

ความหลากหลาย องค์ประกอบทางเคมี และเส้นใยของข่า ในจังหวัด
สมุทรปราการ

Diversity, chemical composition and fiber of Galanga in
Samut Prakan Province

กรรณิการ์ แก้วกิม

ยุคลธร สถาปนศิริ

สุกัญญา เพชรศิริเวทย์

ชวนพิศ จิระพงษ์

ผุสดี สิริยากร

อลิศรา พรายแก้ว

ปิยนันท์ น้อยรอด

ศรমন สุทิน

พรสิริ วรรณรัฐกาล

กฤษฎกมล ณ จอม

วิภาพรรณ ชนะภักดิ์

รัมภ์รดา มีบุญญา

การวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

ปีการศึกษา 2565

ชื่อเรื่อง	ความหลากหลายชนิด องค์ประกอบทางเคมี และเส้นใยของชำ ในจังหวัดสมุทรปราการ
ผู้วิจัย	กรรณิการ์ แก้วกัม ยุคลธร สถาปนศิริ สุกัญญา เพชรศิริเวทย์ ชวนพิศ จิระพงษ์ ศรมน สุทิน พุสดี สิริยากร กฤษกมล ณ จอม วิภาพรรณ ชนะภักดิ์ รัมภ์รดา มีบุญญา อลิศรา พรายแก้ว พรสิริ วรรัฐกาล ปิยนันท์ น้อยรอด
สถาบัน	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
ปีที่พิมพ์	2567
สถานที่พิมพ์	มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
แหล่งที่เก็บรายงานฉบับสมบูรณ์	มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
จำนวนหน้างานวิจัย	108 หน้า
คำสำคัญ	ความหลากหลายชนิดและการใช้ประโยชน์ ฟลาโวนอยด์ LC-MS เหง้าชำ ดอกชำ เส้นใยชำ ค่า ความแข็งแรงต่อแรงดึง ค่าความสามารถในการยืดตัว ค่าการดูดซึมน้ำ
ลิขสิทธิ์	มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

บทคัดย่อ

การศึกษาความหลากหลายชนิดและการใช้ประโยชน์ของชำในอำเภอบางบ่อ อำเภอบางพลี อำเภอบางเสาธง และอำเภอมืองสมุทรปราการดำเนินการระหว่างเดือนมิถุนายนถึงสิงหาคม พ.ศ. 2566 ผลการศึกษาได้พบชำ 2 ชนิด ได้แก่ ชำหลวง (*Alpinia galanga* (L.) Willd.) และชำแดง (*Alpinia siamensis* K. Schum.) พบว่าเหง้าชำแดงมีกลิ่นหอมแรงกว่าเหง้าชำหลวง จึงนิยมนำมาใช้เป็นอาหารมากกว่า นอกจากนี้ชำแดง (เหง้า และดอก) พบปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระและสารฟีนอลิกสูงกว่าชำหลวง ทำให้มีสมบัติต้านอนุมูลอิสระดีกว่า

เมื่อศึกษาสมบัติของเส้นใยชำ พบว่าการสกัดด้วยน้ำให้ปริมาณเส้นใยสูงสุด โดยเส้นใยชำหลวงและชำแดงมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่างกัน การแช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นสูงให้เส้นใยชำแดงขนาดเล็กที่สุด ค่าสีเส้นใยที่เตรียมจากการแช่น้ำมีโทนสีแดงและเหลืองมากกว่า การเปรียบเทียบค่าความแข็งแรงต่อแรงดึงในเส้นใยชนิดเดียวกันที่เตรียมด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ไม่พบความแตกต่าง แต่การแช่ในสารละลายความเข้มข้นสูงพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เส้นใยชำทั้งสองชนิดสามารถดูดซึมน้ำได้มากกว่าร้อยละ 100 ของน้ำหนักแห้งใน 20 นาทีแรก และวิธีการเตรียมเส้นใยส่งผลต่อความสามารถในการดูดซึมน้ำแตกต่างกันจากลักษณะของพื้นผิว

จากการศึกษาสารสำคัญ และคุณสมบัติของเส้นใยในชำแดงและชำหลวง คาดว่าจะนำไปสู่การใช้ประโยชน์และมูลค่าเพิ่มให้กับชำที่ปลูกในจังหวัดสมุทรปราการได้เพิ่มขึ้น

Research Title	Diversity, chemical composition and fiber of Galanga in Samut Prakan Province
Researcher(s)	Kannika Keawkim Yukontorn Sathapanasiri Sukanya Petchsirivej Chaunpis Jirapong Soramon Sutin Phudsadee Siryakom Kriskamol Na Jom Wipapan Chanapag Rumrada Meeboonya Alissara Praykaew Pomsiri Wanarattikan Peeyanan Noirod
Institution	Faculty of Science and Technology Huachiew Chalermprakiet University
Year of Publication	2024
Publisher	Huachiew Chalermprakiet University
Sources	Huachiew Chalermprakiet University
No. of Pages	108
Keywords	Diversity and application of Galanga Flavonoid, LC-MS, galangal Rhizome, galangal flower Galanga's fiber tensile stress elongation water retention
Copyright	Huachiew Chalermprakiet University

ABSTRACT

The study on the diversity and utilization of galangal in Bang Bo, Bang Phli, Bang Sao Thong, and Mueang Samut Prakan districts was conducted from June to August 2023. The research identified two species of galangal: *Alpinia galanga* (L.) Willd. (greater galangal) and *Alpinia siamensis* K. Schum. (red galangal). Red galangal rhizomes were found to have a stronger aroma than those of greater galangal, making them more popular for culinary use. Additionally, red galangal (rhizomes and flowers) exhibited higher levels of antioxidants and phenolic compounds than greater galangal, resulting in superior antioxidant properties.

The study of galangal fibers revealed that water extraction yielded the highest fiber quantity. The fiber diameters of greater galangal and red galangal differed, with the highest concentration of sodium hydroxide solution producing the smallest diameter fibers in red galangal. Fibers prepared through water extraction displayed more red and yellow tones. The tensile strength comparison of fibers prepared with sodium hydroxide solution showed no significant difference within the same species, but significant differences were observed at higher concentrations. Both types of galangal fibers absorbed more than 100% of their dry weight in water within the first 20 minutes. The fiber preparation method affected water absorption due to surface characteristics.

The study of essential compounds and fiber properties in red and greater galangal is expected to enhance the utilization and added value of galangal cultivated in Samut Prakan province.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้เป็นงานวิจัยพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลาย ความหลากหลายชนิด องค์ประกอบทางเคมี และเส้นใยของข้าว ในจังหวัดสมุทรปราการ พร้อมทั้งศึกษาการใช้ประโยชน์จากข้าว งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาชนิดข้าวที่ปลูกในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ เพื่อให้ทราบ ความหลากหลายของข้าว พร้อมทั้งรวบรวมข้อมูลการใช้ประโยชน์พื้นฐานของข้าวเพื่อจัดทำฐานข้อมูล สำหรับพัฒนาและสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเกษตรกร งานวิจัยนี้ยังช่วยเพิ่มทางเลือกในการใช้ประโยชน์ จากส่วนที่เหลือของข้าว โดยศึกษาสารฟราโวนอยด์ และสารต้านอนุมูลอิสระของข้าว รวมถึงการ ประยุกต์ใช้ในงานด้านวัสดุอุตสาหกรรมของเส้นใยจากต้นข้าว

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณอย่างยิ่งต่อคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหัวเฉียว เฉลิมพระเกียรติ ผู้ให้ทุนสนับสนุนโครงการวิจัยนี้ ภาควิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ที่ได้เอื้อเพื่อ ห้องปฏิบัติการ เคมี เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์เครื่องแก้วต่าง ๆ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ ชีวภาพ สำหรับการสนับสนุนห้องปฏิบัติการชีวภาพและเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่จำเป็น เกษตรกรผู้ ปลูกข้าวในจังหวัดสมุทรปราการ ที่ได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับต้นข้าวและส่วนประกอบต่าง ๆ รวมถึงบุคลากร ทุกท่านจากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ได้อำนวยความสะดวกและให้ความช่วยเหลือในการ ดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ คณะผู้วิจัยขอแสดงความขอบคุณต่อทุกฝ่ายที่ได้มีส่วนร่วมและสนับสนุนให้ เกิดงานวิจัยฉบับนี้ขึ้นอย่างจริงใจ

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
คำนำและกิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูปภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
สมมติฐานของการวิจัย	2
ขอบเขตของการวิจัย	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย	24
บทที่ 4 ผลการวิจัย	32
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	93
บรรณานุกรม	99
ประวัติย่อผู้วิจัย	102

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	ชนิดของชำในอำเภอบางป๋อ อำเภอบางพลี อำเภอบางเสาธงและอำเภอมะนัง จังหวัดสมุทรปราการ ที่สำรวจระหว่างเดือนมิถุนายน – สิงหาคม พ.ศ. 2566	33
4.2	แหล่งปลูก <i>A. galanga</i> ในจังหวัดสมุทรปราการ	45
4.3	แหล่งปลูก <i>A. siamensis</i> ในจังหวัดสมุทรปราการ	55
4.4	การใช้ประโยชน์จากชำ	57
4.5	แสดงชนิดของสารประกอบที่วิเคราะห์ด้วยเทคนิค uHPLC-Hi-Res-Obitrap-MS/MS ของชนิดชำแดง	60
4.6	แสดงชนิดของสารประกอบที่วิเคราะห์ด้วยเทคนิค uHPLC-Hi-Res-Obitrap-MS/MS ของชนิดชำหลวง	69
4.7	เปรียบเทียบความแตกต่างของสารประกอบที่มีปริมาณสูงในส่วนต่างๆ ของชำแดง และชำหลวง	77
4.8	แสดงค่าเปรียบเทียบ IC50 วิธี DPPH assay ในชำแดง ชำหลวง และสารมาตรฐาน BHT	78
4.9	แสดงค่าเปรียบเทียบ IC50 วิธี ABTS assay ในชำแดง ชำหลวง และสารมาตรฐาน BHT	80
4.10	แสดงค่าเปรียบเทียบ Phenolic content mg GAE/g DW ในชำแดงและชำหลวง	81
4.11	ตารางแสดงค่าสีในระบบ CIE L*ab ของชำหลวงและชำแดง (จากการทดลอง 3 ครั้ง)	86
4.12	ตารางแสดงแสดงปริมาณเส้นใยจากการสกัดด้วยวิธีต่าง ๆ	86
4.13	ตารางแสดงค่าเฉลี่ยของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยชำ (จากการทดลอง 50 ค่า)	87
5.1	ชนิดของชำและจำนวนตัวอย่างที่เก็บในพื้นที่ศึกษา	92

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	แสดงลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกในเผ่า Alpinieae	6
2.2	แสดงลักษณะสัณฐานวิทยาของ <i>A. galanga</i>	11
2.3	แสดงลักษณะสัณฐานวิทยาของ <i>A. nigra</i>	14
2.4	แสดงลักษณะสัณฐานวิทยาของ <i>A. conchigera</i>	16
3.1	แผนที่แสดงตำแหน่งในการรวบรวมตัวอย่างจากอำเภอบางบ่อ อำเภอบางพลี อำเภอบางเสาธง และอำเภอมะนิคมสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ	26
4.1	แสดงลักษณะเหง้าของ <i>A. galanga</i>	37
4.2	แสดงลักษณะลำต้นเทียมของ <i>A. galanga</i>	37
4.3	แสดงลักษณะใบของ <i>A. galanga</i>	38
4.4	แสดงลักษณะดอกของ <i>A. galanga</i>	39
4.5	แสดงลักษณะดอกย่อยของ <i>A. galanga</i>	40
4.6	แสดงลักษณะวงกลีบเลี้ยง (Calyx) ของ <i>A. galanga</i>	40
4.7	แสดงลักษณะวงกลีบดอก (Corolla) ของ <i>A. galanga</i>	41
4.8	แสดงลักษณะเกสรเพศผู้เป็นหมันเปลี่ยนแปลงเป็นกลีบปาก (labellum) คล้ายกลีบดอก และเกสรเพศผู้เป็นหมันคู่ข้าง (lateral staminodes) มีขนาดเล็กของ <i>A. galanga</i>	41
4.9	แสดงลักษณะเกสรเพศผู้ที่สมบูรณ์ของ <i>A. galanga</i>	42
4.10	แสดงลักษณะเกสรเพศเมียของ <i>A. galanga</i>	42
4.11	แสดงตัวอย่างพรรณไม้แห้ง (Herbarium specimen) ของ <i>A. galanga</i>	43
4.12	แสดงลักษณะของ <i>A. galanga</i> ที่ปรากฏในธรรมชาติ	44
4.13	แสดงลักษณะเหง้าของ <i>A. siamensis</i>	46
4.14	แสดงลักษณะลำต้นเทียมของ <i>A. siamensis</i>	47
4.15	แสดงลักษณะใบของ <i>A. siamensis</i>	48
4.16	แสดงลักษณะดอกของ <i>A. siamensis</i>	49
4.17	แสดงลักษณะดอกย่อยของ <i>A. siamensis</i>	50
4.18	แสดงลักษณะวงกลีบเลี้ยง (Calyx) ของ <i>A. siamensis</i>	50
4.19	แสดงลักษณะวงกลีบดอก (Corolla) ของ <i>A. siamensis</i>	51

ภาพที่		หน้า
4.20	แสดงลักษณะเกสรเพศผู้เป็นหมันเปลี่ยนแปลงเป็นกลีบปาก (labellum) คล้ายกลีบดอก และเกสรเพศผู้เป็นหมันคู่ข้าง (lateral staminodes) มีขนาดเล็กของ <i>A. siamensis</i>	51
4.21	แสดงลักษณะเกสรเพศผู้ที่สมบูรณ์ของ <i>A. siamensis</i>	52
4.22	แสดงลักษณะเกสรเพศเมียของ <i>A. siamensis</i>	52
4.23	แสดงตัวอย่างพรรณไม้แห้ง (Herbarium specimen) ของ <i>A. siamensis</i>	53
4.24	แสดงลักษณะของ <i>A. siamensis</i> ที่ปรากฏในธรรมชาติ	54
4.25	แสดงผลของ heatmap ขององค์ประกอบทางเคมีในส่วนต่าง ๆ ของ เหง้าอ่อน เหง้าแก่ ต้น ใบ และดอก ของชนิดชำแดง	64
4.26	แสดง AHC Dendrogram จัดกลุ่มส่วนต่าง ๆ ของชำแดง ตามองค์ประกอบทางเคมี	65
4.27	แสดง PCA biplot ของสารที่พบในชำแดง เทียบกับส่วนต่าง ๆ ของ เหง้าแก่ เหง้าอ่อน ต้น ใบ และดอก	66
4.28	แสดงผลของ heatmap ขององค์ประกอบทางเคมีในส่วนต่าง ๆ ของ เหง้าอ่อน เหง้าแก่ ต้น ใบ และดอก ของชนิดชำหลวง	74
4.29	แสดง AHC Dendrogram จัดกลุ่มส่วนต่าง ๆ ของชำหลวง ตามองค์ประกอบทางเคมี	75
4.30	แสดง PCA biplot ของสารที่พบในชำหลวง เทียบกับส่วนต่าง ๆ ของ เหง้าแก่ เหง้าอ่อน ต้น ใบ และดอก	76
4.31	แสดงลักษณะของเส้นใยต้นชำหลวงและชำแดงที่ได้จากการสกัดด้วยวิธีการต่าง ๆ	85
4.32	แสดงการเปรียบเทียบค่าการทนแรงดึง (Tensile Strength) ของเส้นใยชำหลวง และเส้นใยชำแดง ที่สกัดด้วยน้ำ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	89
4.33	แสดงการเปรียบเทียบค่าร้อยละของการยืดตัว (Elongation) ของเส้นใยชำหลวง และเส้นใยชำแดง ที่สกัดด้วยน้ำ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	90
4.34	แสดงปริมาณการดูดซึมน้ำของเส้นใยที่เตรียมได้	

