วารสารวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมเชิงพื้นที่
JOURNAL OF SCIENCE AND AREA - BASED INNOVATION

ISSN 3027-8163 (Online)

ปีที่ 1 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม - สิงหาคม 2567
Vol. 1 No. 2 MAY - AUGUST 2024

วารสารวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมเชิงพื้นที่

(Journal of Science and Area-based Innovation)

บรรณาธิการที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.อดิศร เนาวนนท์	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

บรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วาสนา ภานุรักษ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนากร แสงสง่า	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

รองบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราวุธ ธนะมูล	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิรันดร์ คงฤทธิ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร. มนัส สุวรรณ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ศาสตราจารย์ ดร.สุปรีดิ์ พินิจสุนทร	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ศาสตราจารย์ ดร.วงศา เล้าหศิริวงศ์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ ดร.พรเทพ ถนนแก้ว	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ ดร. ชิตณรงค์ ศิริสถิตย์กุล	มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
รองศาสตราจารย์ ดร.ขนิษฐา สมตระกูล	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนวย วัฒนกรสิริ	มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรอุมา ปราชญ์ปรีชา	มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สัมฤทธิ์ มากสง	มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนาวัฒน์ เยมอ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
รองศาสตราจารย์ ดร.ณภัทร น้อยน้ำใส	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
รองศาสตราจารย์สุกัญญา กล่อมจอหอ	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อ่อนลมี กมลอินทร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
ดร.สโรชินี แก้วธานี	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

ผู้จัดการวารสาร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิรัฐิพร ไทยงูเหลือม

นางภควรรณ ศกุนตนาค

นายวิศวมาศ ภักดีกุล

นางสาวสุดารัตน์ ม่วงกลาง

นายกฤษฎา พลายหมื่นไวย

กำหนดการเผยแพร่

ปีละ 3 ฉบับ

ฉบับที่ 1 มกราคม – เมษายน

ฉบับที่ 2 พฤษภาคม – สิงหาคม

ฉบับที่ 3 กันยายน – ธันวาคม

วัตถุประสงค์

วารสารวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมท้องถิ่น เป็นวารสารเผยแพร่แบบออนไลน์ รับพิจารณาบทความวิจัยและบทความวิชาการด้านการนำวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมเชิงเพื่อการพัฒนาพื้นที่ในระดับต่าง ๆ 4 สาขา ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์กายภาพและชีวภาพ
2. วิทยาศาสตร์สุขภาพ
3. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. นวัตกรรมเชิงพื้นที่

เจ้าของ: สถาบันวิจัยและพัฒนา อาคารเฉลิมพระเกียรติ (อาคาร 9) มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
340 ถนนสุรนารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000
โทรศัพท์: 044-009009 ต่อ 9462 โทรสาร : 044-272941

เว็บไซต์: https://li05.tci-thaijo.org/index.php/JSAI/

อีเมล์: jsainrru@gmail.com

ออกแบบปก: ดร.สโรชินี แก้วธานี

❖ บทความวิจัยและบทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์ผ่านการพิจารณากลั่นกรองโดยผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer review) ในแต่ละสาขา ไม่น้อยกว่า 3 ท่าน แบบ Double-blind peer review โดยผู้ประเมินและผู้เขียนอยู่ต่างหน่วยงานกัน

❖ เนื้อหาบทความ ภาพประกอบและตารางต่าง ๆ ที่ตีพิมพ์ลงวารสารเป็นความเห็นส่วนตัวของผู้เขียนเอง กองบรรณาธิการไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไปและไม่มีส่วนรับผิดชอบใด ๆ ถือว่าเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียนแต่เพียงผู้เดียว

❖ บทความใดที่ผู้อ่านเห็นว่ามีการลอกเลียนหรือแอบอ้างโดยปราศจากการอ้างอิงหรือทำให้เข้าใจผิดว่าเป็นผลงานของผู้เขียน กรุณาแจ้งให้ทางกองบรรณาธิการวารสารทราบ

บทบรรณาธิการ

วารสารวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมเชิงพื้นที่ (Journal of Science and Area-based Innovation: JSAI) เป็นวารสารของสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา มีวัตถุประสงค์เพื่อตีพิมพ์และเผยแพร่บทความวิชาการ บทความวิจัย และผลงานวิจัยที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมที่นำไปแก้ไขปัญหาและพัฒนาเชิงพื้นที่ในระดับกลุ่ม ชุมชน หมู่บ้าน ตำบล จังหวัดหรือกลุ่มจังหวัด เผยแพร่องค์ความรู้แก่นักวิชาการและบุคคลทั่วไป และส่งเสริมให้นักศึกษา นักวิชาการในหน่วยงานราชการ หรืออาจารย์ในมหาวิทยาลัยได้เสนอผลงานทางวิชาการสู่สาธารณะ โดยตีพิมพ์เผยแพร่ฉบับแรกในรูปแบบออนไลน์ผ่านระบบ Thai Journal Online System ในปี พ.ศ. 2567 มีกำหนดการออกเผยแพร่ราย 4 เดือน ปีละ 3 ฉบับ โดยบทความทุกเรื่องได้รับการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้งจากภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยจำนวน 3 ท่าน ในลักษณะการประเมินแบบ Double-blind peer review ให้ถูกต้องตามมาตรฐานวิชาการก่อนการตีพิมพ์เผยแพร่

วารสารฉบับนี้เป็นฉบับปีที่ 1 ฉบับที่ 2 เดือน พฤษภาคม – สิงหาคม 2567 มีบทความเผยแพร่ทั้งหมดจำนวน 4 เรื่อง แบ่งเป็นบทความวิชาการจำนวน 1 เรื่อง ได้แก่ ความเสี่ยงและวิธีการจัดการการปนเปื้อนฟอร์มมาลีนในอาหาร จากมหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ บทความวิจัยจำนวน 3 เรื่อง ได้แก่ 1) ฤทธิ์ลดการสร้างเม็ดสีเมลานินของสารสกัดไหมข้าวโพด จากมหาวิทยาลัยนเรศวร 2) ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความเมื่อยล้าของผู้ประกอบอาชีพเสริมสวย ตำบลเมืองศรีไค อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี จากมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี และ 3) การศึกษาเบื้องต้นถึงผลของสารสกัดหยาบจากผักชีช้างที่มีต่อการพัฒนาในระยะต่าง ๆ ของหอยเชอรี่ จากมหาวิทยาลัยบูรพา

ในนามกองบรรณาธิการขอขอบพระคุณผู้เขียนทุกท่านที่ให้เกียรติในการส่งบทความเพื่อตีพิมพ์เผยแพร่ในฉบับนี้ รวมถึงผู้ทรงคุณวุฒิที่สละเวลาอันมีค่าในการประเมินพิจารณาตรวจสอบและกลั่นกรองบทความวิจัยและบทความวิชาการ ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.อดิศร เนาวนนท์ อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วาสนา ภานุรักษ์ ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา ที่ให้การสนับสนุนในการจัดทำวารสารวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมเชิงพื้นที่และทำให้วารสารฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนากร แสงสง่า

บรรณาธิการ

สารบัญ

	หน้า
ความเสี่ยงและวิธีการจัดการการปนเปื้อนฟอร์มมาลีนในอาหาร *ธีรนาถ สุวรรณเรือง และวายุภักษ์ บอนคำ*	1-7
ฤทธิ์ลดการสร้างเม็ดสีเมลานินของสารสกัดไหมข้าวโพด *ภัทรชล อภิสิทธิ์วิทยา, ประทีป วรรณิสสร และเนตรนภิส วรรณิสสร*	8-21
ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความเมื่อยล้าของผู้ประกอบอาชีพเสริมสวย ตำบลเมืองศรีไค อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี *ชัญญากานต์ โกกะพันธ์, ธัญญาพร มารัตน์, สุนารี ไพยกาล, นิภาพร คำหลอม, พงศ์ธร แสงชูติ และสุนทรี ศรีเที่ยง*	22-32
การศึกษาเบื้องต้นถึงผลของสารสกัดหยาบจากผักชีช้างที่มีต่อการพัฒนาในระยะต่าง ๆ ของหอยเชอรี่ *นุชจรินทร์ แกล้วกล้า และกฤติยากร แสนพันธ์*	33-48

บทความวิชาการ (Review Article)

ความเสี่ยงและวิธีการจัดการการปนเปื้อนฟอร์มมาลีนในอาหาร

The risk and management of formalin contamination in food management

ธีรนาถ สุวรรณเรือง[1]* และ วายุภักษ์ บอนคำ[2]
[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสุขภาพ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
[2]สำนักงานสาธารณสุข จังหวัดกาฬสินธุ์
Theeranat Suwanaruang [1]* and Vayupak Bonkham
[1]Faculty of Science and Health Technology, Kalasin University
[2]Kalasin Provincial Public Health Office, Kalasin
*Corresponding author, E-mail: drtheeranat@gmail.com
Received: May 9, 2024 / Revised: May 29, 2024/ Accepted: June 4, 2024

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการทบทวนข้อมูลเกี่ยวกับความเสี่ยงที่มาจากฟอร์มาลีนที่ปนเปื้อนในอาหารและฟอร์มาลีนในอาหารธรรมชาติ ซึ่งมีความสำคัญในการเลือกบริโภคอาหารอย่างปลอดภัย เนื่องจากฟอร์มาลีนอาจมีผลกระทบต่อสุขภาพ การบริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อนฟอร์มาลีนอาจเป็นสาเหตุของการแพ้และอาการแพ้อาหาร และมีผลกระทบต่อระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย เช่น โรคหืด หรือการอักเสบของระบบทางเดินหายใจ ในขณะที่ฟอร์มาลีนในอาหารธรรมชาติมักมีความปลอดภัยและมีประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น ช่วยในกระบวนการย่อยอาหารและลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคที่เกี่ยวข้องกับหัวใจและหลอดเลือด สำหรับการป้องกันและการจัดการ เราสามารถเลือกบริโภคอาหารที่ปลอดภัย อ่านป้ายกำกับอาหารอย่างระมัดระวัง และปรุงอาหารด้วยวิธีที่เหมาะสม เพื่อลดระดับฟอร์มาลีน การเข้าใจความเสี่ยงและคุณค่าของฟอร์มาลีนในอาหารช่วยให้เราตัดสินใจเลือกอาหารอย่างมั่นใจในชีวิตประจำวัน โดยผู้ที่มีอาการแพ้หรือมีความเสี่ยงควรปรึกษาแพทย์หรือเภสัชกรเพื่อข้อเสนอแนะและการจัดการอย่างเหมาะสม

คำสำคัญ: ฟอร์มาลีน อาหารที่ปลอดภัย ปนเปื้อน ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย

Abstract

This study includes information on the potential risks of eating food contaminated with formalin and formalin that exists in natural foods. It was crucial to choose foods that were considered safe to eat, as formalin could cause negative health impacts. Food intolerances and allergies may develop from consuming tainted formalin. It had an impact on the immunological system of the body, causing conditions like respiratory system inflammation or asthma Natural foods include formaldehyde, which was generally safe and beneficial to health, including improving digestion and lowering the risk of cardiovascular disease. We could decide to eat safe food to safeguard and manage. Pay close attention to the food labels and properly prepare meals to lower the amount of formalin. Making informed food decisions in our daily lives could be

facilitated by being aware of the benefits and hazards of formaldehyde in food. Individuals with allergies or those that might be at risk should speak with a physician or pharmacist for advice and suitable care.

Keywords: Formalin, Food safety, Contaminated, Immune system

บทนำ

การบริโภคอาหารมีบทบาทสำคัญต่อสุขภาพของมนุษย์ ฟอร์มาลีนและฟอร์มาดีไฮด์เป็นสารอาหารที่มีความสำคัญและมีการสนใจอย่างมากในวงการอาหารและสุขภาพ เนื่องจากมีผลกระทบต่อสุขภาพของเรา บทความนี้จะเสนอข้อมูลเกี่ยวกับฟอร์มาลีนและฟอร์มาดีไฮด์ที่พบในอาหาร รวมถึงคุณสมบัติทางสุขภาพและประโยชน์ของทั้งสอง เริ่มแรกเรามาพูดถึงฟอร์มาลีน ซึ่งเป็นไปได้ทั้งในธรรมชาติและที่เพิ่มเติมเข้าไปในอาหาร ฟอร์มาลีนที่ปนเปื้อนในอาหารอาจมีความเสี่ยงต่อสุขภาพ (Rahman et al., 2023) การเป็นสาเหตุของอาการแพ้อาหารมีผลกระทบต่อระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย เช่น โรคหืด หรือการอักเสบของระบบทางเดินหายใจ อย่างไรก็ตาม (Wahed et al., 2016) ทั้งนี้เพื่อให้ผู้บริโภคสามารถตัดสินใจเลือกอาหารอย่างมั่นใจ การเข้าใจเรื่องฟอร์มาลีนและฟอร์มาดีไฮด์เป็นสิ่งสำคัญ ความเสี่ยงที่มาจากฟอร์มาลีนในอาหารและฟอร์มาดีไฮด์สามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของเราได้ การป้องกันและการจัดการด้วยการเลือกบริโภคอาหารที่ปลอดภัย อ่านป้ายกำกับอาหารอย่างระมัดระวัง และปรุงอาหารด้วยวิธีที่เหมาะสม (Aminah et al., 2013) เป็นวิธีที่ดีในการลดระดับฟอร์มาลีนในอาหารเพื่อให้เข้าใจลึกซึ้งขึ้นเกี่ยวกับความเสี่ยงที่จะได้รับอาหารที่มีการปนเปื้อนฟอร์มาลีนและฟอร์มาดีไฮด์ เพื่อช่วยให้ตัดสินใจเลือกอาหารอย่างมั่นใจและสร้างสุขภาพที่ดีให้กับผู้บริโภคได้อย่างยั่งยืน (Qu et al., 2017) ฟอร์มาลีนปกติในธรรมชาติในสัตว์น้ำ และสัตว์ทะเลมักจะพบฟอร์มาลินในธรรมชาติในปริมาณไม่เกิน 1 พีพีเอ็ม (ส่วนในล้านส่วน) ซึ่งจะยังไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพผู้บริโภค อย่างไรก็ตาม สารฟอร์มาลินที่ถูกฉีดหรือแช่ในผักหรือเนื้อสัตว์โดยเจตนา หากใช้ในปริมาณมากเกินไปและตกค้างในอาหาร จะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคทั้งในระยะสั้น และสะสมในระยะยาว

ฟอร์มาลีน

ฟอร์มาลีนเป็นสารเคมีที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อเพิ่มความหนุนหน่วงในการผลิตอาหาร ซึ่งช่วยให้อาหารมีความนุ่ม นุ่ม และมีความอ่อนนุ่ม ทั้งยังเสริมความหนืดให้กับผลิตภัณฑ์อาหารด้วย (Mutsuga et al., 2005) ในการผลิตเนื้อสัตว์แช่แข็ง เนื้อปลาแช่แข็ง หรืออาหารว่าง เช่น ไส้กรอกแช่แข็ง แฮม หรือเบคอน เป็นต้นอย่างไรก็ตาม การใช้ฟอร์มาลีนและฟอร์มาดิไฮด์ในอาหารก็มีข้อจำกัดและผลข้างเคียงตามมา เช่น ฟอร์มาดีไฮด์ที่มีการปนเปื้อนในอาหารปริมาณที่สูงเกินมาตรฐานอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้ หากมีปริมาณที่ใช้เกินกว่าความจำเป็น นอกจากนี้ฟอร์มาลีนอาจสร้างสภาวะเปื้อนในอาหาร ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อรสชาติและคุณภาพของอาหาร ในหลายประเทศมีกฎหมายและข้อบังคับเกี่ยวกับการใช้ฟอร์มาลีนและฟอร์มาดีไฮด์ในอาหาร รวมถึงการกำหนดปริมาณที่อนุญาตให้ใช้ และการแสดงข้อมูลในป้ายราคา เพื่อให้ผู้บริโภคสามารถตัดสินใจตัวเลือกอาหารได้อย่างมีสติ โดยทั่วไปแล้วการใช้ฟอร์มาลีนและฟอร์มาดีไฮด์ในอาหารควรพิจารณาความปลอดภัยและคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยรอบคอบ สำหรับผู้ที่มีภูมิคุ้มกันต่ำหรือมีอาการแพ้สารเคมี ควรหลีกเลี่ยงการบริโภคอาหารที่มีฟอร์มาลีนและฟอร์มาดีไฮด์เพื่อป้องกันการเกิดอาการแพ้หรือปัญหาสุขภาพเพิ่มเติมฟอร์มาลีนในอาหารต่าง ๆ เช่น อาหารทะเล การใช้ฟอร์มาลีนในการจัดเตรียมอาหารทะเล เช่น ปลาหมึกหรือกุ้ง เพื่อลดการสภาพเน่าเสีย (Laly et al., 2018) การบริโภคอาหาร

ทะเลที่มีฟอร์มาลีนอาจมีผลกระทบต่อสุขภาพ อย่างไรก็ตาม การปรุงอาหารอย่างถูกวิธีและการบริโภคอาหารที่สดใหม่อาจช่วยลดความเสี่ยง (Jung et al., 2021)

ผักผลไม้ฟอร์มาลีนอาจถูกใช้เป็นสารกักตัวหรือสารเคมีในการป้องกันการเน่าเสียของผักผลไม้ การล้างผักผลไม้ให้สะอาดและการเลือกบริโภคผลผลิตที่สดใหม่อาจช่วยลดความเสี่ยงจากฟอร์มาลีน อาหารแปรรูป อาหารแปรรูปอาจมีการใช้ฟอร์มาลีนในกระบวนการผลิต เช่น การบรรจุซีเรียลหรือเนยเทียม การเลือกบริโภคอาหารแปรรูปที่มีส่วนผสมที่ไม่ปนเปื้อนฟอร์มาลีนอาจช่วยลดความเสี่ยง ฟอร์มาลีนและฟอร์มาดีไฮด์เป็นสารที่อาจมีผลกระทบต่อสุขภาพของเรา การเลือกบริโภคอาหารที่ปลอดภัยและมีสารอาหารที่ดีต่อร่างกายเป็นสิ่งสำคัญ เช่น การบริโภคอาหารที่สดใหม่และการปรุงอาหารอย่างถูกวิธี การปฏิบัติตามข้อแนะนำและการใช้วิจารณญาณเมื่อเลือกอาหารจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้เรามีสุขภาพที่ดีและมีคุณภาพชีวิตที่ดีได้

ความเป็นพิษของฟอร์มาลีน

ฟอร์มาลีนและฟอร์มาดีไฮด์ เป็นสารเคมีที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อเพิ่มความหนุนหน่วงและเสริมความหนืดในอาหาร อย่างไรก็ตาม การใช้สารเคมีเหล่านี้ในปริมาณมากหรือการใช้ผิดวิธีการอาจทำให้เกิดผลข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์ โดยมีผลที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพได้ (Tang et al., 2009) การสะสมของพิษการบริโภคฟอร์มาลีนและฟอร์มาดีไฮด์ในปริมาณมากในระยะยาวอาจส่งผลให้สารพิษสะสมในร่างกาย เนื่องจากฟอร์มาดีไฮด์สามารถสะสมในเนื้อสัตว์และมนุษย์ได้ ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อระบบภูมิคุ้มกันและระบบประสาท อาการแพ้บางคนอาจมีการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันต่อฟอร์มาลีนและฟอร์มาดีไฮด์ ซึ่งอาจทำให้เกิดอาการแพ้หรือภูมิแพ้ (Jinadasa et al., 2022) ผื่นหรืออาการทางเดินหายใจอักเสบ การทำลายเซลล์ ฟอร์มาลีนและฟอร์มาดีไฮด์อาจมีความเป็นพิษต่อเซลล์ในร่างกาย โดยเฉพาะอวัยวะหรือระบบที่มีการสะสมสารเคมีและย่อยสลายสารพิษได้น้อย ผลกระทบต่อการเจริญเติบโต การสังเคราะห์และการนำซึมสารอาหารในร่างกายอาจถูกกีดขวางหรือมีการลดลงเนื่องจากการสะสมของฟอร์มาลีนและฟอร์มาดีไฮด์ในร่างกาย ผลกระทบต่อระบบภูมิคุ้มกัน การสะสมของฟอร์มาดีไฮด์อาจมีผลให้ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายอ่อนแอลง ซึ่งอาจทำให้ร่างกายไม่สามารถต่อต้านการติดเชื้อหรือโรคได้อย่างเหมาะสม การผลิตสารพิษอื่น ๆ การสำรวจวิจัยพบว่าฟอร์มาดีไฮด์อาจทำให้เกิดสารพิษอื่นๆ เช่น แอมโมเนีย ซึ่งเป็นสารเคมีที่เป็นอันตรายต่อร่างกาย (Bhowmik et al., 2016)

ผลกระทบต่อมนุษย์ การบริโภคฟอร์มาลินในปริมาณมากอาจทำให้เกิดปัญหาการย่อยอาหาร เช่น อาการท้องอืด คลื่นไส้ และท้องผูกผลกระทบต่อระบบภูมิคุ้มกันการบริโภคฟอร์มาลินที่เกินจำเป็นอาจทำให้ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายอ่อนแอ ทำให้เสี่ยงต่อการเป็นโรคต่าง ๆ ได้มากขึ้น เช่น โรคหืด หรือการติดเชื้อที่ต่าง ๆ อาการแพ้ บางคนอาจมีการตอบสนองทางแพ้ต่อฟอร์มาลิน เช่น ผื่น ตุ่ม หรืออาการแสบร้อนในผิวหนัง (Claeys et al., 2009)

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ปัญหาในการนำเข้าเคมี การใช้งานฟอร์มาลินในการผลิตอาหารหรือเคมีในอุตสาหกรรมอาจทำให้เกิดการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม เช่น การใช้เคมีในการฉีดพ่นในสวนผสมน้ำ การเป็นตัวทำลายสิ่งมีชีวิต การใช้ปุ๋ยหรือสารเคมีในการเพิ่มผลผลิตของพืชที่มีฟอร์มาลิน อาจทำให้เกิดการสร้างมลพิษในแหล่งน้ำหรือภูมิประเทศ (Bianchi et al., 2007)

การแก้ไขปัญหาการใช้ฟอร์มาลีนในอาหาร สถานการณ์การปนเปื้อนในอาหาร

จากการศึกษาการปนเปื้อนฟอร์มาลีนของ อดุลย์ บุญเฉลิมชัย และคณะ ในปี 2562 พบการปนเปื้อนฟอร์มาลีนในตัวอย่างอาหารสดที่เก็บจากจังหวัดปทุมธานี จังหวัดนครสวรรค์ จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดกาญจนบุรี

และจังหวัดอุบลราชธานี โดยมีการสุ่มเก็บตัวอย่างจากกุ้งและปลาหมึก พบว่าระดับการปนเปื้อนฟอร์มาลีนสูงสุดอยู่ในจังหวัดอุบลราชธานี รองลงมาคือจังหวัดกาญจนบุรี และพบว่าปลาหมึกมีการปนเปื้อนฟอร์มาลีนมากกว่ากุ้ง การปนเปื้อนฟอร์มาลีนในอาหารสด โดยเฉพาะอาหารทะเล เช่น กุ้ง ปลาหมึก หอย และปู เป็นปัญหาที่สำคัญ เนื่องจากอาหารเหล่านี้มีความเน่าเสียง่ายเมื่อมีการขนส่ง ผู้บริโภคควรมีการสังเกตและตรวจสอบอาหารดังกล่าวอย่างละเอียดก่อนบริโภค รวมถึงการทำความสะอาดก่อนนำมาปรุงสุกเพื่อลดผลกระทบต่อสุขภาพ วิธีการลดฟอร์มาลีนในอาหารสดสามารถทำได้โดยการสังเกตด้วยตาเปล่าและดมกลิ่น การทำความสะอาดด้วยการใช้น้ำสะอาดไหลผ่านและการปรุงอาหารด้วยความร้อนสูงเพื่อช่วยลดปริมาณฟอร์มาลีนก่อนรับประทาน(อดุลย์ บุญเฉลิมชัย และคณะ, 2562)

นอกจากนี้ ธินกร ไฝเพชร (2563) ได้ทำการสุ่มตรวจสารฟอร์มาลีนในอาหารทะเลประเภทปลาหมึก กุ้ง หมึกกรอบ และแมงกะพรุน โดยตรวจพบสารฟอร์มาลีนในร้านจำหน่ายอาหารทะเล 3 ใน 4 ร้าน (75%) นอกจากนี้ยังพบสารฟอร์มาลีนในปลาหมึกกรอบ 4 ตัวอย่าง (33.33%) และแมงกะพรุน 1 ตัวอย่าง (8.33%) การตรวจพบสารฟอร์มาลีนในอาหารทะเลดังกล่าว ทำให้เห็นความจำเป็นที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องทางด้านสาธารณสุขและเทศบาลจะต้องดำเนินมาตรการในการป้องปรามและสุ่มตรวจป้องกันการนำอาหารทะเลที่ปนเปื้อนมาจำหน่ายให้กับประชาชน รวมทั้งควรมีการจัดกิจกรรมส่งเสริมความรู้และการตรวจสอบเบื้องต้นให้กับผู้บริโภค เพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการบริโภคอาหารทะเลส่งเสริมความรู้เกี่ยวกับอันตรายที่ปนเปื้อนมากับอาหาร ให้กับผู้ประกอบการได้เข้าใจและขอความร่วมมือในการปฏิบัติให้ถูกต้องเพื่อความปลอดภัยของประชาชนผู้บริโภคในพื้นที่

จากการศึกษาของกนกพร ธัญมณีสิน (2558) ที่ศึกษาความชุกและการกระจายของอาหารสดที่ปนเปื้อนฟอร์มาลินในจังหวัดอุดรธานี สกลนคร นครราชสีมา และศรีสะเกษ พบว่าอาหารสดปนเปื้อนฟอร์มาลินมีความชุกมากที่สุดในสไบนาง สถานที่จำหน่ายอาหารสดที่ปนเปื้อนฟอร์มาลิน ได้แก่ ตลาดสดและร้านอาหารแผงลอย ซึ่งรับอาหารสดมา จากห้องเย็นและแหล่งที่มาจากจังหวัดที่อยู่นอกเขตพื้นที่เป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นในการจัดการปัญหานี้ ควรบูรณาการหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ภาคเอกชน และผู้บริโภคให้ครอบคลุมทั้งระบบของห่วงโซ่อาหาร ได้แก่ การนำเข้า การผลิต การกระจายสินค้า การจำหน่าย และการบริโภค ตลอดจนมาตรการควบคุมและกำกับสารฟอร์มาลินซึ่งเป็นสารเคมีตั้งต้นในการผลิต ในประเทศไทย ฟอร์มาลินถูกจัดให้เป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 2 ตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 และถูกห้ามผลิต นำเข้า หรือจำหน่ายตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 391 (พ.ศ. 2561) การบริโภคอาหารที่ปนเปื้อนฟอร์มาลินในปริมาณ 30-60 มิลลิลิตร อาจทำให้เกิดอาการปวดท้องรุนแรง อาเจียน ท้องเดิน หมดสติ และอาจเสียชีวิตได้

