 mg/kg permitted by EU (2006). All cockle samples were contaminated with cadmium, however it does not exceed an acceptable limits. The contamination of cadmium in baby clams was not found. Therefore, this work highlights that squid consumption has a higher risk for cadmium contamination, especially in the funnel parts. Although the contamination levels were lower in cockles; a regular consumption could lead to the long term health problems.

Keywords: Cadmium, Squid, Cockle, Baby clam, Fresh Market, Narathiwat

บทนำ

ปัญหาการปนเปื้อนของโลหะหนักในแหล่งน้ำมีความสำคัญอย่างยิ่ง ส่งผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตและสุขภาพของมนุษย์ ซึ่งมีสาเหตุเกิดจากการกระทำของมนุษย์ที่มีการปล่อยของเสียที่มีโลหะหนักปนอยู่ลงสู่แม่น้ำธรรมชาติหรือเกิดจากกระบวนการทางธรรมชาติที่มีการสลายตัวของหิน ดินและแร่ โลหะหนักเป็นสารที่

มีความคงตัวสูง ไม่สามารถสลายตัวได้โดยกระบวนการทางธรรมชาติ บางส่วนแขวนลอยในน้ำทะเล บางส่วนตกตะกอนสะสมอยู่ในดินและในเนื้อเยื่อของสัตว์ทะเล การสะสมดังกล่าวจะมีแนวโน้มสูงขึ้นตามลำดับชั้นของห่วงโซ่อาหาร ซึ่งหากสัตว์ทะเลที่เรานำมาบริโภคมีการปนเปื้อนของโลหะหนักก็จะทำให้ผู้บริโภคได้รับโลหะหนักเข้าสู่ร่างกาย และหากได้รับในปริมาณที่เกินเกณฑ์มาตรฐานหรือบริโภคเป็นประจำก็จะเกิดการสะสมและอาจก่อให้เกิดอันตรายได้

แคดเมียม (Cadmium, Cd) เป็นโลหะหนักชนิดหนึ่งมีพิษร้ายแรงต่อมนุษย์ เมื่อเข้าสู่ร่างกายจะถูกดูดซึมในระบบทางเดินอาหารแล้วลำเลียงไปตามกระแสเลือดทำให้มีความผิดปกติของอวัยวะโดยเฉพาะไตและกระดูก (Genchi, Sinicropi, Lauria, Carocci and Catalano, 2020) และเป็นสารบ่งชี้ในการเกิดมะเร็ง (สุภาน้อย และประทุมวัลย์, 2563; FAO/WHI, 2011) นอกจากนี้ปริมาณแคดเมียมที่เกินเกณฑ์มาตรฐานยังเป็นปัญหาหลักสำหรับการส่งออกสัตว์ทะเลของไทย (องค์การสะพานปลา, 2563) โดยสหภาพยุโรปได้กำหนดค่ามาตรฐานของแคดเมียมในหมึกและหอยสองฝาไม่น้อยกว่า 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก (EU, 2006) ในขณะที่ประกาศกระทรวงสาธารณสุขของไทย กำหนดให้มีค่าไม่น้อยกว่า 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก (กระทรวงสาธารณสุข, 2563) สัตว์ทะเลหลายชนิดเป็นตัวบ่งชี้สภาพมลภาวะของแหล่งน้ำ ได้แก่ หมึก (ลำพู, 2564) และหอยแครง (George, Martin and S.M. Nair., 2013) โดยที่ผ่านมามีรายงานการปนเปื้อนแคดเมียมในหมึกจากสะพานปลาท่าเทียบเรือ (รัชดา และวลัย, 2557) หมึกจากชายฝั่งทะเลของจังหวัดสุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา ปัตตานีและนราธิวาส (วิชชุดา, 2550) ในดินตะกอนบริเวณพื้นที่อ่าวไทยตอนใน (Kantikul, Meksumpun and Thawonsode, 2019) ในน้ำและตะกอนท้องน้ำบริเวณชุมชนประมงบาเละฮิเลจังหวัดนราธิวาส (รอฮานา, 2562) นอกจากนี้ยังมีรายงานวิจัยพบการปนเปื้อนของแคดเมียมในผลิตภัณฑ์หมึกแห้งที่มีการสุ่มเก็บตัวอย่างจากตลาดสดในกรุงเทพมหานครฯ และปริมณฑล ร้านค้าต่างจังหวัดและห้างออนไลน์ พบว่ามีการปนเปื้อนของแคดเมียมในตัวอย่างหมึกแห้งเกินกว่าครึ่งหนึ่งที่มีการตกค้างในปริมาณสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (กองบรรณาธิการฉลาดซื้อ, 2563) ดังนั้นหากได้รับโลหะชนิดนี้ในปริมาณไม่สูงมากแต่ได้รับเป็นประจำอาจก่อให้เกิดผลต่อสุขภาพในระยะยาวและเพิ่มความเสี่ยงโรคมะเร็งได้ในอนาคต ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะศึกษาถึงการปนเปื้อนของแคดเมียมในหมึกกล้วย หอยแครงและหอยลายที่ขายในตลาดเขตเทศบาลเมืองนราธิวาส จังหวัดนราธิวาส โดยเก็บตัวอย่างหมึกกล้วย หอยแครงและหอยลายจากร้านที่มีการจำหน่ายในตลาด จำนวน 3 ตลาด ได้แก่ ตลาดบาเละฮีเล ตลาดบางนาคและตลาดสดเทศบาลเมืองนราธิวาส ซึ่งมีการรับซื้อมาจากชาวประมงพื้นบ้านในจังหวัดนราธิวาส มาตรวจวิเคราะห์หาปริมาณแคดเมียมโดยใช้เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรมิเตอร์ (Flame Atomic Absorption Spectrophotometer, Flame AAS) เพื่อเป็นข้อมูลดัชนีการปนเปื้อนแคดเมียมในสัตว์ทะเล เป็นข้อมูลให้ประชาชนสามารถเลือกบริโภคสัตว์ทะเลที่มีปริมาณแคดเมียมสะสมอยู่น้อยและไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกายและหลีกเลี่ยงการบริโภคสัตว์ทะเลที่มีแคดเมียมสะสมอยู่มาก หรือใช้ในการตรวจสอบเฝ้าระวังคุณภาพผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำและแนวโน้มการปนเปื้อนของแคดเมียมในทะเล

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาการปนเปื้อนของแคดเมียมในหมึกกล้วย หอยแครงและหอยลายที่ขายในตลาดเขตเทศบาลเมืองนราธิวาส จังหวัดนราธิวาส

ระเบียบวิธีวิจัย

1. การเก็บตัวอย่าง

กำหนดพื้นที่เพื่อเก็บตัวอย่างและทำการเก็บตัวอย่างหมึกกล้วย หอยแครงและหอยลาย จากตลาดบาเละฮีเล ตลาดบางนาคและตลาดสดเทศบาลเมืองนราธิวาสที่อยู่ในโซนใกล้เคียงกันของอำเภอเมือง จังหวัดนราธิวาส โดยเลือกซื้อตัวอย่างในตลาดบาเละฮีเลและตลาดบางนาคในช่วงเวลาตอนเย็นและซื้อตัวอย่างในตลาดสดเทศบาลเมืองนราธิวาสในเวลาเช้ามืด เลือกซื้อตัวอย่างจากตลาดบาเละฮีเล จำนวน 7 ร้าน ตลาดบางนาคจำนวน 4 ร้าน และตลาดสดเทศบาลเมืองนราธิวาส จำนวน 4 ร้าน แล้วนำตัวอย่างกลับมาที่ห้องปฏิบัติการเคมีชั้นสูง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์

2. การเตรียมตัวอย่าง

ล้างหมึกกล้วย หอยแครงและหอยลายให้สะอาด แยกส่วนต่างๆของหมึกกล้วย ดังนี้ หนวด เบ้าตา คางใน และคางนอก ส่วนหอยแครงและหอยลายแกะเอาส่วนเนื้อ นำตัวอย่างไปบดให้ละเอียด ชั่งตัวอย่าง 10.00 กรัม ใส่ลงในถ้วยกระเบื้อง เติมแมกนีเซียมไนเตรท เข้มข้น 50% โดยน้ำหนัก จำนวน 1 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน ตั้งบนเตาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จนตัวอย่างแห้ง เผาในเตาเผา จากอุณหภูมิ 100 ถึง 450 องศาเซลเซียส (50 องศาเซลเซียส/ต่อชั่วโมง) เป็นเวลา 2-4 ชั่วโมง จนตัวอย่างเป็นสีดำ ทิ้งไว้ให้เย็น เติมน้ำปราศจากไอออนปริมาตร 3 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน ตั้งบนเตาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จนตัวอย่างแห้ง เผาในเตาเผาจากอุณหภูมิ 100 ถึง 450 องศาเซลเซียส (50 องศาเซลเซียส/ต่อชั่วโมง) เป็นเวลา 8 ชั่วโมง จนตัวอย่างเป็นสีขาวหรือเทา ทิ้งไว้ให้เย็น เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 6 โมลต่อลิตร ปริมาตร 5 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน ตั้งบนเตาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จนตัวอย่างเกือบแห้ง เติมสารละลายกรดไนตริกเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ปิดฝา ตั้งทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรองลงในขวดพลาสติก ปิดให้สนิท แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออนจนได้ปริมาตร 25 มิลลิลิตร โดยทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

3. การวิเคราะห์ตัวอย่าง

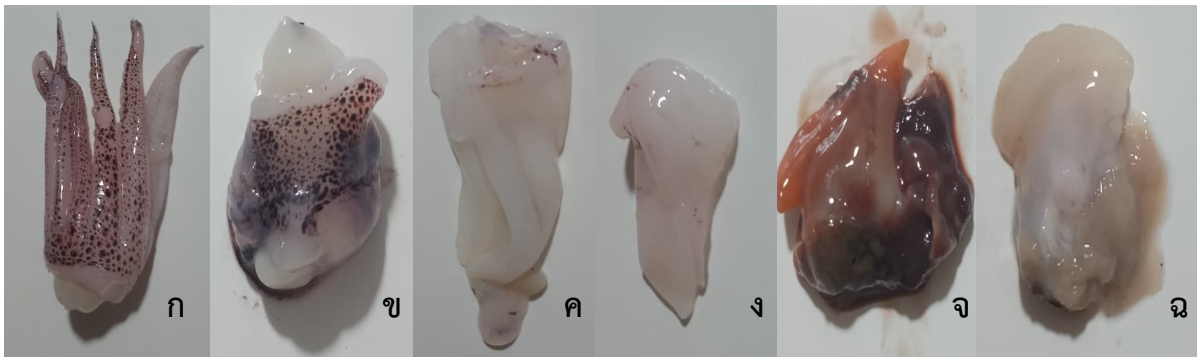
นำตัวอย่างที่เตรียมไว้แล้วไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง AAS จากนั้นนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาพล็อตกราฟมาตรฐาน และใช้สมการเส้นตรงในการคำนวณหาความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่าง วิเคราะห์ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแคดเมียมโดยการหาค่าเฉลี่ย และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างปริมาณแคดเมียมในส่วนต่างๆ ของหมึกกล้วย

ผลการวิจัย

การวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียมในหมึกกล้วย หอยแครงและหอยลายที่ซื้อจากตลาดบาเละฮีเล ตลาดบางนาคและตลาดสดเทศบาลเมืองนราธิวาสในเขตเทศบาลเมืองนราธิวาส จังหวัดนราธิวาส