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาการวิจัย

ข่าเป็นพืชที่อยู่ในสกุล *Alpinia* Roxb. จัดอยู่ในวงศ์ขิง (Zingiberaceae) ข่าเป็นพืชล้มลุก มีอายุหลายปี มีเหง้าซึ่งเป็นลำต้นใต้ดินเจริญในแนวขนานกับผิวดิน ก้านใบและใบอยู่เหนือดินโดยก้านใบแผ่ออกเป็นกาบซ้อนทับกันคล้ายเป็นส่วนของลำต้นที่โผล่พ้นดิน ใบเป็นใบเดี่ยวมีสีเขียวเข้ม รูปรีรูปขอบขนาน หรือรูปใบหอก ดอกออกเป็นช่อที่ปลายยอด ดอกย่อยมีขนาดเล็กสีชมพูหรือสีขาวอมม่วงแดง ผลรี เปลือกสีแดงอมส้ม เมื่อแก่เป็นสีดำ มีเมล็ดอยู่ข้างใน ข่ามีสรรพคุณมากมายที่น่าสนใจ เช่น นำมาประกอบอาหาร เครื่องเทศ ยารักษาโรค ข่ามีชื่อเรียกแตกต่างกันไปตามแต่ละท้องถิ่นเช่น ภาคเหนือเรียกว่า ข่าหยวก แม่ฮ่องสอน (กะเหรี่ยง) เรียกว่า สะเอเซยหรือสะเอเคย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือบางแห่งเรียกว่า ข่าหลวง [1-3]

จากข้อมูลผลผลิตการเกษตรประเภทพืชไร่/ผัก ปี 2564 ของสำนักงานเกษตรจังหวัดสมุทรปราการ พบว่าจังหวัดสมุทรปราการมีการปลูกข่ามาก เป็นอันดับสอง ของพื้นที่ที่ทำการเกษตร ปลูกมากในพื้นที่อำเภอบางบ่อ อำเภอบางพลี อำเภอบางเสาธง และอำเภอเมืองสมุทรปราการ และชนิดที่นิยมปลูก คือ ชนิดข่าแดง และข่าหลวง ซึ่งมีการปลูกตามคันบ่อเลี้ยงปลา จากข้อมูลสำรวจพบว่าเกษตรกรที่ปลูกข่าจำนวนประมาณ 53 ครัวเรือน ในพื้นที่ประมาณ 90 ไร่ มีผลผลิตประมาณ 12 ตันต่อปี ประกอบด้วยข่าแก่ (ราคาขายประมาณ 5-10 บาท) และข่าอ่อน (ราคาขายประมาณ 20-40 บาท) โดยมีพ่อค้าทั้งในและนอกพื้นที่เข้ามารับซื้อ ทั้งนี้เกษตรกรไม่สามารถกำหนดราคาผลผลิตเองได้

ทั้งนี้ราคารับซื้อข่าแดงนอกจากจะขึ้นกับความแก่ อ่อน ของข่าแล้ว ยังขึ้นกับชนิด และขนาดของข่าอีกด้วย ซึ่งจากการสำรวจเกษตรกรบางกลุ่มยังไม่ทราบซื้อที่แน่ชัด ทีมวิจัยเห็นว่าหากมีการศึกษาชนิดข่าอย่างจริงจังจะทำให้ทราบถึงชนิดข่าที่ปลูกในตำบลบางเพรียงและพื้นที่อื่น ๆ ในจังหวัดสมุทรปราการ และจากการที่ข่าสามารถนำไปใช้ในการประกอบอาหารและยังมีสรรพคุณที่น่าสนใจในการใช้เป็นสมุนไพรเพื่อสุขภาพในครัวเรือนได้

นอกจากนี้การศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายชนิด แบบแผนชีวโมเลกุลของสารสำคัญในส่วนต่าง ๆ ของข่า และการใช้ประโยชน์จากส่วนเหลือทิ้ง ยังมีข้อมูลไม่มาก ผู้วิจัยจึงเห็นว่าการศึกษาชนิดจะทำให้ทราบความหลากหลายชนิดของชนิดข่าที่ปลูกในพื้นที่ในจังหวัดสมุทรปราการ และการรวบรวมข้อมูลการใช้ประโยชน์พื้นบ้านของข่าก็จะสามารถนำข้อมูลจากงานวิจัยไปจัดทำฐานข้อมูลเพื่อพัฒนาและสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเกษตรกร และสามารถเพิ่มทางเลือกในการใช้ประโยชน์จากส่วนเหลือใช้ของข่า เพื่อนำไปสู่การสกัดสารเพื่อใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ หรือใช้เป็นข้อมูลในการนำมาใช้บ่งชี้ความแตกต่างของข่าที่ปลูกในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ รวมไปถึงนำไปใช้ประโยชน์ในการทำวัสดุดูดซับของเส้นใยจากต้นข่าต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความหลากหลายของชนิดและการใช้ประโยชน์ของข่าในจังหวัดสมุทรปราการ
2. หาสารสำคัญ และปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ ใน เหง้า ใบ ลำต้นเทียม และดอก ของข่าแดงและข่าหลวง
3. ศึกษาปริมาณเส้นใย คุณสมบัติเชิงกล และสมบัติการอุ้มน้ำของเส้นใยลำต้นเทียมของข่าในแต่ละพื้นที่ปลูกของจังหวัดสมุทรปราการ

สมมติฐานของการวิจัย

1. ชนิดข่าที่ปลูกในแต่ละพื้นที่ของจังหวัดสมุทรปราการมีความแตกต่างกัน
2. สารสำคัญและปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในส่วนต่าง ๆ (เหง้า ลำต้นเทียม ใบ และดอก) ของข่าแดงและข่าหลวง มีความแตกต่างกัน
3. ปริมาณเส้นใย คุณสมบัติเชิงกล และสมบัติการอุ้มน้ำของเส้นใยลำต้นเทียมของแต่ละพื้นที่ปลูกของจังหวัดสมุทรปราการ ต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

จังหวัดสมุทรปราการมีการปลูกข่า มากเป็นอันดับสอง ของพื้นที่ที่ทำการเกษตร ยังไม่มีการรายงานข้อมูลชนิดข่าที่ปลูกในแต่ละพื้นที่ เบื้องต้นทราบเพียงชนิดข่าหยวก ที่มีการปลูกมากเพื่อการค้า ผู้วิจัยศึกษาความหลากหลายของชนิดและการใช้ประโยชน์พื้นบ้านของข่า และศึกษาแนวทางการใช้ประโยชน์จากลำต้นเหลือทิ้ง โดยเตรียมเส้นใยจากลำต้นเทียมข่า และวิเคราะห์คุณภาพเชิงกลของเส้นใยที่ได้ในแต่ละชนิด เปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลเมตาโบไลต์ เพื่อใช้ศึกษา

พืชมะเดื่อโมเลกุลของข้าว ในส่วนของเหง้าแก่ เหง้าอ่อน ต้น ใบ และดอก ระหว่างตัวอย่างข้าวหลวง และข้าวแดง ที่ปลูกในพื้นที่ต่าง ๆ จังหวัดสมุทรปราการ เพื่อนำไปสู่การหาแนวทางการใช้ประโยชน์ ของส่วนต่าง ๆ ของข้าวต่อไป ซึ่งจากงานวิจัยจะได้องค์ความรู้ในด้านชนิด และสารสำคัญ และมีแนวทางการใช้ประโยชน์จากสารสำคัญและเส้นใยต้นข้าวเพื่อเป็นการลดสิ่งเหลือทิ้งทางการเกษตรและเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจให้เกษตรกรผู้ปลูกข้าวในพื้นที่

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงความหลากหลายของชนิดและการใช้ประโยชน์ของข้าวในจังหวัดสมุทรปราการ
2. ทราบสารสำคัญที่เป็นองค์ประกอบทางเคมีในข้าวแต่ละส่วน และแบบแผนการใช้ประโยชน์ของสารต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบในส่วนนั้น ๆ ของข้าว เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจให้เกษตรกรผู้ปลูกข้าวในพื้นที่ และผู้แปรรูปได้
3. ทราบวิธีการเตรียมเส้นใยจากลำต้นเทียมข้าว รวมถึงคุณสมบัติเชิงกลและสมบัติการการดูดซึมน้ำของเส้นใยข้าวที่เตรียมได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ข่าเป็นพืชที่อยู่วงศ์เดียวกับขมิ้นและขิง โดยลักษณะเด่นของพืชวงศ์นี้คือ การมีน้ำมันหอมระเหยอยู่ในทุกส่วนโดยเฉพาะส่วนของเหง้า ข่าชอบขึ้นอยู่ในภูมิอากาศร้อนชื้นจึงมีศูนย์กลางการกระจายพันธุ์อยู่ในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ สามารถพบข่าได้ทั่วไปในไทย พม่า ลาว กัมพูชา เวียดนาม ฟิลิปปินส์ มาเลเซีย สิงคโปร์ และอินโดนีเซีย โดยประชาชนของทุกประเทศในเขตนี้รู้จักใช้ประโยชน์จากข่ากันมาช้านาน เนื่องจากข่าเป็นพืชที่ปลูกขึ้นง่าย ทนทาน มีขั้นตอนในการดูแลไม่ยุ่งยาก อายุยืนยาว สามารถขุดมากินหรือนำมาใช้ได้ตลอดทั้งปี [4]

อนุกรมวิธานของข่า

การศึกษาฐานวิธานหรือโครงสร้างภายนอกของพืชได้แก่ ราก ลำต้นเทียม ใบ ดอก และผล มีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการศึกษาด้านอนุกรมวิธานพืช เนื่องจากพืชเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่มีจำนวนมากและมีความหลากหลายสูง [5] สำหรับข่าเป็นพืชที่อยู่ในสกุล *Alpinia* Roxb. จัดอยู่ในวงศ์ขิง (ZINGIBERACEAE) มีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ดังนี้

ลักษณะวิสัย : เป็นไม้ล้มลุกหลายปี (perennial herb)

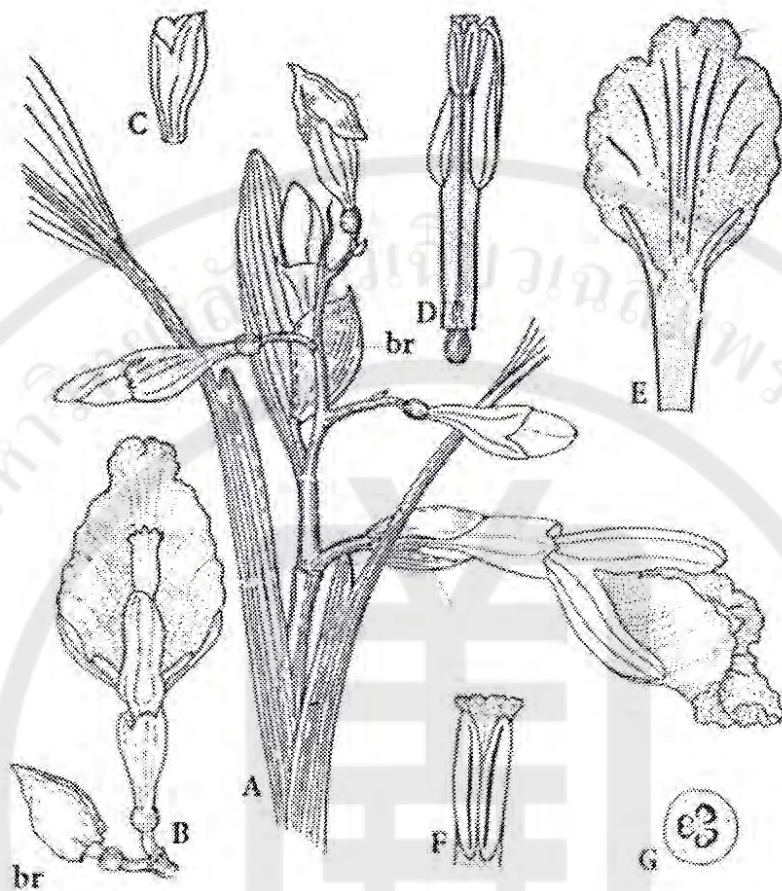
รากและลำต้น : มีรากฝอย ไม่มีรากสะสมอาหาร มีลำต้นใต้ดินเป็นเหง้า (rhizome) เจริญทอดนอนเลื้อย ขนานกับผิวดิน เห็นข้อและปล้องชัดเจน

ใบ : กาบใบเรียงซ้อนกันคล้ายลำต้นเทียม (pseudostem) ตั้งตรงเหนือดิน ใบเดี่ยว เรียงสลับ ปลายแหลม เรียวแหลม ยาวคล้ายหาง หรือเป็นดิ่งหนาม โคนสอบเรียว รูปกลม หรือเบี้ยว ขอบเป็นคลื่นหรือเรียบ แผ่นใบเกลี้ยง

ดอก : ช่อดอกออกที่ปลายยอด ดอกเรียงห่าง ๆ บนแกนกลางช่อดอก ช่อดอกคล้ายช่อเชิงลดหรือช่อดอกแบบช่อแยกแขนง ใบประดับมักมีขนาดเล็ก บางครั้งมีขนาดใหญ่ หรือไม่มีใบประดับ ใบประดับมีหลายสี เช่น สีขาว เขียว แดง หรือชมพู ใบประดับย่อยเปิดถึงด้านล่างหรือเป็นรูปหลอด พบน้อยที่เป็นรูปคู่หรือไม่มีใบประดับย่อย ใบประดับย่อยร่วงง่ายหรือติดทน ดอกสมบูรณ์เพศ สีขาว ชมพู แดง หรือเหลือง แต่ละดอกประกอบด้วย กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรเพศผู้ และ เกสรเพศเมีย

(ภาพที่ 2.1)

- กลีบเลี้ยงโคนเชื่อมติดกันเป็นหลอด ปลายแยกเป็นแฉกลิ้น เกสรหรือมีขนสั้นนุ่ม
 - กลีบดอก หลอดกลีบดอกรูปทรงกระบอก ยาวใกล้เคียงหรือสั้นกว่ากลีบเลี้ยง ปลายแยกแฉก แฉกบน (dorsal corolla lobe) รูปขอบขนานหรือรูปขอบขนานแกมรูปใบแถบ มักเป็นรูปคุ่ม และแฉกข้าง (lateral corolla lobes) มักมีขนาดเล็กกว่าแฉกบน
 - เกสรเพศผู้ : เกสรเพศผู้เป็นหมันคู่ข้าง (lateral staminodes) มีขนาดเล็ก สีขาวหรือสีแดง บางชนิดไม่มีเกสรเพศผู้เป็นหมันคู่ข้าง เกสรเพศผู้เป็นหมันเปลี่ยนแปลงเป็นกลีบปาก (labellum) คล้ายกลีบดอก ส่วนมากเห็นได้ชัดเจน มักมีขนาดใหญ่กว่ากลีบดอกและสีสดใสสวยงาม บางครั้งเห็นได้ไม่ชัด ขอบหยักหรือเรียบ เกสรเพศผู้ที่สมบูรณ์ (stamen) มีก้านชูอับเรณูพัฒนาดี อับเรณูมีสันหรือไม่มี
 - เกสรเพศเมีย : รังไข่มักมี 3 ช่อง มีพลาเซนทารอบแกนร่วม (axile placentation) ก้านเกสรเพศเมียเรียว ยอดเกสรเพศเมียรูปถ้วยหรือรูปทรงกรวย
- ผล : แบบผลแห้งแตก รูปทรงกลม ทรงรูปไข่ หรือรูปทรงรีแคบ สีเขียว แดง ส้ม เหลือง หรือดำ เมล็ดสีดำ มักเป็นเหลี่ยม [6-8]



ภาพที่ 2.1 แสดงลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกข่าในเผ่า Alpinieae จากตัวอย่างของ *Alpinia glabra* (A) ช่อดอก (B) ช่อดอกย่อย (C) กลีบเลี้ยง (D), (E) แสดงภาพดอกที่มีการตัดแยก (D) ดอกที่มีรังไข่ หลอดกลีบดอก เกสรเพศผู้ที่สมบูรณ์ และกลีบดอกกลีบบน (dorsal petal) (E) เกสรเพศผู้เป็นหมันเปลี่ยนแปลงเป็นกลีบปาก (labellum) และเกสรเพศผู้เป็นหมันคู่ข้าง (lateral staminodes) (F) อับเรณู (G) รังไข่ [9]