ในต่างประเทศ เช่น บังกลาเทศ มีการใช้ฟอร์มาลินในอาหาร เช่น ผลไม้ ปลา และผัก ได้กลายเป็นพิษเงียบที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ และก่อให้เกิดโรคร้ายแรงต่าง ๆ แม้จะมีผลเสียต่อสุขภาพของมนุษย์พิษของฟอร์มาลินจากการสัมผัสโดยตรงสามารถทำให้เกิดผื่นคัน ผิวหนังเป็นสีขาว หยาบและแข็ง ส่วนฟอร์มาลดีไฮด์ในรูปของแก๊สมีผลต่อระบบทางเดินหายใจ ทำให้แสบจมูก ไอ ตาแดง น้ำตาไหล หายใจไม่ออก เกิดการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจส่วนบน ปอดอักเสบ น้ำท่วมปอด หรือมีผลต่อระบบประสาทคล้ายกับพิษจากแอลกอฮอล์ หากสูดดมในปริมาณมากอาจเป็นอันตรายถึงชีวิตได้ (Kamruzzaman, 2016) การควบคุมปริมาณการบริโภคการควบคุมปริมาณการบริโภคฟอร์มาลินให้เป็นไปตามปกติ โดยให้ใช้งานอย่างมีสติและมีความรับผิดชอบ การใช้สารป้องกัน การใช้สารป้องกันและการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดการสะสมของฟอร์มาลิน

กรณีในบังคลาเทศพบการปนเปื้อนฟอร์มาลินในปลาถือเป็นปัญหาสำคัญ โดยเฉพาะในบังคลาเทศ ซึ่งพบว่าปลาที่เก็บจากตลาดในสี่เมืองหลักมีการปนเปื้อนฟอร์มาลินสูง ปลาขนาดใหญ่และปลานำเข้ามีระดับฟอร์มาลินเฉลี่ยอยู่

ที่ 402.35 มก./กก. ในปลานำเข้า และ 118.60 มก./กก. ในปลาท้องถิ่น ซึ่งสูงกว่าระดับที่องค์การอนามัยโลก (WHO) แนะนำอย่างมาก ในการศึกษาที่เมืองไมเมนซิงห์ พบว่าระดับฟอร์มาลินอยู่ระหว่าง 1.4 ถึง 7.3 มก./กก. ซึ่งเป็นระดับที่น่าเป็นห่วงหน่วยงานด้านสุขภาพจึงควรจัดการปัญหานี้เป็นลำดับความสำคัญโดยการกำหนดนโยบายและแผนงานที่มีประสิทธิภาพเพื่อปกป้องสุขภาพของประชาชน (Rahman et al, 2023)

การส่งเสริมการใช้วิธีการผลิตอย่างยั่งยืนการส่งเสริมให้ใช้วิธีการผลิตอย่างยั่งยืนและมีความเป็นอยู่ได้อย่างสมดุลระหว่างผลผลิตกับสิ่งแวดล้อม การที่ฟอร์มาลินมีความสำคัญในอาหารและยาไม่มิใช่ว่าต้องใช้งานหรือบริโภคอย่างไม่จำเป็น แต่ควรมีการควบคุมและการใช้งานอย่างมีสติและมีความรับผิดชอบ เพื่อป้องกันการเกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพของมนุษย์และสิ่งแวดล้อมในระยะยาว

การป้องกันและลดปริมาณฟอร์มาลีน

การควบคุมในกระบวนการผลิต

การใช้วิธีการผลิตที่ปลอดภัยและเหมาะสมเพื่อลดการใช้ฟอร์มาลีนและฟอร์มาดิไฮด์ในอาหารแปรรูป การใช้วิธีการสะอาดและวิธีการนำอาหารสดเข้าสู่กระบวนการผลิตเพื่อลดความจำเป็นในการใช้ฟอร์มาลีน การควบคุมในการบรรจุหีบห่อ การใช้วัสดุบรรจุและการบรรจุให้เหมาะสมเพื่อลดการใช้ฟอร์มาลีนและฟอร์มาดีไฮด์ในบรรจุภัณฑ์อาหาร การเลือกอาหาร การเลือกบริโภคอาหารที่มีปริมาณฟอร์มาลีนและฟอร์มาดีไฮด์ที่ต่ำ โดยเฉพาะในผลไม้และผักที่ไม่มีการใช้สารเคมีในการเพิ่มความสดใหม่

การสร้างความตระหนักรู้

การเผยแพร่ข้อมูลเกี่ยวกับความเป็นพิษของฟอร์มาลีนและฟอร์มาดิไฮด์แก่ประชาชน เพื่อให้ทุกคนเข้าใจถึงความเสี่ยงและการป้องกันการแก้ไขปัญหาเรื่องการใช้ฟอร์มาลีนและฟอร์มาดิไฮด์ในอาหาร และปัญหาการปนเปื้อนในอาหาร สามารถทำได้โดยการปฏิบัติตามขั้นตอนและมาตรการต่อไป เช่น การควบคุมการใช้ฟอร์มาลีน

การตรวจสอบสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิตอาหารและเลือกใช้สารทดแทนที่มีความปลอดภัยและน้อยกว่าที่เป็นไปได้ลดปริมาณฟอร์มาลีนและฟอร์มาดีไฮด์ในสูตรของผลิตภัณฑ์ เพื่อลดความเสี่ยงในการสะสมของพิษ ใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพสูง เลือกใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพและมาตรฐานที่มั่นคง เช่น เลือกเนื้อสัตว์และปลาที่ไม่มีการใช้สารเคมีในการเลี้ยง และผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี

การควบคุมกระบวนการผลิต ใช้เทคโนโลยีการผลิตที่มีประสิทธิภาพเพื่อลดการใช้ฟอร์มาลีน โดยใช้วิธีการที่ช่วยเพิ่มความเนื้อเดียวกันและความหนุนหน่วงการเลือกใช้สารเคมีทดแทน:ใช้สารเคมีทดแทนที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงแต่มีความปลอดภัยสูงกว่า เช่น สารเคมีที่มีกลไกการทำงานคล้ายกันแต่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ

การประเมินความเสี่ยงและการควบคุมคุณภาพ:ปฏิบัติการประเมินความเสี่ยงในกระบวนการผลิตเพื่อระบุและลดความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการใช้ฟอร์มาลีนและฟอร์มาดีไฮด์ตรวจสอบคุณภาพของวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์เพื่อให้มั่นใจว่าไม่มีการปนเปื้อนการส่งเสริมการศึกษาและการอบรม:ส่งเสริมการศึกษาและการอบรมเกี่ยวกับการใช้วัตถุดิบและสารเคมีในอาหารให้แก่ผู้ประกอบการและลูกค้า เพื่อเพิ่มความเข้าใจและความตระหนักในการเลือกซื้อและการบริโภคอาหารที่ปลอดภัย

การตรวจสอบและควบคุมการผลิต ทำการตรวจสอบและควบคุมกระบวนการผลิตเป็นระยะๆ เพื่อตรวจสอบว่ามีการปฏิบัติตามมาตรฐานและนโยบายความปลอดภัยที่กำหนดหรือไม่

การเผยแพร่ข้อมูล ให้ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ฟอร์มาลีนและฟอร์มาดีไฮด์ และความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องในอาหารแก่ลูกค้าและผู้บริโภค เพื่อให้สามารถตัดสินใจตัวเลือกอาหารได้อย่างมีสติ

การปฏิบัติตามขั้นตอนและมาตรการเหล่านี้จะช่วยในการลดการใช้ฟอร์มาลีนและฟอร์มาดีไฮด์ และปัญหาการปนเปื้อนในอาหารอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย ทั้งนี้การปรับปรุงต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่องและเกิดจากความร่วมมือของผู้ผลิตอาหารทุกฝ่าย เพื่อผลิตอาหารที่มีคุณภาพและปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค

สรุป

การเสนอข้อมูลเกี่ยวกับฟอร์มาลีนในอาหาร และความเป็นพิษของฟอร์มาลีนทำให้เข้าใจถึงความสำคัญของการเลือกอาหารที่มีประสิทธิภาพและปลอดภัยต่อสุขภาพ เพื่อลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากฟอร์มาลีนที่มีความเสี่ยง ซึ่งอาจเป็นสาเหตุของอาการแพ้และภาวะทางสุขภาพอื่น ๆ ที่มีผลกระทบต่อระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายได้

การที่เราเลือกบริโภคอาหารที่ปราศจากฟอร์มาลีนที่มีความเสี่ยงหรือมีระดับการปนเปื้อนต่ำ และการอ่านป้ายกำกับและสารประกอบของอาหารอย่างระมัดระวัง เป็นวิธีที่ดีในการลดความเสี่ยง การปรุงอาหารด้วยวิธีการที่เหมาะสมเช่นการต้ม ย่าง หรือนึ่ง ยังเป็นวิธีที่ช่วยลดระดับฟอร์มาลีนได้อีกด้วย สรุปได้ว่า การเข้าใจเรื่องฟอร์มาลีนและฟอร์มาดีไฮด์ในอาหารช่วยให้เราตัดสินใจเลือกอาหารอย่างมั่นใจ โดยการเลือกบริโภคอาหารที่มีประโยชน์และปลอดภัย ผู้บริโภคสามารถสร้างสุขภาพที่ดีขึ้นได้อย่างยั่งยืน อย่างไรก็ตาม ผู้ที่มีอาการแพ้หรือมีความเสี่ยงควรปรึกษาแพทย์หรือเภสัชกรเพื่อข้อเสนอแนะและการจัดการอย่างเหมาะสม ด้วยข้อมูลทั้งหมดนี้ เรามีความรู้และความเข้าใจที่มั่นคงเพื่อตัดสินใจเลือกอาหารอย่างมั่นใจในชีวิตประจำวัน และสร้างสุขภาพที่ดีให้กับตัวเราเองอย่างมั่นคง ในวันนี้และในอนาคตต่อไป การรับรู้และการทำสุขภาพให้เป็นที่ติดตัวจะเป็นหลักสำคัญในการดูแลสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีของเรา

กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต การจัดการอนามัยสิ่งแวดล้อม และสุขภาพชุมชน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสุขภาพ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

เอกสารอ้างอิง

กนกพร ธัญมณีสิน. (2558). ระบาดวิทยาของการปนเปื้อนฟอร์มาลินในอาหารสดในบางจังหวัดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปีงบประมาณ 2557. *วารสารเภสัชกรรมไทย, 7*(1), 31-37.

ธินกร ไฝเพชร. (2563). การตรวจสารฟอร์มาลินในอาหารทะเล บริเวณพื้นที่ตลาด อำเภออู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี. *วารสารสภาการสาธารณสุขชุมชน*, *2*(2), 26-35.

และบุณฑริกา ทองดอนพุ่ม. (2562). กรณีศึกษาการตรวจหาปริมาณสารฟอร์มาลินที่ปนเปื้อนในอาหารทะเลสดจากตลาดสดในจังหวัดที่ห่างไกลจากพื้นที่ชายฝั่งทะเล *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, *24*(3), 1111-1119.

อดุลย์ บุญเฉลิมชัย, กวิสรา กันปี, ธนัชชา ดายัง, นาฏนภา ตันกายา,วารี ทวีปัญญาศาสน์, สวรรยา พงศ์ปริตร

Aminah, A. S., Zailina, H., & Fatimah, A. B. (2013). Health risk assessment of adults consuming commercial fish contaminated with formaldehyde. *Food and Public Health*, *3*(1), 52-58.

Bhowmik, S., Begum, M., & Alam, A. N. (2016). Seasonal variations of formaldehyde and risk assessment of marketed fish contaminated with formaldehyde: fish and food safety issue. In Proceedings of 3rd AFSA conference on food safety and food security, AFSA, India (pp.

15-17) : fish and food safety issue. *In Proceedings of 3rd AFSA conference on food safety and food security*, AFSA, India. 15-17.

Bianchi, F., Careri, M., Musci, M., & Mangia, A. (2007). Fish and food safety: Determination of formaldehyde in 12 fish species by SPME extraction and GC–MS analysis. *Food chemistry*, *100*(3), 1049-1053.

Claeys, W., Vleminckx, C., Dubois, A., Huyghebaert, A., Höfte, M., Daenens, P., & Schiffers, B. (2009). Formaldehyde in cultivated mushrooms: a negligible risk for the consumer. *Food Additives and Contaminants*, *26*(9), 1265-1272

Jinadasa, B. K. . K., Elliott, C., & Jayasinghe, G. D. T. M. (2022). A review of the presence of formaldehyde in fish and seafood. *Food Control*, *136*, 108882.

Jung, H., Kim, S., Yoo, K., & Lee, J. (2021). Changes in acetaldehyde and formaldehyde contents in foods depending on the typical home cooking methods. *Journal of Hazardous Materials*, *414*, 125475.

Kamruzzaman, M. (2016). Formalin crime in Bangladesh: a case study. *European Journal of Clinical and Biomedical Sciences, 2*(5), 39-44.

Laly, S. J., Priya, E. R., Panda, S. K., & Zynudheen, A. A. (2018). Formaldehyde in Seafood: A review. *Fishery Technology, 55*, 87-93.

Mutsuga, M., Tojima, T., Kawamura, Y., & Tanamoto, K. (2005). Survey of formaldehyde, acetaldehyde and oligomers in polyethylene terephthalate food-packaging materials. *Food Additives and contaminants*, *22*(8), 783-789.

Qu, M., Lu, J., & He, R. (2017). Formaldehyde from environment. *Formaldehyde and cognition*, *1*, 1-19.

Rahman, M. B., Hussain, M., Kabiraz, M. P., Nordin, N., Siddiqui, S. A., Bhowmik, S., & Begum, M. (2023). An update on formaldehyde adulteration in food: sources, detection, mechanisms, and risk assessment. *Food chemistry*, 136761.

Tang, X., Bai, Y., Duong, A., Smith, M. T., Li, L., & Zhang, L. (2009). Formaldehyde in China: production, consumption, exposure levels, and health effects. *Environment international*, *35*(8), 1210-1224.

Teerasong, S., Amornthammarong, N., Grudpan, K., Teshima, N., Sakai, T., Nacapricha, D., & Ratanawimarnwong, N. (2010). A multiple processing hybrid flow system for analysis of formaldehyde contamination in food. *Analytical Sciences*, *26*(5), 629-633.

Wahed, P., Razzaq, M. A., Dharmapuri, S., & Corrales, M. (2016). Determination of formaldehyde in food and feed by an in-house validated HPLC method. *Food chemistry*, *202*, 476-483.

บทความวิจัย (Research Article)

ฤทธิ์ลดการสร้างเม็ดสีเมลานินของสารสกัดไหมข้าวโพด

Effect of Reducing Melanin Pigmentation with Corn Silk Extract

ภัทรชล อภิสิทธิ์วิทยา[1], ประทีป วรรณิสสร[2] และ เนตรนภิส วรรณิสสร[1,3]*
[1]ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
[2]ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
[3]คณะแพทยศาสตร์ สถาบันพระบรมราชชนก กระทรวงสาธารณสุข
Pattarachon Apisitwittaya[1], Prateep Warnnissorn[2] and Netnaphis Warnnissorn[1]*
[1]Department of Biochemistry, Faculty of Medical Science, Naresuan University
[2]Department of Medicine, Faculty of Medicine, Naresuan University
[3]Faculty of Medicine, Praboromarajchanok Institute, Minister of Public Health
*Corresponding author, E-mail: netnaphisw@nu.ac.th
Received: March 12, 2024/ Revised: May 22, 2024/ Accepted: May 27, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ อัตราการรอดชีวิต การสังเคราะห์เม็ดสีเมลานิน ฤทธิ์ต้านการอักเสบในเซลล์มะเร็งผิวหนัง B16F10 เมื่อถูกกระตุ้นด้วยสารสกัดไหมข้าวโพดสดที่สกัดด้วยน้ำ และการจำลองการจับกันผ่านเทคนิค Molecular docking โดยผลสรุปพบว่า สารสกัดไหมข้าวโพดมีฤทธิ์ในการต้านสารอนุมูลอิสระ มีอัตราการรอดชีวิตของเซลล์เมื่อทดสอบด้วยวิธี MTT สารสกัดไหมข้าวโพดมีความเป็นพิษต่อเซลล์ B16F10 ที่ความเข้มข้น 10% โดยปริมาตร เป็นต้นไป มีฤทธิ์ในการต้านการอักเสบที่ความเข้มข้น 0.625% โดยปริมาตร อีกทั้งยังสามารถลดการสร้างเม็ดสีเมลานินในเซลล์ B16F10 ที่ความเข้มข้น 0.3%-1.25% โดยปริมาตร ได้อีกด้วย ผลวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ในสารสกัดไหมข้าวโพดสดที่สกัดด้วยน้ำ (LC-MS/MS) พบสารออกฤทธิ์ที่น่าสนใจทั้งหมด 6 ชนิด ได้แก่ Nicotinic acid (Vitamin B3), Tranexamic acid, Cittric acid, L-leucine, L-isoleucine และ Coumaric acid ซึ่งเป็นสารที่น่าสนใจต่อการยับยั้งไทโรซิเนสในกระบวนการลดการสร้างเม็ดสีเมลานิน ผลการจำลองการจับกันผ่านเทคนิค Molecular docking พบว่า การจับกันของไทโรซิเนสและสารออกฤทธิ์ในสารสกัดไหมข้าวโพดทั้ง 6 ชนิด สามารถจับกันได้ด้วยพันธะไฮโดรเจนเป็นหลัก จากผลการทดลองทั้งหมดสรุปได้ว่าสารสกัดไหมข้าวโพดอาจจะไปส่งเสริมการออกฤทธิ์ยับยั้งการสังเคราะห์เม็ดสีเมลานินได้

คำสำคัญ: สารสกัดไหมข้าวโพด ฤทธิ์ลดการสร้างเม็ดสีเมลานิน ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ต้านการอักเสบ

Abstract

This research aims to study the antioxidant, cell viability, melanin production, and anti-inflammatory in the B16F10 melanoma cell line when stimulated with Corn Silk Extract and In silico. The result shows Corn Silk Extract has shown antioxidant, cytotoxicity at a concentration of 10%,

anti-inflammatory, and can also reduce melanin in B16F10 cells at a concentration of 0.3%-1.25%. The analysis of active compounds in Corn Silk Extract using LC-MS/MS found 6 compounds of interest that have the potential for inhibition of tyrosinase in melanogenesis. The result of molecular docking was found that tyrosinase and 6 active compounds can bind by hydrogen bonds. The researcher expects that these active compounds will promote the action of inhibition the melanogenesis.

Keywords: Corn Silk Extract, Melanin reduction, Antioxidant, Anti-inflammation

บทนำ

ผลผลิตเหลือใช้จากเกษตรกรรมหรือกากจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม เช่น ฟางข้าว กากอ้อย ซังข้าวโพด กะลามะพร้าว บางอย่างถูกนำไปทิ้งสะสมเป็นขยะเน่าเสีย เกิดเป็นมลภาวะต่อโลก รวมถึงไหมข้าวโพด ไหมข้าวโพดจัดเป็นของเหลือใช้จากการนำไปประกอบอาหาร ปกติผลผลิตข้าวโพดส่วนที่ถูกนำไปใช้ประโยชน์จะเป็นส่วนเมล็ดเป็นส่วนใหญ่ ไหมข้าวโพดจึงถูกมองข้ามบ่อยครั้ง และถูกนำไปกำจัดในที่สุด แต่ในปัจจุบันมีการนำไหมข้าวโพดมาทำการศึกษาถึงประโยชน์ในด้านอื่นๆ เพิ่มมากขึ้นเพื่อช่วยลดผลผลิตเหลือใช้จากเกษตรกรรม (Tengkaew & Wiwattanadate, 2014)

ไหมข้าวโพด หรือฝอยข้าวโพด (Corn silk) เป็นส่วนของยอดเกสรตัวเมียของข้าวโพดที่มีลักษณะเป็นเส้นเล็ก ๆ จัดเป็นส่วนที่เหลือทิ้งจากกระบวนการผลิต โดยทั่วไปจะทิ้งหรือนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ (อมร บุญสมบัติ, 2559) จากการรายงานของ Nawaz et al. (2019) พบสารสำคัญจากไหมข้าวโพดได้แก่ ฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ แทนนิน และอื่น ๆ นอกจากนี้ ยังมีรายงานที่กล่าวถึงสรรพคุณของไหมข้าวโพดในด้านสุขภาพอีกมากมาย เช่น Choi et al. (2014) กล่าวว่า ไหมข้าวโพดมีฤทธิ์ลดการระคายเคืองผิวหนัง ช่วยยับยั้งการสร้างเม็ดสีเมลานินที่ผิวหนัง ลดการแสดงออกของเอนไซม์ไทโรซิเนสในเซลล์ มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของไหมข้าวโพด (Ebrahimzadeh et al., 2008; Eman, 2011; Sarepoua et al., 2013) พบว่าในไหมข้าวโพดมีสารประกอบฟีนอลิกสำคัญที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น ในรายงานของ Choi et al. (2014) กล่าวว่าไหมข้าวโพดมีเมซิน ซึ่งเป็นสารประกอบฟีนอลิกสำคัญที่สามารถป้องกันการเกิดโรคสมองเสื่อมได้ และสามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดในระดับสัตว์ทดลองได้ ไหมข้าวโพดมีสารฟลาโวนอยด์และเทอร์พีนอยด์หลายชนิด (Hasanudinet al., 2012)

เมลานิน (Melanin) เป็นเม็ดสีที่สร้างจากเซลล์ผิวหนัง ทำหน้าที่ในการป้องกันผิวจากกแสงแดด แต่หากเกิดการผลิตเม็ดสีเมลานินที่มากเกินไป อาจทำให้เกิดฝ้า กระ และจุดด่างดำได้ (Miyamura, 2006; Choi et al., 2010) โดยสามารถป้องกันหรือปรับปรุงผิวคล้ำได้ด้วยสารที่ออกฤทธิ์ยับยั้งการสร้างเม็ดสีเมลานิน โดยใช้กรดโคจิก อาร์บูติน หรือสารสกัดจากชะเอมเทศ ได้รับการพัฒนาขึ้นมาแต่พบปัญหาต่าง ๆ เช่น ผลข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์และมีประสิทธิภาพต่ำ (García-Gavínet al., 2010) ดังนั้นการพัฒนาสารยับยั้งการสร้างเม็ดสีเมลานินใหม่จึงเป็นเรื่องสำคัญ และการใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรของพืชเศรษฐกิจ เช่น ไหมข้าวโพด จึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการนำมาพัฒนาเป็นสารยับยั้งการสร้างเม็ดสีเมลานินที่มีศักยภาพในการเพิ่มมูลค่าในอนาคต

วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมสารสกัดไหมข้าวโพด

สารสกัดไหมข้าวโพดได้รับอนุเคราะห์จาก รองศาสตราจารย์ ดร. สิริลักษณ์ ชัยจำรัส อาจารย์ประจำภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร โดยสกัดจากไหมข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรีย์ 2 จากศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา โดยทำการสกัดไหมข้าวโพดสดแบบต้มด้วยน้ำร้อนตามวิธีการดังนี้ แช่ไหมข้าวโพดสดในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 10 กรัม/กิโลกรัม (ตามที่กำหนดไว้ข้างซอง) ในน้ำ 2 ลิตร แช่ทิ้งไว้ 10 นาที ล้างออกด้วยน้ำสะอาด 3 ลิตร/ครั้ง ประมาณ 2-3 ครั้ง ผึ่งให้สะเด็ดน้ำก่อนนำไปใช้ จากนั้นนำไปอบแห้งในตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง เก็บในถุงพลาสติกพอลีเอทิลีนในตู้ดูดความชื้น ที่อุณหภูมิห้อง จนกว่าจะใช้ในการทดลอง จากนั้นต้มไหมข้าวโพดแห้ง 5 กรัม ในน้ำ 150 มิลลิลิตร นำไปนึ่งในหม้อนึ่งความดันไอ 121 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที ทิ้งไว้ให้ตกตะกอนจากนั้นเก็บส่วนน้ำใสใน Sterile tube ขนาด 15 มิลลิลิตร เก็บในตู้เย็น 4 องศาเซลเซียส

การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี Diphenyl-1-picrylhydrazyl assay (DPPH)

เตรียมสารสกัดไหมข้าวโพด ปริมาตร 1 มิลลิลิตร จากนั้นเติม 100% Methanol ปริมาตร 850 ไมโครลิตร ลงใน 96 well-plate และเติมสารสกัดไหมข้าวโพดที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ปริมาตร 150 ไมโครลิตร ลงใน 96 well-plate จากนั้นเติม DPPH radical solution ความเข้มข้น 0.12 มิลลิโมลาร์ 200 ไมโครลิตร หลังจากนั้นนำ 96 well-plate ที่เติมสารเรียบร้อยบ่มในที่มืด ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 นาที และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง microplate reader ซึ่งค่าที่ได้จะนำมาคำนวณหา % inhibition (Boskou et al., 2006)

$$\% \text{ inhibition} = [(OD517blank - OD517sample) / OD517blank] \times 100$$

การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS radical cation decolorization assay (ABTS)

เตรียมสารสกัดไหมข้าวโพด ปริมาตร 2 ไมโครลิตร จากนั้นเติม 7 mM ABTS ปริมาตร 198 ไมโครลิตร ลงในแต่ละหลุม จากนั้นเติมน้ำกลั่นลงไปผสมสารละลายให้เข้ากัน เพื่อให้แต่ละหลุมมีปริมาตรทั้งหมด 200 ไมโครลิตร และบ่มตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องในที่มืดเป็นเวลา 20 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร ซึ่งค่าที่ได้จะนำมาคำนวณหา % inhibition Bafna Mayur, 2010

$$\% \text{ inhibition} = [(OD734blank – OD734sample) / OD734blank] \times 100$$

การเพาะเลี้ยงเซลล์ B16F10

เซลล์ B16F10ได้รับความอนุเคราะห์จากศาสตราจารย์ ดร. ภญ. จารุภา วิโยชน์ อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีเภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร เพาะเลี้ยงเซลล์ B16F10 ซึ่งเป็นเซลล์มะเร็งผิวหนังเมลาโนมาที่เกิดขึ้นในหนูเมาส์ (Chan, 2011) เพาะเลี้ยงด้วยอาหารเลี้ยงเซลล์ Dulbecco's Modified Eagle's Medium ที่มี FBS 10% เซลล์จะถูกเพาะเลี้ยงในจานเพาะเลี้ยงเชื้อ (Cell tissue culture dish) บ่มในตู้เพาะเลี้ยงเซลล์ด้วยระบบคาร์บอนไดออกไซด์ 5% ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส

การศึกษาอัตราการรอดชีวิตของเซลล์ด้วยวิธี 3-(4,5-Dimethylthiazol-2-yl)-2,5-Diphenyltetrazolium Bromide assay (MTT)

นำเซลล์ B16F10 ที่มีความหนาแน่นของเซลล์ประมาณ 70-80% เพาะเลี้ยงลงถาดเพาะเลี้ยง 96 well plate ความหนาแน่น 10,000 เซลล์/หลุม บ่มในตู้เพาะเลี้ยงเซลล์ด้วยระบบ 5% คาร์บอนไดออกไซด์ อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เติมสารสกัดไหมข้าวโพดที่ความเข้มข้น 10, 5, 2.5, 1.25, 0.6, 0.3, 0.15 และ 0.07% โดยปริมาตร บ่มในตู้เพาะเลี้ยงเซลล์ด้วยระบบ 5% CO_2, อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นทำการใส่ MTT solution (3-(4,5-Dimethylthaizol-2-y1)-2,5- diphenyltetrazolium bromide) ที่ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร บ่มในตู้เพาะเลี้ยงเซลล์ด้วยระบบ 5% คาร์บอนไดออกไซด์ อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง และถ่าย MTT solution ทิ้ง จากนั้นละลายผลึกฟอร์มาซาน (formazan) ด้วย DMSO ปริมาณ 1 มิลลิลิตร แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ซึ่งค่าที่ได้จะนำมาคำนวณหาอัตราการรอดชีวิตของเซลล์ (%cell viability) (Kanpipit, 2022)

$$\% \text{ Cell viability} = (OD540_{sample} / OD540_{blank}) \times 100$$

การศึกษาฤทธิ์ต้านการอักเสบของสารสกัดไหมข้าวโพดผ่านการแสดงออกของ nuclear factor-kappaB ด้วยวิธี Luciferase

การศึกษาฤทธิ์ต้านการอักเสบของสารสกัดไหมข้าวโพดผ่านการแสดงออกของ Nuclear factor-kappaB ด้วยวิธี Luciferase ถูกอ้างอิงจากบริษัท Promega นำเซลล์ B16F10 ที่มีความหนาแน่นของเซลล์ประมาณ 70-80% เพาะเลี้ยงลงถาดเพาะเลี้ยง 96 well-plate ความหนาแน่น 10,000 เซลล์/หลุม บ่มในตู้เพาะเลี้ยง เซลล์ด้วยระบบคาร์บอนไดออกไซด์ 5% อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาทำการทรานส์เฟคชั่นพลาสมิดเข้าสู่เซลล์ โดยนำพลาสมิด pNF-R luciferase ผสมกับสารละลาย GeneJuice® หยอด 8 ไมโครลิตรต่อหลุม บ่มต่อในตู้เพาะเลี้ยงเซลล์ด้วยระบบคาร์บอนไดออกไซด์ 5% ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง กระตุ้นด้วยตัวกระตุ้นต่าง ๆ ภายใต้สภาวะ 5% คาร์บอนไดออกไซด์ 37 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดดูดสารกระตุ้นทิ้งไป ล้างเซลล์ด้วย 100 ไมโครลิตร 1xPBS แล้วดูดทิ้งไป จากนั้นจึงเติม 1x PLB lysis buffer 20 ไมโครลิตร นำไปเขย่าที่ 350 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที นำมาศึกษาการทำงานของ NF-kappaB ด้วยชุด Kit Dual-Luciferase Reporter Assay System และวิเคราะห์ผลด้วยเครื่อง Luminometer ทำการทดลอง 3 หลุมต่อหนึ่งตัวกระตุ้น และทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

เครื่อง Luminometer จะทำการวัดการแสดงออกของการเปล่งแสงสองครั้งตามการเติมสับสเตรท โดยครั้งที่หนึ่งจะทำการวัดค่า Relative of Luciferase 1 (RLUs1) คือค่าที่ได้มาจากยีน Firefly Luciferase เป็นผลของการทำงานของ NF-kappaB และในการเติมสับสเตรทครั้งที่สอง จะทำการวัดค่า Relative of Luciferase 2 (RLUs2) เป็นค่าที่เกิดจาก *Renilla reniformis* หรือการเปล่งแสงที่มีอยู่แล้วภายในเซลล์นั้นเอง ซึ่งค่าที่ได้จะนำมาคำนวณหาค่า Ratio จากสูตร Ratio = RLUs1/RLUs2

จากนั้นนำค่า Ratio ของแต่ละตัวกระตุ้นมาคำนวณต่อเพื่อหาค่า Relative of NF-kappaB หรือค่าการทำงานของ NF-kappaB ของแต่ละตัวกระตุ้นเมื่อเปรียบเทียบกลุ่มควบคุมที่ไม่มีตัวกระตุ้น ซึ่งจะนำมาคำนวณหาค่า Relative of NF-kappaB จากสูตร Relative of NF-kappaB = Ratio of sample group / Ratio of control group

การศึกษาฤทธิ์ต้านการอักเสบของสารสกัดไหมข้าวโพดด้วยวิธี Lipoxygenase

การทดสอบฤทธิ์ต้านการอักเสบ

การศึกษาฤทธิ์ต้านการอักเสบของสารสกัดไหมข้าวโพดด้วยวิธี Lipoxygenase (Eshwarappa, 2016) เติมสารละลายต่าง ๆ ตามขั้นตอนดังตารางที่ 1 จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารที่ความยาวคลื่น 234 นาโนเมตร

ตารางที่ 1 การทดสอบเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส

Reagent	Blank (µl)	Solvent (µl)	Sample (µl)
10 mM phosphate buffer pH8	980	955	955
15-LOX	-	20	20
DMSO	-	5	-
Sample	-	-	5
		บ่ม 5 นาที ณ อุณหภูมิห้อง	
substrate	20	20	20
Total	1,000	1,000	1,000

หมายเหตุ : เตรียมปริมาตรของ Solvent ตามปริมาตรของสารสกัดที่ใช้ในการทดสอบทุกครั้ง

หลังจากนั้นนำค่าการดูดกลืนแสงของสารที่ความยาวคลื่น 234 นาโนเมตร ที่ได้มาคำนวณค่า %inhibition ดังสูตรต่อไปนี้

% inhibition = [(OD/minsolvent – OD/minsample)/OD/minsolvent] x 100

การศึกษาการสังเคราะห์เม็ดสีเมลานิน

การศึกษาการสังเคราะห์เม็ดสีเมลานิน เลี้ยงเซลล์ B16F10 ลงถาดเพาะเลี้ยง 24-well-plate ความหนาแน่น 100,000 เซลล์ต่อหลุม เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วบ่มด้วยสารสกัดไหมข้าวโพดที่ความเข้มข้น 0.07, 0.15, 0.315, 0.625, 1.25% โดยปริมาตร ต่ออีก 72 ชั่วโมง ล้างด้วย PBS และเติม 1 M NaOH ปริมาณ 1,000 ไมโครลิตร เพื่อทำการละลายเมลานิน จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารที่ความยาวคลื่น 415 นาโนเมตร นำค่าดูดกลืนแสงที่ได้เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมคล้ายกับอัตรารอดชีวิตข้างต้นได้เป็นอัตราการผลิตเมลานินเป็นร้อยละเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (Choi et al., 2014)

การวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ในสารสกัดไหมข้าวโพดโดยเทคนิค LC-MS/MS

ผู้วิจัยนำสารสกัดไหมข้าวโพดไปส่งตรวจวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ในสารสกัดไหมข้าวโพด ด้วยเครื่อง Liquid Chromatography with tandem mass spectrometry (LC-MS/MS) ที่ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

การศึกษาการจำลองการจับกัน 3 มิติด้วยโปรแกรม Molecular Docking

ทำการศึกษาโครงสร้างอนุพันธ์และการจำลองการจับกันแบบ 3 มิติระดับโมเลกุล เพื่อแสดงการเกิด Interactions และอันตรกิริยาที่จับกับบริเวณเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์ไทโรซิเนสกับสารสกัดในไหมข้าวโพด โดยเลือกสารออกฤทธิ์ในสารสกัดไหมข้าวโพดที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการทำงานเอนไซม์ไทโรซิเนสทั้งหมด 6 ชนิด ได้แก่ Nicotinic acid (Vitamin B3), Tranexamic acid, Citric acid, L-leucine, L-isoleucine และ Coumaric acid นำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม GOLD 2022.2.0 (ได้รับความอนุเคราะห์จาก ศาสตราจารย์ ดร. เกียรติทวี ชูวงศ์โกมล อาจารย์ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) โดยโครงสร้างผลึกของเอนไซม์ไทโรซิเนสในเห็ด *Agaricus bisporus* (PDB ID: 2Y9X) โครงสร้างผลึกของเอนไซม์ไทโรซิเนสในมนุษย์ (PDB ID: 5M8L) ได้มาจาก RCSB Protein Data Bank (https://www.rcsb.org /structure/)

เนื่องจากไม่มีโครงสร้างสามมิติสำหรับไทโรซิเนสในหนู (Mus musculus tyrosinase) ในขณะนี้ ดังนั้นจึงสร้างแบบจำลองโครงสร้างสามมิติ โดยอ้างอิงจากลำดับกรดอะมิโนของยีนไทโรซิเนสในหนูจากศูนย์ข้อมูลเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (NCBI, https://www.ncbi.nlmnih.gov/) ฐานข้อมูลลำดับโปรตีนและโครงสร้างผลึกของเอนไซม์ไทโรซิเนสในหนู ได้มาจาก Phyre2 (Protein Homology/analog Y Recognition Engine V 2.0) รหัส PDB (PDB : c5m8pA)

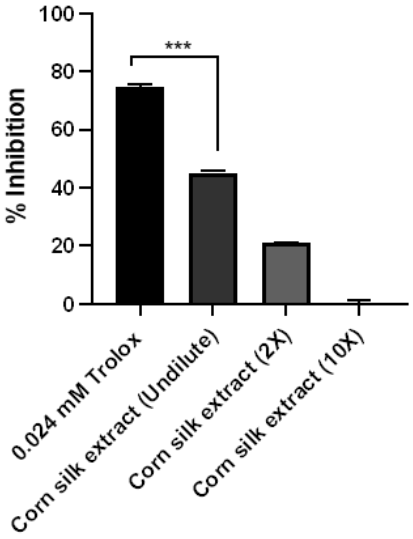
สถิติที่ใช้ในงานวิจัย

วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Graphpad ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร ทำการทดลอง 3 ซ้ำและทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยสถิติแบบ ANOVA เพื่อวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยที่ระดับนัยสำคัญ $p<0.05$ ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ย (mean, n=3); **$p<0.01$; *** $p<0.001$; NS : ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาฤทธิ์ต้านสารอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

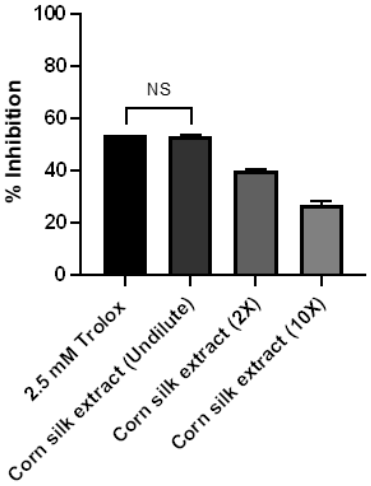
นำสารสกัดไหมข้าวโพด มาทดสอบฤทธิ์ต้านสารอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH ที่วัดความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร โดยนำค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดมาคำนวณหา %inhibition จากผลการทดลองดังภาพที่ 1 แสดงให้เห็นถึงสารสกัดไหมข้าวโพด มีฤทธิ์ในการต้านสารอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH เมื่อเทียบสารสกัดไหมข้าวโพดและสารมาตรฐาน โดยสารสกัดไหมข้าวโพดที่ไม่ได้เจือจาง มีความสามารถในการกำจัดสารอนุมูลอิสระ $DPPH^{\cdot+}$ ได้ถึง 45%±0.32 ส่วนสารสกัดไหมข้าวโพดที่ทำการเจือจางที่ 2 และ 10 เท่า มีความสามารถในการกำจัดสารอนุมูลอิสระ $DPPH^{\cdot+}$ 21%±0.007 และ 0.0996%±0.03 ตามลำดับ



ภาพที่ 1 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากสารสกัดไหมข้าวโพดด้วยวิธี DPPH assay
หมายเหตุ แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบสารสกัดไหมข้าวโพดและสารมาตรฐาน (Trolox) ข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย±SD (n=3); *** $p<0.001$

ผลการศึกษาฤทธิ์ต้านสารอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS

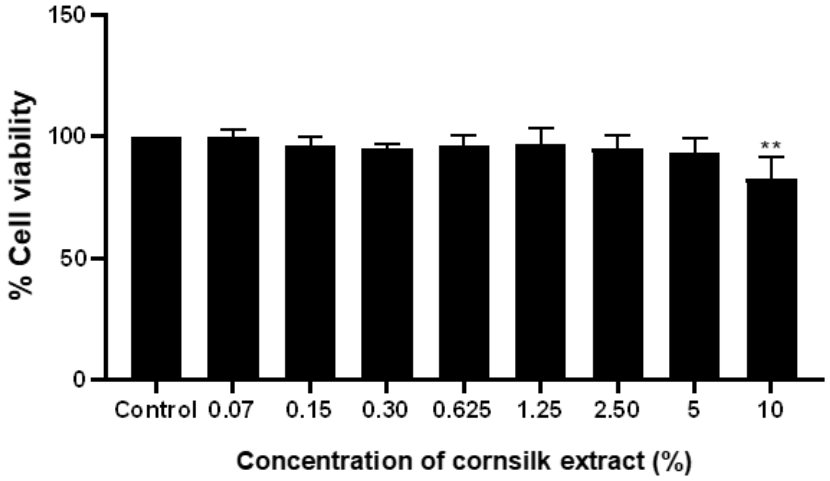
นำสารสกัดไหมข้าวโพด มาทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี ABTS วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร โดยนำค่าการดูดกลืนแสงมาคำนวณหา %inhibition จากผลการทดลองดังภาพที่ 2 แสดงให้เห็นถึงสารสกัดไหมข้าวโพด มีฤทธิ์ในการต้านสารอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี ABTS เมื่อเทียบสารสกัดไหมข้าวโพดและสารมาตรฐาน โดยสารสกัดไหมข้าวโพดที่ไม่ได้รับการเจือจาง มีความสามารถในการกำจัดสารอนุมูลอิสระ $ABTS^{\cdot+}$ ได้ถึง 53%±0.44 ส่วนสารสกัดไหมข้าวโพดที่ทำการเจือจางที่ 2 และ 10 เท่า มีความสามารถในการกำจัดสารอนุมูลอิสระ $ABTS^{\cdot+}$ 39%±0.72 และ 25%±1.55 ตามลำดับ



ภาพที่ 2 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากสารสกัดไหมข้าวโพดด้วยวิธี ABTS assay
หมายเหตุ แสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบสารสกัดไหมข้าวโพดและสารมาตรฐาน (Trolox) ข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย±SD (n=3); NS : ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการศึกษาอัตราการมีชีวิตรอดของเซลล์ B16F10 เมื่อทดสอบด้วยสารสกัดไหมข้าวโพด

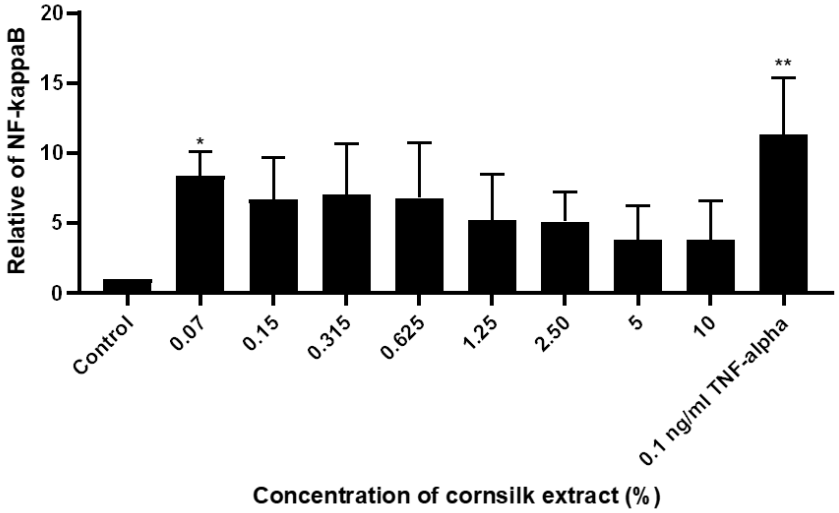
ทำการทดสอบอัตราการมีชีวิตรอดของเซลล์ B16F10 ด้วยสารสกัดไหมข้าวโพด บ่มเพื่อให้เซลล์มีการสร้างผลึกฟอร์มาซาน หลังบ่มเป็นเวลา 4 ชั่วโมง จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร จากผลการทดลองดังภาพที่ 3 แสดงให้เห็นถึงเซลล์ B16F10 เมื่อทดสอบด้วยสารสกัดไหมข้าวโพด ที่ความเข้มข้น 0.07, 0.15, 0.312, 0.625, 1.25, 2.5, 5 และ 10% โดยปริมาตร บ่มเป็นเวลา 24 ชั่วโมง มีอัตราการมีชีวิตรอดของเซลล์เท่ากับ 99.65%±3.30, 96.29%±3.49, 94.95%±1.96, 96.59%±3.71, 97.14%±6.50, 95.35%±5.04, 93.27%±5.76 และ 82.79%±8.69 ตามลำดับ พบว่าที่ความเข้มข้นสารสกัดไหมข้าวโพดที่ 10% มีอัตราการมีชีวิตรอดของเซลล์ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพที่ 3 ผลแสดงอัตราการมีชีวิตรอดของเซลล์ B16F10 เมื่อทดสอบด้วยสารสกัดไหมข้าวโพดที่ความเข้มข้นต่าง ๆ
หมายเหตุ แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบสารสกัดไหมข้าวโพดและกลุ่มควบคุม ข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย±SD (n=3); **p<0.01

ผลการตรวจสอบการทำงานและการแสดงออกของ nuclear factor-kappaB ด้วยวิธี Luciferase assay

การทำงานของ nuclear factor-kappaB เมื่อทดสอบด้วยสารสกัดไหมข้าวโพดที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในเซลล์ B16F10 ร่วมกับกลุ่มการทดลอง TNF-alpha 0.1 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร บ่มเป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นนำไปวัดค่าด้วยเครื่อง luminometer ด้วยชุด Luciferase assay Kit จากผลการทดลองดังภาพที่ 4 TNF-alpha สามารถกระตุ้นการทำงานของ nuclear factor-kappaB ได้อย่างปกติ และเมื่อกระตุ้น TNF-alpha 0.1 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร ร่วมกับสารสกัดไหมข้าวโพด แสดงค่าการทำงาน NF-kappaB ของ TNF-alpha ที่ 11.33±4.068 เท่าเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม และกลุ่มที่กระตุ้น TNF-alpha ร่วมกับสารสกัดไหมข้าวโพดที่ความเข้มข้น 0.07, 0.15, 0.3, 0.6, 1.25, 2.5, 5 และ 10% โดยปริมาตร แสดงค่า Relative of NF-KB หรือค่าแสดงการทำงานของ NF-kappaB ที่ 8.41±1.69, 6.70±3.00, 7.07±3.61, 6.81±3.94, 5.23±3.21, 5.12±2.08, 3.82±2.42 และ 3.84±2.77 ตามลำดับ เมื่อความเข้มข้นของสารสกัดไหมข้าวโพดสูงขึ้น ส่งผลให้มีการทำงานของ NF-kappaB ที่ลดน้อยลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม แสดงถึงฤทธิ์ในการต้านการอักเสบของสารสกัดไหมข้าวโพด

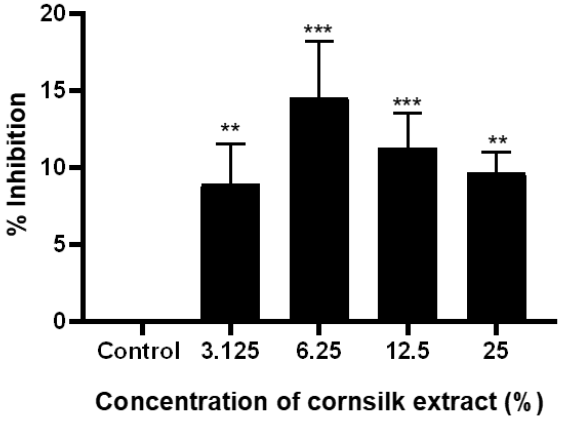


ภาพที่ 4 ผลแสดงการทำงานของ nuclear factor-kappaB ในเซลล์ B16F10 เมื่อถูกกระตุ้นด้วย TNF-alpha ร่วมกับสารสกัดไหมข้าวโพด
หมายเหตุ แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบสารสกัดไหมข้าวโพดและกลุ่มควบคุม ข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย±SD (n=3); * p<0.05, **p<0.01

ผลการศึกษาฤทธิ์ต้านการอักเสบของสารสกัดไหมข้าวโพดด้วยวิธี Lipoxygenase

ทำการทดสอบฤทธิ์ต้านการอักเสบของสารสกัดไหมข้าวโพด โดยดูการทำงานของเอนไซม์ lipoxygenase ด้วยวิธี lipoxygenase assay นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 234 นาโนเมตร นำไปหาค่า %Inhibition จากนั้นนำค่า %Inhibition มาจัดทำกราฟระหว่าง %Inhibition กับความเข้มข้นต่างๆ

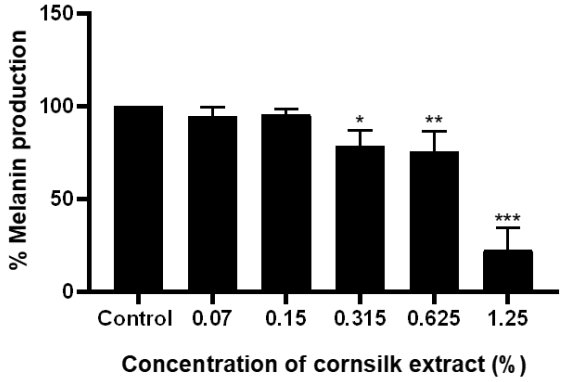
จากผลการทดลองดังภาพที่ 5 สารสกัดไหมข้าวโพดเมื่อทดสอบฤทธิ์ในการต้านการอักเสบโดยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ lipoxygenase โดยสารสกัดไหมข้าวโพดที่ความเข้มข้น 3.12, 6.25, 12.5 และ 25% โดยปริมาตร มีฤทธิ์ในการต้านการอักเสบที่ 8.93±2.58, 14.57±3.64, 11.29±2.21 และ 9.65±1.38% ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าสารสกัดไหมข้าวโพดที่ความเข้มข้น 6.25% มีฤทธิ์ในการต้านการอักเสบโดยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ lipoxygenase ที่สูงที่สุด



ภาพที่ 5 ผลแสดงฤทธิ์ต้านการอักเสบของสารสกัดไหมข้าวโพดด้วยวิธี Lipoxygenase
หมายเหตุ แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบสารสกัดไหมข้าวโพดและกลุ่มควบคุม ข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย±SD (n=3); **p<0.01, ***p<0.001

ผลการศึกษาผลของสารสกัดไหมข้าวโพดต่อการผลิตเม็ดสีเมลานินในเซลล์ B16F10

ทำการเลี้ยงเซลล์ B16F10 ร่วมกับสารสกัดไหมข้าวโพดที่ความเข้มข้นต่างๆ ลงใน 24 well-plate เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จากผลการทดลองดังภาพที่ 6 สารสกัดไหมข้าวโพดที่ความเข้มข้น 0.07, 0.15, 0.3, 0.6, 1.25% โดยปริมาตร มีการสังเคราะห์เม็ดสีเมลานินที่ 94.81±3.90, 95.62±2.45, 78.56±6.74, 75.71±8.71 และ 22.55±9.59 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าสารสกัดไหมข้าวโพดมีฤทธิ์ในการลดการสังเคราะห์เม็ดสีเมลานินที่ลดน้อยลง ตามลำดับความเข้มข้นของสารสกัดไหมข้าวโพดเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม



ภาพที่ 6 การสังเคราะห์เม็ดสีเมลานินในเซลล์ B16F10 เมื่อทดสอบด้วยสารสกัดไหมข้าวโพด
หมายเหตุ แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบสารสกัดไหมข้าวโพดและกลุ่มควบคุม ข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย±SD (n=3); *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

การวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ในสารสกัดไหมข้าวโพดโดยเทคนิค Liquid Chromatography with tandem mass spectrometry (LC-MS/MS)

จากผลวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ในสารสกัดไหมข้าวโพดโดยเทคนิค LC-MS/MS พบสารออกฤทธิ์ที่มีปริมาณสารที่ออกฤทธิ์หลักอยู่ 6 ชนิด ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้คือมีฤทธิ์ต้านอุนมูลอิสระ ฤทธิ์ต้านการอักเสบและฤทธิ์ในการลดการสร้างเม็ดสีเมลานิน เป็นต้น เพื่อนำมาศึกษาในคอมพิวเตอร์ต่อไป ได้แก่ Nicotinic acid (Vitamin B3), Tranexamic acid, Citric acid, L-leucine, L-isoleucine และ Coumaric acid