1. ลักษณะทั่วไปของตัวอย่าง

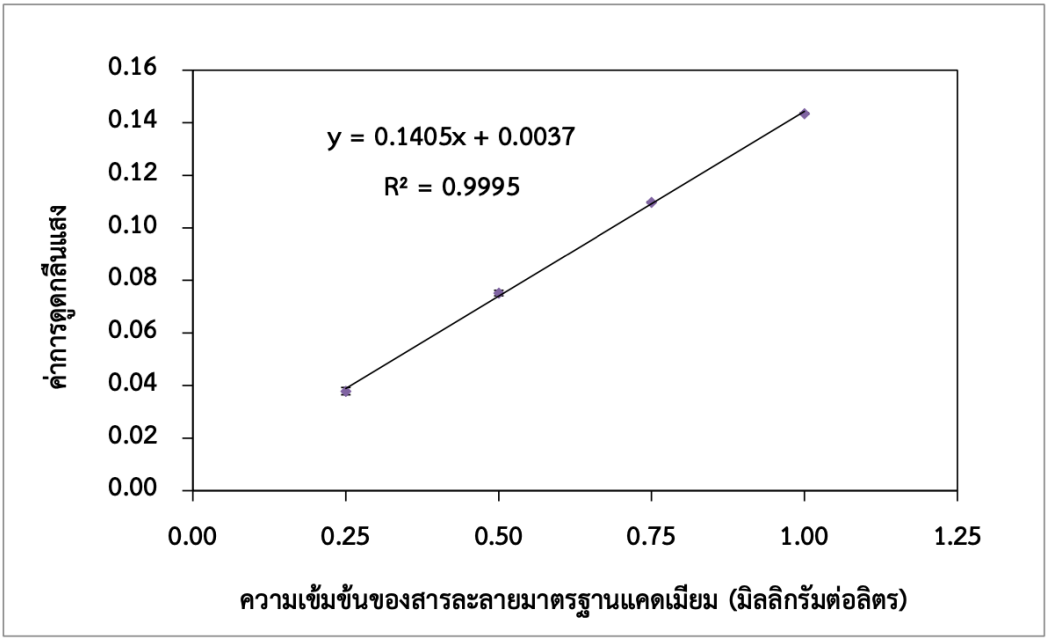
ตัวอย่างหมึกกล้วยมีรูปร่างยาวเรียว ลำตัวกลม ครีบเป็นรูปสามเหลี่ยมอยู่ทางด้านท้ายครีบด้านซ้ายและขวาเชื่อมต่อกันทางด้านหลัง ทำการแบ่งหมึกกล้วยออกเป็นส่วนต่างๆ ได้แก่ หนวด เบ้าตา คางในและคางนอก แสดงดังรูปที่ 1ก-ง ตัวอย่างหอยแครงเป็นหอยสองฝาที่มีขนาดและลักษณะของฝาทั้งด้านบนและด้านล่างเหมือนกัน ลำตัวถูกหุ้มด้วยเปลือกหินปูนหนาและแข็ง เปลือกมีสีน้ำตาลอมดำ ตัวหอยมีสีน้ำตาลแดง มีกล้ามเนื้อยึดเปลือกแน่น ลักษณะของเนื้อหอยแครงมีสีน้ำตาล เนื้อนิ่ม แสดงดังรูปที่ 1(จ) และตัวอย่างหอยลาย เป็นหอยสองฝาที่มีขนาดฝาทั้งสองเท่ากัน เปลือกหอยมีรูปร่างยาวรี เปลือกค่อนข้างบาง ผิวเปลือกด้านนอกเรียบเป็นมันและมีลายเป็นตาข่ายสีน้ำตาล มีเนื้อเป็นสีขาวและนิ่ม แสดงดังรูปที่ 1(ฉ)



รูปที่ 1 แสดงส่วนต่างๆของตัวอย่างหมึกกล้วย (ก) หนวด (ข) เบ้าตา (ค) คางใน และ (ง) คางนอก ตัวอย่างหอยแครง (จ) และตัวอย่างหอยลาย (ฉ)

2. การสร้างกราฟมาตรฐาน

จากการวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานแคดเมียมที่ความยาวคลื่น 228.8 นาโนเมตร ความเข้มข้น 0.00–1.00 ppm ด้วยเครื่อง AAS จากนั้นนำค่าการดูดกลืนแสงและความเข้มข้นของสารละลายแคดเมียมเขียนกราฟมาตรฐาน แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานแคดเมียม

ปริมาณแคดเมียมที่มีการปนเปื้อนในส่วนต่างๆ ของหมึกกล้วย เนื้อของหอยแครงและหอยลายในหน่วยมิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก แสดงดังตารางที่ 1 และสรุปข้อมูลเพื่อใช้ในการประเมินความเสี่ยงสำหรับผู้บริโภค แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ปริมาณแคดเมียมในตัวอย่างหมึกกล้วย หอยแครงและหอยลายหน่วยมิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก

ตลาด	ร้านที่ซื้อตัวอย่าง	ความเข้มข้นของแคดเมียม (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก)					
		หมึกกล้วย				หอยแครง	หอยลาย
		หนวด	เบ้าตา	คางใน	คางนอก		
บาเละฮิเล	1	LLC	LLC	2.48±0.02	LLC	0.60±0.01	LLC
	2	LLC	LLC	5.04±0.03	LLC	0.63±0.01	LLC
	3	LLC	LLC	0.57±0.02	LLC	*	*
	4	LLC	LLC	2.04±0.03	LLC	*	*
	5	LLC	LLC	LLC	LLC	*	*
	6	LLC	LLC	LLC	LLC	*	*
	7	LLC	LLC	2.56±0.03	LLC	*	*
บางนาค	1	*	LLC	2.21±0.03	LLC	0.32±0.01	*
	2	LLC	0.01±0.01	2.26±0.01	LLC	0.13±0.01	*
	3	LLC	0.17±0.01	5.01±0.02	LLC	*	*
	4	LLC	LLC	0.91±0.01	4.83±0.20	*	*
เทศบาลเมืองนราธิวาส	1	LLC	LLC	1.36±0.03	LLC	*	*
	2	0.40±0.01	0.10±0.01	4.90±0.02	LLC	*	*
	3	LLC	LLC	2.08±0.02	2.27±0.01	*	*
	4	1.10±0.19	1.95±0.01	5.60±0.14	LLC	*	*

หมายเหตุ: LLC (Lower than Low Concentration) หมายถึง ต่ำกว่าความเข้มข้นต่ำสุดในช่วงที่เป็นเส้นตรงที่วิธีสมการสามารถหาได้ * ไม่ได้ทำการวิเคราะห์

ตารางที่ 2 สรุปข้อมูลการวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียมในตัวอย่าง

ชนิดตัวอย่าง	ส่วนของตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่างที่ตรวจ	จำนวนตัวอย่างที่พบ	จำนวนตัวอย่างที่เกินมาตรฐาน (EU, 2006)	ปริมาณแคดเมียม (mg/kg)	
					ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบน
หมึกกล้วย	หนวด	14	2	1	0.40±0.01 - 1.10±0.19	0.7±0.5
	เบ้าตา	15	4	1	0.01±0.01 -1.95±0.01	0.6±0.9
	คางใน	15	13	11	0.57±0.02 - 5.60±0.14	2.6±1.4
	คางนอก	15	2	2	2.27±0.01 - 4.83±0.20	3.5±1.8
หอยแครง	เนื้อ	4	4	0	0.13±0.01 - 0.63±0.01	0.4±0.2
หอยลาย	เนื้อ	2	0	0	LLC	

อภิปรายผล

จากภาพที่ 2 การวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานแคดเมียมที่ความยาวคลื่น 228.8 นาโนเมตร ของสารละลายแคดเมียมมาตรฐานจำนวน 4 ความเข้มข้น ได้แก่ ความเข้มข้น 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ด้วยเครื่อง AAS รุ่น AA6800 ยี่ห้อ SHIMAZU จากนั้นนำค่าการดูดกลืนแสงและความเข้มข้นของสารละลายแคดเมียมมาพล็อตกราฟมาตรฐาน พบว่ากราฟมาตรฐานของสารละลายโลหะแคดเมียมมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R = 0.9997) และมีค่าความไววิเคราะห์เท่ากับ 0.1405 เมื่อทำการวิเคราะห์แคดเมียมในสารตัวอย่าง นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ของสารละลายตัวอย่างมาคำนวณเพื่อหาความเข้มข้นของแคดเมียมที่ตรวจพบในหน่วยมิลลิกรัมต่อลิตร จากนั้นทำการแปลงหน่วยความเข้มข้นและรายงานปริมาณการปนเปื้อนของแคดเมียมในหน่วยมิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก

จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียมในตัวอย่างส่วนต่างของหมึก หอยแครงและหอยลายที่ซื้อจากตลาดสดในเขตเทศบาลเมืองนราธิวาส จังหวัดนราธิวาส ได้แก่ ตลาดบาเละฮีเล ตลาดบางนาค และตลาดสดเทศบาลเมืองนราธิวาส โดยเลือกซื้อตัวอย่างจากตลาดบาเละฮีเล จำนวน 7 ตัวอย่าง ตลาดบางนาค จำนวน 4 ตัวอย่าง และตลาดสดเทศบาลเมืองนราธิวาส จำนวน 2 ตัวอย่าง

พิจารณาในตัวอย่างหมึกซึ่งแบ่งวิเคราะห์เป็นส่วนต่างๆ ได้แก่ ส่วนหนวด เบ้าตา คางในและคางนอก ในส่วนหนวดไม่พบการปนเปื้อนของแคดเมียมที่ซื้อจากตลาดบาเละฮีเลและตลาดบางนาค แต่พบในตัวอย่างที่ซื้อจากตลาดสดเทศบาลเมืองนราธิวาส จำนวน 2 ตัวอย่าง มีระดับการปนเปื้อนระหว่าง 1.10±0.19 ถึง 0.40±0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก ส่วนในเบ้าตาไม่พบการปนเปื้อนในตัวอย่างซื้อจากตลาดบาเละฮีเลแต่พบในตัวอย่างที่ซื้อจากตลาดบางนาคและตลาดสดเทศบาลเมืองนราธิวาส จำนวน 4 ตัวอย่าง มี

ระดับการปนเปื้อนระหว่าง 0.01±0.01 ถึง 1.95±0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก ส่วนคางในพบการปนเปื้อนในตัวอย่างซื้อจากทั้ง 3 ตลาด รวมจำนวน 13 ตัวอย่าง มีระดับการปนเปื้อนระหว่าง 0.57±0.02 ถึง 5.60±0.14 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก และในส่วนคางนอกไม่พบการปนเปื้อนในตัวอย่างซื้อจากตลาดบาเละฮีเลแต่พบในตัวอย่างที่ซื้อจากตลาดบางนาคและตลาดสดเทศบาลเมืองนราธิวาส จำนวน 2 ตัวอย่าง มีระดับการปนเปื้อนระหว่าง 2.27±0.01 ถึง 4.83±0.19 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก

ระดับการปนเปื้อนของแคดเมียมในตัวอย่างหอยแครง จำนวน 4 ตัวอย่าง โดยซื้อจากตลาดบาเละฮีเล จำนวน 2 ตัวอย่าง และจากตลาดสดเทศบาลเมืองนราธิวาส จำนวน 2 ตัวอย่าง พบการปนเปื้อนของแคดเมียมในทุกตัวอย่าง มีระดับการปนเปื้อนระหว่าง 0.13±0.01 ถึง 0.63±0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก สำหรับตัวอย่างหอยลายที่ซื้อจากบาเละฮีเล จำนวน 2 ตัวอย่าง ไม่พบการปนเปื้อน