ประโยชน์ของข่า

ข่าเป็นพืชที่มีประโยชน์และอยู่คู่กับวิถีชีวิตของคนไทยมาอย่างช้านาน โดยคนไทยมีการกินและใช้ข่าในหลากหลายรูปแบบ เช่น

1. พืชอาหารและเครื่องเทศ มีการนำลำต้นใต้ดินหรือเหง้าที่สามารถขูดมาใช้ได้ตลอดปีมาเป็นองค์ประกอบของอาหารเพื่อบดกลิ่นคาวและแต่งกลิ่นรสของอาหารให้มีกลิ่นหอมชวนรับประทาน เช่น ข่าหลวง (*Alpinia galanga* (L.) Willd.) ข่าแดง (*Alpinia siamensis* K. Schum.) หรือข่าลิง (*Alpinia conchigera* Griff.) โดยใช้เหง้าใส่ลงไปต้มยำ ต้มข่า ต้มแซบ ใส่ในหม้อก๋วยเตี๋ยว เครื่องแกง น้ำพริกต่าง ๆ นอกจากนี้ยังมีการนำหน่อข่า ดอกข่า มาลวกจิ้มน้ำพริก หรือนำมาเป็นผักแกล้ม ใส่ในข้าวยาของคนใต้ เป็นต้น

2. พืชสมุนไพร เนื่องจาก ข่า มีรสเผ็ดปร่า มีน้ำมันหอมระเหย มีกลิ่นหอมฉุนรุนแรง ดังนั้นจึงมีการใช้ข่าเป็นยารักษาอาการเจ็บป่วยในระบบต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น

- ระบบทางเดินอาหาร ข่าช่วยย่อย ช่วยขับลม แก้อาการจุกเสียด แน่นท้อง แก้อาการปวดท้อง ข่าน้ำดี แก้อาการอื่น เช่น ข่าเล็ก (*Alpinia officinarum* Hance) ข่าตาแดง (*Alpinia nigra* (Gaertn.) B.L. Burt) ข่าคม (*Alpinia zerumbet* (Pers.) Burt & R.M.Sm.) ดังนั้นเมื่อมีอาการจุกเสียด แน่นท้อง ปวดท้อง สามารถนำข่ามาทำเป็นยาผง ยาลูกกลอน ยาต้ม ยาขงกิน หรือนำข่ามาตำ หรือฝนกับเหล้ากินเพื่อรักษาอาการดังกล่าว

- ระบบทางเดินหายใจ ข่าช่วยแก้ไอ แก้หวัด แก้หอบหืด ลดน้ำมูก เนื่องจากมีรสร้อน จึงเหมาะที่จะรักษาหวัดได้ เช่น ข่าหลวง (*A. galanga*) ข่าเล็ก (*A. officinarum*) โดยนำข่ามาต้มกับน้ำ แล้วกินเพื่อแก้หวัด ลดน้ำมูก สำหรับอาการไอ นิยมฝนข่ากับน้ำผึ้งกินเพื่อกัดเสมหะ โดยอาจใส่น้ำมันมะนาวกับเกลือลงไปเล็กน้อย นอกจากนี้ข่ายังช่วยขยายหลอดลมได้อีกด้วย

- ระบบหัวใจและหลอดเลือด เนื่องจากข่าเป็นยาร้อนส่งผลให้เลือดมีการไหลเวียนได้ดี มีกำลังวังชา ช่วยขับเลือดเสียในหญิงหลังคลอด ช่วยขับเหงื่อ เช่น ข่าหลวง (*A. galanga*) ข่าแดง (*A. siamensis*)

- ระบบประสาท ข่าช่วยลดอาการปวดเมื่อยตามตัว ปวดข้อ ปวดฟัน รำมะนาด ปวดท้อง ปวดประจำเดือน รวมทั้งอาการปวดบวม เช่น ข่าหลวง (*A. galanga*) ข่าลิง (*Alpinia conchigera* Griff.) ข่าแดง (*A. siamensis*) โดยหากมีอาการเท้าแพลง ปวดกล้ามเนื้อ หรือนำข่ามาตำแล้วพอกบริเวณที่มีอาการ จากคุณสมบัติดังกล่าวจะพบว่าข่าเป็นส่วนประกอบสำคัญของยาากิน ยาประคบ อบอาบ พอก เพื่อลดอาการปวดและอักเสบ

- ระบบผิวหนัง ข่าแก้ลมพิษ แก้ผดผื่นคัน แก้กลากเกลื้อน แผลสดกัดต่อย เช่น ข่าหลวง (*A. galanga*) ข่าคม (*A. zerumbet*) ข่าตาแดง (*A. nigra*) ซึ่งการใช้ข่าเพื่อรักษาอาการเหล่านี้ควรใช้ข่าแก่เท่านั้นจึงจะได้ผลดี วิธีการใช้คือ นำข่าแก่ตำใส่เหล้าขาวทาบริเวณที่เป็น แต่สำหรับการรักษาอาการแผลสดกัดต่อยให้นำข่ามาฝนกับน้ำมันแล้วทาบริเวณที่มีอาการ

ปัจจุบันมีผลการวิจัยที่เป็นหลักฐานสนับสนุนสรรพคุณทางยาของข่าว่ามีสรรพคุณแก้ปวด แก้อักเสบได้ดีมาก และยังมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ต้านมะเร็ง ต้านเนื้องอก ขยายหลอดลม และน้ำมันหอมระเหยในข่ามีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา ดังนั้นจึงมีหลายหน่วยงานที่นำสารสกัดจากข่ามาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ อาทิเช่น โรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศร ได้มีการผลิตสเปรย์ข่าที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียและรา ช่วยดับกลิ่นอับ กลิ่นไม่พึงประสงค์ กระตุ้นการไหลเวียนของเลือดที่เท้า ทำให้เท้ามีสุขภาพดี

3. ด้านอื่น ๆ โดยในปัจจุบันมีการนำเข้ามาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ มากมาย รวมทั้งนำมาใช้ในภาคอุตสาหกรรม เช่น เครื่องสำอาง สบู่ สารสกัดน้ำมันหอมระเหย ผลิตภัณฑ์สำหรับฆ่าแมลง

จากประโยชน์ของชาที่ได้กล่าวมาจะเห็นว่าชามีคุณค่าทางเศรษฐกิจซึ่งควรค่าต่อการอนุรักษ์และนำมาใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน ดังนั้นจึงควรปลูกฝังให้คนไทยได้รู้จักและเห็นคุณค่าของชา ในขณะเดียวกันควรนำเข้ามาพัฒนาเพื่อปรับปรุงชนิดและต่อยอดองค์ความรู้จากปราชญ์ชาวบ้าน อันจะนำมาซึ่งการอนุรักษ์ และการพัฒนาอย่างยั่งยืน รวมถึงสามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรและชุมชนในท้องถิ่นต่อไป [4, 7, 10-12]

การศึกษาชาในประเทศไทย

ชาเป็นสกุลที่มีจำนวนชนิดมากที่สุดในวงศ์ขิง โดยทั่วโลกมีมากกว่า 250 ชนิด สำหรับในประเทศไทยมีการศึกษาด้านอนุกรมวิธานของพืชสกุลชาในปี ค.ศ.1996 โดย Larsen [13] ได้รวบรวมรายชื่อของพืชสกุลชาได้ทั้งหมด 13 ชนิด ต่อมาในปี ค.ศ. 2006 Saensouk [14] ได้ศึกษาเพิ่มเติมโดยจัดทำรูปวิธาน (key) พบ 18 ชนิด สำหรับการศึกษาชนิดของชาที่พบในประเทศไทยได้มีการกล่าวถึงข้อมูลทางพฤกษศาสตร์ของชาที่พบรวมถึงการใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ไว้ เช่น

1. ชาหลวง (Kha Luang)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Alpinia galanga* (L.) Willd.

ชื่อวงศ์ ZINGIBERACEAE

ชื่อสามัญ Greater Galangal, Galangal

ชื่ออื่น ชาหยวก, ชาหลวง, สะเออเคย, สะเอเซย, กัญจกโรหิติน, ชาตาแดง

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ต้น : ไม้ล้มลุก อายุหลายปี มีลำต้นใต้ดินประเภทไรโซม เรียงเหง้า เห็นข้อและปล้องชัดเจน มีลักษณะค่อนข้างกลม เจริญเติบโตชานานกับพื้นดินและแตกแขนงเป็นแง่ง ลำต้นเทียมเหนือดิน คือ ส่วนของกาบใบที่หุ้มซ้อนทับกัน มีสีเขียว ทรงกระบอกกลม สูงประมาณ 1.5-2 เมตร เนื้อในมีสีเหลืองและมีกลิ่นหอมเฉพาะ

ใบ : ใบเดี่ยว เรียงสลับ รูปใบหอกแกมรูปขอบขนาน โคนใบสอบ ปลายใบเรียวแหลม ขอบใบเรียบ มีขนเล็กน้อย กว้าง 7-9 ซม. ยาว 20-40 ซม.

ดอก : ช่อดอกออกที่ยอด ดอกย่อยมีขนาดเล็ก กลีบเลี้ยงสีเขียวอ่อน โคนติดกันเป็นหลอดสั้น ๆ ปลายแยกเป็น 3 แฉก กลีบดอกสีขาวหรือสีขาวอมเขียว โคนติดกันเป็นหลอดสั้น ๆ

ปลายแยกเป็น 3 แฉก อับเรณู (anther) มีลักษณะคล้ายเมล็ดถั่วประกบกัน สีเหลือง รังไข่ (ovary) อยู่ใต้วงกลีบ (ภาพที่ 2.2)

ผล : ผลแห้งแตกได้ ลักษณะกลม ผลสุกสีส้มหรือแดง เมล็ด รูปรีหรือรูปไข่ มีเยื่อบาง ๆ หุ้ม
ประโยชน์ทางยา
ส่วนที่ใช้

เหง้า ต้น ใบ ดอก ผล ราก น้ำมันหอมระเหย

สรรพคุณ

เหง้า : ขับเลือดเสีย ขับน้ำเหลือง แก้ท้องอืดท้องเฟ้อ แก้จุกเสียด แก้ปวดท้อง บำรุงธาตุ บำรุงโลหิต แก้ฟกช้ำบวม แก้कुทูทะราด รักษาแผลพุพอง แก้คัน แก้โรคผิวหนัง กลากเกลื้อน รักษาอาการหวัด โรค แก้เหน็บชา แก้ลมพิษ แก้บาดทะยัก ปากมดลูก

ลำต้น : แก้ปวดเมื่อย แก้กระษัย

ใบ : ใช้ทารักษากลากเกลื้อน กระจับปักษ์ไข้ แก้กระหายน้ำ แก้มือเท้าตาย แก้ลม อัมพฤกษ์ แก้เสมหะ แก้โรคหลอดลมอักเสบ แก้ตกเลือดหลังคลอด แก้ลมแน่นอก แก้หอบ แก้สวิงสวาย

ดอก : แก้เกลื้อน ขับผายลมในลำไส้

ผล : ช่วยย่อยอาหาร แก้ปวดท้อง

ราก : รักษาแผลในกระเพาะอาหาร แก้เหน็บชา แก้กระษัย แก้เส้นเอ็นพิการ แก้พิษโลหิต แก้บิด น้ำมันหอมระเหย ขับลม แก้โรคกระเพาะ ขับเสมหะ แก้หลอดลมอักเสบ ลดการเกร็ง กล้ามเนื้อเรียบ ต้านวันโรค

รสดังยา

กลิ่นหอมฉุน มีรสเผ็ดร้อน

ภูมิปัญญาหมอพื้นบ้าน

เหง้าแก่แห้งหรือสด นำมาโขลกแล้วคั้นกับน้ำส้มมะขามเปียกและเกลือประมาณ 1 ชาม ให้ผู้หญิงที่คลอดบุตรใหม่ ๆ กินเป็นยาขับโลหิตที่เน่าในมดลูกและช่วยขับลมในลำไส้ นอกจากนี้ยังใช้เป็นยารักษาบาดทะยักปากมดลูกด้วย

ประโยชน์อื่น ๆ

เหง้าสดอ่อนและแก่สามารถนำมาปรุงอาหารเพื่อดับกลิ่นคาว หรือใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องแกง เหง้าและหน่ออ่อนนำมาลวกและต้มเป็นผักสมุนไพรจิ้มน้ำพริก

รายงานการวิจัย

สารเคมีที่พบ

- เหง้า : 5,7-dihydroxyflavone, 1'-acetoxychavicol acetate, 1'-acetoxyeugenol acetate, Trans-cinnamic acid

- ราก : Acetoxychavicol acetate, hydroxychavicol acetate, (E)-8 β ,17-epoxylabd-12-ene-15, 16-dial

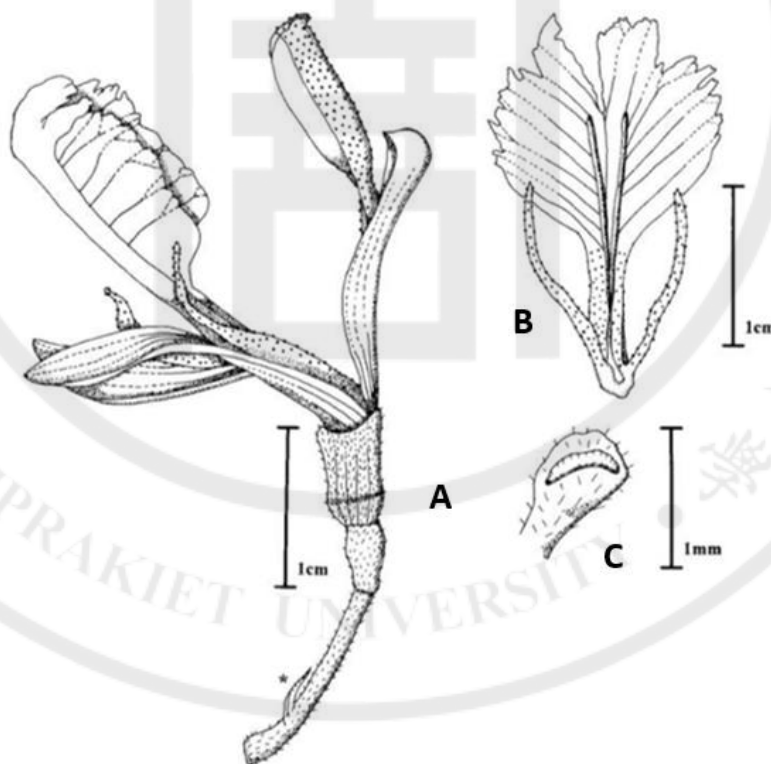
- ใบ : 1'-acetoxychavicol acetate, essential oil

- ดอก : Acetoxyeugenol acetate

- ผล : Labdane-type diterpenes และ galangal diterpenes A-C (1-3)

- เมล็ด : 1'-acetoxychavicol acetate, 1'-acetoxyeugenol, (2R, 3S)-pinobanksin-3-cinnamate (PNC)

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา : ยับยั้งอนุมูลอิสระ ลดการบีบตัวของลำไส้ ไส้ยุ่ง ไส้แมลง
ต้านการอักเสบ ต้านมะเร็ง [6-7, 15-16]



ภาพที่ 2.2 แสดงลักษณะสัณฐานวิทยาของ *A. galanga* (A) ดอกย่อย (B) กลีบปาก (C) ยอดเกสร
เพศเมีย [17]

2. ชำคม (Kha Khom)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Alpinia zerumbet* (Pers.) Burt & R.M.Sm.

ชื่อวงศ์ ZINGIBERACEAE

ชื่อสามัญ -

ชื่ออื่น ชำคม (พิษณุโลก)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ต้น : ไม้ล้มลุก อายุหลายปี มีลำต้นใต้ดินเป็นเหง้า เห็นข้อและปล้องชัดเจน มีส่วนคอดกั้วแล้วขยายใหญ่ต่อเนื่องกัน ขนานไปกับพื้น เหง้าอ่อนมีสีเหลืองอ่อนออกขาว ส่วนปลายมีสีขาว เหง้าแก่มีสีเหลืองอมน้ำตาลเป็นมัน เนื้อในสีเหลืองอ่อนถึงเหลือง ส่วนของกาบใบหุ้มซ้อนทับกัน สีเขียว มีลักษณะกลม เรียว เรียกลำต้นเทียม มีความสูงประมาณ 250-300 ซม.