ผลการศึกษาการจำลองการจับกันของโมเลกุลไทโรซิเนส และสารออกฤทธิ์ในสารสกัดไหมข้าวโพด

การสร้างโครงสร้างโปรตีนไทโรซิเนส โดยใช้ ไทโรซิเนสในเห็ด (PDB : 2Y9X) ในมนุษย์ (PDB : 5M8L) และในหนู (PDB : c5m8pA) เป็นโครงสร้างต้นแบบ ทำการศึกษาโครงสร้างอนุพันธ์และการจำลองการจับกันแบบ 3 มิติระดับโมเลกุล เพื่อแสดงการ interactions และอันตรกิริยาที่จับกับบริเวณเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์ไทโรซิเนสกับสารออกฤทธิ์จากไหมข้าวโพดทั้งหมด 6 ชนิด ได้แก่ Nicotinic acid (Vitamin B3), Tranexamic acid, Citric acid, L-leucine, L-isoleucine และ Coumaric acid นำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม GOLD 2022.2.0 โดยที่แสดงพันธะไฮโดรเจนเป็นหลักเนื่องจากพันธะไฮโดรเจนเป็นพันธะที่ให้ความแข็งแรงใน การจับกันของโมเลกุลที่มากที่สุด เมื่อโครงสร้างสามารถจับกับโมเลกุลจับจำเพาะที่มีการจับด้วย พันธะไฮโดรเจนยิ่งมาก ซึ่งหมายความว่าจะมีความสามารถในการจับกับโมเลกุลจับจำเพาะได้แข็งแรง มากขึ้นเท่านั้น

ตารางที่ 2 สรุปค่าพลังงานในการจับกันและพันธะที่กระทำระหว่างไทโรซิเนสในเห็ด (2Y9X), ในมนุษย์ (5M8L), ในหนู (c5m8pA)

Active compound from Corn Silk Extract	PLP Fitness score			Hydrogen bond		
	2Y9X	5M8L	c5m8pA	2Y9X	5M8L	c5m8pA
Nicotinic acid	32.3915	35.1943	38.4297	Arg321, Ala246, His251, Asn243	Asn104	Ser279, Gln378
Tranexamic acid	36.4098	39.8221	37.1270	Asn81, Tyr65, His85	Ala121, Cys122, Arg417	Ser277, Gln376, Ser279
Citric acid	40.9781	41.1493	32.1699	His244, Asn81, Cys83, His85	Ser423, Gly103, Arg114, Asn104	Ser277, Thr373
L-ileucine	40.2797	39.2592	36.0122	Cys83, His85, Glu322	Cys101, Phe105, Gly103	Ser279, Gln378, Cys276
L-isoleucine	41.5887	38.1952	35.1891	Cys83, His85, Glu322	Ala121	Ser279, Cys276
Coumaric acid	33.8647	41.1088	38.0853	Cys83	Arg417, Cys122	ILE275

อภิปรายผลการวิจัย

ในการศึกษางานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยต้องการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดไหมข้าวโพด ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพในการต้านสารอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH และ ABTS จากผลการทดลองพบว่า สารสกัดไหมข้าวโพดมีฤทธิ์ต้านสารอนุมูลอิสระ มีความสามารถในการกำจัดสารอนุมูลอิสระ $DPPH^{\cdot+}$ ได้ถึง 45%±0.32 มีความสามารถในการกำจัดสารอนุมูลอิสระ $ABTS^{\cdot+}$ 53%±0.44 ผลของสารสกัดไหมข้าวโพดให้ผลที่คล้ายงานวิจัยที่รายงานก่อนหน้านี้ (Ebrahimzadeh et al., 2007) โดยได้ทำทดสอบฤทธิ์ในการต้านสารอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ในสารสกัดไหมข้าวโพดที่สกัดจากเอทานอล ที่ความเข้มข้น 1.6 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร มีฤทธิ์ในการกำจัดอนุมูลอิสระ $DPPH^{\cdot+}$ ที่ 92.6% Rahman et al. (2014) ได้ทำทดสอบฤทธิ์ในการต้านสารอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS ในสารสกัดไหมข้าวโพดในระยะต้นอ่อนและระยะโตเต็มที่ โดยทำการสกัดด้วยน้ำที่ความเข้มข้น 0.1-1.6 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร พบว่าไหมข้าวโพดในระยะต้นอ่อนและโตเต็มที่มีฤทธิ์ในการกำจัดอนุมูลอิสระ $ABTS^{\cdot+}$ ที่ 35.35% และ 64.22% ตามลำดับ

ผลิตภัณฑ์ที่จะนำมาใช้กับผิวหนังต้องได้รับการทดสอบพิษต่อผิวหนัง เพื่อป้องกันการเกิดโรค รวมไปถึงการเกิดอาการแพ้ต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นกับผิวหนัง ในการทดลองนี้ทำการทดสอบอัตราการมีชีวิตรอดของเซลล์ร่วมกับสารสกัดไหมข้าวโพด พบว่าที่ความเข้มข้นสารสกัดไหมข้าวโพดที่ 0.07-5% โดยปริมาตร ไม่มีความเป็นพิษต่อเซลล์ผิวหนัง ซึ่งมีผลไปในทิศทางเดียวกันกับการศึกษาในปี 2014 ของ Choi et al. (2014) ซึ่งทำการทดสอบอัตรา

การมีชีวิตรอดของเซลล์ Melan-A ซึ่งเป็นเซลล์เมนาโนไซต์ปกติร่วมกับสารสกัดไหมข้าวโพดที่สกัดด้วยตัวทำละลายจากน้ำ ที่ความเข้มข้น 1, 10 และ 100 ppm ซึ่งจากผลการทดลองมีอัตราการรอดชีวิตที่ 97.5%, 95.0% และ 96.9%

การเกิดปัญหาของผิวหนัง เช่น ฝ้า กระ จุดด่างดำ ไปจนปัญหาร้ายแรง คือมะเร็งผิวหนัง ล้วนเป็นผลมาจากสารอนุมูลอิสระที่เกิดจากการเหนี่ยวนำของรังสีอัลตราไวโอเลตประเภทรังสียูวีเอและยูวีบี เมื่อรังสียูวีที่กระทบลงบนผิวหนัง ทำให้เกิดการผลิต ROS หรือสารอนุมูลอิสระที่มากขึ้น แล้วไปกระตุ้นให้เกิดการอักเสบ โดยไปกระตุ้นการส่งสัญญาณ NF-kappaB จากนั้น ไปกระตุ้นการทำงานของ TNF-alpha ส่งผลให้เกิดการอักเสบบนผิวหนัง (Wang et al., 2019)

ผู้วิจัยจึงสนใจในการศึกษาการทำงานของ NF-kappaB เมื่อกระตุ้นด้วย TNF-alpha ร่วมกับสารสกัดจากไหมข้าวโพดที่ความเข้มข้น 0.07%-10% โดยปริมาตร จากผลการทดลองพบว่า สารสกัดไหมข้าวโพดมีผลไปลดการทำงาน NF-kappaB ที่ความเข้มข้นสูงที่สุดลงมาตามลำดับ ซึ่งมีผลไปในทิศทางเดียวกันกับการศึกษาในปี 2017 ของ Ho et al., (2017) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการออกฤทธิ์ทางชีวภาพของไหมข้าวโพดในการต้านการอักเสบ โดยจากผลการทดลองในงานวิจัยในครั้งนี้ ไหมข้าวโพดมีบทบาทสำคัญในการยับยั้ง IKK beta ในการกระตุ้นการอักเสบ NF-kappaB โดยไหมข้าวโพดมีฤทธิ์ในการยับยั้งการทำงานของ NF-kappaB ที่เกิดจากการกระตุ้นด้วย lipopolysaccharide อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม

นอกจากรังสีอัลตราไวโอเลตจะมีผลต่อการกระตุ้นให้เกิดการอักเสบ (Fabian et al., 2015) การบริโภคอาหารประจำวันก็สามารถก่อให้เกิดอาการอักเสบขึ้นได้เช่นกัน Omega 6 เป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่หลายตำแหน่ง เช่น Linoleic acid จะพบมากในเนื้อสัตว์ และเมล็ดธัญพืช เมื่อปรุงอาหารด้วยความร้อนสูง หรือร่างกายได้รับมากไป อาจจะทำให้ส่งผลเสียกับร่างกาย โดยจะทำให้ไขมันเกิดการออกซิไดซ์ สร้างความเสียหายต่อ DNA ทำให้เพิ่มการผลิตสารที่เกี่ยวข้องกับการอักเสบ และความเสี่ยงต่อมะเร็งหลายชนิด (Fabian et al., 2015) เอนไซม์ Lipoxygenase เป็น Oxidative enzyme โดยมีสารตั้งต้นคือ Linoleic acid โดยเมื่อถูกเอนไซม์ Lipoxygenase oxidize แล้ว Linoleic acid จะเปลี่ยนเป็นสารในกลุ่ม Hydroperoxide จะเป็นสารตั้งต้นในกลุ่ม Pro-inflammatory ที่ก่อให้เกิดการอักเสบ (Fabian et al., 2015) ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาการทำงานของเอนไซม์ Lipoxygenase จากผลการทดลองพบว่าสารสกัดไหมข้าวโพดที่ความเข้มข้น 6.25% โดยปริมาตร มีฤทธิ์ในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ Lipoxygenase ที่ 14.57%±3.63

มีการรักษาด้วยสารที่ให้ความขาวหลายประเภท และมีผู้บริโภคจำนวนไม่น้อยเกิดอาการแพ้ และเป็นโรคผิวหนังจากการใช้ผลิตภัณฑ์ที่ให้ความขาวหลายชนิด เช่น Hydroquinone สารปรอท วิตามิน A จะมีฤทธิ์ในการทำให้เซลล์เม็ดสีเมลานินไม่ทำงาน หากใช้ระยะยาวจะก่อให้เกิดผลเสียต่อใบหน้า เช่น การเกิดโรคผิวหนังหน้าหมองคล้ำ ซึ่งเกิดจากการหยุดใช้สารที่ให้ความขาว โดยเม็ดสีเมลานินที่ถูกยับยั้งไม่ให้เกิดการทำงาน เกิดการสร้างเอนไซม์ไทโรซิเนสที่เพิ่มมากขึ้น จึงทำให้ผิวหนังเปลี่ยนเป็นสีดำอย่างรวดเร็ว และผิวสีเทาถาวรเกิดจากการใช้สารให้ความขาวปริมาณที่เข้มข้นอย่างต่อเนื่อง สีผิวบางส่วนเช่นบริเวณที่เป็นฝ้า จะเปลี่ยนเป็นสีเทาถาวรแทน

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบการสังเคราะห์เม็ดสีเมลานินเมื่อทำการกระตุ้นด้วยสารสกัดไหมข้าวโพดที่ความเข้มข้น 0.07, 0.15, 0.31, 0.62, 1.25% โดยปริมาตร มีการสังเคราะห์เม็ดสีเมลานินที่ 94.81±3.90, 95.62±2.45, 78.56±6.74, 75.71±8.71 และ 22.55±9.59 ตามลำดับแสดงให้เห็นว่า สารสกัดไหมข้าวโพดมีฤทธิ์ในการลดการสังเคราะห์เม็ดสีเมลานินที่ลดน้อยลงตามลำดับความเข้มข้นของสารสกัดไหมข้าวโพดเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม เนื่องจากมีการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสลดน้อยลง จากการรายงานในปี 2014 ของ Choi et al. (2014) ได้ทำการทดสอบสารสกัดจากไหมข้าวโพดในการลดการสังเคราะห์เม็ดสีเมลานิน โดยใช้ความเข้มข้นของสารสกัดไหมข้าวโพดที่ 1, 10, 100 ppm มีฤทธิ์ในการลดการสังเคราะห์เม็ดสีลานินที่ 100%, 90.8% และ 62.8% ตามลำดับ และยังได้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าเมื่อเทียบกับอาร์บูติน ส่งผลให้โครงสร้างบริเวณเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์ไทโรซิเนสสูญเสียการทำงานไปทำให้ลดการสร้างเม็ดสีเมลานินลงมีผลให้ผิวกระจ่างใสขึ้น

ซึ่งจากผลการทดลองที่กล่าวมาข้างต้นสารสกัดไหมข้าวโพดที่ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบฤทธิ์ต่างๆ มีผลในการลดการสังเคราะห์เมลานินได้ อย่างไรก็ตามสารสกัดไหมข้าวโพดอาจมีการเข้าจับ Cu^{2+} ในโมเลกุลบริเวณ

เร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์ไทโรซิเนส ส่งผลให้โครงสร้างบริเวณเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์ไทโรซิเนสสูญเสียการทำงานไป ทำให้ลดการสร้างเม็ดสีเมลานินลงมีผลให้ผิวกระจ่างใสขึ้น

ผู้วิจัยสนใจสารออกฤทธิ์จากสารสกัดไหมข้าวโพดแต่ละชนิดที่ส่งผลให้สารสกัดไหมข้าวโพดมีฤทธิ์ในการลดการสังเคราะห์เม็ดสีเมลานิน จึงได้ทำการวิเคราะห์สารด้วยเครื่อง LC-MS/MS พบสารสกัดออกฤทธิ์ในสารสกัดไหมข้าวโพดที่คาดว่าน่าจะเกี่ยวข้องกับการลดการสังเคราะห์เม็ดสีเมลานิน คือ Nicotinic acid (Vitamin B3), Tranexamic acid, Citric acid, L-leucine, L-isoleucine และ Coumaric acid

มีการรายงานว่าการสังเคราะห์เมลานินโดยเอนไซม์ไทโรซิเนสในฟังไจและในมนุษย์มีความคล้ายคลึงกัน ในปัจจุบันสารประกอบส่วนใหญ่ได้รับการทดสอบโดยใช้เอนไซม์ไทโรซิเนสที่แยกได้จากเห็ด *Agaricus bisporus* (mTyr) ซึ่งเป็นเอนไซม์ไทโรซิเนสแอคทีฟเพียงชนิดเดียวที่มีจำหน่ายในท้องตลาดและเป็นส่วนผสมของไอโซเอนไซม์ไทโรซิเนสหลายชนิด ในทางตรงกันข้ามเอนไซม์ไทโรซิเนสของมนุษย์ (hTyr) มีข้อมูลด้านจลนพลศาสตร์หรือโครงสร้างน้อยมาก อาจเพราะปริมาณ hTyr ที่ได้รับมีปริมาณไม่เพียงพอจากแหล่งธรรมชาติหรือมีการแสดงออกที่แตกต่างกัน (Olivares et al., 2002) และข้อมูลโครงสร้างสามมิติของ hTyr หรือข้อมูลจลนศาสตร์ของสารยับยั้ง hTyr ยังคงหายไป ดังนั้นจากผลงานวิจัยที่ผ่านมาจึงชี้ให้เห็นว่าการศึกษาการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสในกลุ่มของเห็ดอาจไม่เพียงพอ ผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องทดสอบกลุ่มเอนไซม์จากมนุษย์และในหนูเพิ่มเติม

สรุปผล

จากการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพ ไหมข้าวโพดมีความสามารถในการกำจัดสารอนุมูลอิสระ $DPPH^{\cdot+}$ ได้ถึง 45%±0.32 และมีความสามารถในการกำจัดสารอนุมูลอิสระ $ABTS^{\cdot+}$ 53%±0.44 และที่ระดับความเข้มข้นสารสกัดไหมข้าวโพดที่ 0.07%-5% ไม่มีความเป็นพิษกับเซลล์ สารสกัดไหมข้าวโพดมีฤทธิ์ต้านการอักเสบโดยลดการทำงานของ NF-kappaB และ สารสกัดไหมข้าวโพดมีฤทธิ์ต้านการอักเสบโดยสามารถลดการทำงานของเอนไซม์ Lipoxygenase ที่ 14.57%±3.63 สารสกัดไหมข้าวโพดที่ความเข้มข้น 0.07-1.25% โดยปริมาตร แสดงให้เห็นว่าสารสกัดไหมข้าวโพดมีฤทธิ์ในการลดการสังเคราะห์เม็ดสีเมลานินที่ลดน้อยลงตามลำดับความเข้มข้นของสารสกัดไหมข้าวโพดที่มากขึ้น ผลการจำลองการจับกันของเอนไซม์ไทโรซิเนสจากเห็ด มนุษย์ และหนู กับสารออกฤทธิ์ในสารสกัดไหมข้าวโพดคาดว่ามีความสามารถในการเข้าจับ Cu^{2+} ในโมเลกุลบริเวณเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์ไทโรซิเนส ส่งผลให้โครงสร้างบริเวณเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์ไทโรซิเนสสูญเสียการทำงานไป ทำให้สารสกัดไหมข้าวโพดมีฤทธิ์ในการลดการสร้างเม็ดสีเมลานินลง ดังนั้นผลการทดลองในครั้งนี้อาจใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดไหมข้าวโพด เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ทำให้ผิวเกิดความกระจ่างใสหรือการรักษาโรคต่อไปได้ในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ปีงบประมาณ 2565

เอกสารอ้างอิง

อมร บุญสมบัติ. (2559). ผลของวิธีการคั่วต่อสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในไหมข้าวโพดแห้งเพื่อการผลิตชา. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร บัณฑิต วิทยาลัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Boskou, G. (2010). Antioxidant capacity and phenolic profile of table olives from the Greek market. In *Olives and olive oil in health and disease prevention* (pp. 925-934). Academic Press.

Chan, Y. Y., Kim, K. H., & Cheah, S. H. (2011). Inhibitory effects of Sargassum polycystum on tyrosinase activity and melanin formation in B16F10 murine melanoma cells. *Journal of Ethnopharmacology*, *137*(3), 1183-1188.

Choi, S.Y., Lee, Y., Kim, S.S., Ju, H.M., Baek, J.H., Park, C.S., & Lee, D.H. (2014). Inhibitory effect of corn silk on skin pigmentation. *Molecules, 19*(3), 2808-2818.

Ebrahimzadeh, M.A., Pourmorad, F., & Hafezi, S. (2008). Antioxidant activities of Iranian corn silk. *Turkish Journal of biology*, *32*(1), 43-49.

Eshwarappa, R. S. B., Ramachandra, Y. L., Subaramaihha, S. R., Subbaiah, S. G. P., Austin, R. S., & Dhananjaya, B. L. (2016). Anti-lipoxygenase activity of leaf gall extracts of Terminalia chebula (Gaertn.) Retz. (Combretaceae). *Pharmacognosy Research*, *8*(1), 78.

Fabian, C.J., Kimler, B.F., & Hursting, S.D. (2015). Omega-3 fatty acids for breast cancer prevention and survivorship. *Breast Cancer Research*, *17*(1), 1-11.

García-Gavín, J., González-Vilas, D., Fernández-Redondo, V., & Toribio, J. (2010). Pigmented contact dermatitis due to kojic acid. a paradoxical side effect of a skin lightener. *Contact Dermatitis***,** *62*(1), 63-4.

Hasanudin, K., Hashim, P., & Mustafa, S. (2012). Corn silk (Stigma maydis) in healthcare: a phytochemical and pharmacological review. *Molecules*, *17*(8), 9697-9715.

Kanpipit, N., Nualkaew, N., & Thapphasaraphong, S. (2022). The potential of purple waxy corn cob (Zea mays L.) extract loaded-sericin hydrogel for anti-hyperpigmentation, UV protection and anti-aging properties as topical product applications. *Pharmaceuticals*, *16*(1), 35.

Mayur, B., Sandesh, S., Shruti, S., & Sung-Yum, S. (2010). Antioxidant and α-glucosidase inhibitory properties of Carpesium abrotanoides L. *Journal of Medicinal Plants Research*, *4*(15), 1547-1553.

Miyamura, Y., Coelho, S. G., Wolber, R., Miller, S. A., Wakamatsu, K., Zmudzka, B. Z., ... & Hearing, V. J. (2007). Regulation of human skin pigmentation and responses to ultraviolet radiation. *Pigment Cell Research*, *20*(1), 2-13.

Nawaz, H., Aslam, M., & Muntaha, S. T. (2019). Effect of solvent polarity and extraction method on phytochemical composition and antioxidant potential of corn silk. *Free radicals and antioxidants*, *9*(1), 5-11.

Olivares, C., García-Borrón, J.C., & Solano, F. (2002). Identification of active site residues involved in metal cofactor binding and stereospecific substrate recognition in mammalian tyrosinase. Implications to the catalytic cycle. *Biochemistry*, *41*(2), 679-686.

Rahman, N.A., & Rosli, W.I.W. (2014). Nutritional compositions and antioxidative capacity of the silk obtained from immature and mature corn. *Journal of King Saud University-Science*, *26*(2), 119-127.

Sarepoua, E., Tangwongchai, R., Suriharn, B. O. R. O. N., & Lertrat, K. (2013). Relationships between phytochemicals and antioxidant activity in corn silk. *International Food Research Journal*, *20*(5), 2073-2079.

Tengkaew, S., & Wiwattanadate, D. (2014). Study of source and potential of biomass from field corn in Thailand. *Princess of Naradhiwas University Journal*, *6*(3), 102-111. (In Thai)

บทความวิจัย (Research Article)

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความเมื่อยล้าของผู้ประกอบอาชีพเสริมสวย ตำบลเมืองศรีไค อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี

Factors Related to Fatigue among Beauty Salon Workers in Mueang Si Kai Subdistrict, Warin Chamrap District, Ubon Ratchathani Province

ชัญญากานต์ โกกะพันธ์*, ธัญญาพร มารัตน์, สุนารี ไพยกาล, นิภาพร คำหลอม, พงศ์ธร แสงชูติ และสุนทรี ศรีเที่ยง
สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
Chanyakarn Kokaphan*, Thanyaphon Marat, Sunaree Paiyakal, Nipaporn Khamhlom,
Phongthon Saengchut and Soontaree Sritieng
Occupational Health and Safety Program, Faculty of science, Ubon Ratchathani University
*Corresponding author, E-mail: chanyakarn.k@ubu.ac.th
Received: May 29, 2024/ Revised: July 7, 2024/ Accepted: July 17, 2024

บทคัดย่อ

การศึกษาเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional analytical study) นี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเมื่อยล้า และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความเมื่อยล้าของผู้ประกอบอาชีพเสริมสวย ตำบลเมืองศรีไค อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 45 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา คือ แบบสอบถาม แบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ทั่วร่างกาย (Rapid Entire Body Assessment: REBA) และแบบประเมินความเมื่อยล้า (Cornell Musculoskeletal Disorder Questionnaire: CMDQ) วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา และสถิติอนุมานโดยใช้สถิติครัสคาล-วอลลิส (Kruskal-Wallis Test) และสถิติไคสแคว์ (Chi – Square) ผลการศึกษาผู้ประกอบอาชีพเสริมสวย ตำบลเมืองศรีไค อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 62.22) อายุมากกว่า หรือเท่ากับ 33 ปี (ร้อยละ 53.33) ดัชนีมวลกายอยู่ในเกณฑ์น้ำหนักปกติ (ร้อยละ 37.78) ไม่มีโรคประจำตัว (ร้อยละ 91.11) และออกกำลังกายน้อยกว่า 3 ครั้งต่อสัปดาห์ (ร้อยละ 62.23) ชั่วโมงทำงาน มากกว่า หรือเท่ากับ 9 ชั่วโมง ต่อวัน (ร้อยละ 55.56) จำนวนวันทำงาน น้อยกว่า 6 วัน ต่อสัปดาห์ (ร้อยละ 53.33) ระยะเวลาในการพัก น้อยกว่า 4 ชั่วโมง ต่อวัน (ร้อยละ 51.11) และระยะเวลาทำอาชีพเสริมสวย น้อยกว่า 8 ปี (ร้อยละ 60.00) ปัจจัยด้านการยศาสตร์ ได้แก่ ลักษณะท่าทางการทำงาน การเอี้ยวลำตัว การออกแรง การทำงานซ้ำ ๆ ภาพรวมอยู่ในระดับน้อย ($\bar{x}$ = 0.38, S.D. = 0.46) ใช้แบบสอบถาม CMDQ ประเมินความเมื่อยล้าในส่วนต่าง ๆ ของร่างกายผู้ประกอบอาชีพเสริมสวย และวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยคะแนนความเมื่อยล้าส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย พบว่าไม่แตกต่างกัน และพบว่าปัจจัยด้านการยศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับความเมื่อยล้าของผู้ประกอบอาชีพเสริมสวยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 (χ^2= 15.616, p-value = 0.009) ส่วนปัจจัยอื่นไม่มีความสัมพันธ์กับความเมื่อยล้าของผู้ประกอบอาชีพเสริมสวย การศึกษาครั้งนี้จึงเสนอแนะให้มีการส่งเสริมความรู้และแนวปฏิบัติด้านการยศาสตร์ในผู้ประกอบอาชีพเสริมสวยเพื่อป้องกันความผิดปกติทางระบบโครงร่างกล้ามเนื้อต่อไป

คำสำคัญ: ความเมื่อยล้า เสริมสวย ความเสี่ยงการยศาสตร์ โรคระบบกล้ามเนื้อและโครงสร้างกระดูก

Abstract

This cross-sectional analytical study aimed to examine fatigue from works and factors related to fatigue among beauty salon workers in Mueang Si Kai Subdistrict, Warin Chamrap District, Ubon Ratchathani Province. The study population included 45 beauty salon workers and study instrument included the questionnaires, Rapid Entire Body Assessment Questionnaire (REBA) and Cornell Musculoskeletal Disorder Questionnaire (CMDQ). Data were analyzed by using frequency, percentage, mean, standard deviation, Kruskal-Wallis test and Chi-square. The study result showed that most beauty salon workers were female (62.22%), most age were greater than or equal to 33 year olds (53.33%), most of them were normal body mass index (37.78%), most of them were no congenital disease (91.11%), their exercise were lower than 3 times per week (62.23%), working hours greater than or equal to 9 hours per day (55.56%), working days lower than 6 days per week (55.56%), break time lower than 4 hours per day (51.11%), working year more than 8 year (60.00%). The study of ergonomics factors found that ergonomics risk was low level ($\bar{x}$ = 0.38, S.D. = 0.46), study of fatigue in body part by CMDQ questionnaire, the result found no statically different. And the study of factors related to fatigue among beauty salon workers, the study result found that the ergonomics factors had statically significant at 0.05 with fatigue level among beauty salon workers ($\chi 2$= 15.616, p-value = 0.009) but other factors had no statically significant. This study suggests to encourage ergonomics knowledge and practice among beauty salon workers to prevent musculoskeletal disorders onward.