จากตารางที่ 2 พบว่าระดับของแคดเมียมที่มีการปนเปื้อนในหมึกกล้วยส่วนหนวด เบ้าตา คางในและคางนอก พบว่า ส่วนหนวด จำนวน 1 ตัวอย่างจาก 14 ตัวอย่าง ส่วนเบ้าตาจำนวน 1 ตัวอย่างจาก 15 ตัวอย่าง ส่วนคางในจำนวน 11 ตัวอย่างจาก 15 ตัวอย่าง และส่วนคางนอกจำนวน 2 ตัวอย่างจาก 15 ตัวอย่าง มีระดับการปนเปื้อนของแคดเมียมเกินเกณฑ์มาตรฐานในหมึกที่กำหนดโดยสหภาพยุโรปหรือ EU ปริมาณของการปนเปื้อนของแคดเมียมที่ EU (ไม่เกิน 1 มิลลิกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเปียก) (EU, 2006) อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาตามเกณฑ์มาตรฐานของการปนเปื้อนแคดเมียมในสัตว์ทะเลที่กำหนดโดยองค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ องค์การอนามัยโลกและประกาศกระทรวงสาธารณสุขปี พ.ศ. 2563 ของไทยให้มีปริมาณแคดเมียมได้ไม่เกิน 2.0 มิลลิกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเปียก ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานของสหภาพยุโรป เมื่อเปรียบเทียบระดับการปนเปื้อนของแคดเมียมในส่วนต่างๆ จะเห็นว่าพบการปนเปื้อนในคางในมากที่สุด เนื่องจากการกินอาหารของหมึกมักจะมีการสะสมในอวัยวะภายในและส่วนคางในเป็นบริเวณที่อยู่ใกล้กับตำแหน่งของไส้หมึก (Sompongchaiyakul and Prommas, 2008) ดังนั้นเพื่อลดความเสี่ยงจากการปนเปื้อนจึงควรเอาไส้ออก อย่างไรก็ตามยังมีอีกหลายปัจจัยที่มีผลต่อการสะสมของแคดเมียมในหมึกได้แก่ ระดับความลึกของน้ำ แหล่งน้ำ และฤดูกาล นอกจากนี้ยังมีรายงานโดยสมชาย, ธิดารัตน์, อุทิศ และพิมพ์วิมล (2558) พบปริมาณแคดเมียมในหมึกจากแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ปี 2554 แต่พบว่าอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการบริโภคและวิชชุดา (2550) ได้รายงานปริมาณแคดเมียมที่ปนเปื้อนในหมึกที่จับจากชายฝั่งทะเลของจังหวัดสุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา ปัตตานี และนราธิวาส (วิชชุดา, 2550) อย่างไรก็ตามการบริโภคหมึกที่มีการปนเปื้อนแคดเมียมในปริมาณน้อยแต่บริโภคเป็นประจำจะทำให้มีการสะสมและส่งผลต่อสุขภาพในระยะยาวได้ นอกจากนี้หากนำหมึกที่มีการปนเปื้อนแคดเมียมไปแปรรูปเป็นหมึก

แห้งก็ไม่อาจหลีกเลี่ยงการพบโลหะหนักปนเปื้อน เนื่องจากมีโลหะตกค้างในวัตถุดิบได้เช่นกัน (กองบรรณาธิการฉลาดซื้อ, 2563)

ในตัวอย่างหอยแครง พบการปนเปื้อนของแคดเมียมในตัวอย่างหอยแครงที่ซื้อจากตลาดบางนาคทุกตัวอย่างจำนวน 4 ตัวอย่าง แต่ระดับแคดเมียมที่ตรวจพบอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้ของสหภาพยุโรป หอยแครงจัดเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่มีการเลี้ยงในหาดโคลนและมักฝังตัวในดินตะกอนซึ่งเป็นแหล่งสะสมของโลหะหนักและกินอาหารโดยการกรอง จึงสามารถกรองเอาโลหะหนักต่างๆ เข้าไปสะสมในเนื้อเยื่อได้สูง ทำให้เกิดการปนเปื้อนของแคดเมียมในเนื้อหอยแครงได้ง่าย (Hossen, Hamdan and Rahman, 2014) มีรายงานวิจัยที่รายงานการสะสมของโลหะหนักหลายชนิดในหอยสองฝาโดยเฉพาะหอยแครง ด้วยเหตุนี้จึงนิยมใช้หอยเป็นดัชนีบ่งชี้ในการตรวจติดตามมลพิษจากโลหะหนัก (George, Martin and Nair., 2013) ส่วนในตัวอย่างหอยลาย จำนวน 2 ตัวอย่างที่ซื้อมาจากตลาดบาเละฮีเล ไม่พบการปนเปื้อนแคดเมียมทั้ง 2 ตัวอย่าง อย่างไรก็ตาม หากบริโภคหอยแครงที่พบการปนเปื้อนแคดเมียมเป็นประจำอาจส่งผลต่อปัญหาสุขภาพในระยะยาวได้

ดังนั้นผู้บริโภคควรหลีกเลี่ยงการบริโภคหมึกและบริโภคหอยแครงในปริมาณน้อยเพื่อลดความเสี่ยงด้านสุขภาพ ทั้งนี้หากต้องการบริโภคหอยแครงในปริมาณมากขึ้นอาจทำได้โดยแช่หอยแครงไว้ในน้ำสะอาดเพื่อเร่งให้หอยแครงคายดินที่สะสมไว้ในตัวออกมา ช่วยลดปริมาณของโลหะหนักในเนื้อหอยได้ ทั้งนี้โลหะหนักโดยส่วนใหญ่อยู่ในดินซึ่งหากหอยแครงคายดินออกมาอาจช่วยลดปริมาณแคดเมียมที่อยู่ในเนื้อหอยแครงได้

ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษางานวิจัยนี้ควรพิจารณา ดังนี้

1.การเพิ่มจำนวนตัวอย่างของหอยแครงและหอยลายเพื่อเป็นตัวแทนของกลุ่มตัวอย่างอย่างแท้จริงและสามารถคำนวณเพื่อใช้รายผลในทางสถิติได้

2. ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณแคดเมียมในตัวอย่าง ช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างและสภาพภูมิอากาศ

3. พัฒนาวิธีการย่อยตัวอย่างที่มีประสิทธิภาพสูง เช่น การย่อยด้วยไมโครเวฟ (Microwave digestion)

สรุป

งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจวัดการปนเปื้อนของแคดเมียมในตัวอย่างหมึกกล้วย หอยแครงและหอยลายที่ขายในตลาดสดเขตเทศบาลเมืองนราธิวาส ได้แก่ ตลาดบาเละฮีเล ตลาดบางนาค และตลาดสดเทศบาลเมืองนราธิวาส จังหวัดนราธิวาส เพื่อเป็นข้อมูลในการประเมินความเสี่ยงของผู้บริโภค โดยสุ่มตัวอย่าง

หมึกจำนวน 15 ตัวอย่าง ตัวอย่างหอยแครงจำนวน 4 ตัวอย่าง และตัวอย่างหอยลายจำนวน 2 ตัวอย่างจากทั้ง 3 ตลาด เตรียมตัวอย่างโดยวิธีการย่อยแบบแห้ง ตรวจวัดความเข้มข้นของแคดเมียมด้วยเครื่อง AAS พบว่าระดับของแคดเมียมที่มีการปนเปื้อนในหมึกกล้วย ส่วนหนวด เบ้าตา คางในและคางนอก อยู่ในช่วง 0.40±0.01 ถึง 1.10±0.19, 0.01±0.01 ถึง 1.95±0.01, 0.57±0.02 ถึง 5.60±0.14 และ 2.27±0.01 ถึง 4.83±0.19 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก ตามลำดับ และระดับของแคดเมียมเฉลี่ย 0.7±0.5, 0.6±0.9, 2.6±1.4 และ 3.5±1.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก ตามลำดับ โดยพบว่าส่วนหนวด จำนวน 1 ตัวอย่าง จาก 14 ตัวอย่าง ส่วนเบ้าตาจำนวน 1 ตัวอย่างจาก 15 ตัวอย่าง ส่วนคางในจำนวน 11 ตัวอย่างจาก 15 ตัวอย่าง และส่วนคางนอกจำนวน 2 ตัวอย่างจาก 15 ตัวอย่าง มีระดับการปนเปื้อนของแคดเมียมเกินเกณฑ์มาตรฐานในหมึกที่กำหนดโดยสหภาพยุโรปหรือ EU (ไม่น้อยกว่า 1 มิลลิกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเปียก) (EU, 2006) ส่วนระดับการปนเปื้อนของแคดเมียมในหอยแครงอยู่ในช่วง 0.13±0.01 ถึง 0.63±0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก คิดเป็นปริมาณเฉลี่ย 0.4±0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก แต่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้และไม่พบการปนเปื้อนของแคดเมียมในหอยลาย

รายการอ้างอิง (References)

กระทรวงสาธารณสุข. *ประกาศกระทรวงสาธารณสุข. (ฉบับที่ 414) พ.ศ. 2563 เรื่อง มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน.* ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่มที่ 137, ตอนพิเศษ 118 ง (ลงวันที่ 20 พฤษภาคม 2563)

กองบรรณาธิการฉลาดซื้อ. (2563). *หมึกแห้งกับโซเดียมและโลหะหนัก*. หมวดบทคัดย่อและอุตสาหกรรมเกษตรฉลาดซื้อ. 230, 25-31.

รอฮานา อาดาม. (2562). การปนเปื้อนโลหะหนักน้ำและตะกอนท้องน้ำบริเวณชุมชนประมงบาเละฮิเลจังหวัดนราธิวาส. *วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์*, 11(3), 202-211.

รัชดา อิทธิพงษ์,วลัย คลี่ฉายา. (2557). *การปนเปื้อนโลหะหนักในสัตว์น้ำจากสะพานปลาท่าเทียบเรือ.* กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ: กรุงเทพฯ

ลำพู ศรีคำภา, 2564. *การศึกษาปริมาณโลหะหนักและประเมินคุณภาพน้ำอ่างเก็บน้ำคลองหลวงรัชชโลทรอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดชลบุรี*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม, สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

วิชชุดา สังข์แก้ว. (2550). การวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียมในหมึกเพื่อการส่งออก. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย. 27*(3), 188-200.

สมชาย วิบุญพันธ์, ธิดารัตน์ คงชัย, อุทิศ โชติธรรมโม และพิมพ์วิมล อินทร์แก้ว. (2558). *ศึกษาปริมาณโลหะหนักในสัตว์น้ำและแหล่งประมง บริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ปี 2554*. (รหัสทะเบียนวิจัย 54-0410-54023-001), ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยตอนล่าง: สงขลา

สุภาน้อย ทรัพย์สินเสริม ประทุมวัลย์ เจริญพร. (2563). ความปลอดภัยจากการบริโภคหอยสองฝา. *วารสารการประมงอิเล็กทรอนิกส์. 3*(2), 11-23.

องค์การสะพานปลา. (2563). *สถิติการประมง ปี พ.ศ. 2563*. แหล่งข้อมูล: https://www.fishmarket.co.th/index.php?option=com_content&view=category&id=44. [28 เม.ย. 2565]

European Commission Regulation. EC. No. 1881. (2006). *Setting maximum levels for certain contamination in foodstuffs*. Official Journal of the European Union, L 364/5–364/24

Hossen, M.F., Hamdan, S. & Rahman, M.R. (2014). Cadmium and Lead in Blood Cockle (Anadara granosa) from Asajaya, Sarawak, Malaysia. *The Scientific World Journal*. 1-4.

FAO/WHO. (2011). *Evaluation of certain food additives and contaminants: seventy-third report of the Joint FAO/ WHO Expert Committee on Food Additives*. WHO Press: Geneva.

Genchi, G., Sinicropi, M.S., Lauria, G., Carocci, A. & Catalano, A. (2020). The Effects of Cadmium Toxicity. *International Journal of Environmental Research and Public Health. 17*(11): 3782.

George, R., Martin, G.D. & Nair, S.M. (2013). Biomonitoring of trace metal pollution using the bivalve mollusk, Villorita cyprinoides, from the Cochin backwaters. *Environmental Monitoring and Assessment. 185*, 10317-10331.

Kantikul, N., Meksumpun, S. & Thawonsode, N. (2019). Seasonal and Spatial Variation of Heavy Metals in the Inner Gulf of Thailand. *Thai Science and Technology Journal. 28*, 1739-1749.

Sompongchaiyakul, P. & Prommas, R. (2008). Cadmium and Lead levels in *Loligo formosana* Sasaki squid from Celebes Sea. *Toxicology and Applied Pharmacology. 238*(3), 294-300.

การพัฒนาวิธีการสกัดวุ้นจากสาหร่ายสีแดง (*Gracilaria fisheri*) และการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์จากลองกอง (*Lansium domesticum* Corr.)

Development of Agar Extracted from Red Algae (*Gracilaria fisheri*) and Product Development of Wollongong (*Lansium domesticum* Corr.)