ใบ : ใบเดี่ยว เรียงสลับ โคนใบมน สอบเรียวแล้วขยายใหญ่เป็นรูปใบหอกยาว หรือรูปขอบขนาน ปลายใบเรียวแหลม ขอบใบเรียบ บิดงอเป็นคลื่น มีขนละเอียดสีขาว หนาแน่นทั้งสองด้านกว้าง 12-18 ซม. ยาว 30-45 ซม.

ดอก : ช่อดอกออกที่ปลายสุดของต้น มีความยาวช่อประมาณ 20-30 ซม. ประกอบด้วยดอกย่อยจำนวน 20-30 ดอก กลีบดอกสีขาว มีแถบสีเหลืองส้มตรงกลางกลีบ

ผล : ผลกลมออกแป้นเล็กน้อย เมื่ออ่อนมีสีเขียว และเมื่อแก่จะเป็นสีเหลืองอมส้ม เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3 ซม. แยกเป็น 3 พู ด้านในสีขาว มีเยื่อหุ้มกลุ่มเมล็ดทำให้แยกเป็น 3 พู เช่นเดียวกับเปลือกนอก เมล็ดในเยื่อหุ้มของแต่ละพู (แต่ละเมล็ดมีเยื่อหุ้มอีกชั้น) มีอยู่ประมาณ 10-13 เมล็ด ที่เปลือกค่อนข้างแข็ง ลักษณะเป็นเหลี่ยมมน สีน้ำตาลอมดำ

ราก : มีขนาดใหญ่ ปลายเรียว เกิดที่บริเวณโคนต้นและส่วนล่างของเหง้าหรือแง

ประโยชน์ทางยา

ส่วนที่ใช้

เหง้าหรือแง ลำต้นเทียม และใบ

สรรพคุณ

เหง้า : แก้อาการท้องอืดท้องเฟ้อ จุกเสียดแน่น

ต้น : แก้บิด

ใบ : แก้กกลากเกลื้อน ปวดเมื่อยตามข้อ กำจัดพยาธิ

รสดังยา

เหง้า : รสจืดซ่า รสขื่น มีกลิ่นฉุนและเหม็นเขียวเล็กน้อย

ต้น : รสจืด ขม และเผ็ดเล็กน้อย

ภูมิปัญญาหมอพื้นบ้าน

เหง้า : ต้มน้ำดื่มแก้อาการท้องอืดท้องเฟ้อ แน่น จุกเสียด

ใบ : ต้มน้ำนำมาอาบแก้ปวดเมื่อยตามข้อ หรือโขลกเอาน้ำและกากนำไปพอก
เพื่อรักษากลากเกลื้อนและกำจัดพยาธิ

ประโยชน์อื่น ๆ -

รายงานผลการวิจัย

สารเคมีที่พบ : Flavonoids, Phenolic acids, Phenylpropanoids, Sterols,
Terpenoids

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา : ด้านอนุมูลอิสระ [7, 18-20]

3. ข่าตาแดง (Kha Ta Dang)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Alpinia nigra* (Gaertn.) B.L. Burtt

ชื่อวงศ์ ZINGIBERACEAE

ชื่อสามัญ galangal

ชื่ออื่น ข่า (ทั่วไป) ข่าเล็ก (ใต้) ข่าตาแดง ข่าหน่อแดง ข่าแดง (อีสาน)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ต้น : ไม้ล้มลุก อายุหลายปี มีลำต้นใต้ดินประเภทไรโซม เรียกเหง้าหรือแง่ง
เจริญเติบโตแตกเป็นกอขยายแผ่กระจายในพื้นที่ เหง้ามีลักษณะค่อนข้างกลม เห็นข้อและปล้องชัดเจน
เหง้ามีส่วนคอดหรือคอดกึ่งแล้วขยายใหญ่ติดต่อกัน ขนานไปกับพื้น ลำต้นเหนือดินตั้งตรง สูงประมาณ
150-300 ซม. โคนต้นสีแดงเมื่อแตกตาหรือหน่อใหม่จะมีสีแดงจัด จึงเรียกว่าข่าตาแดง ข่าหน่อแดง
หรือข่าแดง

ใบ : ใบเดี่ยว เรียงสลับ ใบรูปใบหอก รูปวงรีหรือเกือบขอบขนาน โคนใบสอบ
ปลายใบเรียวแหลม ขอบใบเรียบ มีขนเล็กน้อย ใบมีขนาดเล็กจนถึงมีขนาดใหญ่ มีความกว้างประมาณ
6-10 ซม. และยาวประมาณ 10-35 ซม. กาบใบที่อยู่ปลายสุดของต้นที่ออกดอกจะขยายใหญ่หุ้มข้อ
ดอก

ดอก : ดอกช่อ ออกที่ยอด ยาวประมาณ 25 ซม. กลีบดอกสีชมพูอ่อนจำนวน 3
กลีบ มีโคนติดกันเป็นหลอดสั้น ๆ ปลายแยกเป็น 3 กลีบ กลีบใหญ่สุดมีริ้วสีแดง อับเรณูของเกสรเพศ
ผู้มีสีเหลือง ปลายกลวง มียอดเกสรเพศเมียสีขาวโผล่ยื่นออกมาเล็กน้อย หรือแยกออกมา ฝังไขอยู่ใต้วง
กลีบ (ภาพที่ 2.3)

ประโยชน์ทางยา

ส่วนที่ใช้

เหง้า ต้น ดอก ใบ

สรรพคุณ

เหง้า : ใช้รับประทานขับลมให้กระจาย บรรเทาอาการฟกช้ำ บวม และรักษา

อาการพิษ

ต้น : ใช้รักษาบิด ชนิดที่ตกเป็นโลหิต

ใบ : ใช้ทารักษากลาก

ดอก : ใช้ทารักษาเกลื้อน

รสทางยา

รสขม เผ็ดร้อน มีกลิ่นหอมฉุนกว่าชำใหญ่

ภูมิปัญญาหมอพื้นบ้าน

เหง้าแก่สดหรือแห้ง นำมาโขลกคั้นกับน้ำส้มมะขามเปียกและเกลือประมาณ 1 ชาม ให้หญิงที่คลอดบุตรใหม่ ๆ กินเป็นยาขับโลหิตที่เน่าในมดลูกและช่วยขับลมในลำไส้ นอกจากนี้ยังใช้เป็นยาระบาย รักษาบาดทะยักมดลูกด้วย

ประโยชน์อื่น ๆ

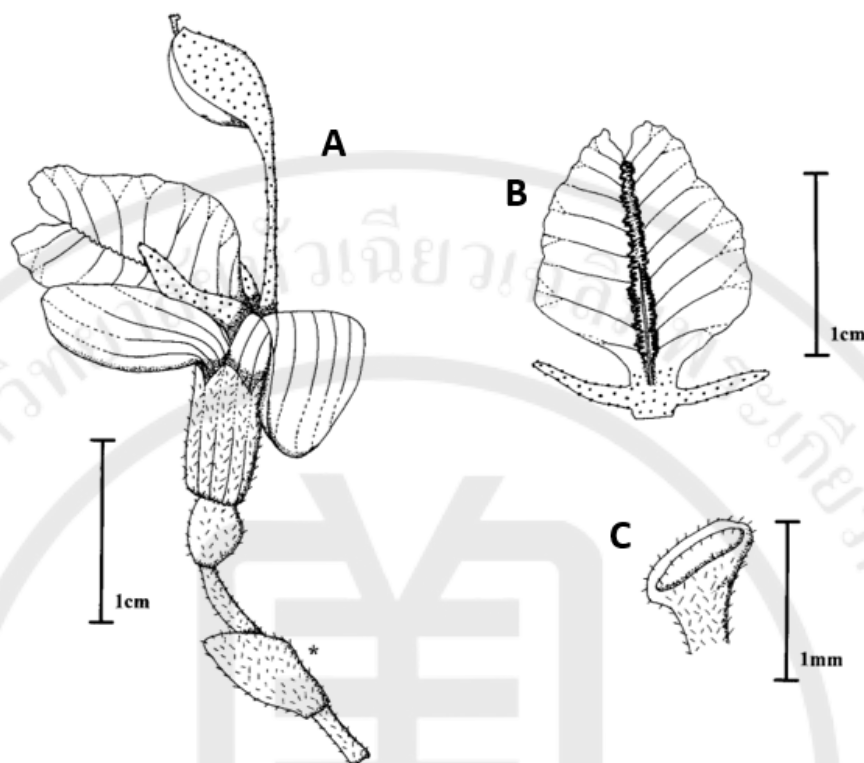
เหง้าสดอ่อนและแก่สามารถนำมาปรุงอาหารเพื่อดับกลิ่นคาว หรือใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องแกง เหง้าและหน่ออ่อนนำมาลวกและต้มเป็นผักสมุนไพรจิ้มน้ำพริก

รายงานการวิจัย

รายงานผลการวิจัย

สารเคมีที่พบ : β - Pinene, *trans*-Isolimonene, Limonene, 1,8-Cineole, Isoborneol, Pinocarvone, δ -terpineol, Borneol, *cis*-Pinocarveol, Myrtenol, β - Cubebene, Caryophyllene, α - Humulene, Valencene, α - Selinene, α - Farnesene, Nerolidol (Z), Caryophyllene oxide, Humulene epoxide II

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา : น้ำมันหอมระเหยมีฤทธิ์ต้านเชื้อรา เช่น กลาก เกลื้อน ช่วยบรรเทาอาการปวดเมื่อยของกล้ามเนื้อ มีฤทธิ์ในการขับลม บรรเทาอาการท้องอืด ท้องเฟ้อ [7, 21-24]



ภาพที่ 2.3 แสดงลักษณะสัณฐานวิทยาของ *A. nigra* (A) ดอกย่อย (B) กลีบปาก (C) ยอดเกสรเพศ
เมีย [17]

4. ข่าลิง (Kha Ling)

ชื่อวิทยาศาสตร์

Alpinia conchigera Griff.

ชื่อวงศ์

ZINGIBERACEAE

ชื่อสามัญ

-

ชื่ออื่น

ข่าลิง ข่าป่า ข่าน้อย (นครราชสีมา, ใต้) กูวะกือตึง (มาเลเซีย-นราธิวาส)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ต้น : ไม้ล้มลุก อายุหลายปี ลำต้นใต้ดินเป็นเหง้า เจริญเติบโตเป็นกอ เหง้ามีขนาดเล็ก ลักษณะกลมยาว และมีส่วนคอดแล้วขยายใหญ่ติดต่อกันเป็นเหง้าที่ยาวแตกขนานไปกับพื้น กาบใบเรียงซ้อนกันเป็นลำต้นเทียมสูงประมาณ 120-155 ซม. เมื่อเป็นหน่ออ่อนจะมีสีขาว มีแถบด้านข้างและปลายสีแดงหรือม่วงแดง

ใบ : ใบเดี่ยว เรียงสลับ ใบรูปใบหอกแกมรูปขอบขนาน โคนใบสอบ ปลายใบเรียวแหลม ขอบใบเรียบ กว้างประมาณ 1.5-4 ซม. ยาวประมาณ 15-30 ซม.

ดอก : ช่อดอกมีขนาดเล็ก ยาวประมาณ 12-20 ซม. ที่โคนก้านดอกย่อยดอกแรกมี
กาบหุ้มเล็ก ๆ สีนํ้าตาล กลีบเลี้ยงโคนติดกันเป็นหลอดยาว กลีบดอกสีเหลืองอ่อน โคนติดกันเป็น
หลอดยาว ปลายแยกเป็น 3 แฉก เกสรเพศผู้ประกอบด้วยก้านชูอับเรณูโค้งเล็กน้อย และอับเรณูมี
ลักษณะคล้ายรูปไตประกบกัน รังไข่อยู่ใต้วงกลีบ มีลักษณะค่อนข้างกลม (ภาพที่ 2.4)

ผล : ผลแห้ง รูปร่างกลม สีแดงสด เมล็ดมีกลิ่นฉุน

ประโยชน์ทางยา

ส่วนที่ใช้

เหง้า ใบ ดอก ราก

สรรพคุณ

เหง้า : แก้ปวดงอก รักษาการโรค รักษาโรคผิวหนัง แก้จุดเสียดแน่นเพื่อ

ใบ : รักษาโรคกลากเกลื้อน

ดอก : ขับพยาธิ แก้ปวด

ราก : แก้พิษฝี รักษาโรคกลากเกลื้อน

รสทางยา

รสจืด เผ็ดร้อน มีกลิ่นหอมอ่อน ๆ

ภูมิปัญญาหมอพื้นบ้าน

ใช้เหง้าฝนกับสุราจีนแก้ปวดท้อง จุกเสียด แน่นเพื่อ

ประโยชน์อื่น ๆ

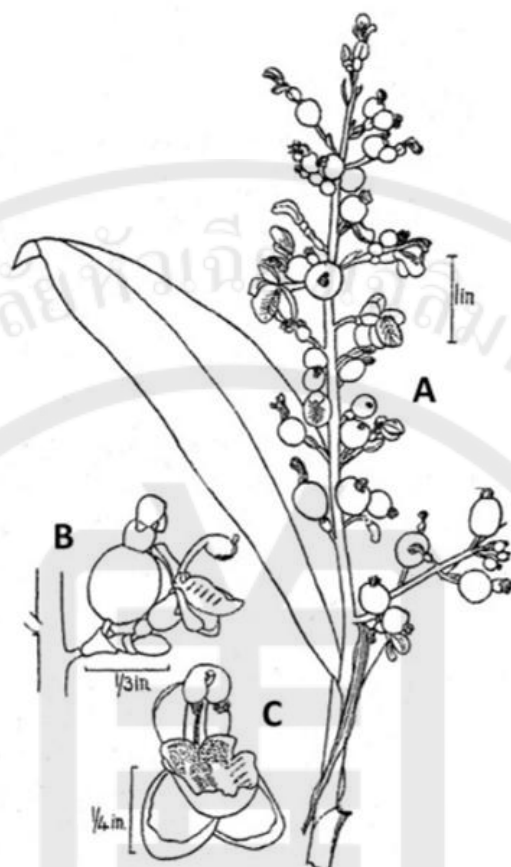
- ใช้เหง้าผสมแป้งทำเหล้า หรือต้มเอานํ้ามาผสมกับเหล้าทำให้มีกลิ่นฉุน

- หน่ออ่อนมาลวก ต้ม จิ้มนํ้าพริกได้

รายงานการวิจัย

สารเคมีที่พบ : 1'-acetoxychavicol acetate, *trans*-*p*-coumaryl diacetate,
p-hydroxycinnamyl acetate, *p*-hydroxybenzaldehyde, 1'-hydroxychavicol acetate,
Stigmasterol, β -sitosterol, nonacosane

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา : ด้านอนุมูลอิสระ [7, 25-27]



ภาพที่ 2.4 แสดงลักษณะสัณฐานวิทยาของ *A. conchigera*
 (A) ใบและช่อดอกที่ติดผล (B) กิ่งที่มีช่อดอกย่อยที่ติดผล (C) ดอกย่อย [26]

5. ข่าเล็ก (Kha Lek)

ชื่อวิทยาศาสตร์

Alpinia officinarum Hance

ชื่อวงศ์

ZINGIBERACEAE

ชื่อสามัญ

Galangal minor, Lesser galangal

ชื่ออื่น

ข่าน้อย ข่าเมืองจีน (กลาง) ข่าน้ำ (กาฬสินธุ์)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ต้น : ไม้ล้มลุก อายุหลายปี ลำต้นใต้ดินเป็นเหง้า เห็นข้อปล้องชัดเจน เจริญเติบโตเป็นกอ เหง้ามีขนาดเล็ก ลักษณะกลมยาว มีส่วนคอดแล้วขยายใหญ่ติดต่อกัน ขนานไปกับพื้นดิน เหง้าไม่แข็งเหมือนข่าอื่น ๆ เหี่ยวแห้งได้ง่าย เนื้อในสีขาวหรือขาวเหลือง มีเส้น มีลำต้นเทียมที่เกิดจากกาบใบเรียงซ้อนกันแน่นชูเหนือดิน สูงประมาณ 80-150 ซม.