Keywords: Fatigue, Beauty salon, Ergonomics risk, Musculoskeletal disorders

บทนำ

โรคระบบกล้ามเนื้อและโครงสร้างกระดูกเป็นปัญหาสุขภาพของวัยทำงาน ความเมื่อยล้าเป็นสภาวะที่มีการทำงานของกล้ามเนื้อร่างกายด้วยความตึงเครียดมากเกินไปซึ่งเป็นอาการเบื้องต้นอันจะนำไปสู่การเกิดโรคระบบกล้ามเนื้อและโครงสร้างกระดูก วัยทำงานหลายสาขาอาชีพประสบปัญหาด้วยโรคระบบกล้ามเนื้อและโครงสร้างกระดูก ดังจะเห็นได้จากข้อมูลของสำนักงานประกันสังคม ซึ่งพบว่าโรคที่เกิดขึ้นตามลักษณะหรือสภาพของงานที่มีจำนวนการประสบอันตราย หรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงานสูงสุด 5 อันดับแรก ปี 2561 - 2565 สูงสุดคือ โรคระบบกล้ามเนื้อและโครงสร้างกระดูกที่เกิดขึ้นเนื่องจากการทำงาน ซึ่งโดยเฉลี่ย 5 ปี มีลูกจ้างประสบอันตราย จำนวน 4,760 ราย คิดเป็นร้อยละ 1.13 ต่อปี ของจำนวนการประสบอันตรายทั้งหมด (สำนักงานกองทุนเงินทดแทน, 2566)

ผู้ประกอบอาชีพเสริมสวยมีการทำงานที่ต้องใช้อวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกายออกแรงอย่างมากในการทำงาน ลักษณะงานของผู้ประกอบอาชีพเสริมสวย อาทิ สระผม ตัดผม ดัดผม และยืดผม มีความเสี่ยงที่อาจนำไปสู่การเกิดโรคระบบกล้ามเนื้อและโครงสร้างกระดูก การศึกษาปัญหาของระบบกล้ามเนื้อและโครงสร้างกระดูกในผู้ประกอบอาชีพตัดผม พบว่ามีอาการทางโครงร่างและกล้ามเนื้ออยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 80.00) (Martolia et al., 2020) การศึกษาความชุกของอาการทางโครงร่างและกล้ามเนื้อในผู้ประกอบอาชีพเสริมสวย พบว่า ผู้ประกอบอาชีพเสริมสวยมีอาการทางโครงร่างและกล้ามเนื้อในรอบ 1 ปี และในรอบหนึ่งสัปดาห์ ร้อยละ 56.00 และ ร้อยละ 33.00 ตามลำดับ (Tolera et al., 2020) การประเมินความเสี่ยงด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในการทำงานของอาชีพช่างเสริม

สวย พบว่า มีปัจจัยเสี่ยงด้านการยศาสตร์ในการทำงานซ้ำ ๆ อยู่ในระดับยอมรับได้ (ร้อยละ 62.50) และ การทำงานในท่าทางนานๆ อยู่ในระดับยอมรับได้ (ร้อยละ 62.50) (สาธิตา แสวงลาภ และคณะ, 2562) ผู้ประกอบอาชีพเสริมสวยต้องมีการออกแรงใช้มือและแขนทั้ง 2 ข้าง ในการหยิบจับอุปกรณ์ ตลอดจนมีอิริยาบถ หรือท่าทางในการทำงานที่ต้องทำงานซ้ำๆ หรือทำงานในท่าทางเดิมเป็นเวลานาน ไม่ว่าจะเป็นการสระผม ตัดผม ดัดผม และยืดผม จึงมีความเสี่ยงในการเกิดความเมื่อยล้า ซึ่งอาจอาจนำไปสู่การเกิดโรคระบบกล้ามเนื้อและโครงสร้างกระดูกขึ้นได้

ตำบลเมืองศรีไค อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี มีสถานศึกษาและนักศึกษาซึ่งเป็นกลุ่มผู้ใช้บริการร้านตัดผม และเสริมสวย โดยในบางครั้งมีผู้เข้าใช้บริการเสริมสวยต่อเนื่องตลอดวัน ผู้ประกอบอาชีพเสริมสวยจึงต้องยืนเป็นเวลานาน หรือมีการทำงานในลักษณะก้มตัวหรือเอี้ยวตัวในขณะทำงานเป็นเวลานาน มีการออกแรงทำงาน การเคลื่อนไหวร่างกายแบบซ้ำซากงาน และมีการบิดหมุนส่วนต่าง ๆ ของร่างกายในการทำงาน ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาความเมื่อยล้า และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความเมื่อยล้าของผู้ประกอบอาชีพเสริมสวย ในตำบลเมืองศรีไค อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการศึกษาต่อเพื่อการป้องกันโรคระบบกล้ามเนื้อและโครงสร้างกระดูกในผู้ประกอบอาชีพเสริมสวยต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวางนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเมื่อยล้าและปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความเมื่อยล้าของผู้ประกอบอาชีพเสริมสวย ตำบลเมืองศรีไค อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี ประชากร คือ ผู้ประกอบอาชีพเสริมสวย ตำบลเมืองศรีไค อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี ข้อมูลจากเทศบาลเมืองศรีไค พบว่ามีจำนวน 34 ร้าน และจากการลงพื้นที่สำรวจข้อมูลจำนวน 34 ร้านนี้ พบว่ามีผู้ประกอบอาชีพเสริมสวย จำนวนทั้งสิ้น 45 คน จึงทำการศึกษาในประชากรทั้งหมด

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาเป็นแบบสอบถาม แบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ทั่วร่างกาย หรือ Rapid Entire Body Assessment (REBA) และแบบประเมินความเมื่อยล้า Cornell Musculoskeletal Disorder Questionnaire (CMDQ) โดยประกอบด้วย 5 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามปัจจัยส่วนบุคคล จำนวน 6 ข้อ ได้แก่ เพศ อายุ ส่วนสูง น้ำหนัก โรคประจำตัว การออกกำลังกาย

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามปัจจัยด้านการทำงาน จำนวน 4 ข้อ ได้แก่ จำนวนชั่วโมงทำงาน จำนวนวัน ระยะเวลาในการพัก ระยะเวลาประกอบอาชีพเสริมสวย

ส่วนที่ 3 ปัจจัยด้านการยศาสตร์ จำนวน 12 ข้อ ได้แก่ ลักษณะท่าทางการทำงาน การเอี้ยวลำตัว การออกแรง และการทำงานซ้ำ ๆ เป็นแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก คือ ใช่ และ ไม่ใช่ เกณฑ์การให้คะแนน ตอบใช่ ให้ 1 คะแนน ตอบไม่ใช่ ให้ 0 คะแนน แปลผลโดยใช้เกณฑ์อันตรภาคชั้น ดังนี้ 1) ปัจจัยเสี่ยงด้านการยศาสตร์ระดับน้อย (คะแนน 0.00 – 0.33) 2) ปัจจัยเสี่ยงด้านการยศาสตร์ระดับปานกลาง (คะแนน 0.34 – 0.67) และ 3) ปัจจัยเสี่ยงด้านการยศาสตร์ระดับมาก (คะแนน 0.68 – 1.00)

ส่วนที่ 4 แบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ทั่วร่างกาย Rapid Entire Body Assessment (REBA) แปลผลตามเกณฑ์ระดับความเสี่ยง 5 ระดับ ดังนี้ 1) ความเสี่ยงน้อยมาก (คะแนน 1) 2) ความเสี่ยงน้อยยังต้องมีการปรับปรุง (คะแนนระหว่าง 2 – 3) 3) ความเสี่ยงปานกลาง ควรวิเคราะห์เพิ่มเติม และควรได้รับการปรับปรุง (คะแนนระหว่าง 4-7) 4) ความเสี่ยงสูง ควรวิเคราะห์เพิ่มเติม และควรรีบปรับปรุง (คะแนนระหว่าง 8-10) และ 5) ความเสี่ยงสูงมากควรปรับปรุงทันที (คะแนนมากกว่า 11)

ส่วนที่ 5 เป็นแบบประเมินความเมื่อยล้าส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย Cornell Musculoskeletal Disorder Questionnaire (CMDQ) (Hedge et al. 1999) โดยแปลผลความเมื่อยล้าเป็น 5 ระดับ ดังนี้ 1) ระดับ 0 หมายถึง ไม่รู้สึกเมื่อยล้าเลย 2) ระดับ 1 รู้สึกเมื่อยล้าเล็กน้อย (คะแนนระหว่าง 1.5 – 4.5) 3) ระดับ 2 รู้สึกเมื่อยล้าปานกลาง (คะแนนระหว่าง 5 – 14.5) 4) ระดับ 3 รู้สึกเมื่อยล้ามาก (คะแนนระหว่าง 15 – 45) และ 5) ระดับ 4 รู้สึกเมื่อยล้ารุนแรง (คะแนนระหว่าง 60 – 90)

การวิเคราะห์ปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยด้านการทำงาน ปัจจัยด้านการยศาสตร์ และความเมื่อยล้าของผู้ประกอบอาชีพเสริมสวย ตำบลเมืองศรีไค อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี โดยใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุด และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความเมื่อยล้าในส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย โดยใช้สถิติครัสคาล-วอลลิส (Kruskal-Wallis Test) และวิเคราะห์ปัจจัยที่ความสัมพันธ์กับความเมื่อยล้าของผู้ประกอบอาชีพเสริมสวย ตำบลเมืองศรีไค อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี โดยใช้สถิติไคสแควร์ (Chi – Square) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การศึกษานี้ได้รับการรับรองจริยธรรมวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี เมื่อวันที่ 27 เมษายน 2565 รหัส UBU-REC-64/2565

ผลการวิจัย

ส่วนที่ 1 ปัจจัยส่วนบุคคล

การศึกษาปัจจัยส่วนบุคคลของผู้ประกอบอาชีพเสริมสวย ตำบลเมืองศรีไค อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 62.22) อายุมากกว่า หรือเท่ากับ 33 ปี (ร้อยละ 53.33) ดัชนีมวลกายอยู่ในเกณฑ์น้ำหนักปกติ (ร้อยละ 37.78) ไม่มีโรคประจำตัว (ร้อยละ 91.11) และออกกำลังกายน้อยกว่า 3 ครั้งต่อสัปดาห์ (ร้อยละ 62.23) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ปัจจัยส่วนบุคคล (n = 45)

ปัจจัยส่วนบุคคล	จำนวนคน (คน)	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	17	37.78
หญิง	28	62.22
อายุ (ปี)		
น้อยกว่า 33	21	46.67
มากกว่า หรือเท่ากับ 33	24	53.33
ค่าเฉลี่ย = 33.84 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 9.55 ค่าสูงสุด = 55 ค่าต่ำสุด = 18		
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/ตารางเมตร)		
น้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์ (< 18.50)	4	8.89
น้ำหนักปกติ (18.50 – 22.90)	17	37.78
น้ำหนักเกิน (23.00 – 24.90)	14	31.11
อ้วน (25.00 -29.90)	9	20.00
อ้วนมาก (≥30)	1	2.22
ค่าเฉลี่ย = 23.08 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 3.11 ค่าสูงสุด = 31.22 ค่าต่ำสุด = 17.36		

ปัจจัยส่วนบุคคล	จำนวนคน (คน)	ร้อยละ
โรคประจำตัว		
ไม่มี	41	91.11
มี	4	8.89
การออกกำลังกาย		
น้อยกว่า 3 ครั้งต่อสัปดาห์	39	86.67
3 - 5 ครั้งต่อสัปดาห์	5	11.11
มากกว่า 5 ครั้งต่อสัปดาห์	1	2.22

ส่วนที่ 2 ปัจจัยด้านการทำงาน

การศึกษาปัจจัยด้านการทำงานของผู้ประกอบอาชีพเสริมสวย ตำบลเมืองศรีไค อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี พบว่า ส่วนใหญ่ทำงานมากกว่า หรือเท่ากับ 9 ชั่วโมง ต่อวัน (ร้อยละ 55.56) วันทำงานน้อยกว่า 6 วัน ต่อสัปดาห์ (ร้อยละ 53.33) ระยะเวลาในการพัก น้อยกว่า 4 ชั่วโมง ต่อวัน (ร้อยละ 51.11) และระยะเวลาทำอาชีพเสริมสวย น้อยกว่า 8 ปี (ร้อยละ 60.00) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ปัจจัยด้านการทำงาน (n = 45)

ปัจจัยด้านการทำงาน	จำนวนคน (คน)	ร้อยละ
จำนวนชั่วโมงทำงาน (ชั่วโมง/วัน)		
น้อยกว่า 9	20	44.44
มากกว่า หรือเท่ากับ 9	25	55.56
ค่าเฉลี่ย = 9.88 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 2.03 ค่าสูงสุด = 14 ค่าต่ำสุด = 5		
จำนวนวันทำงาน (วัน/สัปดาห์)		
น้อยกว่า 6	29	64.44
มากกว่า หรือเท่ากับ 6	16	35.56
ค่าเฉลี่ย = 6.22 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.67 ค่าสูงสุด = 7 ค่าต่ำสุด = 5		
ระยะเวลาในการพัก (ชั่วโมง/วัน)		
น้อยกว่า 4	23	51.11
มากกว่า หรือเท่ากับ 4	22	48.89
ค่าเฉลี่ย = 3.98 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 2.27 ค่าสูงสุด = 6 ค่าต่ำสุด = 1		
ระยะเวลาทำอาชีพเสริมสวย (ปี)		
น้อยกว่า 8	27	60.00
มากกว่า หรือเท่ากับ 8	18	40.00
ค่าเฉลี่ย = 8.42 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 6.51 ค่าสูงสุด = 25 ค่าต่ำสุด = 1		

ส่วนที่ 3 ปัจจัยด้านการยศาสตร์

ปัจจัยด้านการยศาสตร์ของผู้ประกอบอาชีพเสริมสวย ตำบลเมืองศรีไค อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี ได้แก่ ลักษณะท่าทางการทำงาน ลักษณะการเอี้ยวลำตัว ลักษณะในการออกแรง และลักษณะในการทำงานซ้ำ ๆ พบว่าภาพรวมมีปัจจัยด้านการยศาสตร์อยู่ในระดับน้อย ค่าเฉลี่ย 0.27 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.45 (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 จำนวนร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัจจัยด้านการยศาสตร์ (N = 45)

ปัจจัยด้านการยศาสตร์	ใช่	ไม่ใช่	$\bar{x}$	S.D.	ระดับปัจจัย
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)			
1. ลักษณะท่าทางการทำงาน					
1.1 ทำงานอยู่ในตำแหน่งเดิมหรือจุดใดจุดหนึ่งเป็นเวลานานมากกว่า 30 นาที	11 (24.44)	34 (75.56)	0.24	0.43	น้อย
1.2 การทำงานของทำให้เกิดความเมื่อยล้า	16 (35.56)	29 (64.44)	0.36	0.48	ปานกลาง
1.3 ลักษณะงานก่อให้เกิดความเครียดเป็นอย่างมาก	29 (64.44)	16 (35.56)	0.64	0.48	ปานกลาง
1.4 เอื้อมมือหยิบจับสิ่งของหรืออุปกรณ์อยู่เสมอๆ	7 (15.56)	38 (84.44)	0.16	0.37	น้อย
1.5 ลงน้ำหนักของตัวไปข้างใดข้างหนึ่งหรืออยู่ในท่าทางที่ไม่สมดุลอยู่เสมอ	24 (53.33)	21 (46.67)	0.53	0.50	ปานกลาง
2. ลักษณะการเอี้ยวลำตัว					
2.1 บิดตัวหรือเอี้ยวตัวอยู่เสมอ	14 (31.11)	31 (68.89)	0.31	0.47	น้อย
2.2 บิดเอี้ยวลำตัวตรงกระดูกบริเวณเอว	16 (35.56)	29 (64.44)	0.36	0.48	ปานกลาง
2.3 บิดเอี้ยวลำตัวไปทางด้านข้างด้านใดด้านหนึ่ง	24 (53.33)	21 (46.67)	0.53	0.50	ปานกลาง
3. ลักษณะในการออกแรง					
3.1 การทำงานต้องออกแรงมาก ๆ อยู่ตลอดเวลา	29 (64.44)	16 (35.56)	0.64	0.48	ปานกลาง
3.2 ออกแรงข้อมือข้างใดข้างหนึ่งมาก ๆ เป็นเวลานาน	13 (28.89)	32 (71.11)	0.29	0.46	น้อย
4. ลักษณะในการทำงานซ้ำ ๆ					
4.1 ลักษณะการทำงานแขนและมืออยู่ในท่าทางการทำงานซ้ำกันตลอดเวลา	13 (28.89)	32 (71.11)	0.29	0.46	น้อย
4.2 ออกแรงบีบหรือจับสิ่งของทำให้ข้อมือเคลื่อนไหวซ้ำ ๆ	11 (24.44)	34 (75.56)	0.24	0.43	น้อย
ภาพรวม			0.27	0.45	น้อย

ส่วนที่ 4 ระดับความเสี่ยงด้านการยศาสตร์

ระดับความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ของผู้ประกอบอาชีพเสริมสวย จากการประเมินโดยวิธี Rapid Entire Body Assessment (REBA) พบว่า งานสระผมส่วนใหญ่มีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ระดับสูง (ร้อยละ 66.67) งานหนีบและเป่าผมส่วนใหญ่มีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ระดับปานกลาง (ร้อยละ 80.00) และงานตัดผมส่วนใหญ่มีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ระดับน้อย (ร้อยละ 71.12) (ตารางที่ 4)

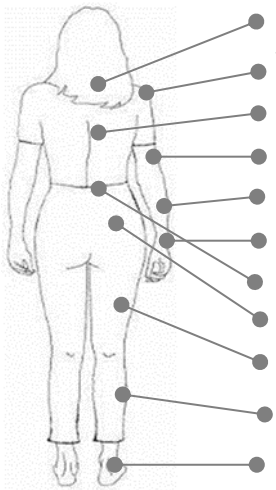
ตารางที่ 4 จำนวนร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ (N = 45)

ระดับความเสี่ยงด้านการยศาสตร์	งานสระผม จำนวน (ร้อยละ)	งานหนีบและเป่าผม จำนวน (ร้อยละ)	งานตัดผม จำนวน (ร้อยละ)
ความเสี่ยงน้อยมาก (1 คะแนน)	-	-	6 (13.33)
ความเสี่ยงน้อย (2-3 คะแนน)	-	-	32 (71.12)
ความเสี่ยงปานกลาง (4-7 คะแนน)	7 (15.55)	36 (80.00)	6 (13.33)
ความเสี่ยงสูง (8-10 คะแนน)	30 (66.67)	6 (13.33)	1 (2.22)
ความเสี่ยงสูงมาก (≥11 คะแนน)	8 (17.78)	3 (6.67)	-

ส่วนที่ 5 ความเมื่อยล้าร่างกายของผู้ประกอบอาชีพเสริมสวย

ความเมื่อยล้าร่างกายของผู้ประกอบอาชีพเสริมสวย วิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยคะแนนความเมื่อยล้าส่วนต่างๆ ของร่างกายจากแบบประเมิน CMDQ จากการด้วยสถิติครัสคาล-วอลลิส (Kruskal-Wallis Test) พบว่า ผู้ประกอบอาชีพเสริมสวย มีความเมื่อยล้าในส่วนต่างๆ ของร่างกายไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 จำนวนร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความเมื่อยล้า (N = 45) (Oğuzhan at el., 2008)

ส่วนของร่างกาย	จำนวนที่มีอาการ	ร้อยละที่มีอาการ	คะแนนรวมความเมื่อยล้า	Mean Rank	SD	KW	p - value
 คอ	29	64.44	323	249.58	10.02	7.39	0.69
ไหล่	28	62.22	343	227.29	11.83		
หลังส่วนบน	29	64.44	354	237.42	12.16		
แขนส่วนบน	24	53.33	430	246.50	16.91		
แขนส่วนล่าง	29	64.44	417	269.46	13.13		
ข้อมือ และมือ	30	66.67	555	273.66	21.03		
หลังส่วนล่าง	29	64.44	354	211.73	17.13		
สะโพก	21	46.67	443	262.62	14.07		
ขาส่วนบน และเข่า	26	57.78	430	248.19	14.38		
ขาส่วนล่าง	29	64.44	483	249.89	20.29		
เท้า และข้อเท้า	26	57.78	445	251.67	15.68		

ส่วนที่ 6 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความเมื่อยล้าร่างกายของผู้ประกอบอาชีพเสริมสวย

การศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความเมื่อยล้าร่างกายของผู้ประกอบอาชีพเสริมสวย พบว่า ปัจจัยด้านการยศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับความเมื่อยล้าร่างกายของผู้ประกอบอาชีพเสริมสวย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 (χ^2 = 15.616, p-value = 0.009) ส่วนปัจจัยอื่นไม่มีความสัมพันธ์กับความเมื่อยล้าร่างกายของผู้ประกอบอาชีพเสริมสวย (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความเมื่อยล้าร่างกายของผู้ประกอบอาชีพเสริมสวย (N = 45)

ปัจจัย	ระดับความเมื่อยล้า					χ^2	p-value
	ไม่มีอาการ จำนวน (ร้อยละ)	เมื่อยล้าเล็กน้อย จำนวน (ร้อยละ)	เมื่อยล้าปานกลาง จำนวน (ร้อยละ)	เมื่อยล้ามาก จำนวน (ร้อยละ)	รวม จำนวน (ร้อยละ)		
เพศ							
หญิง	5 (11.11)	12 (26.67)	6 (13.33)	5 (11.11)	28 (62.22)	1.312[b]	0.762
ชาย	3 (6.67)	5 (11.11)	4 (8.89)	5 (11.11)	17 (37.78)		
อายุ (ปี)							
น้อยกว่า 33	5 (11.11)	8 (17.78)	3 (6.67)	5 (11.11)	21 (46.67)	1.983[b]	0.598
มากกว่า หรือเท่ากับ 33	3 (6.67)	9 (20.00)	7 (15.56)	5 (11.11)	24 (53.33)		
โรคประจำตัว							
ไม่มี	1 (2.22)	0 (0.00)	1 (2.22)	1 (2.22)	3 (6.67)	2.858[b]	0.420
มี	7 (15.56)	17 (37.78)	9 (20.00)	9 (20.00)	42 (93.33)		
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/ตารางเมตร)							
น้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์ (< 18.50)	1 (2.22)	2 (4.44)	0 (0.00)	1 (2.22)	4 (8.89)	14.083[b]	0.213
น้ำหนักปกติ (18.50 – 22.90)	2 (4.44)	9 (20.00)	4 (8.89)	2 (4.44)	17 (37.78)		
น้ำหนักเกิน (23.00 – 24.90)	1 (2.22)	5 (11.11)	5 (11.11)	3 (6.67)	14 (31.11)		
อ้วน (25.00 -29.90)	3 (6.67)	1 (2.22)	1 (2.22)	4 (8.89)	9 (20.00)		
อ้วนมาก (≥30)	1 (2.22)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (2.22)		
การออกกำลังกาย							
น้อยกว่า 3 ครั้งต่อสัปดาห์	6 (13.33)	14 (31.11)	9 (20.00)	10 (22.22)	39 (86.67)	5.701[b]	0.430
3 - 5 ครั้งต่อสัปดาห์	1 (2.22)	3 (6.67)	1 (2.22)	0 (0.00)	5 (11.11)		
มากกว่า 5 ครั้งต่อสัปดาห์	1 (2.22)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (2.22)		
จำนวนชั่วโมงทำงาน (ชั่วโมง/วัน)							
น้อยกว่า 9	3 (6.67)	8 (17.78)	5 (11.11)	4 (8.89)	20 (44.44)	0.540[b]	0.976
มากกว่า หรือเท่ากับ 9	5 (11.11)	9 (20.00)	5 (11.11)	6 (13.33)	25 (55.56)		
จำนวนวันทำงาน (วัน/สัปดาห์)							
น้อยกว่า 6	6 (13.33)	11 (24.11)	6 (13.33)	6 (13.33)	29 (64.44)	0.686[b]	0.922
มากกว่า หรือเท่ากับ 6	2 (4.44)	6 (13.33)	4 (8.89)	4 (8.89)	16 (35.56)		
ระยะเวลาในการพัก (ชั่วโมง/วัน)							
น้อยกว่า 4	3 (6.67)	10 (22.22)	6 (13.33)	4 (8.89)	23 (51.11)	1.838[b]	0.664
มากกว่า หรือเท่ากับ 4	5 (11.11)	7 (15.56)	4 (8.89)	6 (13.33)	22 (48.89)		

ปัจจัย	ระดับความเมื่อยล้า					χ^2	p-value
	ไม่มีอาการ จำนวน (ร้อยละ)	เมื่อยล้าเล็กน้อย จำนวน (ร้อยละ)	เมื่อยล้าปานกลาง จำนวน (ร้อยละ)	เมื่อยล้ามาก จำนวน (ร้อยละ)	รวม จำนวน (ร้อยละ)		
ระยะเวลาทำงานเสริมสวย (ปี)							
น้อยกว่า 8	3 (6.67)	12 (26.67)	7 (15.56)	5 (11.11)	27 (60.00)	3.253[b]	0.386
มากกว่า หรือเท่ากับ 8	5 (11.11)	5 (11.11)	3 (6.67)	5 (11.11)	18 (40.00)		
ระดับปัจจัยด้านการยศาสตร์							
ปัจจัยด้านการยศาสตร์น้อย	1 (2.22)	5 (11.11)	4 (8.89)	0 (0.00)	10 (22.22)	15.616[b]	0.009*
ปัจจัยด้านการยศาสตร์ปานกลาง	6 (13.33)	9 (20.00)	1 (2.22)	3 (6.67)	19 (42.22)		
ปัจจัยด้านการยศาสตร์มาก	1 (2.22)	3 (6.67)	5 (11.11)	7 (15.56)	16 (35.56)		
ระดับความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ในขั้นตอนการสระผม							
ระดับความเสี่ยงปานกลาง	3 (6.67)	3 (6.67)	0 (0.00)	1 (2.22)	7 (15.56)	5.787[b]	0.452
ระดับความเสี่ยงสูง	4 (8.89)	12 (26.67)	8 (17.78)	6 (13.33)	30 (66.67)		
ระดับความเสี่ยงสูงมาก	1 (2.22)	2 (4.44)	2 (4.44)	3 (6.67)	8 (17.78)		
ระดับความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ในขั้นตอนการหนีบและเป่าผม							
ระดับความเสี่ยงปานกลาง	8 (17.78)	12 (26.67)	9 (20.00)	7 (15.56)	36 (80.00)	5.398[b]	0.436
ระดับความเสี่ยงสูง	0 (0.00)	4 (8.89)	1 (2.22)	1 (2.22)	6 (13.33)		
ระดับความเสี่ยงสูงมาก	0 (0.00)	1 (2.22)	0 (0.00)	2 (4.44)	3 (6.67)		
ระดับความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ในขั้นตอนการตัดผม							
ระดับความเสี่ยงน้อย	1 (2.22)	3 (6.67)	2 (4.44)	0 (0.00)	6 (13.33)	7.131[b]	0.697
ระดับความเสี่ยงปานกลาง	7 (15.56)	11 (24.44)	7 (15.56)	7 (15.56)	32 (71.11)		
ระดับความเสี่ยงสูง	0 (0.00)	3 (6.67)	1 (2.22)	2 (4.44)	6 (13.33)		
ระดับความเสี่ยงสูงมาก	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (2.22)	1 (2.22)		