วุฒิชัย ศรีช่วย[1*], มาดีนา น้อยทับทิม[1], วรรษมน วัฒนายน[1], โรสลาวาตี โตะแอ[2] และ ขนิษฐา คงนุ่ม[3]
Wutthichai Srichuay[1*], Madeena Noitubtim[1], Wassamon Wattanayon[1],
Roselawatee Toae[2] and Khanitta Kongnum[3]

(Received: 1 April, 2022; Revised: 15 April, 2022; Accepted: 15 May, 2022)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการสกัดวุ้นจากสาหร่ายสีแดง อัตราส่วนของสาหร่ายสีแดงและปริมาณน้ำตาลต่อผลิตภัณฑ์วุ้นลองกอง เพื่อวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และจุลินทรีย์ ของผลิตภัณฑ์วุ้นลองกองผสมสาหร่ายสีแดง และเพื่อประเมินคุณภาพและทดสอบประสาทสัมผัสของผู้บริโภค การสกัดวุ้นจากสาหร่ายสีแดงโดยใช้หม้อนึ่งความดัน และทำให้แห้งด้วยวิธีแบบแช่เยือกแข็ง พบว่าให้สารสกัดวุ้นสูงสุดที่ 2.88 กรัม ทำการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ใน 2 สภาวะ (ที่อุณหภูมิ 4 และ 28 องศาเซลเซียส) โดยศึกษาระดับน้ำตาลที่แตกต่างกัน 3 สูตร ได้แก่ 40 50 และ 60 กรัมต่อ 500 มิลลิลิตร การประเมินคุณภาพและทดสอบประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์วุ้นลองกองผู้บริโภคให้การยอมรับที่ความเข้มข้นของน้ำตาล 60 กรัม

---

[1] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนธิวาสราชนครินทร์

[1] Faculty of Science and Technology, Princess of Naradhiwas University

[2] คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์

[2] Faculty of Agriculture, Princess of Naradhiwas University

[3]วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีนราธิวาส มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์

[3] Narathiwat College of Agriculture and Technology, Princess of Naradhiwas University

*Corresponding Author, E-mail: wutthichai.s@pnu.ac.th

ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์วุ้นลองกองผสมสาหร่ายสีแดงเป็นเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส วุ้นลองกองเติมน้ำตาล 50 และ 60 กรัม พบว่ามีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1 × 10^8 CFU/กรัม พบว่ามีการเจริญเติบโตของยีสต์และเชื้อราไม่เกิน 100 โคโลนีต่อกรัม

คำสำคัญ: สาหร่ายสีแดง ลองกอง วุ้น การประเมินทางประสาทสัมผัส

Abstract

This research aimed to investigate the development of agar extraction method for red algae, the effective ratio of red algae and sugar content in Wollongong jelly products, the analysis of the physical qualities and the microorganism contamination of Wollongong jelly mixed with red algae extracts, and the assessment of the quality and the consumer's sensory test. The agar from red algae was extracted by an autoclave and dried by a freeze dryer. This highest extraction yield was 2.88 grams. The shelf life of the products was determined by the sugar levels of 3 different formulas: 40, 50 and 60 g/500 ml under 2 conditions (4 and 28 °C). The sensory analysis of Wollongong jelly mixed with red algae extracts showed that the replacement of some Wollongong jelly with 60 grams of sugar had limited effect on consumer's acceptability. The shelf life and microorganism contamination of Wollongong jelly with 50 and 60 gram sugar after 7-day storage at 4 °C revealed that the total microbial count was below 1 × 10^8CFU/g and the yeast and fungi growth were under 100 colonies per gram.

Keywords: Red algae, Wollongong, Jelly, Sensory Evaluation

บทนำ

ประเทศไทยมีสภาพอากาศร้อน คนไทยจึงนิยมบริโภคอาหารที่ทำให้รู้สึกสดชื่น นอกจากนี้คนไทยได้เริ่มสนใจในสุขภาพมากขึ้น เช่น บริโภคผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำตาลลดลง ใยอาหารสูงขึ้น (เสาวนีย์, 2556) รวมถึงให้ความสำคัญของอาหารจากธรรมชาติ เช่น น้ำผัก และผลไม้ เป็นต้น เนื่องจากโรคอ้วนเกิดกับเด็กและเยาวชนเป็นจำนวนมากถือว่าเป็นปัญหาอย่างหนึ่งของประเทศ และเป็นสาเหตุของปัญหาสุขภาพต่างๆ เช่น เบาหวาน ความดันโลหิตสูง (อารยา และจารุณี, 2014) ผู้บริโภคจำนวนมากให้ความสำคัญในการดูแลสุขภาพมากขึ้น

ดังนั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์วุ้นลองกองโดยใช้สาหร่ายสีแดง โดยลดปริมาณน้ำตาล และเกลือ เพื่อตอบสนองความต้องการของบุคคลกลุ่มที่ต้องการอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย นอกจากนั้นในช่วงฤดูกาลลองกองล้นตลาดจึงส่งผลให้ราคาตกต่ำ ลองกองพร้อมบริโภคจะเกิดการเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็ว และถูกชักนำให้มีอัตราการหายใจ การผลิตเอทิลีน การเปลี่ยนแปลงทางเคมีอื่นๆขึ้น เช่นการเกิดสีน้ำตาล (Browning) และการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ (อินทิรา และชัยรัตน์, 2556) แนวคิดว่าจะนำลองกองมาแปรรูปเป็นวุ้นลองกองโดยใช้สารสกัดจากสาหร่ายสีแดงที่มีจำนวนมากในพื้นที่ โดยสาหร่ายสีแดงมีสารคาราจีแนนเป็นสารทำให้เกิดความหนืด เกิดเจลได้ง่าย (ยุวดี และคณะ 2555) โดยผลิตภัณฑ์วุ้นชนิดต่างๆมีการแพร่หลายอย่างกว้างขวาง สามารถเพิ่มคุณค่าทางอาหารแล้วยังสร้างความเป็นเอกลักษณ์และเป็นการเพิ่มทางเลือกให้ผู้บริโภคมากขึ้น (สายสมร, 2547) สาหร่ายมีคุณค่าทางโภชนาการมากมายทั้งโปรตีน คาร์โบไฮเดรต กรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว เกลือแร่ วิตามิน ตลอดจนมีปริมาณเส้นใยสูง ซึ่งสามารถใช้บริโภคเป็นอาหารโดยตรงทั้งแบบสด แบบแห้ง และเพิ่มมูลค่าทางการตลาดโดยการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพได้หลากหลายชนิด (ระพีพร, 2549) รวมทั้งใช้สาหร่ายเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง และเครื่องดื่ม (อนงค์, 2543) นอกจากนั้นสามารถใช้เป็นส่วนประกอบของยารักษาโรค เช่น โรคกระเพาะอาหาร โรคคอพอก โรคความดันโลหิตสูง โรคลำไส้ใหญ่อักเสบ โรคอ้วน หรือใช้เป็นส่วนประกอบของเครื่องสำอาง รวมถึงใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตสิ่งทอ กระดาษ (วีรเทพ และคณะ, 2554) การศึกษาเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์วุ้นลองกองโดยใช้สารสกัดจากสาหร่ายสีแดง เพื่อศึกษาอัตราส่วนของสารสกัดวุ้นจากสาหร่ายสีแดงโดยใช้กระบวนการให้ความร้อน และปริมาณน้ำตาลต่อผลิตภัณฑ์วุ้นลองกอง วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์วุ้นลองกองผสมสาหร่ายสีแดง สามารถยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น ประเมินคุณภาพและทดสอบประสาทสัมผัสของผู้บริโภค การพัฒนาผลิตภัณฑ์วุ้นลองกอง จึงสามารถให้เกิดความหลากหลายของผลิตภัณฑ์วุ้นได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

ศึกษาวิธีการสกัดวุ้นจากสาหร่ายสีแดง อัตราส่วนของสาหร่ายสีแดงและปริมาณน้ำตาลต่อผลิตภัณฑ์วุ้นลองกอง รวมถึงวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ การเกิดจุลินทรีย์เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ และประเมินคุณภาพและทดสอบประสาทสัมผัสของผู้บริโภค

กรอบแนวคิดการวิจัย

ลองกองเป็นผลไม้ประจำถิ่นที่มีการปลูกมากในจังหวัดนราธิวาส และสามจังหวัดชายแดนใต้ เป็น

ผลไม้ที่มีรสชาติดี แต่ปัญหาสำคัญคือไม่สามารถเก็บรักษาได้นาน มีระยะเวลาในการวางขายที่สั้น เมื่อมีผลผลิตออกมากในช่วงฤดูกาลทำให้ราคาตกต่ำ การแปรรูปโดยใช้สาหร่ายสีแดงที่พบมากในแหล่งน้ำจังหวัดปัตตานีมีศักยภาพในการเป็นวัตถุในการสกัดวุ้น เพื่อพัฒนาวุ้นลองกองที่สามารถยกระดับผลิตภัณฑ์ และเพิ่มมูลค่าของลองกอง และสาหร่ายสีแดงไปในตัว โดยวุ้นเป็นอาหารที่สามารถเข้าถึงได้ทุกเพศทุกวัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมสาหร่ายสีแดงด้วยความร้อนสูงในหม้อนึ่งความดัน ดัดแปลงจาก จักรินทร์และจิราพร (2554) นำสาหร่ายสีแดงในรูปสาหร่ายแห้งมาจากจังหวัดปัตตานี ล้างให้สะอาดแล้วนำมาแช่น้ำ 1 คืน แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง สกัดวุ้นจากสาหร่ายสีแดงที่ผ่านการอบแห้งแล้วโดยใช้อัตราส่วนสาหร่ายต่อน้ำ เท่ากับ 1:30 นำไปสกัดด้วยความร้อนสูงในหม้อนึ่งความดันที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที กรองสารสกัดที่ได้ และวางให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง นำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นละลายวุ้นแช่แข็งผ่านน้ำไหล (จักรินทร์ และคณะ, 2554) และใส่จานอาหารเลี้ยงเชื้อพอประมาณ จากนั้นนำไปแช่แข็งอีกครั้งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง (ทำให้วุ้นแข็งตัว) แล้วนำไปทำแห้งด้วยเครื่องระเหยแห้งความดันต่ำ (Freeze dry) เป็นเวลา 48 ชั่วโมง และทำแห้งแบบอบแห้ง (Hot air oven) ได้วุ้นลักษณะเป็นแผ่น

การเตรียมสาหร่ายสีแดงด้วยความร้อน 100 องศาเซลเซียส สกัดวุ้นจากสาหร่ายสีแดงที่ผ่านการอบแห้งแล้วโดยใช้อัตราส่วนสาหร่ายต่อน้ำ เท่ากับ 1:30 นำไปสกัดด้วยการต้มโดยใช้เตาแก๊สที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที กรองสารสกัดที่ได้และวางให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง นำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นละลายวุ้นแช่แข็งผ่านน้ำไหล และใส่จานอาหารเลี้ยงเชื้อพอประมาน จากนั้นนำไปแช่แข็งอีกครั้งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส นานประมาณ 15 ชั่วโมง (ทำให้วุ้นแข็งตัว) แล้วนำไปทำแห้งด้วยเครื่องระเหยแห้งความดันต่ำ (Freeze dry) เป็นเวลา 48 ชั่วโมง และทำแห้งแบบอบแห้ง (Hot air oven) จนได้วุ้นลักษณะเป็นแผ่น

การเตรียมและวิธีการทำวุ้นลองกอง เตรียมลองกองโดยการคัดเลือกเอาลองกองที่ไม่เน่าเสีย แล้วล้างให้สะอาด จากนั้นแกะเปลือกและเอาเมล็ดออก หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วแช่ในน้ำมะนาวผสมกับน้ำเปล่า การทำวุ้นลองกอง โดยการต้มน้ำ พอใกล้จะเดือดหรือ 80 องศาเซลเซียส แล้วนำแผ่นวุ้นลงใส่หม้อคนให้ละลายเข้ากัน เติมน้ำตาลคนให้เข้ากัน และเติมเนื้อลองกองที่เตรียมไว้ คนให้เป็นเนื้อเดียวกัน ตั้งไฟให้เดือด เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นปิดไฟแล้วเทใส่ถ้วยพักไว้จนวุ้นแข็งตัว โดยการเตรียมวุ้นลองกอง 3 สูตร (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 สูตรการผลิตวุ้นลองกองที่ใช้ปริมาณน้ำตาลที่ต่างกัน