ใบ : ใบเดี่ยว เรียงสลับ ใบรูปไข่ถึงรูปขอบขนาน โคนใบสอบ ปลายใบเรียวแหลม ขอบใบเรียบ ใบขนาดเล็ก กว้าง 2.5 ซม. ยาว 4.5 ซม. ถึงขนาดใหญ่ กว้าง 6 ซม. ยาว 24 ซม.

ดอก : ดอกช่อ ขนาดเล็ก ยาวประมาณ 15 ซม. กลีบดอกจำนวน 3 กลีบ ซึ่งมีโคน กลีบติดกัน เกสรเพศผู้มีส่วนปลายบานออกเป็นรูปไตประกบกัน สีเหลือง ปลายกลวง มียอดเกสรเพศ เมียลักษณะขาวใสโผล่ออกมาเล็กน้อย รังไข่อยู่ใต้วงกลีบ

ผล : ผลค่อนข้างกลมถึงกลมยาวสีเขียวเป็นมัน ขนาดใหญ่ กว้าง 0.8 ซม. ยาว 1 ซม. ที่ปลายผลเป็นกระจุกของดอกแห้งติดอยู่ ภายในประกอบด้วย 3 พู แต่ละพูมี 2 เมล็ด เรียงซ้อน ตามยาวของผล ผลแก่เป็นสีเหลือง เมื่อสุกเต็มที่เปลี่ยนเป็นสีแดง และเมล็ดมีสีน้ำตาลดำ

ราก : รากมีขนาดใหญ่ปลายเรียว ยาว 20-30 ซม.

ประโยชน์ทางยา

ส่วนที่ใช้

เหง้าแก่

สรรพคุณ

เหง้ามีฤทธิ์ขับเสมหะ ขับลม เจริญธาตุ ลดไข้ แก้ปวด ยับยั้งการหดเกร็งกล้ามเนื้อ ยับยั้งการ ขาดเลือดไปเลี้ยงหัวใจ ยับยั้งการหลั่งสารของกระเพาะอาหาร ยับยั้งเนื้องอก มีฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย รา ยีสต์ ไวรัส ฆ่าแมลง ไม่ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์

รสทางยา

มีรสเผ็ดร้อน และกลิ่นหอมฉุนกว่าข่าทั่วไป

ภูมิปัญญาหมอพื้นบ้าน

เหง้าแก่สดนำมาต้มและดื่มแต่น้ำ ช่วยขับลม

ประโยชน์อื่น ๆ

เหง้าอ่อน บางแห่งใช้เป็นผักสด หน่ออ่อนและช่อดอกอ่อน ใช้เป็นผักต้มจิ้ม น้ำพริกหรือกินกับ ชุปหน่อไม้ โดยให้รสชาติที่จัดกว่าหน่อข่าทั่วไป แต่ไม่นิยมเอาเหง้าแก่หรืออ่อนไปทำเครื่องปรุงอาหาร รายงานการวิจัย

สารเคมีที่พบ : Kaempferol, Pyrogallol, *p*-Hydroxibenzoic acid, *p*-Coumaric acid, Apigenin, Luteolin, Quercetin, Isorhamnetin, Curcumin

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา : ด้านเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา [7, 27-28]

6. ข่าแดง (Kha Daeng)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Alpinia siamensis* K. Schum.

ชื่อยาวศ์ ZINGIBERACEAE
 ชื่อสามัญ -
 ชื่ออื่น กุญแจโรหิณี, ข่า, ข่าใหญ่, ข่าบ้าน, ข่าหลวง (ทั่วไป)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ต้น : ไม้ล้มลุก อายุหลายปี มีลำต้นใต้ดินประเภทไรโซม เรียกเหง้าหรือแง่ง เห็นข้อปล้องชัดเจน เหง้ามีลักษณะกลมแบน มีส่วนคอดแล้วขยายใหญ่ติดต่อกัน แตกขนานไปกับพื้นดิน เหง้าแข็งเนื้อในละเอียด สีขาวหรือขาวเหลือง ส่วนเหนือดินสูง 120-340 ซม.

ใบ : ใบเดี่ยว เรียงสลับ ใบรูปไข่จนถึงรูปขอบขนาน โคนใบสอบ ปลายใบเรียวแหลม ขอบใบเรียบ ใบมีขนาดเล็กมากจนถึงใบที่กว้าง 15 ซม. ยาว 45 ซม.

ดอก : ดอกช่อ ออกกลางกลุ่มใบ ยาวประมาณ 20-30 ซม. กลีบเลี้ยงสีเขียวอ่อน กลีบดอก 3 กลีบ มีสีขาวหรือสีขาวอมเหลือง โคนกลีบติดกัน

ผล : มีลักษณะกลม สีเขียวและมีจุด เมื่อแก่มีสีเหลืองและจะเปลี่ยนเป็นสีดำเมื่อผลแห้ง

ประโยชน์ทางยา

ส่วนที่ใช้

เหง้าแก่ทั้งสดและแห้ง

สรรพคุณ

เหง้าแก่ที่สดหรือแห้ง ใช้รักษาอาการท้องอืดท้องเฟ้อ แน่น จุกเสียด ช่วยย่อยอาหาร บำรุงโลหิต แก้ปวดท้อง ขับลม เคล็ดขัดยอก ข้อเท้าแพลง อาการลมพิษ กลาก เกลิ้น

รสดังยา

รสเผ็ดร้อน ขม มีกลิ่นหอมฉุน

ภูมิปัญญาหมอพื้นบ้าน

เหง้าแก่ที่สดหรือแห้ง นำมาตำให้ละเอียด แล้วทาบริเวณที่เป็นโรคผิวหนัง กลากเกลิ้น หรือจะตำใช้กระสายเป็นเหล้าโรง หรือน้ำส้มสายชู ใช้สาลีชุบแล้วทารักษาอาการคันในโรคลมพิษ ผดผื่นคัน และผิวหนังที่ถูกบุงหรือแมลงกัดต่อย นอกจากนี้ยังใช้รักษาอาการอักเสบ ขับลม เคล็ดขัดยอก ข้อเท้าแพลง แต่ต้องใช้กาวยาพอกบริเวณที่มีอาการ

ประโยชน์อื่น ๆ

เหง้าสดอ่อนและแก่นนำมาปรุงอาหารเพื่อดับกลิ่นคาว หรือใช้เป็นเครื่องเทศในเครื่องแกง เหง้าแก่นำไปสกัดน้ำมันหอมระเหย

รายงานการวิจัย

สารเคมีที่พบ : Monoterpene hydrocarbons, Oxygenated monoterpenes, Sesquiterpene hydrocarbons, Oxygenated sesquiterpenes, Phenylpropanoids

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา : ด้านเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา [7, 29-30]

จากข้อมูลการรายงานของเกษตรกรจังหวัดสมุทรปราการ พบว่าชาที่นิยมปลูกเพื่อค้าขาย คือ ชาหลวง และชาแดง นิยมใช้เป็นเครื่องเทศในประเทศเอเซียตะวันออกเฉียงและมีการใช้มานานกว่าพันปีในภูมิภาคเหล่านี้ เหง้าอ่อนมีรสชาติเฉพาะที่คล้ายขิงและพริกไทย [31] มีการนำเหง้าใช้ในการปรุงอาหารเพื่อเพิ่มรสชาติ หรือนิยมนำเหง้ามาใช้เป็นชา [32]

การเก็บเกี่ยวเหง้าชาในแต่ละช่วงอายุมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับการใช้งาน หากใช้เป็นเครื่องเทศ เหง้าชามักจะถูกเก็บเกี่ยวหลังจากปลูกประมาณ 3 เดือน เนื่องจากหลังจากนั้นอีก 4 เดือน เหง้าจะเริ่มเปลี่ยนเป็นเนื้อไม้ มีเส้นและรพุน ซึ่งทำให้สูญเสียสมบัติของเครื่องเทศ หากต้องการสกัดน้ำมันหอมระเหย เหง้าจะถูกเก็บเกี่ยวเมื่อมีอายุประมาณ 7 เดือน และหากใช้ในทางอายุรเวทหรือการเตรียมยาแผนโบราณ เหง้าจะถูกเก็บเกี่ยวในช่วงอายุ 15 เดือน [33] ดังนั้นการเก็บเกี่ยวเหง้าในแต่ละช่วงอายุจึงมีความสำคัญ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะวิเคราะห์ข้อมูลสารสำคัญที่เป็นองค์ประกอบในเหง้าชาช่วงอายุอ่อนและแก่ เพื่อให้เกษตรกรหรือผู้ที่ต้องการนำไปใช้ประโยชน์ได้ทราบข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อไป รวมถึงวิเคราะห์สารสำคัญใน ต้น ใบ และดอก ทั้งนี้เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับส่วนอื่น ๆ ให้เกิดการนำมาใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น

เส้นใยพืชเป็นวัสดุธรรมชาติที่ย่อยสลายได้และเป็นแหล่งของเซลลูโลสที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์หลากหลาย การแยกเส้นใยพืชเพื่อนำมาใช้ประโยชน์มีวิธีการแยกเส้นใยที่หลากหลาย อย่างไรก็ตามไม่ว่าจะเป็นเส้นใยพืชชนิดใด ควรเลือกวิธีการแยกเส้นใยให้เหมาะสมกับพืชชนิดนั้น ๆ เนื่องจากอาจมีผลกระทบต่อสมบัติของเส้นใยได้ โดยทั่วไปเส้นใยจากเปลือกส่วนใหญ่ จะได้จากเปลือกชั้นนอกของใบ หรือลำต้นของพืช ล้วนแล้วแต่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานด้านต่าง ๆ ที่มีเส้นใยเป็นส่วนสำคัญ แต่ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับทางเลือกวิธีการแยกที่ถูกต้อง เพื่อให้ได้มาซึ่งผลผลิตที่เหมาะสมกับการลงทุนที่สูญเสียไป จากงานวิจัยของฐิติวรา [34] พบว่าชาเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่ลักษณะการยึดเกาะของเส้นใยในลักษณะ blunt ค่าความยาวของเส้นใยเดี่ยวมีอยู่ระหว่าง 1.22 – 0.38 มิลลิเมตร มีความกว้างระหว่าง 11.63 – 3.26 ไมโครเมตร ให้ปริมาณเส้นใยจากการแช่ฟอกด้วยน้ำ 11.81 % และแช่ฟอกด้วยเคมี 7.02% โดยการแช่ฟอกด้วยสารเคมีจะให้ค่าความชื้นต่ำกว่าการแช่ฟอกด้วยน้ำ

การจำแนกเส้นใยทำได้โดยกระบวนการแช่ฟอก (retting) ซึ่งแบ่งออกเป็นการแช่ฟอกด้วยน้ำ การแช่ฟอกด้วยสารเคมี และการแช่ฟอกด้วยเอนไซม์ที่มีความจำเพาะเจาะจง และในปัจจุบันยังมีการเตรียมเส้นใยด้วยเครื่องเป็นการแยกเส้นใยเชิงกล วุฒินันท์และคณะ [35] ได้เตรียมเส้นใยชนิดต่าง ๆ จากกากกล้วย ใบสับปะรด ต้นกล้วยขง กาบมะพร้าวและทะเลลายปาล์มน้ำมัน โดยพืชแต่ละชนิดใช้วิธีการเตรียมเส้นใยที่ต่างกันเพื่อความเหมาะสมของเส้นใย ดังนี้ กากกล้วยและใบสับปะรดใช้การขูดด้วยเครื่องขูด เส้นใยต้นกล้วยขงได้จากการแช่หมักในน้ำ หลังการเตรียมเส้นใยจะถูกนำมาล้างน้ำสบู่ และน้ำ สำหรับเส้นใยจากกากมะพร้าวกับทะเลลายปาล์มน้ำมัน เตรียมจากการต้มทางเคมีด้วย โซเดียมไฮดรอกไซด์และฟอกขาวด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ จิรัชยาและคณะ [36] ได้ทำการเตรียมเส้นใยจากลำต้นผักตบชวา ด้วยวิธีการขูดด้วยเครื่องขูดเส้นใย ทำการล้างและหมักนึ่งด้วย น้ำยาปรับนุ่ม 4 กรัมต่อลิตร LR 1:5 ก่อนการตากแห้งในที่ร่ม แล้วทำให้เส้นใยเกิดการกระจายตัวที่ดีขึ้น โดยใช้เครื่องอัดบดเส้นใย (individual breaking machine) กิตติพงศ์และคณะ [37] ทำการเตรียมเส้นใยสดของต้นปุด ด้วยการคัดเลือกขนาดเส้นรอบวงของลำต้นไม่น้อยกว่า 3 เซนติเมตร โดยวัดสูงจากพื้นดินประมาณ 5 เซนติเมตร ตัดโคนและปลายออก เลาะใบออกให้เหลือเพียงลำต้น นำต้นปุดเข้าเครื่องตีแยกเพื่อให้ได้เส้นจากต้นปุด

การนำเส้นใยจากพืชมาใช้ประโยชน์ในปัจจุบันมีหลากหลายเช่น การพัฒนาเส้นใยจากต้นจาก ของ จรรยาวรรณและประทับใจ [38] ศึกษาการนำเส้นใยจากส่วนต่าง ๆ ของต้นจากมาแปรรูป โดยการปั่นเป็นเชือกผสมกับเส้นใยชนิดอื่น และนำไปใช้เป็นวัสดุในงานหัตถกรรมถัก ทอ และสาน และนำไปทดสอบค่าแรงดึงด้วยเครื่อง Universal Testing Machine Amsler ของกรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบว่า เส้นใยผสมจากต้นจากกับป่านศรนารายณ์ ในอัตราส่วน 50:50 มีค่าการรับแรงดึงสูงสุดด้วย เหมาะกับการไปทำผลิตภัณฑ์ที่รับน้ำหนักมาก ดาริกาและ นลินี [39] เตรียมเส้นใยจากส่วนของลำต้นของดาหลา โดยแยกสกัดจากทุกส่วนลำต้น ได้แก่ เปลือกด้านนอกของลำต้น แกนในของลำต้น และปลายยอดของลำต้น เพื่อหาวัตถุดิบที่เหมาะสมในอุตสาหกรรมทอผ้า เส้นใยที่ได้ถูกนำมาวิเคราะห์และทดสอบคุณสมบัติของเส้นใย ได้แก่ ค่าการทนแรงดึงและค่าระยะยืดสูงสุด (Tenacity) ที่ที่สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ ตามมาตรฐาน Strength testing standard ASTM D3822: 2001 และมีการตรวจสอบภาพตัดขวางและภาพตัดตามยาวของเส้นใยเพื่อพิจารณาลักษณะการจับตัวของเส้นใย พบว่าเส้นใยที่สกัดได้จากแกนในของลำต้นให้เส้นใยที่มีความอ่อนนุ่มมากที่สุด สุปรานีและศิริเดช [40] ศึกษาการผสมเส้นใยสับปะรดในพอลิแลคติกแอซิด (PLA) เพื่อเสริมแรงและลดปริมาณการใช้พอลิแลคติกแอซิด โดยการตรวจสอบ

คุณสมบัติเส้นใยจากการค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใย ค่าความหนาของผนังเซลล์โดยดูจากภาพตัดขวาง ค่าความอ่อนนุ่ม ค่าความชื้นของเส้นใย ค่าการทนแรงดึง และค่ามอดูลัสของยัง พบว่าเมื่อผสมเส้นใยสับปะรด ทำให้พอลิแลคติกแอซิดมีค่ามอดูลัสของยัง (Young's modulus) เพิ่มขึ้น ภูษิตและกนกวรรณ [41] ศึกษาการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรได้แก่ เส้นใยจากมะพร้าวและกากเยื่อใยปาล์ม มาพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ที่มีคุณสมบัติกันเสียงที่ดีขึ้น การทดสอบสมบัติทางกายภาพ เช่น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ความหนาแน่น การดูดซึมน้ำ ลักษณะพื้นผิวและสมบัติเชิงกลของเส้นใยแห้ง และการทดสอบสมบัติเชิงกล ได้แก่ ความหนาแน่นของซีเมนต์ผสมเส้นใย ค่ากำลังรับแรงบีบอัดของวัสดุทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C109 และ ASTM C1185 และค่าระดับความดังของเสียง เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Shahzad [42] ได้กล่าวถึงการนำเส้นใยกล้วยมาใช้เป็นวัสดุเสริมแรง จากการทดสอบการวัดค่า มอดูลัสของยัง (Tensile modulus) ค่าการทนแรงดึง (Tensile strength) ค่ามอดูลัสบิด (Flexural modulus) และค่าการทนแรงบิด (Flexural strength) พบว่าการผสมเส้นใยกล้วยเพิ่มสมบัติการทนแรงดึง ปัจจุบันบริษัท ไทยนาโซค เทกไทล์ นำเส้นใยจากลำต้นของขำมาผสมกับเส้นใยฝ้ายเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอเพื่อเป็นการลดปริมาณขยะ (Zero-Waste) จากการทำเกษตรและเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร [43]