[b] = Fisher's Exact Test, * p-value < 0.05

อภิปรายผลการวิจัย

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความเมื่อยล้าของผู้ประกอบอาชีพเสริมสวย ตำบลเมืองศรีไค อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี ผลการศึกษาปัจจัยด้านการยศาสตร์ ได้แก่ การเอี้ยวลำตัว การออกแรง และการทำงานซ้ำ ๆ พบว่าของผู้ประกอบอาชีพเสริมสวยอยู่ในระดับน้อย ($\bar{x}$ = 0.38, S.D. = 0.46) สอดคล้องกับการศึกษาของสาธิตา แสวงลาภ (2562) ที่ทำการประเมินความเสี่ยงด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในการทำงานของอาชีพช่างเสริมสวยที่พบว่าปัจจัยเสี่ยงด้านการยศาสตร์ในการทำงาน อยู่ในระดับยอมรับได้ (ร้อยละ 62.50) และการทำงานในท่าทางนาน ๆ อยู่ในระดับยอมรับได้ (ร้อยละ 62.50) แต่ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ วัชราภรณ์ วงศ์สกุลกาญจน์ และคณะ (2559) ที่พบว่าระดับความเมื่อยล้าของพนักงานเสริมสวย ในเขตตำบล คลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี ส่วนใหญ่อยู่ในระดับเมื่อยล้าปานกลาง และการศึกษาของ Martolia et al. (2020) ที่พบว่าผู้ประกอบอาชีพเสริมสวยส่วนใหญ่มีความเมื่อยล้าระดับปานกลาง ทั้งนี้สืบเนื่องจากลักษณะการเข้าใช้บริการในพื้นที่ ซึ่งจากการสอบถามพบว่าจะเป็นลักษณะการสระผม และตัดผมจึงมีระยะเวลาไม่นาน อีกทั้งมีการพักผ่อนในระหว่างรอลูกค้า จึงส่งผลให้ผู้ประกอบอาชีพเสริมสวย ตำบลเมืองศรีไค อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี มีปัจจัยด้านการยศาสตร์อยู่ในระดับน้อย

การศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความเมื่อยล้าของผู้ประกอบอาชีพเสริมสวย ตำบลเมืองศรีไค อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี พบว่าปัจจัยด้านการยศาสตร์ ได้แก่ลักษณะท่าทางการทำงาน ลักษณะการเอี้ยวลำตัว

ลักษณะในการออกแรง และลักษณะในการทำงานซ้ำ ๆ มีความสัมพันธ์กับความเมื่อยล้าของผู้ประกอบอาชีพเสริมสวย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (χ^2= 15.616, p-value = 0.009) สอดคล้องกับการศึกษาของ วัชราภรณ์ วงศ์สกุลกาญจน์ และคณะ (2559) ที่พบว่า การเอื้อม การก้มเงย การดึง ยก หมุน บิดลำตัว มีความสัมพันธ์กับความเมื่อยล้าของผู้ประกอบอาชีพเสริมสวย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้สืบเนื่องจากลักษณะท่าทางการทำงานเป็นอริยาบทของร่างกายที่ส่งผลโดยตรงต่อการทำงานของกล้ามเนื้อ ซึ่งลักษณะการทำงานของช่างเสริมสวยเป็นการทำงานที่มีลักษณะงาน อาทิ การแต่งหน้า การทำเล็บ สระผม ตัดผม ดัดผม และยืดผม ให้กับผู้บริการ มีการทำงานที่ต้องยกแขนเหนือระดับไหล่ และมีการใช้ข้อมือซ้ำ ๆ เป็นเวลานานติดต่อกัน จึงนำไปสู่การเกิดความเมื่อยล้าในผู้ประกอบอาชีพเสริมสวย

สรุปผลการวิจัย

ผู้ประกอบอาชีพเสริมสวย ตำบลเมืองศรีไค อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี มีปัจจัยด้านการยศาสตร์ ได้แก่ ลักษณะท่าทางการทำงาน (การเอี้ยวลำตัว การออกแรง การทำงานซ้ำ ๆ) ภาพรวมอยู่ในระดับน้อย ($\bar{x}$= 0.38, S.D. = 0.46) วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความเมื่อยล้าส่วนต่าง ๆ ของร่างกายด้วยแบบประเมิน CMDQ โดยใช้สถิติครัสคาล-วอลลิส (Kruskal-Wallis Test) พบว่า ความเมื่อยล้าในส่วนต่าง ๆ ของร่างกายไม่แตกต่างกัน การศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความเมื่อยล้าของผู้ประกอบอาชีพเสริมสวย พบว่า ปัจจัยด้านการยศาสตร์มีความสัมพันธ์กับความเมื่อยล้าร่างกายของผู้ประกอบอาชีพเสริมสวย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 (χ^2= 15.616, p-value = 0.009) ส่วนปัจจัยอื่นไม่มีความสัมพันธ์กับความเมื่อยล้าร่างกายของผู้ประกอบอาชีพเสริมสวย จากการศึกษาครั้งนี้จึงเสนอแนะให้มีการส่งเสริมความรู้และแนวปฏิบัติ ด้านการยศาสตร์ในผู้ประกอบอาชีพเสริมสวยเพื่อป้องกันความผิดปกติทางระบบโครงร่างกล้ามเนื้อต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเทศบาลเมืองศรีไค ในความอนุเคราะห์ข้อมูลจำนวนร้านเสริมสวย ตำบลเมืองศรีไค อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี และขอขอบคุณผู้ประกอบอาชีพเสริมสวย ตำบลเมืองศรีไค ที่เข้าร่วมการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

วัชราภรณ์ วงศ์สกุลกาญจน์, วนิดา เทพณรงค์ และอุทัย กายบุตร. (2559). ปัจจัยทีมีความสัมพันธ์กับระดับความเมื่อยล้าของพนักงานร้าน เสริมสวยในเขตตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี. *วารสารวิชาการสาธารณสุข*, *2*(1), 380-386.

สาธิตา แสวงลาภ. (2562). การประเมินความเสี่ยงด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ในการทำงานของอาชีพ ช่างเสริมสวย กรณีศึกษา บริเวณโดยรอบมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก. *วารสารความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม, 4*(2), 43-52.

สำนักงานกองทุนเงินทดแทน. (2566). สถานการณ์การประสบอันตรายหรือเจ็บป่วย เนื่องจากการทำงาน ปี 2561 – 2565. สืบค้นเมื่อวันที่ 7 กรกฎาคม 2567, เข้าถึงได้จาก https://www.sso.go.th/wpr/main/privilege/ข้อมูลสถิติกองทุนเงินทดแทน_sub_category_list-bel_1_169_745

Hedge, A., Morimoto, S. & McCroibe, D. (1999). Effects of keyboard tray geometry on upper body posture and comfort. *Ergonomics*, *42*, 1333–1349.

Human Factors and Ergonomics Laboratory at Cornell University. Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaires (CMDQ). Accessed July 7, 2024, Retrieved from https://ergo.human. cornell.edu/ahmsquest.html

Martolia, D., Gupta, R., & Gill, J. K. (2020). Assessment of musculoskeletal problems of Hairsalon workers. *Pharma Innovation,* 9(5), 302–305.

Oğuzhan, E., Kubilay, H., & Murat, Ö. (2008). Cross-cultural adaptation, validity and reliability of Cornell musculoskeletal discomfort questionnaire (cmdq) in turkish language. Accessed July 7, 2024, Retrieved from https://ergo.human.cornell.edu/Pub/AHquest/Turkish_adaptation _validation_of_ CMDQ__ report.pdf

Tolera, S. T., & Kabeto, S. K. (2020). Occupational-related musculoskeletal disorders and associated factors among beauty salon workers, Adama Town, South-Eastern Ethiopia, 2018. *Journal of Ergonomics, 9*, 1-8.

บทความวิจัย (Research Article)

การศึกษาเบื้องต้นถึงผลของสารสกัดหยาบจากผักชีช้างที่มีต่อการพัฒนาในระยะต่าง ๆ ของหอยเชอรี่

A preliminary study on the effect of crude extracts from *Eupatorium capillifolium* on the development stages of *Pomacea canaliculata* (Golden apple snail)

นุชจรินทร์ แกล้วกล้า* และกฤติยากร แสนพันธ์
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี
Nutcharin Kleawkla* and Kittiyakorn Sanpan
Department of Biology, Faculty of Science, Burapha University, Chon Buri Province
*Corresponding author, E-mail: nutcharin@go.buu.ac.th
Received: June 23, 2024/ Revised: August 9, 2024/ Accepted: August 13, 2024

บทคัดย่อ

การศึกษาเบื้องต้นมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลกระทบของสารสกัดหยาบจากใบผักชีช้าง (*Eupatorium capillifolium*) ที่มีต่อการพัฒนาในระยะตัวอ่อนของหอยเชอรี่ (*Pomacea canaliculata*) ยับยั้งความสามารถในการฟักออกจากไข่ อัตราการตายของลูกหอยเชอรี่แรกฟักออกจากไข่ และหอยเชอรี่ตัวเต็มวัย การศึกษาครั้งนี้ใช้สารสกัดหยาบจากใบผักชีช้างที่มีความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ (w/v) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม การศึกษาผลกระทบของสารสกัดหยาบจากใบผักชีช้างต่อการพัฒนาของตัวอ่อนและอัตราฟักของไข่ด้วยวิธีการฉีดพ่นสารสกัดจากใบผักชีช้าง ลงบนฝักไข่เป็นเวลา 7 วัน และประเมินการพัฒนาของตัวอ่อนและอัตราการฟักออกจากไข่ภายในวันที่ 10 ศึกษาอัตราการตายของลูกหอยแรกฟักออกจากไข่และหอยเชอรี่ตัวเต็มวัยด้วยการให้สัมผัสกับสารสกัดจากใบผักชีช้าง เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง และ 7 วัน ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าสารสกัดหยาบจากใบผักชีช้างความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ยับยั้งการพัฒนาของตัวอ่อน ทำให้ความสามารถในการฟักออกจากไข่ของตัวอ่อนลดลงจำนวน 23.34 และ 76.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่มีอัตราการฟักออกจากไข่สูงกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ สารสกัดหยาบจากใบผักชีช้างความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ลูกหอยแรกฟักออกจากไข่มีอัตราการตาย 100 เปอร์เซ็นต์ และหอยเชอรี่ตัวเต็มวัยมีอัตราการตาย 46.67 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีอัตราการตายเป็นศูนย์ แม้ว่าในการศึกษาเบื้องต้นใช้สารสกัดหยาบจากใบผักชีช้างในความเข้มข้นเพียง 20 เปอร์เซ็นต์ แต่สารสกัดดังกล่าวมีผลกระทบต่อหอยเชอรี่ทุกระยะของการพัฒนา ผลการศึกษาบ่งชี้ว่าสารสกัดหยาบจากใบผักชีช้างมีศักยภาพในการกำจัดหอยเชอรี่ แต่อย่างไรก็ตาม ควรศึกษาเพิ่มเติมถึงชนิดของสารประกอบที่พบในใบผักชีช้างที่มีฤทธิ์ในการฆ่าหอย ประสิทธิภาพและความเข้มข้นที่เหมาะสมที่ใช้ในการกำจัดหอยเชอรี่

คำสำคัญ: หอยเชอรี่ ผักชีช้าง สารสกัดหยาบจากผักชีช้าง

Abstract

The preliminary study aimed to assess the effect of a crude extract from leaves of *Eupatorium capillifolium* on the embryonic development stages, inhibiting egg hatching, and the

mortality rate of juvenile and adult golden apple snails (*Pomacea canaliculata*). This study used a leaf *E. capillifolium* crude extract with a concentration of 20% (w/v), compared with a control group. The effect of crude extracts from a leaf *E. capillifolium* on the development of embryos and the hatchability of eggs was evaluated by spraying the egg clutches with it for 7 days, and the development of embryos and the hatching rates of eggs were assessed within 10 days of treatment. The mortality rates of juvenile and adult golden snails were determined after exposure to a 20% plant leaf crude extract for 24 hours and 7 days, respectively. The results showed that a crude extract of 20% *E. capillifolium* obstructed embryonic development and significantly reduced the hatchability of snail eggs by 23.34% and 76.66%, respectively, in contrast, the control group had a hatch rate of over 90%. Additionally, a crude extract of *E. capillifolium* at a concentration of 20% caused a 100% mortality rate for juvenile snails and a 46.67% mortality rate for mature snails, compared to a zero-mortality rate in the control group. Although the preliminary study used crude extracts from a leaf of *E. capillifolium* with only a 20% concentration, its effects on all development stages of the snails. The results indicated that leaf extracts from *E. capillifolium* have the potential to act as a molluscicide against *P. canaliculata*. However, further research is required to determine the specific molluscicide substance that exists in *E. capillifolium* leaves and assess their effectiveness, suitable concentration, and potential for developing into molluscicides.

Keywords: Golden apple snail (*Pomacea canaliculata*), *Eupatorium capillifolium*, Crude extract

บทนำ

หอยเชอรี่ (Golden apple snail; *Pomacea canaliculata*, Lamarck) หรือหอยโข่งอเมริการใต้ เป็นหอยทากน้ำจืด มีถิ่นกำเนิดในอเมริกาใต้ จัดเป็นชนิดพันธุ์ต่างถิ่นรุกรานที่ประสบความสำเร็จในการเข้าครอบครองเป็นชนิดพันธุ์เด่นในระบบนิเวศใหม่ๆ ที่ไม่ใช่ถิ่นกำเนิดสูง จึงมีสถานภาพเป็นชนิดพันธุ์ต่างถิ่นรุกราน (Invasive alien species) 1 ใน 100 ของชนิดพันธุ์รุกรานร้ายแรงของโลกที่แพร่ระบาดทำลายความหลากหลายทางชีวภาพให้ลดลง ทำให้เกิดการสูญพันธุ์ของชนิดพันธุ์พื้นเมือง ทำให้สภาพแวดล้อมถิ่นที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติเกิดการเปลี่ยนแปลง ส่งผลกระทบต่อวิถีชีวิต และสามารถส่งผลกระทบต่อสุขภาพของคนได้ (Lowe et al., 2000) เพราะหอยเชอรี่นั้นเป็นแหล่งอาศัยตัวกลาง (Intermediate host) ของพยาธิหลายชนิดรวมทั้งพยาธิปอดหนูที่ก่อให้เกิดโรคเยื่อหุ้มสมองอักเสบในคน โดยพยาธิปอดหนูเข้าไปอาศัยในหนูซึ่งเป็นแหล่งอาศัยจำเพาะ (Definitive host) เมื่อหนูถ่ายมูลออกมา หอยเชอรี่ หอยทาก หอยโข่ง หรือกุ้งฝอย (Shrimp) กินอุจจาระของหนูที่มีตัวอ่อนพยาธิเข้าไป เมื่อคนกินสัตว์เหล่านี้ที่ปรุงไม่สุกจะได้รับตัวอ่อนของพยาธิเข้าสู่ร่างกาย (Garcia et al., 2013) หอยเชอรี่เข้ามาในประเทศไทยเมื่อประมาณปี พ.ศ. 2525-2526 และแพร่ระบาดในพื้นที่นาข้าวกัดกินต้นกล้า ข้าวอ่อน ทำให้ผลผลิตข้าวลดลงอย่างมากจนกลายเป็นศัตรูข้าวและพืชน้ำหลักในช่วงปี พ.ศ. 2531 จนถึงปัจจุบัน ซึ่งยังพบหอยเชอรี่ได้ทั่วไปในพื้นที่ชุ่มน้ำ แหล่งน้ำ โดยเฉพาะแหล่งน้ำนิ่งทั่วประเทศ ดังนั้นหอยเชอรี่ในประเทศไทยจึงอยู่ในสถานภาพเป็นชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่รุกรานแล้ว และมีการแพร่กระจายทุกภาคของประเทศ (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2561)

มีปัจจัยหลายประการที่ทำให้หอยเชอรี่ประสบความสำเร็จสูงในการแพร่กระจาย คุกคาม และครอบครองเป็นชนิดพันธุ์เด่นในพื้นที่ใหม่ๆ ที่สำคัญคือลักษณะเฉพาะของหอยเชอรี่ได้แก่ การมีอวัยวะในการหายใจเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่อาศัย หลายแบบ จึงสามารถนำออกซิเจนมาใช้ได้เกือบทุกสภาพแวดล้อมที่เข้าไปอยู่อาศัย เช่น มีเหงือกเป็นอวัยวะแลกเปลี่ยนก๊าซเมื่ออยู่ในน้ำ แต่เมื่ออยู่บนบกช่วงขึ้นมาวางไข่บนต้นข้าว พืชน้ำ กิ่งไม้ ขอนไม้แห้งเหนือน้ำ จะใช้อวัยวะคล้ายปอดเพื่อแลกเปลี่ยนก๊าซ และเมื่ออยู่ในโคลน เลนลึก หรือในน้ำที่มีออกซิเจนต่ำ จะใช้โครงสร้างของท่อหายใจ (respiratory siphon) ช่วยนำออกซิเจนในอากาศไปใช้ได้ (Rodriguez et al., 2019) นอกจากนี้หอยเชอรี่ยังมีระบบสืบพันธุ์ที่เอื้อให้สืบพันธุ์ได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต ด้วยวงชีวิตที่หอยเชอรี่เพศเมียออกมาวางไข่เหนือน้ำตามต้นพืชน้ำ วัสดุที่ไข่สามารถยึดเกาะได้ ซึ่งแม่หอยจะวางไข่ออกมาเป็นกลุ่มหรือฝักไข่ (Egg cluster) ที่มีจำนวนไข่ในแต่ละฝักแตกต่างกัน เช่น ฝักไข่ยาว 12-30 มิลลิเมตร มีไข่จำนวน 14-327 ฟอง (Wu et al., 2011) เป็นต้น และไข่จะใช้เวลาในการพัฒนาเป็นตัวอ่อน (Incubation period) แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญ ตัวอ่อนของหอยเชอรี่จะฟักออกจากไข่เร็วเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นโดยเฉพาะประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ตัวอ่อนของหอยเชอรี่ จะฟักออกจากไข่เร็วที่อุณหภูมิ 28-34 องศาเซลเซียส ซึ่งใช้ระยะเวลาในการพัฒนาเป็นตัวอ่อนภายในไข่ 5-6 วัน และ 9-10 วัน ตามลำดับ (Ismail et al., 2019) เมื่อออกจากไข่แล้วลูกหอย (juvenile snail) จะใช้เวลาในการพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยประมาณ 15-25 วัน และช่วงที่ลูกหอยมีขนาด 2.5 มิลลิเมตร จะเริ่มกัดกินต้นอ่อนของข้าว และพืชน้ำอื่น ๆ จำนวนมากเพื่อไปใช้เป็นอาหารสร้างพลังงานให้เข้าสู่ระยะตัวเต็มวัยอย่างรวดเร็วในช่วงวันที่ 25-59 และหลังจากวันที่ 60 จะเจริญเติบโตเต็มที่เป็นหอยวัยเจริญพันธุ์ นอกจากนี้หอยเชอรี่ยังมีพฤติกรรมชอบฝังตัวในดินช่วงกลางวันโดยไม่สัมพันธ์กับอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของช่วงวัน และจะคืบคลานออกมาช่วงเวลากลางคืน โดยสามารถหากินในเวลากลางคืนด้วยการกัดกินส่วนอ่อนของพืชน้ำ ต้นอ่อนของข้าว ซากสัตว์ที่เน่าเปื่อยในน้ำหลากหลายชนิด ไข่ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และตัวอ่อนของหอยทากบางกลุ่มเป็นอาหาร (Chaichana & Joshi, 2018; Djeddour et al., 2021; Ip & Qiu JianWen, 2017) ประเทศไทยแม้ไม่มีรายงานระบุถึงการแพร่ระบาดของหอยเชอรี่รุนแรง แต่การที่พบเห็นหอยเชอรี่ในระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำอย่างต่อเนื่องนั้นเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ชนิดพันธุ์พืชน้ำ หอยพื้นเมืองลดลงหรือสูญหายไปจากพื้นที่ (Chaichana & Joshi, 2018) ประกอบกับปัจจุบันประเทศไทยมีการส่งเสริมการเพาะเลี้ยงหอยเชอรี่เพื่อสร้างรายได้ ทำให้มีหอยเชอรี่ในระบบฟาร์มมากขึ้น ซึ่งเป็นการเพิ่มโอกาสให้หอยเชอรี่จากแหล่งเพาะเลี้ยงหลุดออกสู่ธรรมชาติ ทั้งแบบตั้งใจและไม่ตั้งใจสูงขึ้น การแพร่ระบาดของหอยเชอรี่ในหลาย ๆ ประเทศ ทำให้มีความพยายามในการกำจัดออกด้วยวิธีการต่าง ๆ และวิธีการที่ง่ายและสะดวกคือใช้สารเคมี แต่มีราคาแพง และมีผลเสียหลายประการ ทั้งเกิดการตกค้าง สะสมของสารพิษในธรรมชาติ ผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ใช้ สิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ที่ไม่ใช่สัตว์เป้าหมายและอาจมีการสะสมในห่วงโซ่การกินต่อกันของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ซึ่งสุดท้ายส่งผลเสียต่อสุขภาพของคน จึงทำให้ประเทศที่ประสบกับปัญหาจากหอยเชอรี่ได้พยายามหาทางเลือกในการกำจัดหอยเชอรี่ที่เป็นมิตรต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม ด้วยการนำผลิตภัณฑ์ธรรมชาติและพืชมาสกัดเพื่อค้นหาสารประกอบไปใช้ประโยชน์ดังกล่าว ตลอดจนมีการศึกษาค้นคว้าทางเลือกนี้เพิ่มขึ้น เช่น รายงานการศึกษาของ ตรัย วงษ์ศิริ และคณะ (2023) พบว่าชาน้ำมัน (*Camellia oleifera*) ซึ่งสกัดจากพืชมอลลัสซิเดส 1 ใน 6 ชนิด มีประสิทธิภาพในการฆ่าหอยสูงสุดด้วยค่า LC_{50} ต่ำสุดเท่ากับ 6.21 ppm และรายงานการศึกษาของ Demetillo et al.(2015) พบว่าสารสกัดหยาบจากใบตะไคร้ (*Cymbopogon citratus*) ด้วยน้ำกลั่นความเข้มข้น 20, 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีฤทธิ์ในการฆ่าหอยเชอรี่โดยมีผลยับยั้งการพัฒนาของตัวอ่อน (Embryo) และเปลี่ยนแปลงระยะเวลาในการฟักออกจากไข่ของตัวอ่อนหอยเชอรี่

สำหรับผักชีช้าง(*Eupatorium capillifolium* (Lam.) Small) หรือ dog-fennel หรือโกฐจุฬาฬำ เป็นพืชอยู่ในวงศ์ทานตะวัน (Asteraceae) สกุล *Eupatorium* มีลักษณะและกลิ่นคล้ายกับผักชีลาว สูง 60 เซนติเมตรถึง 2 เมตร

ออกดอกตามก้าน ดอกสีขาว ในประเทศไทยนำผักชีช้างมาใช้ประโยชน์เป็นผักสดขายในตลาดพื้นบ้าน การใช้ประโยชน์ทางยาไม่แพร่หลายแต่มีรายงานการใช้เป็นยาสมุนไพรในบางท้องถิ่น เช่น ชนพื้นเมืองของอเมริกาเหนือใช้พืชชนิดนี้ในการรักษาโรคลมบ้าหมูและอาการเจ็บคอ จากรายงานเกี่ยวกับสารประกอบในพืชวงศ์ทานตะวัน (Asteraceae) สกุล *Eupatorium* ของผักชีช้าง พบสารหอมระเหยหลายชนิด ส่วนที่เป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพได้แก่อนุพันธ์เซสควิเทอร์พีนแลกโทน (Sesquiterpene lactones) ฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) อนุพันธุ์ของกรดคาเฟอิค (Caffeic acid derivatives) สารประกอบฟีนอลิก (Phenolic compounds) สารประกอบไตรเทอร์ปีน (Triterpene Compound) (Hensel et al., 2011; Tabanca et al., 2010) และพบสารประกอบกลุ่ม เบนโซฟูแรน (Benzofuran compound) ที่มีฤทธิ์ต้านเชื้อรา แบคทีเรีย (Sobrinho et al., 2017) และยังมีสารหอมระเหยกลุ่ม ไทมอลเมทิล อีเทอร์ (Thymol methyl ether) จำนวน 36.3 เปอร์เซ็นต์ สารในกลุ่มโมโนเทอปีน (Monoterpenes) ได้แก่ 2,5-dimethoxy-p-cymene และสารไมซีน (Myrcene) จำนวน 20.8 และ 15.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสารเหล่านี้มีฤทธิ์รวมในการฆ่าแมลง (Tabanca et al., 2010) นอกจากนี้ Sellers and Ferrell (2013) ได้รายงานว่าใบผักชีช้างมีส่วนประกอบของสารทรีไมทอล (Tremetol) ซึ่งเป็นสารพิษที่มีฤทธิ์ต่ำ แต่เมื่อสัตว์เลี้ยง เช่น โค กินเข้าไปทำให้เกิดการสูญเสียน้ำมีการกระหายน้ำตามมา ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงได้ใช้สารสกัดหยาบจากใบผักชีช้างด้วยน้ำในการประเมินฤทธิ์ของสารสกัดจากผักชีช้างเบื้องต้นที่มีต่อหอยเชอรี่ในระยะต่าง ๆ ด้วยวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดหยาบจากใบ ผักชีช้างด้วยน้ำต่อการพัฒนาเป็นตัวอ่อนในไข่ของหอยเชอรี่ ผลต่อความสามารถในการฟักออกจากไข่ของตัวอ่อน ผลต่ออัตราการตายของลูกหอยวัยแรกฟักออกจากไข่ และหอยเชอรี่ตัวเต็มวัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมสัตว์ทดลอง

ใช้ไข่หอยเชอรี่ และหอยเชอรี่ตัวเต็มวัยที่สำรวจและสุ่มเก็บจากคูระบายน้ำที่พบในมหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี สุ่มเก็บไข่หอยเชอรี่สีชมพูเข้มและหอยเชอรี่ตัวเต็มวัยที่มีขนาดใกล้เคียงกันจำนวน 60 ตัว มาปรับสภาพในห้องปฏิบัติการเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