ส่วนผสม	สูตร 1	สูตร 2	สูตร3
น้ำตาล (g)	40	50	60
เนื้อลองกอง (g)	100	100	100
แผ่นวุ้น (g)	6	6	6
น้ำเปล่า (ml)	400	400	400

ศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพ และจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์วุ้นลองกอง

วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ วัดปริมาณน้ำอิสระ (water activity) ด้วยเครื่องยี่ห้อ Decagon รุ่น Pawkit United State of America โดยนำผลิตภัณฑ์วุ้นลองกองใส่ในภาชนะที่ใส่ตัวอย่างอาหารเพื่อวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ

วิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ ทำการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar (PCA) โดยจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และทำการวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และราโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar (PDA) โดยจำนวนยีสต์และราต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

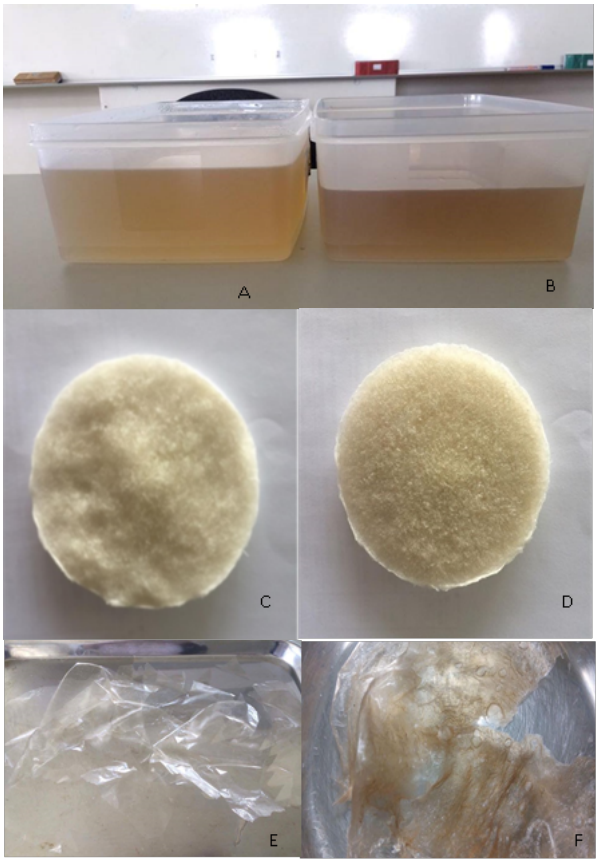
การทดสอบคุณภาพ ด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส ประเมินผลการทดสอบด้านกลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-points hedonic scale) โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน นำผลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance - ANOVA) และวิเคราะห์หาความแตกต่างด้วยวิธี Duncan’s Multiple’s Range Test (DMRT)

การศึกษาอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 28 องศาเซลเซียส นำผลิตภัณฑ์วุ้นลองกองได้รับการคัดเลือกบรรจุในถ้วยพลาสติกพร้อมฝาปิด เก็บที่อุณหภูมิ 4 และ 28 องศาเซลเซียส สุ่มตัวอย่างตรวจปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ก่อนการเก็บรักษาและหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 วัน ด้วยวิธี Total plate count

ผลการวิจัย

วิธีการสกัดด้วยหม้อนึ่งความดันที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ให้ปริมาณสารสกัดมากกว่าคือ 2.88 กรัม และมีลักษณะน้ำสีใสกว่า เมื่อเทียบกับการสกัดด้วยการต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ให้ปริมาณสารสกัดน้อยกว่าคือ 1.53 กรัม (รูปที่ 1A, 1B) เมื่อนำไปทำแห้งโดยเครื่อง

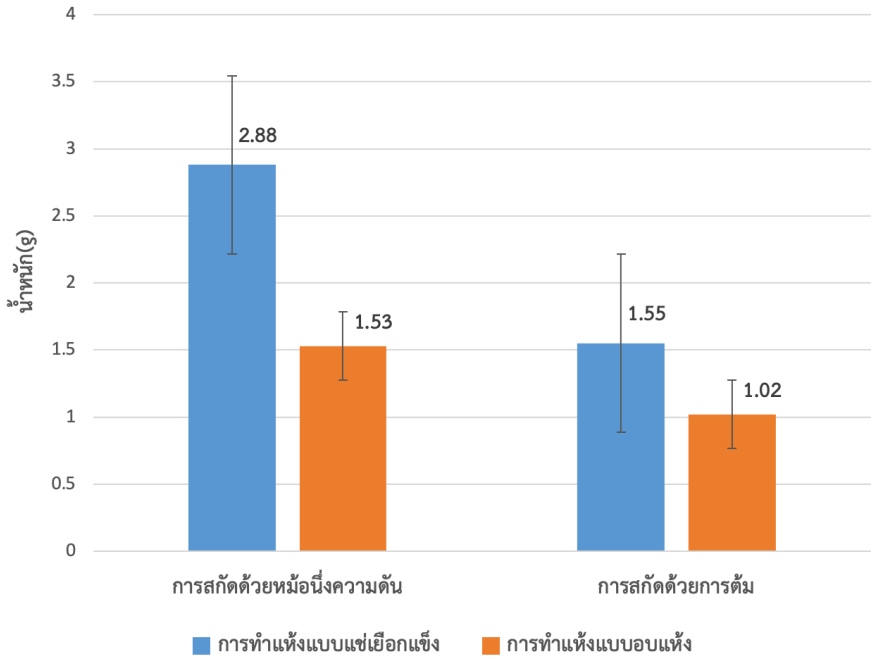
ระเหยแห้งความดันต่ำ (Freeze dry) พบว่าการสกัดด้วยหม้อนึ่งความดันมีลักษณะเป็นสีขาว และเมื่อละลายวุ้นจะมีลักษณะสีใส และน่ารับประทานกว่า (รูปที่ 1C, 1D) วิธีการสกัดด้วยหม้อนึ่งความดันที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ให้ปริมาณสารสกัดมากกว่า (รูปที่ 2) มีลักษณะปรากฏจากการสังเกตด้วยตาเปล่า สารที่สกัดออกมาได้มีลักษณะสีใส เมื่อเทียบกับการสกัดด้วยการต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ให้ปริมาณสารสกัดน้อยกว่า เมื่อนำไปทำแห้งแบบอบแห้ง (Hot air oven) พบว่าวิธีการสกัดด้วยหม้อนึ่งความดันที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ผงวุ้นมีลักษณะใสกว่าการสกัดด้วยการต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ซึ่งจะแตกต่างกัน (รูปที่ 1E, 1F)



รูปที่ 1 ลักษณะสีและปริมาณผลผลิตของการสกัด สกัดด้วยหม้อนึ่งความดัน (A) สกัดด้วยการต้มที่ 100 องศาเซลเซียส (B) ทำแห้งแบบโดยเครื่องระเหยความดันต่ำ สกัดด้วยหม้อนึ่งความดัน (C) สกัดด้วยการต้มที่ 100 องศาเซลเซียส (D) ทำแห้งแบบอบแห้ง สกัดด้วยหม้อนึ่งความดัน (E) สกัดด้วยการต้มที่ 100 องศาเซลเซียส (F)

การสกัดด้วยหม้อนึ่งความดันที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ให้ปริมาณสารสกัดมากกว่า และเมื่อทำการละลาย พบว่าการสกัดด้วยการต้มที่ 100 องศาเซลเซียสให้ความแข็งของวุ้นมากกว่าการสกัดด้วยหม้อนึ่ง

ความดัน เนื่องจากการสกัดด้วยหม้อนึ่งความดันโครงสร้างของสารถูกทำลาย และการใช้ความร้อนสูงนานเกินไป ซึ่งจะส่งผลต่อการแข็งตัวของวุ้น เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธีการทำแห้งแบบใช้ความดันต่ำและการทำแห้งแบบอบแห้ง พบว่าการทำแห้งแบบใช้เครื่องระเหยแห้งความดันต่ำให้ปริมาณมากกว่า ลักษณะสีใสกว่า แต่ให้ความแข็งของวุ้นน้อยกว่า เมื่อทำการละลายในน้ำร้อนแล้วจะละลายง่ายกว่าการทำแห้งแบบอบแห้ง และจะเลือกวิธีการทำแห้งแบบใช้เครื่องระเหยแห้งความดันต่ำ เนื่องจากการทำแห้งแบบอบแห้งจะมีลักษณะของวุ้นขุ่นกว่า และไม่น่ารับประทาน



รูปที่ 2 แสดงปริมาณสารสกัดระหว่างการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งและทำแห้งแบบอบแห้งการสกัดด้วยหม้อนึ่งความดัน

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของแผ่นวุ้น พบว่าการสกัดด้วยหม้อนึ่งความดันที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส และการสกัดด้วยการต้มที่อุณหภูมิ100 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.58 และ 0.54 ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

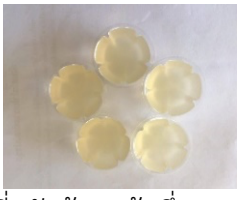
ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของแผ่นวุ้น

วิธีการ	ปริมาณน้ำอิสระ a_w (±S.D.)	เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด
การสกัดด้วยหม้อนึ่งความดัน	0.58±0.00	ไม่เกิน 0.6 โดยน้ำหนัก
การสกัดด้วยการต้ม	0.54±0.03	
F-test	ns	
CV (%)	5.1	

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

การเปรียบเทียบการสกัดด้วยหม้อนึ่งความดัน จะให้สีใส และให้ปริมาณมากกว่า การสกัดด้วยการต้ม แต่ความแข็งของวุ้นจะแข็งมากกว่า และสีจะมีสีขุ่นกว่าการสกัดด้วยหม้อนึ่งความดัน เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผงวุ้นในท้องตลาด พบว่าการสกัดด้วยหม้อนึ่งความดัน จะมีลักษณะใกล้เคียงกับผงวุ้นในท้องตลาดมาก (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 แสดงลักษณะของผงวุ้นที่สกัด และนำมาเปรียบเทียบกับผงวุ้นตามท้องตลาด

วิธีการสกัด/รูปภาพ	สี	**ความแข็งของวุ้น**
วุ้นตามท้องตลาด	สีขาวใส	+++
 วุ้นที่สกัดด้วยหม้อนึ่งความดัน	สีขาว	+
วุ้นที่สกัดด้วยการต้ม	สีขาวขุ่น	++

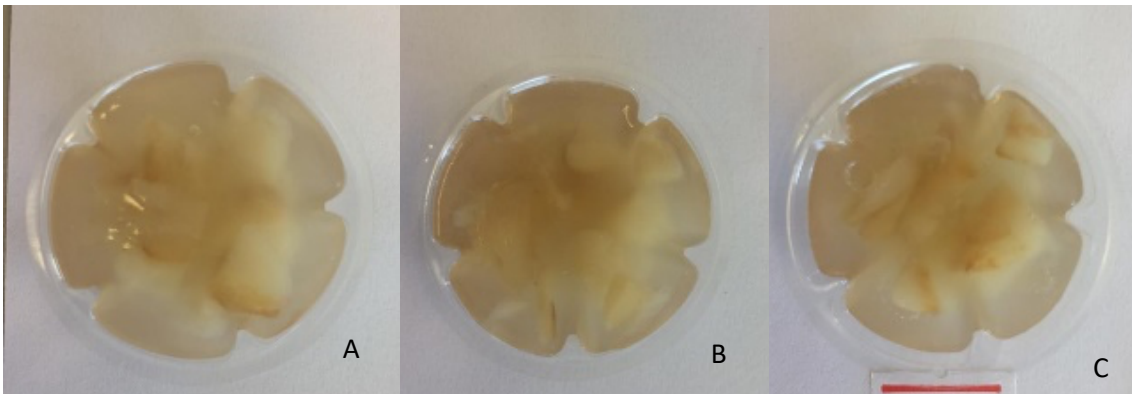
+++ : แข็ง , ++ : แข็งน้อย , + : มีความยืดหยุ่น

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของวุ้นลองกอง ที่ส่วนผสมของปริมาณน้ำตาลที่แตกต่างกัน 3 สูตรได้แก่ 40 50 และ 60 กรัม พบว่าค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ทั้งสูตรที่ 1 2 และ 3 มีค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) คือ 1.02 1.02 และ 1.02 ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์และยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของวุ้นลองกอง ก่อนการเก็บรักษา