นอกจากนี้เส้นใยจากพืชยังสามารถนำมาพัฒนาเป็นฟองน้ำเส้นใยธรรมชาติที่มีรูพรุนและมีพื้นที่ผิวต่อปริมาตรสูง เพื่อใช้ในการดูดซับ เช่นการดูดซับน้ำมันเพื่อลดปัญหาน้ำมันรั่วไหลลงแหล่งน้ำธรรมชาติ ชีวานันท์ [44] ศึกษาการสังเคราะห์ฟองน้ำเซลลูโลสจากฟางข้าว และทดสอบค่าความหนาแน่น ความสามารถในการดูดซึมของเหลวของฟองน้ำเซลลูโลส พบว่าฟองน้ำจากเซลลูโลสฟางข้าวขนาดอนุภาค 210-207 ไมโครเมตร มีแนวโน้มความสามารถในการดูดซึมน้ำและน้ำมันได้ Dip Saikia [45] ได้ศึกษาการดูดซับน้ำของเส้นใยจากธรรมชาติจากพืชที่อุณหภูมิต่าง ๆ พบว่า การดูดซับน้ำของเส้นใยพืชขึ้นกับทั้งเวลาและอุณหภูมิ เช่นเดียวกับการนำเยื่อไผ่มาทำเป็นชั้นดูดซับน้ำในผลิตภัณฑ์แผ่นดูดซับ [46] เส้นใยจากพืชแต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย ดังนั้นลำต้นเทียมขำซึ่งเป็นส่วนเหลือทิ้งจากภาคการเกษตรและมีเส้นใยเป็นส่วนประกอบ ทีมวิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาปริมาณเส้นใย สมบัติเชิงกล และสมบัติการอุ้มน้ำจากเส้นใยลำต้นขำของแต่ละชนิดในจังหวัดสมุทรปราการ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการทำวัสดุดูดซับต่อไป

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาความหลากหลายชนิดและการใช้ประโยชน์ของข้าวในจังหวัดสมุทรปราการ ตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2566 ถึง เดือนเมษายน พ.ศ. 2567 มีรายละเอียดและขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาความหลากหลายชนิดของชนิดและการใช้ประโยชน์ของข้าวในจังหวัดสมุทรปราการ

1.1 พื้นที่ศึกษา

อำเภอบางบ่อ อำเภอบางพลี อำเภอบางเสาธง และอำเภอเมืองสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ

1.2 ความหลากหลายชนิดและการใช้ประโยชน์ของข้าว

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ศึกษาเอกสารด้านอนุกรมวิธานและสัณฐานวิทยา และตัวอย่างพรรณไม้ของพืชสกุลข้าว จากนั้นออกสำรวจเพื่อเก็บรวบรวมตัวอย่าง (ภาพที่ 3.1) โดยตัวอย่างข้าวที่เก็บจะประกอบไปด้วยส่วนที่เป็น ลำต้นใต้ดิน ใบ และดอก เพื่อใช้ในการตรวจพิสูจน์หาชื่อชนิดของข้าว รวมถึงมีการเก็บข้อมูลการใช้ประโยชน์โดยมีการสัมภาษณ์ชาวบ้านที่อยู่รอบพื้นที่ศึกษา

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

2.1 อุปกรณ์ในการเก็บและอัดแห้ง

- แฝงอัดพรรณไม้พร้อมเชือกมัด
- กระดาษหนังสือพิมพ์
- กระดาษลอนลูกฟูก
- ถังพลาสติกขนาดใหญ่และยางสำหรับรัดปากถุง
- กรรไกรตัดกิ่งไม้ เสียมมือ หรือพลั่ว

- สมุดบันทึก พร้อมดินสอดำ
- ป้ายลำดับหมายเลขสำหรับผู้ติดกับตัวอย่างพืช
- ไม้บรรทัด

2.2 กล้องถ่ายรูป

2.3 อุปกรณ์ในการตรวจพิสูจน์ชนิดของชำ ได้แก่ กล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ จานแก้ว สไลด์ กระจกปิดสไลด์ มีดโกน ปากคีบ และเข็มเขี่ย

3. วิธีดำเนินการ

3.1 เก็บรวบรวมตัวอย่างพืชตามวิธีของกองกานดา ชยามฤต [47]

- ลำต้นใต้ดินและราก ต้องขุดอย่างระมัดระวังไม่ให้ลักษณะบางอย่างผิดไปจากเดิม และนำดินหรือกรวดทรายออกให้หมด อาจทำได้โดยการล้างหรือเคาะกับพื้นดินหรือก้อนหินเบา ๆ
- ใบ เลือกเก็บแต่ใบที่สมบูรณ์ไม่ถูกแมลงหรือสัตว์กัดทำลาย หรือใบเป็นโรคหึงงอ
- ดอก เก็บเป็นช่อ ควรเก็บให้ได้ทั้งดอกตูมและดอกบานเต็มที่แล้ว แต่ไม่ใช่ดอกที่ร่วงหล่นจากต้น และเก็บช่อดอกที่ติดกับใบด้วย
- ตัวอย่างพืชแต่ละชนิดให้เก็บตัวอย่างประมาณ 3-5 ชิ้น แล้วแต่กรณี เก็บใส่ถุงพลาสติกเมื่อเวลาเดินสำรวจและนำออกมาอัดในแผ่นอัดพรรณไม้
- ตัวอย่างพืชที่เก็บทุกชิ้นให้ผู้ป้ายติดหมายเลขตัวอย่างให้ตรงกับหมายเลขในสมุด

บันทึก

- บันทึกลักษณะต่าง ๆ ของตัวอย่างพืชแต่ละตัวอย่างลงในสมุดบันทึก เช่น

3.1.1 Local name : ชื่อพื้นเมืองเป็นชื่อที่ได้มาจากการสอบถามชาวบ้าน

แถบนั้น

3.1.2 Locality : บันทึกท้องที่ที่เก็บโดยระบุ หมู่ที่ ตำบล อำเภอ และ

จังหวัด

3.1.3 Date : วัน เดือน ปี ที่เก็บตัวอย่าง จะได้ทราบถึงช่วงเวลาในการออกดอกของตัวอย่างนั้น ๆ

3.1.4 Note : บันทึกลักษณะเด่นของตัวอย่างพืชที่ไม่สามารถสังเกตได้จากตัวอย่างพรรณไม้แห้ง เช่น ความสูงโดยประมาณ ลักษณะ สีของดอก

3.2 ถ่ายรูปตัวอย่างพืชที่พบในจังหวัดสมุทรปราการโดยจะเน้นลักษณะวิสัย ที่อยู่อาศัย ตลอดจนรายละเอียดต่าง ๆ ของพืชแต่ละตัวอย่าง

3.3 ตรวจสอบลักษณะสัณฐานวิทยาของตัวอย่างที่เก็บมาด้วยกล้องสเตอริโอ พร้อมบันทึกลักษณะต่าง ๆ ที่พบ

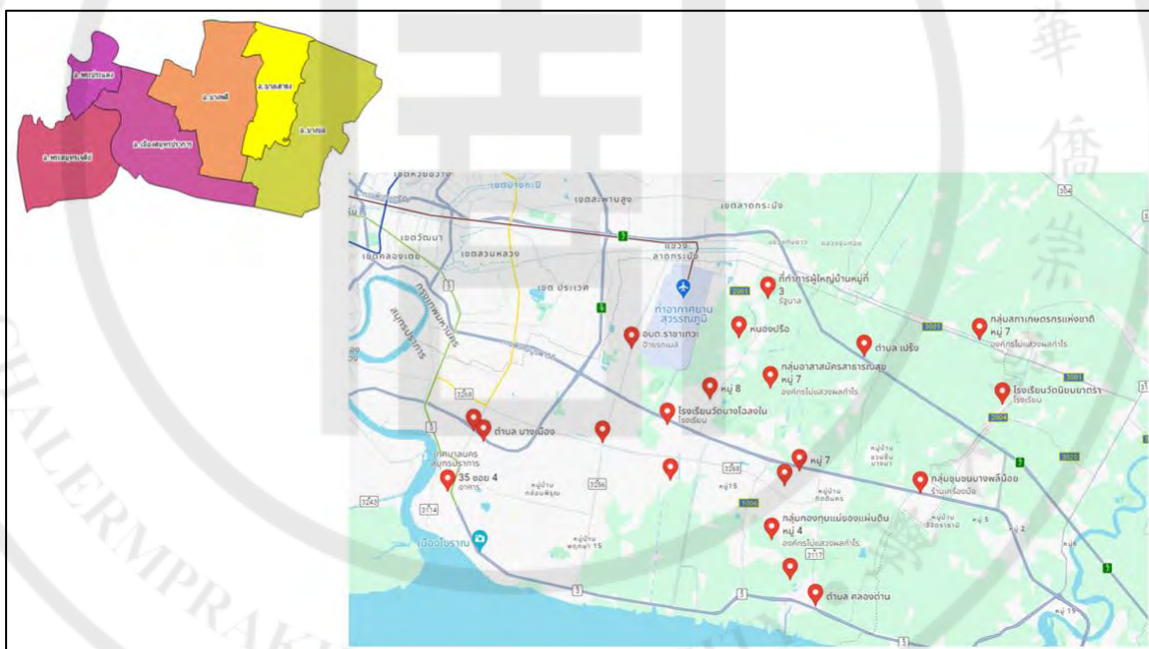
3.4 ตรวจพิสูจน์หาชื่อและบรรยายลักษณะชนิดของตัวอย่างชาทั้งหมดที่เก็บมาได้ โดยใช้เอกสารทางวิชาการด้านพฤกษศาสตร์ [48-50] หรือนำไปตรวจสอบโดยเทียบจากตัวอย่างพรรณไม้แห้งในหอพรรณไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช (BKF)

3.5 นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาสร้างรูปฐานระบุชนิด เขียนบรรยายลักษณะพืช และสรุปผล

3.6 รวบรวมข้อมูลการใช้ประโยชน์ของชาจากผู้ให้ข้อมูล

3.7 จัดทำขึ้นส่วนตัวอย่างพรรณไม้แห้งและตัวอย่างดองโดยการดองตัวอย่างจะนำส่วนของลำต้นใต้ดิน ดอกและช่อดอก มาดองด้วยแอลกอฮอล์ 70% จากนั้นเก็บรวบรวมไว้ที่สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ (HCU)

3.8 สรุปผลการศึกษาและจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์



ภาพที่ 3.1 แผนที่แสดงตำแหน่งในการรวบรวมตัวอย่างชาจากอำเภอบางบ่อ อำเภอบางพลี อำเภอบางเสาธง และอำเภอเมืองสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ

ตอนที่ 2 หาสารสำคัญ ในเหง้า ใบ ลำต้น และดอก ของชำแดงและชำหลวง

2.1 วิเคราะห์แบบแผนทางชีวโมเลกุล (metabolic profile)

วิเคราะห์แบบแผนทางชีวโมเลกุลของสารเมตาโบไลต์ และสารสำคัญอื่น ๆ ในส่วนต่าง ๆ (เหง้า ใบ ลำต้นเทียม และดอก) ของแดงและชำหลวง ที่ปลูกในจังหวัดสมุทรปราการ ด้วยเครื่อง LC-MS

2.1.1 การเก็บและเตรียมตัวอย่าง

- เก็บตัวอย่างส่วนต่าง ๆ ได้แก่ เหง้า ราก ลำต้นเทียม ใบ และดอก ของชำหยวก และชำตาแดง ที่ปลูกในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ
- เตรียมตัวอย่างชำให้อยู่ในรูปผงแห้งละเอียด โดยการทำแห้งด้วยวิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze dry) จากนั้นบดตัวอย่างแต่ละส่วนให้ละเอียด และเก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส

2.1.2 การวิเคราะห์สารเมตาโบไลต์ และกลุ่มสารฟลาโวนอยด์

1. การสกัดสารเมตาโบไลต์ (สกัดสารมีขี้)

ชั่งสารตัวอย่างหนัก 1 กรัม ผสมกับสารละลายเอทานอล เข้มข้น 50%v/v ปริมาตร 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องเขย่าสาร (electric shaker) เป็นเวลา 4 ชั่วโมง จากนั้นเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยง ที่ความเร็วรอบ 4000 g เป็นเวลา 10 นาที เก็บส่วนใส และกรองผ่านฟิลเตอร์ ขนาด 0.22 μm ใส่ลงในขวดสีชาขนาด 2 มิลลิลิตร และฉีดเข้าเครื่องลิควิดโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรมิเตอร์ (LC-MS) [51]

2. การสกัดสารเมตาโบไลต์ (สกัดสารไม่มีขี้)

ชั่งสารตัวอย่างหนัก 1 กรัม ผสมกับสารละลายผสมของเมทานอลและไดคลอโรมีเทน (อัตราส่วน 7:3, v/v) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ผสมตัวอย่างให้เข้ากันกับตัวสกัดด้วยเครื่องวอร์เทกซ์ (vortex) เป็นเวลา 60 วินาที จากนั้นสกัดด้วยเครื่องล้างความถี่สูง (Ultrasonic Bath) เป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง และเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยง ที่ความเร็วรอบ 4000 g เป็นเวลา 10 นาที เก็บส่วนใส และกรองผ่านฟิลเตอร์ ขนาด 0.22 μm ใส่ลงในขวดสีชาขนาด 2 มิลลิลิตร และฉีดเข้าเครื่องลิควิดโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรมิเตอร์ (LC-MS) [52]

2.2 วิเคราะห์ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ

วิเคราะห์ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระจากส่วนต่าง ๆ (เหง้า ใบ ลำต้น และดอก) ของชำแดง และชำหลวง ที่ปลูกในจังหวัดสมุทรปราการ

2.2.1 การสกัดตัวอย่าง

สกัดตัวอย่างด้วยสารละลายเอทานอลเข้มข้น (เอทานอล เข้มข้น 95%v/v) ในอัตราส่วนตัวอย่างต่อปริมาตรเอทานอล เท่ากับ 1:5 แช่ทิ้งไว้ 3 วัน จากนั้นกรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 โดยทำการสกัดตัวอย่างซ้ำ จำนวน 2-3 ครั้ง ด้วยเอทานอล เข้มข้น 95%v/v ในอัตราส่วนเท่าเดิม (เพื่อเพิ่มปริมาณของสารสกัดจากสารตัวอย่าง) และทำการระเหยเอทานอล ด้วยเครื่องกลั่นระเหยสารแบบหมุน (Rotary evaporator) นำสารสกัดหยาบ ที่เตรียมได้ไปทำให้แห้งด้วย freeze dryer เก็บไว้ในขวดสีชาและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 หรือ 20 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม ดังนี้

1. การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV-Visible spectrophotometer)

1.1 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธีการทดสอบแบบ DPPH วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร

1.2 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธีการทดสอบแบบฟอกสีอนุมูลเอบีทีเอส (ABTS radical cation) วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 734 nm ให้ได้ค่าการดูดกลืนแสง

1.3 การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 nm

ตอนที่ 3 ศึกษาปริมาณเส้นใย คุณสมบัติเชิงกล และสมบัติการอุ้มน้ำของเส้นใยลำต้นเทียมของชำในแต่ละพื้นที่ปลูกของจังหวัดสมุทรปราการ

3.1 การเตรียมเส้นใยชำ

สำหรับการเตรียมเส้นใยจากลำต้นเทียมของชำในงานวิจัยจะใช้วิธีการเตรียมแบบกึ่งเคมี (Semi-chemical pulping process) เป็นการใช้ทั้งพลังงานกลและสารเคมีในการแยกเส้นใย [53]