การเตรียมน้ำสำหรับทดลอง

น้ำสำหรับให้หอยเชอรี่ตัวเต็มวัยปรับสภาพเป็นน้ำประปา ที่นำมาพักระเหยคลอรีนก่อนการทดลอง 7 วัน

การเตรียมสารสกัดหยาบจากใบผักชีช้าง

การสกัดสารจากผักชีช้างด้วยวิธีการแช่ (Maceration) ซึ่งผักชีช้างที่ใช้ได้จากการเพาะปลูกไว้เป็นพืชสวนครัวในพื้นที่ ตำบลบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี นำมาจัดจำแนกข้อมูลพฤกษศาสตร์ ตาม Irsyam and Hariri (2016) และยืนยันโดยผู้เชี่ยวชาญด้านพฤกษศาสตร์ ใช้ส่วนใบแก่และอ่อนมาล้างน้ำผึ่งลมให้แห้ง นำไปชั่งด้วยเครื่องชั่ง ทศนิยม 2 ตำแหน่ง ให้ได้ผักชีช้างจำนวน 100 กรัม ไปสกัดด้วยวิธี ของ สุพรรณญิกา เส็งสาย และคณะ (2021) ด้วยการหั่นและปั่นด้วยเครื่องปั่นผลไม้ให้ละเอียด เตรียมน้ำกลั่นปริมาตร 500 มิลลิลิตร ต้มเดือด นำใบผักชีช้างที่เตรียมไว้ไปแช่ในน้ำร้อนที่เตรียมไว้เป็นเวลา 1 คืน นำไปกรองด้วยผ้าขาวบางได้สารละลาย หรือสารสกัดหยาบ (Crude extract) อัตราส่วน 1:5 น้ำหนัก:ปริมาตร (w/v) หรือความเข้มข้น 20 % w/v เก็บในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ตลอดการศึกษา ความเข้มข้นนี้เป็นความเข้มข้นเดียวใช้ตลอดการศึกษา ซึ่งประยุกต์มาจากความเข้มข้นต่ำสุดในการศึกษาของ Demetillo et al. (2015) ในการศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดจากใบตะไคร้ต่อการพัฒนาของหอยเชอรี่

ด้วยปริมาตร 25 มิลลิลิตร ที่ใช้ทดลองกับไข่หอยและลูกหอยวัยอ่อนแรกฟักจากไข่และเพิ่มปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร เพื่อใช้ทดสอบกับหอยเชอรี่ตัวเต็มวัย

การวางแผนการทดลอง

การศึกษาใช้การวางแผนการทดสอบแบบสุ่มตลอด Completely Randomized Design) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

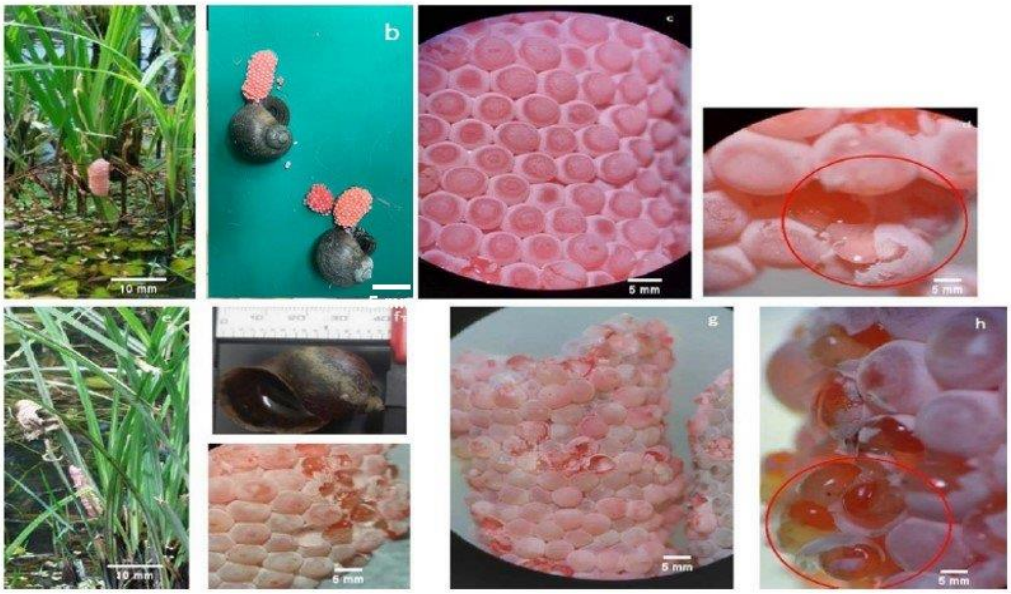
การวิเคราะห์ความแตกต่างของน้ำหนักไข่ ขนาดความกว้างของช่องเปิดเปลือกหอยตัวเต็มวัย ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One way ANOVA) ด้วยวิธี Tukey test วิเคราะห์ความแตกต่างจำนวนหอยเชอรี่ตัวเต็มวัยระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มได้รับสารด้วยวิธี *t*-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Minitab v.18

วิเคราะห์อัตราการตาย (% Mortality) จากสูตร

$$\text{อัตราการตาย} = \frac{\text{จำนวนหอยเชอรี่ที่ทดสอบตาย}}{\text{จำนวนหอยเชอรี่ที่ทดสอบทั้งหมด}} \times 100$$

ศึกษาผลของสารสกัดหยาบจากใบผักชีช้างความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ต่อการยับยั้งการพัฒนาเป็นตัวอ่อนภายในไข่ (embryo) และการฟักออกจากไข่ของลูกหอยเชอรี่

ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือไข่หอยเชอรี่ และเพื่อให้ได้ผลตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา ก่อนการศึกษาครั้งนี้ ได้เก็บข้อมูลเบื้องต้นของไข่หอยเชอรี่ ด้วยการเก็บไข่ที่มีสีชมพูเข้ม สีชมพูจาง มีสีขาวคล้ายเปลือกไข่มาวัดขนาด ชั่งน้ำหนัก นับจำนวนไข่ในแต่ละกลุ่มไข่ (ฝักไข่) ทำให้ได้ข้อมูลพื้นฐานที่ประกอบด้วย สีของฝักไข่ที่มีความสัมพันธ์กับการมีตัวอ่อน (Embryo) อยู่ภายในโดยไข่ระยะแรกวางจากตัวแม่จะมีสีชมพูเข้ม ภายในไม่มีตัวอ่อนอยู่ภายใน เมื่อกะเทาะเปลือกไข่ออกจะพบอาหารเลี้ยงตัวอ่อนอยู่ภายใน (ภาพที่ 1 a-d) ส่วนไข่ในระยะพร้อมฟักของตัวอ่อน ไข่ที่เห็นมีสีชมพูจาง เปลือกไข่มองเห็นเป็นสีขาวคล้ายเปลือกไข่ไก่ชัดเจนขึ้น และบางส่วนของกลุ่มไข่จะเห็นร่องรอยการแตกของเปลือกไข่ที่แสดงถึงการออกจากไข่ของลูกหอย และไข่สีจางที่ยังมีลักษณะปกติเมื่อแกะเปลือกไข่ออกจะพบมีตัวอ่อนอยู่ภายใน (ภาพที่1 e-h) และได้ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของไข่ ความยาวของฝักไข่จำนวนไข่ที่มีต่อฝัก เช่น ไข่ที่มีน้ำหนัก 0.40, 3.58, 4.43 กรัม มีความยาวของฝักไข่เท่ากับ 20, 35, 42 มิลลิเมตร จะมีไข่จำนวน 200, 650 และ 530 ฟอง ตามลำดับ ข้อมูลที่ได้นี้ใช้ประกอบการพิจารณาการสุ่มเก็บตัวอย่างไข่หอยเชอรี่และหอยเชอรี่ตัวเต็มวัย



ภาพที่ 1 a-d) Newly egg deposited; a-c) apple snails clustered eggs above the waterline on the plant stem in bright pink-reddish mass with calcareous shells d) Eggs filled with yolk inside. e-h) Egg at the hatching stage; f-g) The egg clutch appears white or very light on the surface and has dark spots beneath the surface h) Egg masses with embryos developed inside.

สารสกัดหยาบจากใบผักชีช้างที่เตรียมไว้ในความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ นำมาใช้ศึกษาในขั้นตอนนี้ด้วยวิธีการฉีดพ่นด้วยขวดสเปรย์ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ลงบนฝักไข่หอยเชอรี่ ตามวิธีของ Demetillo et al. (2015) และ Musman et al. (2013) เพื่อศึกษาผลยับยั้งการพัฒนาของตัวอ่อนภายในไข่และการฟักออกจากไข่ของลูกหอยเชอรี่ด้วยการเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม รายละเอียดของวิธีการศึกษามีดังนี้

1. ฝักไข่หอยเชอรี่สีชมพูเข้ม (ภาพที่2 a) ที่สุ่มเก็บมานำไปชั่งน้ำหนัก

2. เตรียมกล่องพลาสติกขนาด 27 × 17 × 15 เซนติเมตร ใส่น้ำที่เตรียมไว้ลงในกล่องให้ห่างจากขอบกล่อง 3 เซนติเมตร นำตะแกรงที่มีขนาดความห่างของตา 3 มิลลิเมตร วางบนกล่องพลาสติก

3. สุ่มเลือกไข่หอยเชอรี่ในการศึกษาแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม จำนวน 3 กลุ่ม คือกลุ่มที่ฉีดพ่นสารสกัดหยาบจากใบผักชีช้าง 1 กลุ่มและกลุ่มควบคุมจำนวน 2 กลุ่มๆ ละ 3 ซ้ำคือ

3.1 กลุ่มควบคุมที่ไม่ฉีดพ่นสารสกัดหยาบและน้ำกลั่น

3.2 กลุ่มควบคุมที่ฉีดพ่นน้ำกลั่นปริมาตร 25 มิลลิลิตร/ครั้ง

3.3 กลุ่มศึกษาที่ฉีดพ่นสารสกัดหยาบ ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์บนฝักไข่หอยเชอรี่

โดยรายละเอียดดัง ตารางที่ 1 ขั้นตอนมีดังนี้

3.3.1 กลุ่มศึกษาใช้ไข่หอยจำนวน 3 ซ้ำแต่ละซ้ำมีฝักไข่หอยจำนวน 10 ฝักซึ่งมีน้ำหนักตามตารางที่ 1 นำสารสกัดหยาบจากผักชีช้างที่เตรียมไว้ปริมาตร 25 มิลลิลิตรต่อซ้ำฉีดพ่นในช่วงเวลา 16.00 น เป็นระยะเวลา 7 วัน

สังเกตการพัฒนาของตัวอ่อนภายในไข่และการฟักออกจากไข่ของตัวอ่อน เมื่อครบ 7 วัน หยุดการฉีดพ่นสารแต่สังเกตการฟักออกจากไข่ต่อเนื่องจนครบ 10 วัน

3.3.2 กลุ่มควบคุมทั้ง 2 กลุ่มใช้ไข่หอยเชอรี่จำนวน 3 ซ้ำต่อกลุ่ม โดยแต่ละซ้ำใช้ไข่หอยจำนวน 10 ฝักเท่ากับกลุ่มศึกษา ซึ่งไข่หอยในแต่ละกลุ่มมีน้ำหนักใกล้เคียงกัน ตามผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของน้ำหนักไข่หอยในแต่ละซ้ำของการทดลองมีน้ำหนักไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ดังตารางที่ 1 การทดลองในกลุ่มควบคุมกลุ่มที่ 1 ไม่มีการฉีดพ่นน้ำหรือสารใดๆ และในกลุ่มควบคุมที่ 2 ใช้น้ำกลั่นปริมาตร 25 มิลลิลิตร ฉีดพ่นบนฝักไข่หอยเชอรี่ในเวลาเดียวกับกลุ่มศึกษา สังเกตการพัฒนาของตัวอ่อนภายในไข่ สังเกตการฟักออกจากไข่ของตัวอ่อนหอยเชอรี่ ในระยะเวลา 7 วัน และสังเกตต่อเนื่องถึงวันที่ 10

ตารางที่ 1 Complete Randomized Design with equal replications

Treatments	Replicates	Egg clusters per replicate	Total 10 Egg clusters weighted (g) per replicate
Control			
Control 1 (untreated anything)	3	10	1) 13.34, 2) 12.10, 3)12.19
Control 2 (spayed with only distilled water)	3	10	1) 13.33, 2)12.09, 3) 11.12
Experimental group			
Sprayed with 20 % of leaf *E.capillifolium* extract	3	10	1)13.34, 2) 12.10, 3) 11.12

ศึกษาผลของสารสกัดหยาบจากใบผักชีช้างความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ต่อการตายของลูกหอยเชอรี่แรกฟักออกจากไข่ด้วยวิธีการสัมผัสกับสาร

ศึกษาอัตราการตายของลูกหอยเชอรี่แรกฟักออกจากไข่เมื่อสัมผัสกับสารสกัดหยาบจากใบผักชีช้างความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ด้วยการนำลูกหอยเชอรี่แรกฟักอายุ 1 วัน จากไข่หอยเชอรี่ในกลุ่มควบคุมที่ 1 ซึ่งไม่ฉีดพ่นน้ำหรือสารใด ๆ และฟักออกจากไข่ลงไปอยู่ในกล่องพลาสติกใต้ตะแกรง โดยขั้นตอนการศึกษามีดังนี้

1. ตรวจสอบความผิดปกติของลูกหอยเชอรี่แรกฟักออกจากไข่อายุ 1 วัน ด้วยการสุ่มเลือกลูกหอยจากกลุ่มควบคุมดังกล่าวมาซ้ำละ 100 ตัวส่องใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (Olympus รุ่น SZ 51) กำลังขยาย 10 เท่า เมื่อไม่พบความผิดปกติทำการสุ่มเลือกลูกหอยเชอรี่ชุดใหม่จำนวน 300 ตัวที่มีความแข็งแรง ซึ่งสังเกตจากการคืบคลานรวดเร็ว และยื่นหนวดออกมา ใช้ในการศึกษาจำนวน 2 กลุ่ม แต่ละกลุ่มทำ 3 ซ้ำๆ ละ 50 ตัว

2. วิธีการศึกษา ทำโดยนำสารสกัดหยาบจากผักชีช้าง ใส่ลงในจานแก้วเพาะเชื้อขนาด 90× 15 มิลลิเมตร จานละ 25 มิลลิลิตรจำนวน 3 จาน จากนั้นสุ่มเลือกลูกหอยเชอรี่ที่เตรียมไว้ใส่ลงไปจานละ 50 ตัว และกลุ่มควบคุมใช้น้ำกลั่นปริมาตร 25 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานแก้วเพาะเชื้อเช่นเดียวกับกลุ่มทดสอบสารสกัดหยาบจากผักชีช้าง สังเกตการตายที่เวลา 24 ชั่วโมง และทำการวิเคราะห์อัตราการตายของลูกหอยเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

ศึกษาผลของสารสกัดหยาบจากใบผักชีช้างความความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ต่อการตายของหอยเชอรี่ตัวเต็มวัยด้วยวิธีการสัมผัสกับสาร

การศึกษาผลของสารสกัดหยาบจากผักชีช้างต่อพฤติกรรมและการตายของหอยเชอรี่ตัวเต็มวัยด้วยวิธีการสัมผัสกับสารเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ให้หอยเชอรี่สัมผัสกับน้ำกลั่น ขั้นตอนในการศึกษา คือ

1. นำหอยเชอรี่ตัวเต็มวัยซึ่งสุ่มเก็บมาวัดขนาดหน่วยเป็นมิลลิเมตร (Yu et al., 2020) และชั่งน้ำหนักหน่วยเป็นกรัม ซึ่งหอยเชอรี่ที่ใช้ในการศึกษามีขนาดความกว้างของช่องเปิดเปลือก (aperture) เฉลี่ยอยู่ในช่วง 34.45 ± 4.51 มิลลิเมตร ถึง 35.80 ± 4.13 มิลลิเมตร น้ำหนักเฉลี่ยอยู่ในช่วง 35.15 ± 13.56 กรัม ถึง 35.76 ± 9.48 กรัม ที่ได้พักปรับสภาพไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2. สุ่มเลือกตัวอย่างหอยเชอรี่ที่เตรียมไว้นำมาจัดกลุ่มศึกษา ที่ประกอบด้วยกลุ่มควบคุมและกลุ่มศึกษาที่ให้สัมผัสกับสารสกัดหยาบจากใบผักชีช้าง โดยใช้หอยเชอรี่กลุ่มละ 30 ตัว จำนวน 3 ซ้ำ ซึ่งในแต่ละซ้ำการทดลองหอยมีขนาด ความกว้างของช่องเปิดเปลือกและน้ำหนักตัวใกล้เคียงกัน

3. วิธีการศึกษาใช้สารสกัดหยาบจากใบผักชีช้างปริมาตร 100 มิลลิลิตร ใส่ลงในกล่องพลาสติก จากนั้นใส่หอยเชอรี่ตัวเต็มวัยลงไปกล่องละ 10 ตัว สังเกตพฤติกรรมและการตายในระยะเวลา 24, 48, 72 ชั่วโมง และ 7 วัน สำหรับกลุ่มควบคุมใส่น้ำกลั่นปริมาตร 100 มิลลิลิตร ใช้หอยเชอรี่ในจำนวน วิธีการ การสังเกตฤติกรรมและการตายของหอยในระยะเวลา 24, 48, 72 ชั่วโมง และสังเกตผลต่อเนื่องจนครบ 7 วัน ตามลำดับ เช่นเดียวกับกลุ่มทดลอง

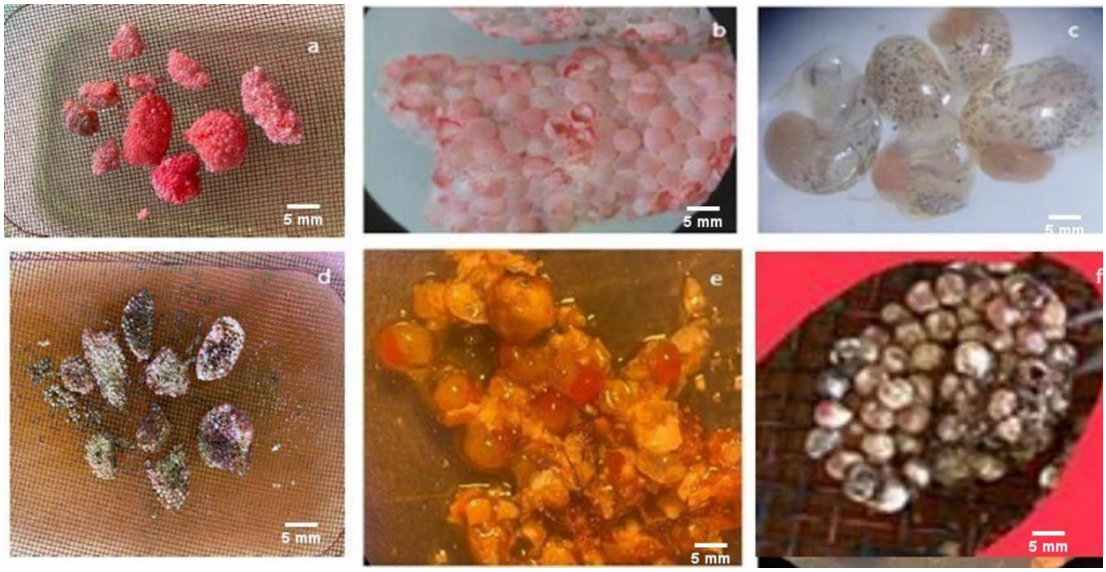
ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลของสารสกัดหยาบจากใบผักชีช้างความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ต่อการยับยั้งการพัฒนาเป็นตัวอ่อนภายในไข่ (Embryo) และการฟักออกจากไข่ของลูกหอยเชอรี่

ผลการศึกษาสารสกัดหยาบจากใบผักชีช้างความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ต่อการพัฒนาของตัวอ่อนระยะอยู่ในไข่และการฟักออกจากไข่ของลูกหอยเชอรี่ ด้วยวิธีการฉีดพ่นสารสกัดหยาบจากใบผักชีช้างลงบนไข่หอยเชอรี่ระยะเริ่มแรกจากการวางไข่ ซึ่งฝักไข่มีสีชมพูเข้ม (ภาพที่2 a) เป็นระยะเวลา 7 วันและสังเกตผลต่อเนื่องจนครบ 10 วัน เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ 1 คือไม่มีการฉีดพ่นสารสกัดและน้ำ กลุ่มควบคุมที่ 2 คือกลุ่มที่ฉีดพ่นเฉพาะน้ำกลั่นในช่วงเวลาเดียวกันพบว่า

ไข่หอยเชอรี่กลุ่มที่ฉีดพ่นสารสกัดหยาบจากใบผักชีช้างในระยะเวลา 7 วันไม่มีลูกหอยเชอรี่ฟักออกมาจากไข่ และได้เลือกสุ่มฝักไข่ (Egg cluster) ออกมาทดสอบการมีตัวอ่อนอยู่ภายในด้วยการใช้เข็มเขี่ย (Needle) กะเทาะเปลือกไข่ และส่องใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ กำลังขยาย 10 เท่า ซึ่งพบว่าฝักไข่บางกลุ่มที่มีขนาดเล็กสีขาวจางคล้ายไข่ไก่ ปนกับสีคล้ำดำของสารสกัดที่ใช้มีลักษณะเปราะนั้นภายในไม่พบตัวอ่อน (ภาพที่ 2f) แต่กลุ่มไข่ที่ยังมองเห็นเป็นสีชมพูจางเมื่อกะเทาะดูภายในพบตัวอ่อนที่ยังไม่ฟักออกจากไข่ (ภาพที่ 2e) เมื่อครบ 10 วัน พบฝักไข่ที่ไม่มีตัวอ่อนภายในทั้งหมดจำนวน 7 ใน 30 ของจำนวนฝักไข่ที่ทำการศึกษาทั้งหมด หรือคิดเป็น 23.34 เปอร์เซ็นต์ ที่ส่วนใหญ่เป็นฝักไข่ขนาดเล็ก ลักษณะเปราะ โดยส่วนที่เหลือเป็นฝักไข่ที่มีขนาดใหญ่กว่า ไข่มีสีชมพูจางปนสีดำคล้ำของสารสกัด พบมีตัวอ่อนของหอยอยู่ภายในแต่ไม่ฟักออกมาเช่นเดียวกับการตรวจสอบครั้งแรก ซึ่งตัวอ่อนเหล่านั้นไม่มีการเคลื่อนไหว เมื่อใช้เข็มเขี่ยทดสอบดูภาวะการตายของตัวอ่อนพบว่าชิ้นส่วนของตัวอ่อน หลุดออกมาง่าย เช่น ตำแหน่งที่เห็นส่วนฝาปิดเปลือก (Operculum) (ภาพที่ 2 d-e) รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 2 การเปลี่ยนแปลงของไข่หอยในกลุ่มควบคุมพบว่ากลุ่มควบคุมที่ 1 และกลุ่มควบคุมที่ 2 สีของไข่เปลี่ยนแปลงจากสีชมพูเข้มเป็นสีชมพูอ่อนจาง มีสีขาวบริเวณเปลือกชัดเจน พบมีลูกหอยออกจากไข่ตั้งแต่วันที่ 4 ของการศึกษา และพร่องรอยการแตกของเปลือกไข่ให้เห็นทั้งสอง

กลุ่ม ไข่ส่วนที่ยังไม่แตกเมื่อนำมากะเทาะเปลือกออกพบตัวอ่อนอยู่ด้านใน และเมื่อครบ 7 วัน พบตัวอ่อนออกจากไข่จำนวนมากขึ้น และเปลือกไข่มีสีขาวคล้ายเปลือกไข่ไก่ (ภาพที่2 a-b) ส่วนลูกหอยที่ออกมาอยู่ในกล่องน้ำใต้ตะแกรงด้านล่าง เคลื่อนที่ว่องไว มีการรวมกลุ่มเกาะอยู่ด้านข้างและก้นของกล่อง ลูกหอยที่เพิ่งฟักจากไข่ เมื่อนำมาส่องใต้กล้องจุลทรรศน์ พบมีลักษณะใส เปลือกยังไม่แข็ง มีส่วนแผ่นฝาปิดเปลือก ส่วนหนวดสั้น ๆ ยื่นออกมา สามารถมองผ่านเยื่ออ่อน ซึ่งต่อไปจะเป็นเปลือกแข็งเห็นอวัยวะภายในได้ (ภาพที่ 2 c และ e) และเมื่อศึกษาต่อจนครบ 10 วัน พบตัวอ่อนออกจากไข่เกือบหมด มีฝักไข่บางฝักที่ยังคงมีไข่เหลือไม่ฟักออกมาแต่ในจำนวนน้อยคือ10-20 ฟอง และพบว่าลูกหอยที่อายุมากขึ้นจะเห็นลวดลายบนเปลือกชัดเจนขึ้น เปลือกมีลักษณะแข็งขึ้นกว่าเดิมและไม่สารมารถมองเห็นอวัยวะภายในตัวได้



ภาพที่ 2 The effects of leaf *E. capillifolium* extract on the development and hatching of apple snail egg compared to the control group. a-c) Snail egg clusters of the control group c) The morphology of Juvenile snails from hatched eggs (4 x) d) Snail egg clusters treated with leaf *E. capillifolium* crude extract e) Eggs developed into embryos but were unsuccessful in hatching. f) Morphological characteristics of the developing embryo (4 x) remain in an unhatched egg. F) Eggs cluster undeveloped embryos.