ตัวอย่างวุ้นลองกอง	ปริมาณน้ำอิสระ a_w (±S.D.)	เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด
น้ำตาล 40 กรัม	1.02±0.00	
น้ำตาล 50 กรัม	1.02±0.00	ไม่เกินร้อยละ 0.9 โดยน้ำหนัก
น้ำตาล 60 กรัม	1.02±0.00	
F-test	ns	
CV (%)	4.3	

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ



รูปที่ 3 แสดงลักษณะสีของวุ้นลองกองทั้ง 3 สูตร น้ำตาล 40 กรัม สีเหลืองใส (A) น้ำตาล 50 กรัม สีเหลืองใส (B) น้ำตาล 60 กรัมสีเหลืองใส (C)

การประเมินคุณภาพคุณภาพทางประสาทสัมผัสแบบ Hedonic scale 9 point โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คนวางแผนการทดลองตามหลักสถิติแบบ Completely Randomized Design (CRD) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของวุ้นลองกองที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลที่แตกต่างกันได้แก่ 40 50 และ 60 กรัม โดยให้คะแนนความชอบในด้านต่างๆ คือ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เพื่อคัดเลือกความ

หวานในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ลองกองโดยใช้สาหร่ายสีแดง การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี พบว่าลักษณะสีของวุ้นลองกอง ที่ส่วนผสมของปริมาณน้ำตาลที่แตกต่างกัน 3 สูตรได้แก่ 40 50 และ 60 กรัม เมื่อสังเกตลักษณะสีในแต่ละสูตรจะมีสีเหลืองใสเหมือนกันทุกสูตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างกัน (รูปที่ 3)

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี พบว่าลักษณะสีของวุ้นลองกอง ที่ส่วนผสมของปริมาณน้ำตาลที่แตกต่างกัน 3 สูตรได้แก่ 40 50 และ 60 กรัม เมื่อสังเกตลักษณะสีในแต่ละสูตรจะมีสีเหลืองใสเหมือนกันทุกสูตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 5) การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น พบว่าผลิตภัณฑ์ลองกองโดยใช้สาหร่ายสีแดง ที่มีความเข้มข้นของน้ำตาล 60 กรัม มีคะแนนความชอบด้านกลิ่นสูงสุด เท่ากับ 7.56 เนื่องจากมีเนื้อลองกอง มีกลิ่นของลองกอง และกลิ่นของน้ำตาลที่มีความเข้มข้นสูงกว่า รองลงมา คือ ความเข้มข้นของน้ำตาล 40 และ 50 กรัม มีคะแนนความชอบด้านกลิ่น เท่ากับ 7.53 และ 7.36 ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างสถิติ (ตารางที่ 5) การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ พบว่าผลิตภัณฑ์ลองกองโดยใช้สาหร่ายสีแดง ที่มีความเข้มข้นของน้ำตาล 40 กรัม มีคะแนนความชอบด้านรสชาติสูงสุด เท่ากับ 8.16 เนื่องจากความหวานที่ 40 กรัมให้ความหวานพอประมาณและความหวานจากลองกอง จะทำให้มีความพอดี สำหรับผู้ที่ไม่ชอบหวานมาก และรองลงมา คือ ความเข้มข้นของน้ำตาล 60 และ 50 กรัม มีคะแนนความชอบด้านรสชาติ เท่ากับ 8.10 และ 8.10 ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างสถิติ (ตารางที่ 5) การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัส พบว่าผลิตภัณฑ์ลองกองโดยใช้สาหร่ายสีแดง ที่มีความเข้มข้นของน้ำตาล 60 กรัม มีคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสสูงสุด เท่ากับ 8.23เนื่องจากด้านเนื้อสัมผัส มีความยืดหยุ่น และความหวานเข้มข้นกว่าสูตรอื่น รองลงมา คือ ความเข้มข้นของน้ำตาล 40 และ 50 กรัม มีคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัส เท่ากับ 7.60 ซึ่งมีความแตกต่างสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 5) การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวม พบว่าผลิตภัณฑ์ลองกองโดยใช้สาหร่ายสีแดง ที่มีความเข้มข้นของน้ำตาล 60 กรัม มีคะแนนความชอบด้านความชอบโดยรวมสูงสุด เท่ากับ 8.23 เพราะว่าความเข้มข้นของน้ำตาลมีความหวานที่เหมาะสมกับวุ้นลองกอง ทั้งด้านสี ด้านกลิ่น และเนื้อสัมผัส รองลงมา คือ ความเข้มข้นของน้ำตาล 50 และ 40 กรัม มีคะแนนความชอบด้านความชอบโดยรวม เท่ากับ 7.82 และ 7.23 ตามลำดับ มีความแตกต่างสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ลองกองโดยใช้สาหร่ายสีแดง ที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลต่างกัน 3 ระดับ

วุ้นลองกอง	การยอมรับด้านกลิ่น (±S.D.)	การยอมรับด้านรสชาติ (±S.D.)	การยอมรับด้านเนื้อสัมผัส (±S.D.)	การยอมรับด้านความชอบโดยรวม (±S.D.)
น้ำตาล 40 g	7.53±0.89	8.16±0.64	7.60±0.77[a]	7.23±0.85[a]
น้ำตาล 50 g	7.36±0.71	8.00±0.74	7.60±0.72[a]	7.83±0.64[b]
น้ำตาล 60 g	7.56±0.67	8.10±0.71	8.23±0.62[b]	8.23±0.67[c]
F-test	ns	ns	*	*
CV (%)	13.0	8.8	9.8	10.8

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ลองกองโดยใช้สาหร่ายสีแดง เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษา พบว่าวุ้นลองกองที่อัตราส่วนของสารคาราจิแนนในสาหร่ายสีแดงต่อน้ำลองกองหลังการเก็บรักษา ได้แก่ 10:90 20:80 และ30:70 ที่ส่วนผสมของปริมาณน้ำตาลที่แตกต่างกัน 3 สูตรได้แก่ 40 50 และ 60 กรัม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นเฉลี่ยของวุ้นลองกอง หลังการเก็บรักษา

วุ้นลองกอง	ร้อยละปริมาณความชื้น (±S.D.)	เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด
น้ำตาล 40 กรัม	1.01±0.00	ไม่เกินร้อยละ 0.9 โดยน้ำหนัก
น้ำตาล 50 กรัม	1.01±0.00	
น้ำตาล 60 กรัม	1.01±0.00	
F-test	ns	
CV (%)	0.9	

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน พบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และระยะเวลาการเก็บรักษา 7 วัน ค่าสีและค่าความแข็งของวุ้นไม่มีการเปลี่ยนแปลง ในขณะที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส และระยะเวลาผ่านไป 2 วัน ค่าสีและค่าความแข็งมีการเปลี่ยนแปลงไป มีน้ำออกมาเล็กน้อย และมีเชื้อราเกิดขึ้น

การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของวุ้นลองกองที่ส่วนผสมของปริมาณน้ำตาลที่แตกต่างกัน 3 สูตร ได้แก่ 40 50 และ 60 กรัม พบว่าวุ้นลองกอง ก่อนเก็บรักษามีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 1 1 และ 1 โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ และวุ้นลองกองหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 วัน มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 1 3 และ 5 โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

อภิปรายผล

สาหร่ายสีแดงน้ำจืดเป็นกลุ่มของสาหร่ายที่มีจำนวนน้อยมากเมื่อเทียบกับสาหร่ายกลุ่มอื่น โดยมีประมาณ 200 ชนิดสาหร่ายกลุ่มนี้มีการแพร่กระจายแหล่งน้ำไหลที่มีอุณหภูมิของน้ำต่ำ (วรรณิณี และเพ็ญศรี, 2558) การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดวุ้นจากสาหร่ายผมนาง พบว่าอุณหภูมิและระยะเวลาในการให้ความร้อนมีผลต่อสมบัติทางกายภาพของสารสกัด โดยพบว่าการสกัดสารสกัดจากสาหร่ายผมนาง ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที การใช้สภาวะรุนแรงที่ระยะเวลามากเกินไป ทำให้ผนังเซลล์ โครงสร้างของสาหร่ายถูกทำลาย และ พบว่าสารสกัดจากสาหร่ายผมนางมีความแข็งแรงของเจล (gel strength) ลดลง และสีหลังการสกัดจะใสขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการสกัดด้วยความร้อนสูงในระยะเวลานานส่งผลให้เซลล์ของสาหร่ายถูกทำลายมากกว่าการให้ความร้อนด้วยน้ำร้อนที่ 100 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที (ภัทิรา และวรางคณา, 2557) ต่างจากการรายงานของ จักรินทร์ และจิราพร (2554) ที่พบว่าการให้ความร้อนไม่มีผลต่อค่าความแข็งแรงของเจลวุ้น และนำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง แล้วนำไป Freeze dry เป็นเวลา 48 ชั่วโมง และจะได้วุ้นลักษณะเป็นแผ่น เมื่อเปรียบเทียบการสกัดด้วยหม้อนึ่งความดัน จะให้สีใส และให้ปริมาณมากกว่าการสกัดด้วยการต้มแต่ความแข็งของวุ้นจะแข็งมากกว่า และสีจะมีสีขุ่นกว่าการสกัดด้วยหม้อนึ่งความดัน เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผงวุ้นในท้องตลาด พบว่าการสกัดด้วยหม้อนึ่งความดัน จะมีลักษณะใกล้เคียงกับผงวุ้นในท้องตลาดมาก และมีคุณสมบัติที่ไม่ละลายในน้ำเย็น แต่จะละลายได้ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 95-100 องศาเซลเซียส โครงสร้างของโมเลกุลจะอยู่กันอย่างไม่เป็นระเบียบ เมื่ออุณหภูมิลดลง สายพอลิเมอร์แต่ละสายเกิดการพันกันเป็นเกลียวคู่ และเมื่ออุณหภูมิต่ำลงอีก ปลายสายของ Double helice แต่ละคู่จะรวมตัวเข้าใกล้กัน เกิดการเชื่อมต่อกันด้วยพันธะไฮโดรเจน เกาะรวมกันมากๆทำให้

เกิดการแข็งตัวของเจลมากขึ้น และเกิดเป็นโครงสร้างร่างแห 3 มิติที่แข็งแรง (สายสมร, 2547) ปริมาณน้ำอิสระของเจลที่สกัดได้มีปริมาณต่ำส่งผลถึงการเก็บรักษา อาหารแต่ละชนิดมีปริมาณน้ำอิสระที่เหมาะสมแตกต่างกันตามปัจจัยอื่นๆของอาหารชนิดนั้น (นุชเนตร และคณะ, 2562)

การศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์วุ้นลองกองที่อุณหภูมิต่างกัน อุณหภูมิ 4 และ 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน ผลการศึกษาพบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ปริมาณความชื้นของวุ้นลองกองลดลงส่งผลให้มีค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ลดลงไปด้วย การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ สามารถเก็บรักษาได้นานขึ้น แต่ความแข็งแรงของวุ้นจะลดลง (สายสมร, 2547) การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ค่าสัมผัสทุกค่าจะลดลง (สุทธิวัฒน์ และคณะ 2554) การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส สุ่มตัวอย่างตรวจปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ทุกๆ 2 วัน ด้วยวิธี Total plate count (เสาวนีย์, 2556) ทำการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar (PCA) โดยจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัมทำการวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และราโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar (PDA) โดยจำนวนยีสต์และราต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อกรัม (มผช.518/2547)

การศึกษาการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ ผลการศึกษาพบว่า การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์วุ้นลองกองทั้ง 3 สูตร ได้แก่ 40 50 และ 60 กรัม มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเลี้ยงในอาหาร PDA พบว่าวุ้นลองกอง ก่อนเก็บรักษามีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 1 1 และ 1 โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ และวุ้นลองกองหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 วัน มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 1 3 และ 5 โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่เกิน 300 โคโลนีต่อกรัม และการวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และราของผลิตภัณฑ์วุ้นลองกองมีปริมาณยีสต์และราเลี้ยงในอาหาร PCA ก่อนเก็บรักษามีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 4 5 และ 2 โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ และวุ้นลองกองหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 วัน มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 4 2 และ 1 โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ ไม่เกิน 100 โคโลนีต่อกรัม (ดวงกมล และคณะ, 2550)