3.1.1 การแยกเส้นใยแบบเชิงกล

1. ตัดลำต้นชำเป็นท่อน ๆ ขนาด 25-30 เซนติเมตร ล้างทำความสะอาด ลอกเอาผิวลำต้นด้านนอกออกและทำให้แตกโดยการตีเพื่อลอกเปลือกแข็งด้านนอกออกแล้วดึงแยกให้เกิดเป็นเส้น

2. ทำการชั่งน้ำหนักก่อนทำการแช่ฟอก

3.1.2 การแยกเส้นใยด้วยสารเคมี

1. เตรียมน้ำกลั่นและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้นร้อยละ 0.5, 1, 2, 5, 10 และ 15 โดยน้ำหนัก ในน้ำกลั่น
2. นำเส้นใยขาที่ตีไว้แล้วลงแช่ในสารละลาย โดยแบ่งออกเป็น 3 ชุด ได้แก่ น้ำกลั่น สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นต่ำ (0.5 – 2.0% wt.) และสารละลายความเข้มข้นสูง (5.0 – 15.0% wt.)
 - 2.1. ชุดการสกัดโดยน้ำ นำเส้นใยแช่ในน้ำกลั่น วางที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 40 วัน
 - 2.2. ชุดการสกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นต่ำ เมื่อแช่แล้วนำไปอุ่นในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 90 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง
 - 2.3. ชุดการสกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นสูง แช่แล้วพักเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 40 วัน
3. นำเส้นใยที่ผ่านการแช่ฟอก มาล้างด้วยน้ำสะอาดหลาย ๆ รอบเพื่อกำจัดสารละลายที่ตกค้าง และผึ่งให้แห้ง เป็นเวลา 3-4 วัน
4. ชั่งน้ำหนักแห้งของเส้นใยที่เตรียมได้แต่ละวิธี
5. หาค่าสีของเส้นใยที่เตรียมได้ โดยใช้เครื่องตรวจวัดสี
6. เก็บใส่ถุงซิปล็อคและกล่องปิดสนิทที่บรรจุสารดูดความชื้น

3.2 การทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของเส้นใย

การทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของเส้นใยที่เตรียมได้ แบ่งเป็นการหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ค่าการทนต่อแรงดึงและค่าความสามารถในการยืดตัว

3.2.1 การตรวจหาปริมาณน้ำในเส้นใยแห้ง

1. ชั่งน้ำหนักกล่องอลูมิเนียมและชั่งน้ำหนักเส้นใยแห้งในกล่องอลูมิเนียม
2. เข้าอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 ชั่วโมง
3. นำออกมาชั่งน้ำหนักหลังอบ เพื่อหาปริมาณมวลที่เปลี่ยนแปลงไป
4. ทำซ้ำ 3 ครั้ง

3.2.2 การตรวจสอบลักษณะของเส้นใย

การตรวจสอบลักษณะของเส้นใยเป็นการหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ลักษณะพื้นผิวและภาคตัดขวางของเส้นใย

1. การวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบแสง ตรวจสอบหาขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยตัวอย่าง ทำการวิเคราะห์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (Leica,

LM750, Germany) ที่กำลังขยาย 20 เท่าของเลนส์วัตถุและกำลังขยาย 10 เท่าของเลนส์ตา โดยอาศัยโปรแกรม Leica 4.8 ในการวิเคราะห์ขนาด โดยการดึงเส้นใยเป็นเส้น จำนวน 50 เส้น

2. การวิเคราะห์พื้นผิวและภาคตัดขวางของเส้นใย ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Field emission scanning electron microscope) โดยการถ่ายภาพพื้นผิวและภาพภาคตัดขวางของเส้นใย ใช้กำลังขยายขนาด 100 - 1,200 เท่า และความต่างศักย์ที่ 1,500 กิโลโวลต์ โดยมีการเตรียมตัวอย่าง ดังนี้

- เตรียมตัวอย่างให้มีความชื้นไม่เกิน 6% โดยการอบไล่ความชื้นออกจากเส้นใยที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7 ชั่วโมง ด้วยเตาอบลมร้อน
- ดึงตัวอย่างเส้นใยเพื่อนำไปติดบน stuff ด้วยคาร์บอนเทป การเตรียมตัวอย่างเพื่อถ่ายภาพพื้นผิว และเพื่อถ่ายภาพภาคตัดขวาง
- ทำการเคลือบแพลทินัมลงบนตัวอย่างด้วยเครื่อง Sputter Coater เพื่อให้ตัวอย่างมีคุณสมบัติในการนำไฟฟ้า
- ทำการถ่ายภาพพื้นผิวและภาพภาคตัดขวางของเส้นใย

3.2.3 การทดสอบความแข็งแรงต่อแรงดึง (Tensile Strength) และค่าความสามารถในการยืดตัว (Elongation)

การทดสอบความแข็งแรงต่อการทนแรงดึงและความสามารถในการยืดตัว โดยมีขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์ตามมาตรฐาน ISO 5079-1955(E) [35, 54] โดยทำการส่งตรวจวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการยางเทคโนโลยียางพาราและพอลิเมอร์ชีวภาพ ฝ่ายเทคโนโลยีชีวมวลและพลังงานชีวภาพ สถาบันคันคว่าและพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร และอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยมีการทดลองซ้ำ 50 ครั้งต่อตัวอย่าง มีวิธีการเตรียมตัวอย่าง ดังนี้

1. แยกเส้นใยตัวอย่างออกเป็นเส้นใยเดี่ยว ที่มีความยาวมากกว่า 20 มิลลิเมตร
2. โดยตัดตัวอย่างที่ความยาว ประมาณ 20 มิลลิเมตร
3. นำตัวอย่างไปติดบนเฟรมกระดาษสำหรับติดตัวอย่าง โดยยึดปลายของเส้นใยทั้งสองข้าง ทำให้เส้นใยมีลักษณะตรง
4. ทำการวัดปริมาณแรงดึงที่ใช้เทียบกับระยะทางทดสอบ (gauge length)

3.2.4 การตรวจสอบสมบัติการดูดซึมน้ำ

การวิเคราะห์การทดสอบการดูดซึมน้ำของเส้นใยแห้ง ใช้มาตรฐาน ASTM D2402-01 Standard Test Method for Water Retention of Textile Fiber (Centrifuge Procedure) [35]

1. อบเส้นใยที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เพื่อไล่ความชื้นออกจากเส้นใย

2. ชั่งน้ำหนักเส้นใยก่อนทำการทดสอบ
3. แช่เส้นใยตัวอย่างในน้ำกลั่น เป็นเวลา 20 นาที 3, 6, 9 และ 24 ชั่วโมง
4. นำเส้นใยที่แช่น้ำครบตามเวลาในข้อ 3 และนำมาใส่ในหลอดทดลองแล้วชั่งน้ำหนัก
5. นำเส้นใยมาปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงที่ความเร็ว 1000 เท่าของความเร่งโน้มถ่วงโลก หรือประมาณ 1500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที
6. นำเส้นใยออกจากหลอดทดลองมาชั่งน้ำหนักหลังการดูดซับน้ำ
7. เปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังดูดซับน้ำเพื่อหาปริมาณน้ำคงเหลือในเส้นใย

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ศึกษาความหลากหลายชนิดและการใช้ประโยชน์ของชำในจังหวัดสมุทรปราการ

การศึกษความหลากหลายชนิดของชำที่ปลูกในจังหวัดสมุทรปราการ โดยผู้วิจัยได้เก็บตัวอย่างภาคสนามของพืชสกุลชำ (*Alpinia* Roxb.) ในพื้นที่ปลูกของจังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 4 อำเภอ 18 ตำบล ได้แก่ อำเภอเมืองสมุทรปราการ (3 ตำบล) อำเภอบางเสาธง (3 ตำบล) อำเภอบางพลี (5 ตำบล) และอำเภอบางบ่อ (7 ตำบล) รายละเอียดตามตารางที่ 4.1 ตั้งแต่เดือนมิถุนายน – สิงหาคม พ.ศ. 2566 พบว่าพืชสกุลชำที่ปลูกในแต่ละพื้นที่ปลูกมีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไป แต่เมื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาอย่างละเอียดแล้วพบว่า พืชสกุลชำที่ปลูกในจังหวัดสมุทรปราการ มีทั้งหมด 2 ชนิด ได้แก่ *A. galanga* และ *A. siamensis* โดยพบว่า *A. siamensis* เป็นชนิดที่มีการปลูกในพื้นที่จำนวนมากที่สุด โดยพบในพื้นที่ปลูกทั้ง 4 อำเภอ 18 ตำบล ได้แก่ อำเภอเมืองสมุทรปราการ (3 ตำบล) อำเภอบางเสาธง (3 ตำบล) อำเภอบางพลี (5 ตำบล) และอำเภอบางบ่อ (7 ตำบล) และมีชื่อเรียกแตกต่างกันอย่างหลากหลาย ได้แก่ ชำแดง ชำลิง ชำเกษตร ชำหยวก ชำเกษตร ชำพื้นบ้าน ชำใหญ่ ชำเล็ก ชำหัวเล็ก ส่วน *A. galanga* พบในพื้นที่ปลูก 3 อำเภอ 4 ตำบล ได้แก่ อำเภอเมืองสมุทรปราการ (1 ตำบล) อำเภอบางเสาธง (2 ตำบล) และอำเภอบางบ่อ (1 ตำบล) มีชื่อเรียก ได้แก่ ชำหลวง ชำเหลือง และชำใหญ่

ตารางที่ 4.1 ชนิดของชำในอำเภอบางบ่อ อำเภอบางพลี อำเภอบางเสาธง และอำเภอเมืองสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ ที่สำรวจระหว่างเดือนมิถุนายน – สิงหาคม พ.ศ. 2566

หมายเลข ตัวอย่าง พรรณไม้	สถานที่เก็บตัวอย่าง	วัน เดือน ปี ที่เก็บ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อพื้นเมือง
1-1	หมู่ 3 ต.ศิระจรเข้ อ.บางเสาธง จ.สมุทรปราการ	26 มิ.ย. 66	<i>A. siamensis</i>	ชำแดง, ชำลิง
1-2	หมู่ 3 ต.ศิระจรเข้ อ.บางเสาธง จ.สมุทรปราการ	26 มิ.ย. 66	<i>A. galanga</i> *	ชำเหลือง
1-3	หมู่ 3 ต.ศิระจรเข้ อ.บางเสาธง จ.สมุทรปราการ	26 มิ.ย. 66	<i>A. galanga</i>	ชำหลวง
2	หมู่ 7 ต.ศิระจรเข้ใหญ่ อ.บางเสาธง จ.สมุทรปราการ	26 มิ.ย. 66	<i>A. siamensis</i>	ชำแดง, ชำลิง
3	หมู่ 13 ต.บางปลา อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ	27 มิ.ย. 66	<i>A. siamensis</i>	ชำ
4	หมู่ 2 ต.บางโฉลง อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ	27 มิ.ย. 66	<i>A. siamensis</i>	ชำ
5	หมู่ 1 ต.หนองปรือ อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ	27 มิ.ย. 66	<i>A. siamensis</i> *	ชำ
6-1	หมู่ 7 ต.บางเสาธง อ.บางเสาธง จ.สมุทรปราการ	28 มิ.ย. 66	<i>A. siamensis</i>	ชำลิง
6-2	หมู่ 7 ต.บางเสาธง อ.บางเสาธง จ.สมุทรปราการ	28 มิ.ย. 66	<i>A. galanga</i> *	ชำเหลือง
6-3	หมู่ 7 ต.บางเสาธง อ.บางเสาธง จ.สมุทรปราการ	28 มิ.ย. 66	<i>A. siamensis</i> *	ชำหยวก
6-4	หมู่ 2 ต.บางเสาธง อ.บางเสาธง จ.สมุทรปราการ	5 ก.ค. 66	<i>A. siamensis</i> *	ชำ
7-1	หมู่ 3 ต.เปร็ง อ.บางบ่อ จ.สมุทรปราการ	29 มิ.ย. 66	<i>A. siamensis</i>	ชำแดง
7-2	หมู่ 3 ต.เปร็ง อ.บางบ่อ จ.สมุทรปราการ	29 มิ.ย. 66	<i>A. galanga</i> *	ชำเหลือง

หมายเลข ตัวอย่าง พรรณไม้	สถานที่เก็บตัวอย่าง	วัน เดือน ปี ที่เก็บ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อพื้นเมือง
8-1	หมู่ 3 ต.คลองนิมมาตรา อ.บางบ่อ จ.สมุทรปราการ	29 มิ.ย. 66	<i>A. siamensis</i> *	ข้า
8-2	หมู่ 3 ต.คลองนิมมาตรา อ.บางบ่อ จ.สมุทรปราการ	29 มิ.ย. 66	<i>A. siamensis</i>	ข้า
9	หมู่ 1 ต.ราชาเทวะ อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ	29 มิ.ย. 66	<i>A. siamensis</i>	ข้า
10-1	หมู่ 4 ต.บางบ่อ อ.บางบ่อ จ.สมุทรปราการ	30 มิ.ย. 66	<i>A. siamensis</i>	ข้าแดง
10-2	หมู่ 4 ต.บางบ่อ อ.บางบ่อ จ.สมุทรปราการ	30 มิ.ย. 66	<i>A. siamensis</i>	ข้าแดง, ข้าลิง
10-3	หมู่ 4 ต.บางบ่อ อ.บางบ่อ จ.สมุทรปราการ	30 มิ.ย. 66	<i>A. siamensis</i>	ข้า
11	หมู่ 4 ต.คลองด่าน อ.บางบ่อ จ.สมุทรปราการ	3 ก.ค. 66	<i>A. siamensis</i> *	ข้าเกษตร
12-1	หมู่ 4 ต.บางเพรียง อ.บางบ่อ จ.สมุทรปราการ	3 ก.ค. 66	<i>A. siamensis</i>	ข้าพื้นบ้าน
12-2	หมู่ 4 ต.บางเพรียง อ.บางบ่อ จ.สมุทรปราการ	3 ก.ค. 66	<i>A. siamensis</i>	ข้าใหญ่
12-3	หมู่ 4 ต.บางเพรียง อ.บางบ่อ จ.สมุทรปราการ	3 ก.ค. 66	<i>A. siamensis</i>	ข้าเล็ก, ข้าหัวเล็ก
13-1	หมู่ 7 ต.คลองสวน อ.บางบ่อ จ.สมุทรปราการ	5 ก.ค. 66	<i>A. siamensis</i> *	ข้า
13-2	หมู่ 7 ต.คลองสวน อ.บางบ่อ จ.สมุทรปราการ	5 ก.ค. 66	<i>A. siamensis</i>	ข้า
14	หมู่ 11 ต.บางพลีน้อย อ.บางบ่อ จ. สมุทรปราการ	5 ก.ค. 66	<i>A. siamensis</i> *	ข้า
15	หมู่ 5 ต.บางด้วน อ.เมืองสมุทรปราการ จ.สมุทรปราการ	6 ก.ค. 66	<i>A. siamensis</i>	ข้า

หมายเลข ตัวอย่าง พรรณไม้	สถานที่เก็บตัวอย่าง	วัน เดือน ปี ที่เก็บ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อพื้นเมือง
16-1	หมู่ 10 ต.บางเมือง อ.เมืองสมุทรปราการ จ.สมุทรปราการ	6 ก.ค. 66	<i>A. siamensis</i>	ข้า
16-2	หมู่ 10 ต.บางเมือง อ.เมืองสมุทรปราการ จ.สมุทรปราการ	6 ก.ค. 66	<i>A. galanga</i> *	ข้าใหญ่
17	หมู่ 10 ต.บางพลีใหญ่ อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ	7 ส.ค. 66	<i>A. siamensis</i>	ข้า
18	35 ซอย 4 (โบราณ) ต.ปากน้ำ อ.เมืองสมุทรปราการ จ. สมุทรปราการ	7 ส.ค. 66	<i>A. siamensis</i>	ข้า
19	หมู่ 8 ต.บางโฉลง อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ	20 ส.ค. 66	<i>A. siamensis</i>	ข้า

หมายเหตุ : * หมายถึง ตัวอย่างที่ระบุชนิดจากส่วนของลำต้นใต้ดินและใบ ไม่มีตัวอย่างดอก