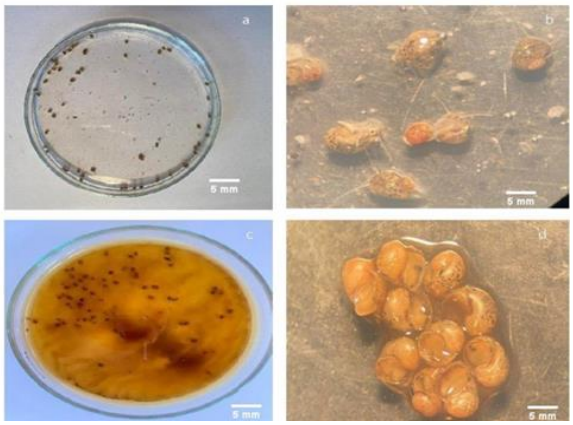
ผลการศึกษาพบว่าสารสกัดหยาบจากใบผักชีช้างความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการพัฒนาของตัวอ่อนภายในไข่ (Embryo) 23.34 เปอร์เซ็นต์ และยับยั้งการฟักออกจากไข่ของตัวอ่อนมาเป็นลูกหอย 76.66 เปอร์เซ็นต์ โดยในกลุ่มควบคุมทั้งสองแบบพบลูกหอยเชอรี่ฟักออกจากไข่ เกือบหมดภายในระยะเวลา 10 วัน ที่ทำการศึกษา ส่วนไข่ที่เหลือในบางฝักมีจำนวนเพียง 10-20 ฟอง ซึ่งอัตราการฟักออกจากไข่ของตัวอ่อนจากการศึกษาครั้งนี้เฉลี่ยสูงกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนับจำนวนลูกหอยจเชอรี่ในกลุ่มควบคุมที่ 1 ซึ่งไม่มีการฉีดพ่นสารใด ๆ และ กลุ่มควบคุมที่ 2 ซึ่งได้ฉีดพ่นเฉพาะน้ำกลั่น พบว่ากลุ่มควบคุมที่1 มีลูกหอยเฉลี่ย 12111 ± 115 ตัว/ กลุ่ม ส่วนกลุ่มควบคุมที่ 2 มีลูกหอยเฉลี่ยกลุ่มละ 1278 ± 179 ตัว/กลุ่ม (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 Effect of the leaf *E. capillifolium* extract on the development of *P. canaliculata* eggs

Treatments	Percent (%) of eggs With empty embryo	Percent (%) of eggs with developed embryos but did not hatch	Percent (%) hatched eggs
Control			
Control 1 (untreated anything)	0	0	> 90
Control 2 (spray with only distilled water)	0	0	> 90
Experimental group			
Sprayed with 20 % of leaf *E. capilifolium* extract	23.34	76.66	0

ตอนที่ 2 ผลของสารสกัดหยาบจากใบผักชีช้างความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ต่อการตายของลูกหอยเชอรี่แรกฟักออกจากไข่ของหอยเชอรี่ด้วยวิธีการสัมผัสกับสาร

ผลการศึกษาสารสกัดหยาบจากใบผักชีช้างความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ต่ออัตราการตายของลูกหอยเชอรี่แรกฟักอายุ 1 วัน จากการสัมผัสกับสารสกัดหยาบปริมาตร 25 มิลลิลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม พบว่าลูกหอย-เชอรี่ ในกลุ่มทดลองทั้ง 3 ซ้ำ เมื่อได้สัมผัสกับสารสกัดในระยะเวลาเพียง 5 นาทีแรก จะเก็บตัวอยู่นิ่งไม่มีการยื่นอวัยวะใดออกมาให้เห็น เมื่อทำการตรวจสอบผลในเวลา 24 ชั่วโมง พบลูกหอยในกลุ่มทดลองทั้ง 3 ซ้ำ ตายทั้งหมด เมื่อนำมาส่องใต้กล้องจุลทรรศน์และใช้เข็มเขี่ย แกะบริเวณฝาปิดเปลือก ซึ่งลักษณะยังไม่แข็งมากจะแยกออกจากตัวง่าย (ภาพที่3 c-d) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ให้ลูกหอยเชอรี่สัมผัสกับน้ำกลั่นปริมาตร 25 มิลลิลิตร ไม่พบการตายของลูกหอยเชอรี่ ทั้ง 3 ซ้ำ โดยการสัมผัสกับน้ำใน 5 นาทีแรกพบว่าลูกหอยส่วนหนึ่งมีการขยับบริเวณฝาปิดเปลือก บางส่วนยื่นหนวดออกมา เมื่อครบเวลา 24 ชั่วโมง แรกลูกหอยเหล่านั้นมีการคืบคลานทั่วทั้งจานแก้ว จากการสังเกตใต้ล้องจุลทรรศน์พบว่าลูกหอยมีการคืบคลานค่อนข้างเร็ว (ภาพที่3 a-b) โดยอัตราการตายของลูกหอยเชอรี่ที่สัมผัสกับสารสกัดหยาบจากใบผักชีช้างเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม แสดงดังตารางที่ 3



ภาพที่ 3 Effect of treatments to Newly-hatched juveniles a) Fifty juvenile snails were exposed to distilled water for 24 hours. b) All juvenile snails were active and alive in the control treatment. c) Fifty juvenile stages snails were exposed to a crude extract of *E. capillifolium* leaf at a concentration of 20%. d) The juvenile snails were all inactive and died.

ตารางที่ 3 Mortality of Newly-hatched juveniles of *P. canaliculate* exposed to treatments for 24 hrs.

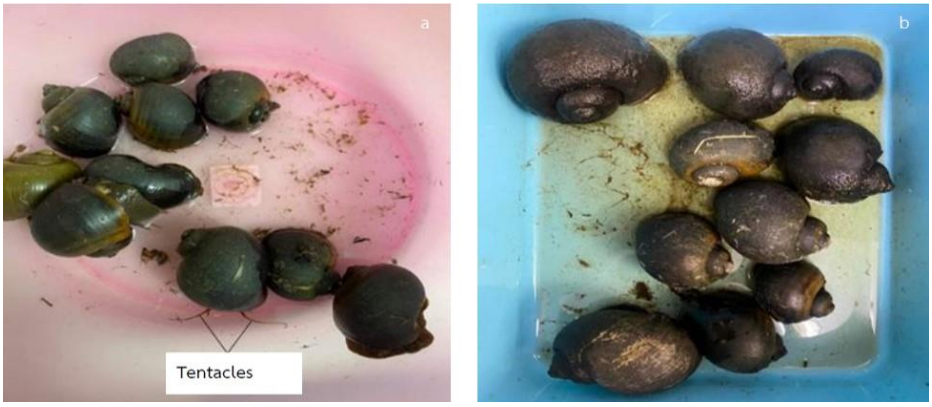
Treatments	Percent (%) mortality
Control (distilled water)	0
20% of leaf *E. capilifolium* extract	100

ผลการศึกษาของสารสกัดหยาบจากใบผักชีช้างความความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ต่อการตายของหอยเชอรี่ตัวเต็มวัยด้วยวิธีการสัมผัสกับสาร

ผลการศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดหยาบจากใบผักชีช้างความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ต่อการตายของหอยเชอรี่ตัวเต็มวัย เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ด้วยการใช้หอยเชอรี่จำนวน 10 ตัวต่อการทดลอง 1 ซ้ำ ทำการศึกษาทั้งหมดจำนวน 3 ซ้ำ สังเกตพฤติกรรมและการตายในระยะเวลา 24, 48, 72 ชั่วโมง และ 7 วัน ตามลำดับ โดยในกลุ่มควบคุมใช้น้ำกลั่นปริมาตร 100 มิลลิลิตร แทนสารสกัด รายละเอียดผลการทดลองดังตารางที่ 4 จากการสังเกตพฤติกรรมของหอยเชอรี่ตัวเต็มวัยที่สามารถคืบคลานหนีสารได้มากกว่าลูกหอยเมื่อสัมผัสกับสารสกัด พบว่าหอยเชอรี่ตัวเต็มวัยเมื่อสัมผัสกับสารสกัดหยาบจากใบผักชีช้างในระยะแรกยังคงมีการเคลื่อนที่ แต่ช่วงเวลา 30 นาทีต่อมาหอยมีการเคลื่อนที่ช้าลง และหดตัวกลับเข้าไปในเปลือก (ภาพที่ 4b) และมีการตายของหอยเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น แตกต่างจากหอยเชอรี่ในกลุ่มควบคุมซึ่งให้สัมผัสกับน้ำกลั่นในปริมาตรและระยะเวลาเท่ากัน หอยในกลุ่มควบคุมมีการเคลื่อนไหว ปีนป่ายด้านข้างกล่องและคืบคลานอยู่บริเวณก้นกล่องที่มีน้ำเล็กน้อย พร้อมกับยื่นส่วนหนวดออกมา (ภาพที่ 4) และไม่พบการตายของหอยเชอรี่ในกลุ่มควบคุมเมื่อศึกษาจนครบ 7 วัน

ผลการศึกษาของหอยเชอรี่ตัวเต็มวัยเมื่อสัมผัสกับสารสกัดหยาบจากใบผักชีช้างหลังเวลา 72 ชั่วโมง พบเริ่มมีการตายของหอยให้เห็น ส่วนหอยที่ไม่ตายจะอยู่นิ่งๆ ไม่มีการยื่นส่วนใดออกมา และบริเวณฝาปิดเปลือกยังคงปิดสนิท ถ้าหอยตายฝาปิดเปลือกจะเปิดง่าย หรือหลุดออกมา และเมื่อทำการทดสอบด้วยการใช้ปากคีบ ดึงฝาปิดเปลือก พบยังมีแรงต้านการดึงในกรณีที่หอยยังไม่ตาย และหอยในกลุ่มทดลองมีการปล่อยเมือกซึ่งมีลักษณะเป็นสายออกจากตัวหอย

เล็กน้อย เมื่อทำการศึกษาครบ 7 วัน พบมีหอยตายทั้งหมดจำนวน 14 ตัว คิดเป็นอัตราการตายทั้งหมด 46.67 เปอร์เซ็นต์ ตารางที่ 4 ซึ่งจำนวนหอยที่ลดลงเนื่องจากการตายในกลุ่มที่ได้รับสารสกัดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม



ภาพที่ 4 Effect of Treatments to adult *P. canaliculate* a) active adult snails exposed to distilled water. b) inactive snails exposed to 20% of leaf *E. capillifolium* extract, dead adults*. canaliculata* after treated with 100 ml leaf *E. capillifolium* extract for 7 days.

ตารางที่4 Percentage mortalities of an adult *P. canaliculate* exposed to 20% of leaf *E. capillifolium* extract

Treatments	Treatment volume (ml)	Percentage of mortalities of golden snails after			
		24h	48h	72h	7 days
Control (water)	100	0	0	0	0
20% of leaf *E. capillifolium* extract	100	0	0	0	46.67

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการทดสอบฤทธิ์เบื้องต้นของสารสกัดหยาบจากใบผักชีช้าง ซึ่งเป็นผักสวนครัวที่นำมาสกัดด้วยการแช่ในน้ำร้อน ได้สารสกัดหยาบความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ (w/v) และใช้สารสกัดหยาบเพียงความเข้มข้นเดียวทดสอบฤทธิ์ที่มีต่อการพัฒนาของไข่หอยเชอรี่ไปเป็นตัวอ่อน (Embryo) การฟักออกจากไข่ของตัวอ่อนมาเป็นลูกหอยวัยอ่อน (juvenile snail) ฤทธิ์ที่มีต่ออัตราการตายของหอยวัยอ่อนแรกฟักออกจากไข่ และฤทธิ์ต่อการตายของหอยเชอรี่ตัวเต็มวัย จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าสารสกัดหยาบจากใบผักชีช้างในความเข้มข้นที่ใช้นี้ยับยั้งการพัฒนาการเจริญเติบโตของไข่ของหอยเชอรี่ ไม่ให้เกิดการพัฒนาเป็นตัวอ่อนภายในไข่ได้บางส่วน และยับยั้งการฟักออกจากไข่ของตัวอ่อนได้เกือบทั้งหมด แต่ทั้งนี้การพบไข่ที่ยังไม่มีตัวอ่อนภายในและตัวอ่อนที่ยังไม่ฟักออกจากไข่นั้นเกิดขึ้นได้เนื่องจากการพัฒนาเป็นตัวอ่อนของไข่และการฟักออกจากไข่ของลูกหอยในแต่ละฝักไข่นั้นต้องใช้ระยะเวลาประมาณ

9-10 วัน (Ismail et al., 2019) และผลการศึกษาครั้งนี้เมื่อทำการตรวจสอบไข่ ตัวอ่อนภายในไข่ช่วงวันที่ 7 และวันที่ 10 พบมีฝักไข่ที่ไม่มีตัวอ่อนอยู่ภายใน 23.34 เปอร์เซ็นต์ และไข่ที่อยู่รวมในฝักนั้นมีตัวอ่อนแต่ไม่ฟักออกมา 76.66 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งให้ผลตรงข้ามกับไข่หอยเชอรี่ในกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ฉีดพ่นสารใดกับไข่หอยในกลุ่มควบคุมที่ฉีดพ่นเฉพาะน้ำกลั่น และพบว่าไข่ที่อยู่รวมกันเป็นกลุ่มในแต่ละฝักไข่ของกลุ่มควบคุมภายในมีตัวอ่อนให้เห็น และตัวอ่อนเหล่านั้นสามารถฟักออกมาเป็นลูกหอยได้สูงกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าน้ำซึ่งเป็นตัวทำละลายของสารสกัดไม่มีผลไปรบกวนการพัฒนาการเป็นตัวอ่อนภายในไข่ที่เรียงซ้อนกันเป็นชั้นๆ ภายในฝักไข่ และไข่เหล่านั้นมีออกซิเจนเพียงพอที่นำไปใช้ในกระบวนการดังกล่าว (Horn et al., 2008) จากการศึกษาครั้งนี้ยังพบว่าลูกหอยวัยแรกฟักออกจากไข่เมื่อสัมผัสกับสารสกัดหยาบจากผักชีช้างแล้วตายทั้งหมดด้วยอัตราการตายสูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างจากลุ่มควบคุมอย่างชัดเจน และหอยตัวเต็มวัยเมื่อสัมผัสกับสารสกัดหยาบจากใบผักชีช้างปริมาตร 100 มิลลิลิตร ในระยะเวลานาน 7 วันนั้นมีอัตราการตาย 46.67 เปอร์เซ็นต์ ทำให้หอยในกลุ่มทดลองลดลงแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ดังนั้นการที่ไข่บางส่วนไม่สามารถพัฒนาไปเป็นตัวอ่อนได้ การที่ตัวอ่อนของหอยเชอรี่ไม่สามารถฟักออกจากไข่ได้ การตายของลูกหอยเชอรี่วัยแรกฟักออกจากไข่ทั้งหมด และการตายของหอยเชอรี่ตัวเต็มวัย เมื่อสัมผัสกับสารสกัดหยาบจากใบผักชีช้างนั้นเป็นผลมาจากสารประกอบที่อยู่ในสารสกัดหยาบจากใบผักชีช้าง จากรายงานถึงสารประกอบที่พบในผักชีช้างและสารที่พบในพืชซึ่งอยู่ในสกุลผักชีช้างของ Tabanca et al. (2010) ระบุว่าในผักชีช้างมีสารมาลาไทออล ที่มีฤทธิ์หลักในการฆ่าแมลง และจากรายงานที่ระบุว่าพืชวงศ์ทานตะวัน (Asteraceae) สกุล *Eupatorium* ซึ่งเป็นสกุลของผักชีช้างมีสารหลายชนิดที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น อนุพันธ์เซสควิเทอร์พีนแลกโทน ฟลาโวนอยด์ อนุพันธุ์ของกรดคาเฟอิค สารประกอบฟีนอลิก สารประกอบไตรเทอร์ปีน (Hensel et al., 2011; Tabanca et al., 2010) นอกจากนี้ Sellers and Ferrell. (2013) ยังพบว่าใบผักชีช้างมีส่วนประกอบของสารทรีไมทอล ซึ่งเป็นสารพิษที่มีความเป็นพิษต่ำ แต่ทำให้สัตว์เลี้ยง เช่น โคเกิดการสูญเสียน้ำเมื่อกินผักชีช้าง และผลการศึกษาสารสกัดจากใบผักชีช้างในครั้งนี้สอดคล้องกับรายงานการศึกษาของ Demetillo et al. (2015) ที่พบว่าสกัดหยาบจากใบตะไคร้ (*Cymbopogon citratus*) เมื่อฉีดพ่นลงบนไข่หอยเชอรี่ มีผลไปยับยั้งการพัฒนาเป็นตัวอ่อนภายในไข่ สามารถยับยั้งการฟักออกจากไข่ของตัวอ่อน และสารสกัดจากใบตะไคร้ที่ความเข้มข้นระดับสูงมีผลทำให้หอยเชอรี่ตัวเต็มวัยตาย เนื่องจากสารสกัดหยาบของใบตะไคร้มีส่วนประกอบของสารกลุ่มซาโปนิน (Saponins) และฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) โดยสารเหล่านี้มีฤทธิ์ในการฆ่าหอย ด้วยการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาการพัฒนาเป็นตัวอ่อนภายในไข่ เปลี่ยนแปลงช่วงเวลาในการฟักออกจากไข่ของตัวอ่อน จนเกิดความผิดปกติของตัวอ่อนจนไม่สามารถฟักออกมาได้ ซึ่งการศึกษาดังกล่าวสนับสนุนรายงานการศึกษาของ Musman et al. (2013) ที่พบว่าสารสกัดหยาบจากเมล็ดของจิกสวน (*Barringtonia racemose*) มีผลยับยั้งการฟักออกจากไข่ของตัวอ่อนหอยเชอรี่ เพราะในสารสกัดนั้นมีส่วนประกอบของสารกลุ่มซาโปนินและฟลาโวนอยด์ ที่มีฤทธิ์ฆ่าหอยและยับยั้งการฟักออกจากไข่ของตัวอ่อน และผลการศึกษาดังกล่าวนี้ได้มีการยืนยันจากรายงาน ของ Sisa et al. (2016) ที่พบว่ายาฆ่าหอย เมทอลดีไฮด์ (Metaldehyde) และนิโคซาไมด์ (Niclosamide) นอกจากสามารถฆ่าหอยได้แล้วยังมีฤทธิ์ยับยั้งการฟักออกจากไข่ของตัวอ่อนหอยเชอรี่ได้ด้วยจากผลการทดสอบโดยการนำยาฆ่าหอย เมทอลดีไฮด์และนิโคซาไมด์ มาผสมกับน้ำกลั่นในความเข้มข้น 5 และ 81.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และนำไปฉีดพ่นบนฝักไข่หอยเชอรี่แล้วพบว่าตัวอ่อนของหอยเชอรี่ไม่สามารถฟักออกจากไข่ได้

จากรายงานสารที่พบในพืชวงศ์ทานตะวัน (Asteraceae) สกุล *Eupatorium* ซึ่งเป็นสกุลเดียวกับผักชีช้างที่มีฟลาโวนอยด์ เป็นส่วนประกอบเช่นเดียวกับรายงานการศึกษาของ Demetillo et al. (2015) และ Musman et al. (2013) และรายงานการศึกษาที่พบสารพิษ มาลาไทออล และ สารทรีไมทอลในผักชีช้างตามที่กล่าวข้างต้นนั้น จึงน่าจะเป็นสารที่มีผลต่อการยับยั้งการพัฒนาเป็นตัวอ่อนของไข่หอยเชอรี่ ที่สามารถยับยั้งการฟักออกจากไข่ของตัวอ่อน และทำให้ลูกหอยเชอรี่วัยแรกฟักและหอยเชอรี่ตัวเต็มวัยตายได้ จากผลการศึกษาในเบื้องต้นครั้งนี้พบว่าสารสกัดหยางจากใบผักชีช้างที่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อการพัฒนาของการเจริญเติบโตในทุกระยะของหอยเชอรี่ และมีผลสูงสุดต่อลูกหอยเชอรี่วัยแรกฟักออกจากไข่ที่ทำให้มีอัตราการตาย 100 เปอร์เซ็นต์ จึงเป็นไปได้ที่จะนำใบผักชีช้างไปพัฒนาประยุต์ใช้เป็นสารกำจัดหอยเชอรี่ แต่มีข้อแนะนำคือควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงสารที่เป็นองค์ประกอบในผักชีช้าง (Chemical composition) ซึ่งมีฤทธิ์ต่อหอยเชอรี่ในระยะต่าง ๆ วิธีการสกัด และทำการทดสอบประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ที่มีผลต่อการควบคุมและกำจัดหอยเชอรี่ต่อไป

สรุปผลการวิจัย

สารสกัดหยาบจากใบผักชีช้างด้วยวิธีแช่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ (w/v) ปริมาตร 25 มิลลิลิตร สามารถยับยั้งการพัฒนาเป็นตัวอ่อนของไข่หอยเชอรี่ได้บางส่วน สามารถยับยั้งการฟักออกจากไข่ของตัวอ่อนได้ 76.66 เปอร์เซ็นต์ และมีประสิทธิภาพสูงสุดต่อการกำจัดลูกหอยเชอรี่แรกฟักออกจากไข่ซึ่งทำให้มีอัตรการตายสูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ สารสกัดหยาบจากใบผักชีช้างความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ทำให้หอยเชอรี่ตัวเต็มวัยมีอัตราการตาย 46.67 เปอร์เซ็นต์ จึงมีแนวโน้มที่สามารถพัฒนาหรือนำใบผักชีไปเป็นยาฆ่าหอยเชอรี่ได้โดยไม่มีสารตกค้างในธรรมชาติและเป็นอันตรายต่อผู้ใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่สนับสนุนอุปกรณ์ในการศึกษา

เอกสารอ้างอิง

ตรัย วงษ์ศิริ อภิญญา โชติญาโณ และ รัชดาภรณ์ เบญจวัฒนานนท์. (2023). ประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชมอลลัสซิเดสเพื่อการควบคุมหอยเชอรี่ *(Pomacea canaliculata) วารสารเกษตรพระวรุณ, 20*(2): 167–176.

สุพรรณญิกา เส็งสาย แพรพลอย วงศ์สุรินทร์ และ กรกช ชั้นจิรกุล.(2021). ฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดหยาบจากผักตบชวาต่อการงอกและการเจริญเติบโตของผักกระเฉดโคก *แก่นเกษตร*, 1, 924-928.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2561). มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2561 เรื่อง มาตรการป้องกัน ควบคุม และกำจัดชนิดพันธุ์ต่างถิ่น กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กรุงเทพฯ 30

Azmi, W. A., Khoo, S. C., Ng, L. C., Baharuddin, N., Abd Aziz, A., & Ma, N. L. (2022). The current trend in biological control approaches in the mitigation of golden apple snail *Pomacea* spp. *Biological Control*, 175, 105060.

Chaichana, R., & Joshi, R. C. (2018). Invasive apple snails (*Pomacea* spp) in Thailand: current status and integrated management. *Agriculture Development*, *3*, 26-30. Access June 25, 2024,

Retrieved from https://taa-international.org/wp-content/uploads/2018/07/Ag4Dev33Web_version.pdf#page=28

Demetillo, M. T., Baguio, M. L., Limitares, D. E., Madjos, G. G., & Abrenica-Adamat, L. R. (2015). Effect of *Cymbopogon citratus* (lemon grass) crude leaf extracts on the developmental stages of *Pomacea canaliculata* (golden apple snail). *AES Bioflux. 7* (3). 460-467.

Djeddour, D., Pratt, C., Makale, F., Rwomushana, I., & Day, R. (2021). The apple snail, *Pomacea canaliculata:* an evidence note on invasiveness and potential economic impacts for East Africa*. CABI Work. Pap*, 21, 77.

Hensel, A., Maas, M., Sendker, J., Lechtenberg, M., Petereit, F., Deters, A., ... & Stark, T. (2011). *Eupatorium perfoliatum* L.: phytochemistry, traditional use and current applications. *Journal of Ethnopharmacology*, *138*(3), 641-651.

Horn, K. C., Johnson, S. D., Boles, K. M., Moore, A., Siemann, E., & Gabler, C. A. (2008). Factors affecting hatching success of golden apple snail eggs: effects of water immersion and cannibalism. *Wetlands*, *28*, 544-549.

Ip, K. K., & Qiu JianWen, Q. J. (2017). Invasive apple snails: *Ecology and Management in Hong Kong*. pp. 146-65. Accessed July 5, 2024, Retrieved from file:///C:/Users/ASUS/Downloads/RO_hkbu_staff_ publication-6401.pdf

Irsyam, A. S. D., & Hariri, M. R. (2016). *Eupatorium capillifolium* (Lam.) Small ex Porter & Britton (Asteraceae: *Eupatorieae*), Rekaman Baru untuk Flora Jawa. *Jurnal Al-Kauniyah*, *9*(2), 80-86.

Ismail, H. N., Mazlan, M. F., Ahmad Fajri, F. A., Syed Ihsan, S. A. I., & Musa, N. N. (2019). Combined effect of temperature and light on the egg hatchability in *Pomaceae canaliculata* (Gastropoda: Ampuliriidae) from Malaysia. *Journal of Academia, 7*(2), 97-103.\

Lowe S., Browne M., Boudjelas S., De Poorter M. (2000) 100 of the World's Worst Invasive Alien Species A selection from the Global Invasive Species Database. Published by The Invasive Species Specialist Group (ISSG) a Specialist Group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN), 12pp. Accessed July 2, 2024, Retrieved from https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/ documents/2000-126.pdf

Musman, M., Kamaruzzaman, S., Karina, S., Rizqi, R., & Arisca, F. (2013). A preliminary study on the anti-hatching of freshwater golden apple snail *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae) eggs from *Barringtonia racemosa* (Magnoliopsida: Lecythidaceae) seeds extract. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation, 6*(4), 394-398.

Rodriguez, C., Prieto, G. I., Vega, I. A., & Castro-Vazquez, A. (2019). Functional and evolutionary perspectives on gill structures of an obligate air-breathing, aquatic snail. *PeerJ,* 7, e7342.

Sellers, B. A., & Ferrell, J. A. (2013). Dogfennel (*Eupatorium capillifolium*): Biology and control. SS-AGR-224. University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences, Gainesville,

Florida. Accessed July 5, 2567, Retrieved from file:///C:/Users/nutch/Downloads/cmcgillicuddy,+AG233%20(4).pdf

Sisa, M. H., Aspani, F., Massaguni, R., Awang Damit, H., & Joseph, H. (2016). Inhibition of Egg Hatching of the Golden Apple Snail by Synthetic Molluscicides. In N.A. Yacob et al. (eds), *Regional Conference on Science, Technology and Social Sciences (RCSTSS 2014) Science and Technology (pp. 463-471)*. Springer Singapore.

Sobrinho, A. C. N., de Morais, S. M., de Souza, E. B., & dos Santos Fontenelle, R. O. (2017). The genus *Eupatorium* L. (Asteraceae): A review of their antimicrobial activity. *Journal of Medicinal Plants Research, 11*(3), 43-57.

Tabanca, N., Bernier, U. R., Tsikolia, M., Becnel, J. J., Sampson, B., Werle, C., ... & Wedge, D. E. (2010). *Eupatorium capillifolium* essential oil: chemical composition, antifungal activity, and insecticidal activity. *Natural Product Communications, 5*(9), 1934578X1000500913.

Wu, J. Y., Wu, Y. T., Li, M. C., Chiu, Y. W., Liu, M. Y., & Liu, L. L. (2011). Reproduction and Juvenile Growth of the Invasive Apple Snails *Pomacea canaliculata* and *P. scalaris (Gastropoda*: Ampullariidae) in Taiwan. *Zoological Studies, 50*(1), 61-68.