สรุปผล

การศึกษาอัตราส่วนของสาหร่ายสีแดงและปริมาณน้ำตาลต่อผลิตภัณฑ์วุ้นลองกอง เพื่อวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์วุ้นลองกองสกัดจากสาหร่ายสีแดง เพื่อประเมินคุณภาพและทดสอบประสาทสัมผัสของผู้บริโภค และศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ใน 2 สภาวะ (ที่อุณหภูมิ 4 และ 25 องศาเซลเซียส) จากการสกัดทั้ง 2 วิธี การสกัดด้วยหม้อนึ่งความดัน และการสกัดด้วยการต้ม พบว่าการสกัดด้วยหม้อนึ่งความดันมีสีใสกว่าและให้ปริมาณสารสกัดมากกว่าการสกัดด้วยการต้ม แต่ความแข็งของวุ้นน้อย

กว่าการสกัดด้วยการต้ม เนื่องจากว่าการสกัดด้วยหม้อนึ่งความดัน ที่ใช้เวลานาน ทำให้ผนังเซลล์ โครงสร้างของผนังเซลล์ของสาหร่ายถูกทำลาย ซึ่งจะส่งผลต่อความแข็งแรงของเจลวุ้น (gel strength) ลดลง และสีหลังการสกัดจะใสขึ้นและเมื่อทำการละลาย พบว่าการสกัดด้วยหม้อนึ่งความดันจะละลายง่ายกว่าการสกัดด้วยการต้ม (ภัทิรา และวรางคณา, 2557)

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของแผ่นวุ้น พบว่าการสกัดด้วยหม้อนึ่งความดันที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส และการสกัดด้วยการต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำอิสระ (a_w) เฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 0.6 ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของวุ้นลองกอง ก่อนการเก็บรักษา และหลังการเก็บรักษาที่มีส่วนผสมของปริมาณน้ำตาลที่แตกต่างกันจำนวน 3 สูตร ได้แก่ 40 50 และ 60 กรัม มีปริมาณน้ำอิสระ (a_w) เฉลี่ยสูงกว่าร้อยละ 0.9

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ของวุ้นลองกองทั้ง 3 สูตร ได้แก่ 40 50 และ 60 กรัมต่อ 500 มิลลิลิตร พบว่าคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านสี กลิ่น และรสชาติ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนคะแนนเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมีความแตกต่างกันทางสถิติ สรุปการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของวุ้นลองกอง พบว่าสูตรที่ 3 ที่มีส่วนผสมของปริมาณน้ำตาล 60 กรัม มีคะแนนความชอบมากที่สุดและดีที่สุด

การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน พบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และระยะเวลาการเก็บรักษา 7 วัน ให้ค่าสีและค่าความแข็งของวุ้นไม่มีการเปลี่ยนแปลง ในขณะที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส และระยะเวลาผ่านไป 2 วัน ค่าสีและค่าความแข็งมีการเปลี่ยนแปลงไป มีน้ำออกมาเล็กน้อย และมีเชื้อราเกิดขึ้น

การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของวุ้นลองกองทั้ง 3 สูตร ได้แก่ 40 50 และ 60 กรัมต่อ 500 มิลลิลิตร พบว่าวุ้นลองกอง ก่อนการเก็บรักษา มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเพียง 1×10^8 โคโลนีต่อกรัม ทั้ง 3 สูตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด และวุ้นลองกองหลังการเก็บรักษาระยะเวลา 7 วัน พบว่าสูตรที่มีส่วนผสมของน้ำตาล 50 และ 60 กรัม มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด1.5×10^8 และ 2×10^8 โคโลนีต่อกรัม ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน และสูตรที่มีส่วนผสมของน้ำตาล 40 กรัม มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 1×10^9 โคโลนีต่อกรัมเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

การวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และราของวุ้นลองกองทั้ง 3 สูตร ได้แก่ 40 50 และ 60 กรัมต่อ 500 มิลลิลิตร พบว่าวุ้นลองกอง ก่อนการเก็บรักษาทั้ง 3 สูตร มีปริมาณยีสต์และราเพียง 4 5 และ 2โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด และวุ้นลองกองหลังการเก็บรักษาระยะเวลา 7 วัน พบว่าวุ้น

ลองกองทั้ง 3 สูตร มีปริมาณยีสต์และรา 4 2 และ 1 โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดเช่นกัน

ข้อเสนอแนะ

การแปรรูปผลิตภัณฑ์ลองกองเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อช่วยเหลือเกษตรกรผู้ปลูกลองกอง เนื่องจากลองกองมีอายุการเก็บรักษาที่สั้น การแปรรูปจึงเป็นวิธีที่จะเก็บรักษา และเพิ่มมูลค่าให้กับลองกองในช่วงฤดูกาลที่มีผลผลิตออกมามาก การใช้วัตถุดิบในท้องถิ่นร่วมแปรรูปยังช่วยเพิ่มรายได้ และเกิดการพัฒนาท้องถิ่นไปด้วยกัน การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคควรให้มีเพิ่มเติม เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงวุ้นลองกองให้ดียิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนางสาวอาชียะห์ วานิ นักศึกษาสาขาวิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ ที่ช่วยในการทำงานวิจัยนี้ และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์

รายการอ้างอิง (References)

จักรินทร์ ครีอินทอง และจิราพร รุ่งเลิศเกรียงไกร. (2554). ผลของการแช่อะซิโตนและสภาวะการให้ความร้อนต่อปริมาณผลผลิตและสมบัติของสารไฮโดรคอลลอยด์ที่สกัดจากสาหร่ายผมนาง (*Gracilaria* sp.) และสาหร่ายโพรง *(Solieria robusta)*. *รายงานวิจัยภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*. 228-235.

ดวงกมล ตั้งสถิตพร, ธันย์ชนก จรเสมอ และชิดชนก เอมอมร. (2550). การใช้ประโยชน์จากแกนสับปะรดและชาภูฟ้าในผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมดื่ม. *วารสารวิชาการและวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร*. 24-35.

นุชเนตร ตาเย๊ะ, ต่วนนัจวา ต่วนกาจิ และฮานาน อาลี. *การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารฮาลาลท้องถิ่น: แยมส้มแขกแคลอรี่ต่ำ.* วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มรย. 2562;4(2):54-65.

ภัทิรา สุดเลิศ และวรางคณา สมพงษ์. (2557). การใช้สารสกัดจากสาหร่ายโพรงในผลิตภัณฑ์เจลลูกชิ้นปลา. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. 22, 1-12.

ยุวดี ขุนภักดี, วรินทร กาวี, รสสุคนธ์ วุทธิกูล, นภดล โพชกำเหนิด และณรงค์ สุนทรอภิรักษ์. (2555). เยลลี่คาราจีแนนผสมเนื้อลูกจากเพื่อชุมชน. *วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ.* 15 (พิเศษ3), 227-235.

ระพีพร เรืองช่วย, โชคชัย เหลืองธุวปราณีต, นิรัติศัย เพชรสุภา, อมมี คุณอารี และพายัพ มาศนิยม. (2549). *การเลี้ยงสาหร่ายผมนางเพื่อเป็นอาชีพทางเลือกใหม่สำหรับชาวประมงพื้นบ้านในอ่าวปัตตานี จังหวัดปัตตานี*. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 1-7.

วรรณิณี จันทร์แก้ว และเพ็ญศรี เพ็ญประไพ. (2558). การแพร่กระจายและการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสาหร่ายสีแดงน้ำจืดในพื้นที่ต้นน้ำเขตจังหวัดนครศรีธรรมราช. *วารสารแก่นเกษตร.* 43 (ฉบับพิเศษ 1). 216-223.

วีรเทพ ศรีปราชญ์, วิโรจน์ กิติคุณ, ภัคพงศ์ ปวงสุข และธวัชชัย ศุภดิษฐ์. (2554). การใช้สาหร่ายผมนาง (Gracilaria fisheri) เป็นวัตถุดิบในอาหารกุ้งกุลาดำ. *วารสารแก่นเกษตร.* 39, 159-170.

สายสมร พูลพันธ์. (2547). *ผลของสารที่ทำให้เกิดเจลต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเยลลี่รสนมผสมน้ำสตอรอเบอร์รี่*. ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร. 1-97.

สุทธิวัฒน์ แซ่ฮ้อ, ณัฐพัฒน์ วัฒนกฤษฎา, ผาณิต ไทยยันโต และเบญจวรรณ ธรรมธนารักษ์. (2554). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่คาราจีแนนสูตรน้ำผัก. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร.* 42(พิเศษ2), 509-512.

เสาวนีย์ เอี้ยวสกุลรัตน์. (2556). การผลิตเต้าฮวยนมสดผสมวุ้นน้ามะพร้าวเพื่อสุขภาพและการยอมรับของผู้บริโภค. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร.* 42(พิเศษ2), 429-432.

อารยา ทิพย์วงศ์ และจารุณี นุ่มพูล. (2557). ความสัมพันธ์ระหว่างความฉลาดทางด้านสุขภาพเกี่ยวกับโรคอ้วนกับพฤติกรรมการบริโภคอาหารและการออกกำลังกายในเด็กที่มีภาวะโภชนาการเกิน. *วารสารพยาบาลสาธารณสุข.* 28(2), 1-11.

อินทิรา ลิจันทร์พร และชัยรัตน์ เตชวุฒิพร. (2556). *การรักษาคุณภาพของลองกองพร้อมบริโภคด้วยเทคโนโลยีหลังการเก็บรักษา*. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. 1-101.

อนงค์ จีรภัทร์. (2543). *การใช้น้ำทิ้งจากนากุ้งเพื่อการเลี้ยงสาหร่ายวุ้นและการสกัดวุ้นในประเทศไทย*. กรุงเทพฯ. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 755 หน้า.

คำแนะนำการเตรียมและส่งต้นฉบับ
วารสารวิทยาศาสตร์ปรีดียาธร มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์

วารสารวิทยาศาสตร์เหลืองปรีดียาธร เป็นวารสารที่รับตีพิมพ์เผยแพร่บทความวิจัยและบทความวิชาการ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาต่างๆ ประกอบด้วย สาขาชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ คณิตศาสตร์ สถิติและสารสนเทศ และด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยบทความที่จะตีพิมพ์เผยแพร่ต้องเป็นผลงานวิจัยที่แล้วเสร็จไม่เกิน 5 ปี ไม่เคยตีพิมพ์หรืออยู่ในระหว่างพิจารณาตีพิมพ์ในวารสารอื่น เมื่อได้รับการตอบรับให้ตีพิมพ์ ถ้าเป็นบทความวิจัยที่เป็นหรือเป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์/ดุษฎีนิพนธ์ต้องมีหนังสือรับรองและลงนามทั้งอาจารย์ที่ ปรึกษาหลักและนักศึกษาผู้ทำวิทยานิพนธ์/ดุษฎีนิพนธ์ กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการแก้ไขต้นฉบับเพื่อความเหมาะสมและเป็นไปตามเกณฑ์ที่กองบรรณาธิการกำหนด โดยบทความที่จะตีพิมพ์เผยแพร่ ต้องผ่านการพิจารณากลั่นกรอง ตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer review) ที่มีความรู้ ความชำนาญ มีประสบการณ์ ในด้านที่เกี่ยวข้องในการประเมินบทความ เพื่อให้ข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะ ที่เป็นประโยชน์ก่อนการตีพิมพ์เผยแพร่จำนวนอย่างน้อย 2 ท่าน โดยจะไม่เปิดเผยข้อมูลของผู้เขียนและผู้ประเมินบทความ (Double blinded peer review)

ประเภทของบทความ

1. บทความวิจัย
2. บทความวิชาการ
3. บทความปริทัศน์ บทความพิเศษ และปกิณกะ

การเตรียมบทความต้นฉบับ

1. ต้นฉบับพิมพ์ด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Word for Windows แบบอักษร TH Sarabun PSK ขนาดตัวอักษร 16 อักษรปกติ พิมพ์หน้าเดียวบนกระดาษ A4 ระยะขอบกระดาษ ด้านบน-ด้านล่าง 2.54 ซม. ด้านใน 3.17 ซม. ด้านนอก 2.54 ซม. ไม่เกิน 12 หน้า (ไม่รวมรายการอ้างอิง)

2. ชื่อเรื่อง ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ พิมพ์ไว้หน้าแรกตรงกลางขนาดตัวอักษร 20 ตัวหนา

3. ชื่อผู้เขียน ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ อยู่ใต้ชื่อเรื่องโดยชิดขอบกระดาษด้านขวา ขนาดตัวอักษร 14 อักษรปกติและให้ระบุตัวเลขเป็นตัวยกท้ายชื่อผู้เขียน เพื่อแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับสถานที่ทำงานของผู้เขียนบทความทุกคนไว้ที่เชิงอรรถในหน้าแรก

4. ชื่อหน่วยงานของผู้เขียน ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ อยู่ส่วนล่างสุดที่เชิงอรรถในหน้าแรก ขนาดตัวอักษร 12 หนา ระบุหน่วยงานรองและหน่วยงานหลัก และระบุตัวเลขเป็นตัวยกหน้าชื่อหน่วยงานผู้เขียนทุกท่าน และ E-mail Address ของผู้เขียนหลักเพื่อเป็น Corresponding Author

5. บทคัดย่อ (Abstract) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ความยาวไม่เกิน 300 คำ

6. คำสำคัญ (Key words) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ (จำนวน 3-5 คำ)

7. การพิมพ์หัวข้อ หัวข้อใหญ่สุด ให้ชิดขอบด้านซ้าย หัวข้อย่อยเว้นห่างจากหัวข้อใหญ่ 4 ตัวอักษร และหัวข้อย่อยขนาดเดียวกัน ต้องพิมพ์ให้ตรงกัน เมื่อขึ้นหัวข้อใหญ่ควรเว้นระยะพิมพ์หนึ่งบรรทัด

8. การใช้ตัวเลขคำย่อ และวงเล็บควรใช้เลขอารบิคทั้งหมด ใช้คำย่อ ที่เป็นสากลเท่านั้น (ระบุคำเต็มไว้ในครั้งแรก) การวงเล็บภาษาอังกฤษ ควรใช้ดังนี้ (Student centered learning)

9. กรณีมีรูปภาพ บันทึกเป็นไฟล์ที่มีนามสกุล JPEGs หรือ Tiffs เท่านั้น

10. บทความวิจัย ให้เรียงลำดับสาระ ดังนี้

10.1 บทคัดย่อ (Abstract)

10.2 บทนำ ระบุความสำคัญของปัญหาการวิจัย กรอบแนวคิด สมมุติฐาน การ ทบทวนหรืออ้างอิงเอกสาร/ทฤษฎี/งานวิจัย ที่นำไปสู่กรอบแนวคิดหรือวัตถุประสงค์การวิจัย

10.3 วัตถุประสงค์การวิจัย

10.4 กรอบแนวคิดการวิจัย

10.5 วิธีการวิจัย (Research methodology) ระบุแบบแผนการวิจัยการได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่างและ การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การหาคุณภาพเครื่องมือ วิธีการ เก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล

10.6 ผลการวิจัย (Results) เสนอผลที่พบตามวัตถุประสงค์การวิจัยตามลำดับอย่างชัดเจน ควร เสนอในรูปตารางหรือแผนภูมิ

10.7 อภิปรายผล (Discussion) เสนอเป็นความเรียง ชี้ให้เห็นถึงความเชื่อมโยงของผลการวิจัย กับกรอบแนวคิด และงานวิจัยที่ผ่านมา ไม่ควรอภิปรายเป็นข้อ ๆ แต่ชี้ให้เห็นถึงความเชื่อมโยงของตัวแปรที่ศึกษาทั้งหมด

10.8 สรุป (Conclusions) ระบุข้อสรุปที่สำคัญ สอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือไม่

10.9 ข้อเสนอแนะ (Suggestion) ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ และสำหรับการวิจัยต่อไป

10.10 รายการอ้างอิง (References) ต้องเป็นรายการที่มีการอ้างอิงไว้ในเนื้อหาเท่านั้น รายการ อ้างอิงที่นำมาอ้างอิงต้องมีความทันสมัย ทันต่อเหตุการณ์ และควรตีพิมพ์เผยแพร่ไม่เกิน 5 ปี ย้อนหลัง และให้เขียนเป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด

11. บทความวิชาการ ประกอบด้วย

11.1 บทคัดย่อ (Abstract)

11.2 บทนำ (Introduction)

11.3 เนื้อเรื่อง (Content) แสดงสาระสำคัญที่ต้องการนำเสนอตามลำดับ

11.4 บทสรุป (Conclusion)

11.5 ข้อเสนอแนะ (Suggestion)

11.6 รายการอ้างอิง (References)

12. การพิมพ์เอกสารอ้างอิง ให้ใช้ APA Formatted References, 6th edition ศึกษารายละเอียดได้ที่ http://www.wooster.edu /psychology/apa-crib.html

ตัวอย่างการเขียนเอกสารอ้างอิง

1. การอ้างอิงในเนื้อหา

ใช้ระบบนาม-ปี (Author's last name – year of Publication) ถ้าชื่อผู้เขียนเป็นภาษาไทยให้แปลเป็นภาษาอังกฤษ ตัวอย่างเช่น

ผู้เขียน 1 คน: (Siripan, 2016)

ผู้เขียน 2 คน: (Siripan & Kaewchai, 2016)

ผู้เขียน 3-5 คน: การอ้างครั้งแรกให้ใส่ชื่อสกุลของทุกคน และการอ้างครั้งต่อไปให้ใส่เฉพาะชื่อ สกุลของคนแรก แล้วตามด้วย et al. ตัวอย่างเช่น

(Seeley, VanPutte, Regan, & Russo, 2016) ในการอ้างครั้งแรก

และ (Seeley et al., 2016) ในการอ้างครั้งต่อไป

ผู้เขียนมากกว่า 6 คน: อ้างครั้งแรกและครั้งต่อๆ ไป ให้ใส่เฉพาะชื่อสกุลของคนแรก แล้วตามด้วย et al. เช่น

(Chongchareon et al., 2016)

2. การอ้างอิงในรายการอ้างอิง

2.1 การอ้างอิงทั่วไป

1) ถ้าผู้เขียนไม่เกิน 7 คน ใส่ชื่อผู้เขียนทุกคน ถ้ามากกว่า 8 คน ให้ใส่ชื่อ 6 คนแรกและตามด้วย...และชื่อผู้เขียนคนสุดท้าย

2) ถ้าแหล่งอ้างอิงมาจากหนังสือ หนังสือออนไลน์ หรือ ebook *ให้เอียงชื่อหนังสือ*

3) ถ้าแหล่งอ้างอิงมาจากวารสาร *ให้เอียงชื่อวารสาร*

4) ถ้าแหล่งอ้างอิงเป็นเอกสารสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ *ให้เอียงชื่อการประชุม*

5) สำหรับรายการอ้างอิงที่ไม่มีภาษาอังกฤษให้แปลเป็นภาษาอังกฤษ และให้วงเล็บ (in Thai) ตัวอย่างเช่น

Oliveira, L.F., Correa, J.L.G., Tosato P.G., Borges S.V., Alves J.G.L.F., & Fonseca, B.E. (2011). Sugarcane Bagasse Drying in a Cyclone: Influence of Device Geometry and Operational Parameters. *Drying Technology*, 29, 946-952.

Grimm, A., Elustondob, D., Mäkelä, M., Segerström M., Kalén, G., Fraikin L., Larsson, H. S. (2017). Drying recycled fiber rejects in a bench-scale cyclone: Influence of device geometry and operational parameters on drying mechanisms. *Fuel Processing Technology*, 167, 631-640.

Suriyawongpaisarn, P., Srithamrongsawat, S., Hempisut, P., Aueasiriwon, B., Pholpark, A., & Wannasri. A. (2013). *The Emergency Management System of the Regional Emergency Medical System*. Health Insurance System. Research Office (HISRO). Health System Research Institute (HSRI). (in Thai).

2.2 ผู้เขียนเป็นหน่วยงาน ตัวอย่างเช่น

National Institute of Emergency Medicine. (2014). *The gap of Thai Emergency Medicine: Report Emergency Medical Service System 2013*. (1st ed.) Bangkok. NP Press.

Muangjunburee, P. (2012). *Welding Engineering*. Songkhla: Educational Technology, Faculty of Engineering, Prince of Songkhla University.

2.3 การอ้างอิงเฉพาะบทในหนังสือ ตัวอย่างเช่น

Sahieam, C. (2014). Nurse case management for clients with diabetes mellitus. In Sindhu S, Wongrod P. (editor). *Case management for clients with diabetes mellitus and hypertension* (2nd ed.) (pp.9-46). Bangkok: Wattanakanpim Printting.

Benedyk, J. (2010). Aluminum alloys for lightweight automotive structures. *Materials, Design and Manufacturing for Lightweight Vehicles, Woodhead Publishing Series in Composites Science and Engineering,* 79-113.

2.4 การอ้างอิงเอกสารจากอินเตอร์เน็ต ตัวอย่างเช่น

Inada, K. A. (1995). Buddhist response to the nature of human rights. Journal of Buddhist Ethics Retrieved May 21, from http://www.psu.edu/ jbe.html

2.5 วิทยานิพนธ์ตัวอย่างเช่น

Siriphan, S. (2011). *Development of an Instructional Model Emphasizing Cultural Competency of Nursing Students.* A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Doctor of Philosophy School of Educational Studies Sukhothai Thammathirat Open University. (in Thai).

2.6 บทความในวารสาร

Sangnimitchaikul, W. (2012). Student-centered learning: A case study of Instructional model in the nursing care of children and adolescents course at the faculty of Nursing, Thammasat University. *Journal of Nursing and Education*, 5(2), 64-76.

ข้อแนะนำในการส่งต้นฉบับ

เมื่อผู้เขียนเตรียมไฟล์ต้นฉบับตามการเตรียมต้นฉบับบทความวิจัย/บทความวิชาการแล้ว สามารถส่งไฟล์ต้นฉบับทาง E-mail: journal_sci@pnu.ac.th และ https://www2.st.pnu.ac.th/journal

โดยลงทะเบียนสมาชิกเข้าเว็บไซต์แล้วทำตามคำแนะนำ สำหรับการใช้งานเบื้องต้นของระบบ ThaiJO (สำหรับผู้แต่ง Author) ซึ่งมีรายละเอียดตามหัวข้อ ดังนี้

-การลงทะเบียนผู้เขียน (Author Register) (ผู้ใช้ยังไม่มี Username, Password ในระบบ ThaiJO)

-การส่งบทความ (Submission)

-รอตรวจสอบสถานะ การตอบรับ/ปฏิเสธ ทาง E-mail

ข้อแนะนำการส่งเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ผู้เขียนศึกษา ตรวจสอบขั้นตอนการส่งบทความวิจัย/วิชาการ และดาวน์โหลดเอกสารที่เกี่ยวข้อง ที่เว็บไซต์ https://www2.st.pnu.ac.th/journal หลังจากนั้นส่งเอกสารที่เกี่ยวข้องและบทความต้นฉบับทาง E-mail: journal_sci@pnu.ac.th

การติดต่อวารสารวิทยาศาสตร์ปรีดียาธร

คุณอาภรณ์ นงรัตน์ หรือ คุณนูรฮายาตี มะเซาะ โทร. 073-709-030 ต่อ 1161 โทรศัพท์มือถือ 09-3604-3247, 09-9416-9355 แฟกซ์ 073-709030 ต่อ 1173

งานวารสารวิทยาศาสตร์ปรีดียาธร

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์

99 ม. 8 ต. โคกเคียน อ. เมือง จ. นราธิวาส 96000

วารสารวิทยาศาสตร์ปรีดียาธร
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์
99 หมู่ 8 ตำบลโคกเคียน อำเภอเมือง จังหวัดนราธิวาส 96000
โทรศัพท์/โทรสาร 073-709030 ต่อ 1173
อีเมล: journal_sci@pnu.ac.th