4.1 การศึกษาอนุกรมวิธานและลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพืชสกุลข้า (*Alpinia* Roxb.) ในจังหวัดสมุทรปราการ

4.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพืชสกุลข้า (*Alpinia* Roxb.) ในจังหวัดสมุทรปราการ

ต้น : ไม้ล้มลุกหลายปี ลำต้นใต้ดินเป็นเหง้า เหง้าทอดนอน กาบใบเรียงซ้อนกันเป็นลำ
ต้นเทียม ตั้งตรง

ใบ : ใบเดี่ยว เรียงสลับระนาบเดียว ประกอบด้วยกาบใบ ลิ้นใบ (ligule) และแผ่นใบ

ดอก : ช่อดอกแบบช่อแยกแขนง ออกที่ยอด มีใบประดับ (bract) และใบประดับย่อย (bracteole) ดอกสมบูรณ์เพศ สมมาตรตามแนวรัศมี กลีบเลี้ยงโคนเชื่อมติดกันเป็นหลอด ปลายแยกเป็น 3 แฉก กลีบดอก หลอดกลีบดอกรูปทรงกระบอก ปลายแยกเป็น 3 แฉก แฉกบน (dorsal corolla lobe) 1 แฉก แฉกข้าง (lateral corolla lobes) 2 แฉก มักมีขนาดเล็กกว่าแฉกบน เกสรเพศผู้เป็นหมันคู่ข้าง (lateral staminodes) มีขนาดเล็ก เกสรเพศผู้เป็นหมันเปลี่ยนแปลงเป็นกลีบปากคล้ายกลีบดอก มักมีขนาดใหญ่กว่ากลีบดอก มีหลายสี มีเส้น หรือลวดลาย ขอบหยัก เกสรเพศผู้ที่สมบูรณ์ ก้านชูอับเรณูผู้เจริญพัฒนาดี ฝังอยู่ใต้วงกลีบ ก้านเกสรเพศเมียเรียว อยู่ในหลอดกลีบดอก

4.1.2 รูปวิธานระบุชนิด (Key to the species) ของพืชสกุลข่า ในจังหวัดสมุทรปราการ

1. ลำต้นใต้ดินเป็นเหง้าขนาดใหญ่ สีขาวนวลหรือสีเหลืองอ่อน เส้นผ่านศูนย์กลาง 3-4 ซม. แกนกลาง
ช่อดอกยาว 20-22 ซม. กลีบปากมีเส้นสีชมพู 2 ข้างของเส้นกลางกลีบ ยาว 2-2.4 ซม. ปลายแยกเป็น
2 แฉก

1. *A. galanga*

1. ลำต้นใต้ดินเป็นเหง้า สีขาวนวลหรือสีขาวอมชมพู เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.8-2.5 ซม. แกนกลางช่อดอก
ยาว 12-15 ซม. กลีบปากมีเส้นสีแดง 2 ข้างของเส้นกลางกลีบ ยาว 0.8-1 ซม. ปลายแยกเป็น 3 แฉก

2. *A. siamensis*

1. *Alpinia galanga* (L.) Willd.

ชื่อพ้อง : *Alpinia alba* (Retz.) Roscoe; *A. galanga* var. *pyramidata* (Blume) K. Schum.;
A. galanga var. *zingiberina* (Hook. f.) Baker; *A. pyramidata* Blume; *A.*
Zingiberina Hook. f.; *Amomum galanga* (L.) Lour.; *Heritiera alba* Retz.;
Languas pyramidata (Blume) Merr.; *Maranta galanga* L.

ชื่อพื้นเมือง : ในพื้นที่ปลูกจังหวัดสมุทรปราการมีชื่อเรียก ข่าเหลือง ข่าหลวง ข่าใหญ่ และมีชื่อพื้นเมือง
อื่นดังนี้ กัญกโรหินี, ข่า (ทั่วไป); ข่าใหญ่, ข่าหยวก, ข่าหลวง (ภาคเหนือ); สะเออเคย,
สะเออเซย (กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน)

ชื่อสามัญ : Galangal, Greater galangal

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ต้น : ไม้ล้มลุกหลายปี ลำต้นใต้ดินเป็นเหง้าขนาดใหญ่ สีขาวนวลหรือสีเหลืองอ่อน
เส้นผ่านศูนย์กลาง 3-4 ซม. กาบใบเรียงซ้อนกันแน่นเป็นลำต้นเทียม ตั้งตรงเหนือดิน สูง 1.5-3 ม. (ภาพที่
4.1-4.2)



ภาพที่ 4.1 แสดงลักษณะเหง้าของ *A. galanga*



ภาพที่ 4.2 แสดงลักษณะลำต้นเทียมของ *A. galanga*

ใบ : ใบเดี่ยว เรียงสลับระนาบเดียว รูปขอบขนานแกมรูปใบหอก กว้าง 5-10 ซม. ยาว 20-55 ซม. ปลายแหลมหรือเรียวแหลม โคนรูปลิ้น ขอบเรียบ แผ่นใบเกลี้ยง บริเวณโคนก้านใบและขอบมีขนสั้นนุ่ม เส้นใบรูปคล้ายสามเหลี่ยม กว้าง 4-5 มม. ยาว 5-7 มม. มีขนสั้นนุ่มเล็กน้อย ก้านใบยาว 5-6.5 มม. (ภาพที่ 4.3)



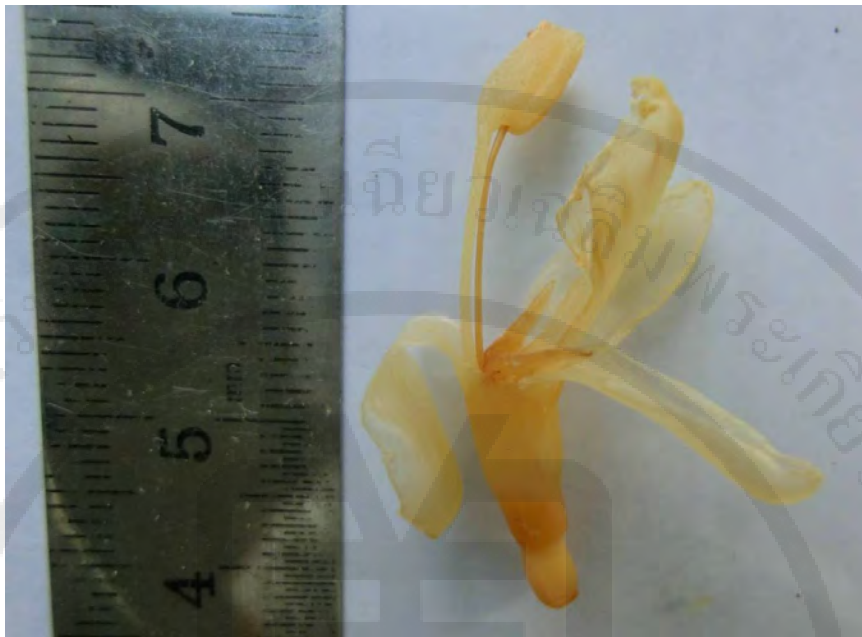
ภาพที่ 4.3 แสดงลักษณะใบของ *A. galanga*

ดอก : ช่อดอกแบบช่อแยกแขนง ออกที่ยอด ก้านช่อดอกยาว 7-9 ซม. ค่อนข้างเกลี้ยง หรือมีขนสั้นประปราย แกนกลางช่อดอก 20-22 ซม. ค่อนข้างเกลี้ยงหรือมีขนสั้นประปราย ช่อวงสลับข้าง (cincinnus) มี 3-5 ดอก ใบประดับย่อย กว้าง 1-1.5 มม. ยาว 6-7 มม. ปลายแหลม ค่อนข้างเกลี้ยง ก้าน

ดอกยาว 5-6 มม. ค่อนข้างเกลี้ยงหรือมีขนสั้นประปราย ดอกสีขาว มีกลิ่นหอมอ่อน กลีบเลี้ยงสีขาวหรือสีขาวอมเขียว โคนเชื่อมติดกันเป็นหลอด กว้าง 3-4 มม. ยาวประมาณ 1 ซม. ปลายแยกเป็น 3 แฉก รูปคล้ายสามเหลี่ยม แฉกบน 2 แฉก ยาวประมาณ 3 มม. แฉกล่าง 1 แฉก ยาว 0.5-1 มม. เกลี้ยงหรือค่อนข้างเกลี้ยง กลีบดอกสีขาวหรือสีขาวอมเขียว โคนเชื่อมติดกันเป็นหลอด ยาวประมาณ 1 ซม. กว้าง 4-5 มม. ปลายแยกเป็น 3 แฉก แฉกบน 1 แฉก รูปขอบขนาน กว้าง 6-7 มม. ยาว 1.8-2 ซม. ปลายคุ่ม แฉกข้าง 2 แฉก รูปขอบขนาน กว้างประมาณ 5 มม. ยาวประมาณ 1.5 ซม. ปลายคุ่ม เกสรเพศผู้เป็นหมันคู่ ข้างสีแดงหรือสีม่วงอมแดง รูปรีแคบขนาดเล็ก เกสรเพศผู้เป็นหมันเปลี่ยนแปลงเป็นกลีบปากสีขาว มีเส้นสีชมพู 2 ข้างของเส้นกลางกลีบ กลีบปากรูปคล้ายช้อน กว้าง 6-8 มม. ยาว 2-2.4 ซม. ปลายแยกเป็น 2 แฉก ขอบหยัก มีปุ่มเล็ก ๆ หนาแน่นที่โคน เกสรเพศผู้ที่สมบูรณ์ มี 1 อัน ก้านชูอับเรณูยาว 1-1.5 ซม. อับเรณูสีเหลือง กว้าง 3-4 มม. ยาว 7-8 มม. ฝังไข้อยู่ใต้วงกลีบ ทรงรูปไข่ ยาวประมาณ 5 มม. มีขนสั้น ก้านเกสรเพศเมียเรียว ยอดเกสรเพศเมียมีขนสั้นประปราย (ภาพที่ 4.4-4.11)



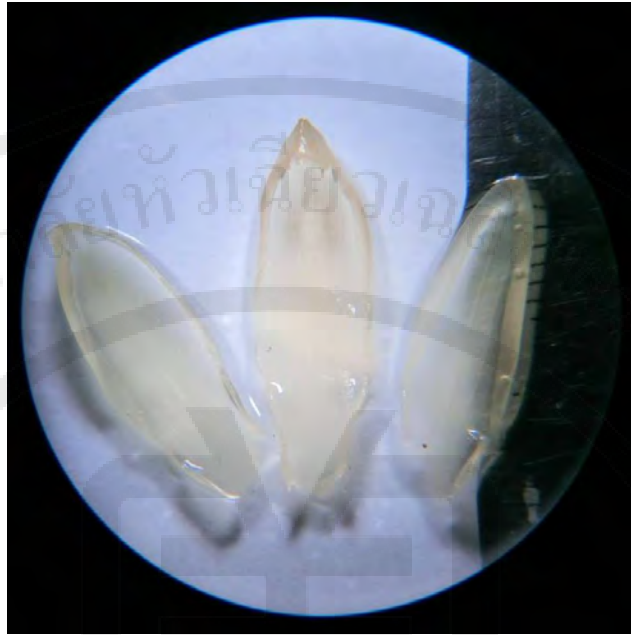
ภาพที่ 4.4 แสดงลักษณะดอกของ *A. galanga*



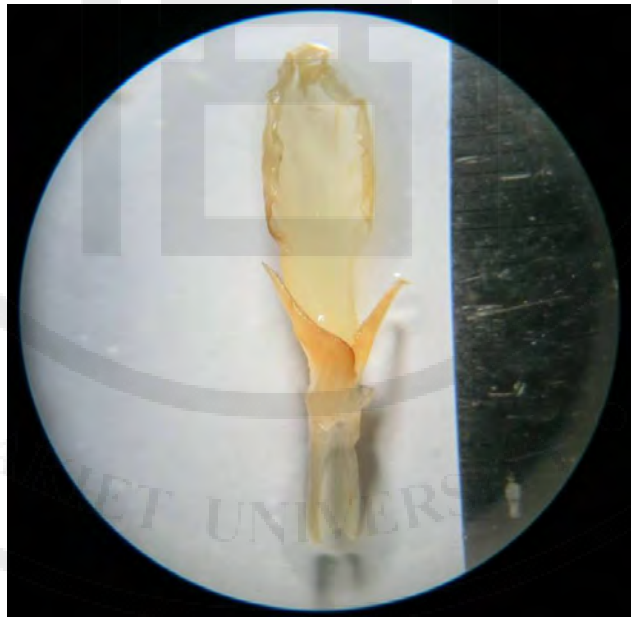
ภาพที่ 4.5 แสดงลักษณะดอกย่อยของ *A. galanga*



ภาพที่ 4.6 แสดงลักษณะวงกลีบเลี้ยง (Calyx) ของ *A. galanga*



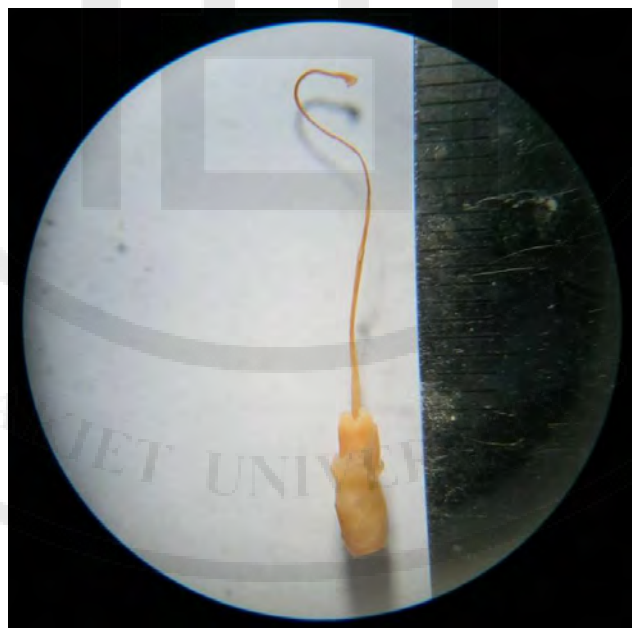
ภาพที่ 4.7 แสดงลักษณะวงกลีบดอก (Corolla) ของ *A. galanga*



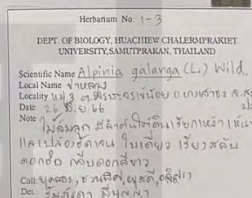
ภาพที่ 4.8 แสดงลักษณะเกสรเพศผู้เป็นหมันเปลี่ยนแปลงเป็นกลีบปาก (labellum) คล้ายกลีบดอก และ เกสรเพศผู้เป็นหมันคู่ข้าง (lateral staminodes) มีขนาดเล็กของ *A. galanga*



ภาพที่ 4.9 แสดงลักษณะเกสรเพศผู้ที่สมบูรณ์ของ *A. galanga*



ภาพที่ 4.10 แสดงลักษณะเกสรเพศเมียของ *A. galanga*



การกระจายพันธุ์และนิเวศวิทยา

ต่างประเทศพบกระจายพันธุ์ในประเทศอินเดีย บังคลาเทศ เมียนมาร์ จีน กัมพูชา ลาว มาเลเซีย
อินโดนีเซีย เวียดนาม สิงคโปร์ และฟิลิปปินส์ [48-50]



ภาพที่ 4.12 แสดงลักษณะของ *A. galanga* ที่ปรากฏในธรรมชาติ

แหล่งปลูกในจังหวัดสมุทรปราการ

พบการปลูก *A. galanga* ในพื้นที่อำเภอบางเสาธง (ตำบลศีรษะจรเข้น้อย ตำบลบางเสาธง) อำเภอบางบ่อ (ตำบลเปรี้ง) และอำเภอเมือง (ตำบลบางเมือง) จากการเก็บตัวอย่างภาคสนามในช่วงเดือน มิถุนายน-กรกฎาคม พบพืชชนิดนี้ออกดอกในเดือนมิถุนายน พบใน 1 แหล่งปลูก คือ ตำบลศีรษะจรเข้น้อย อำเภอบางเสาธง ส่วนในพื้นที่ปลูกอื่นไม่พบการออกดอกหรือติดผล (ตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.2 แหล่งปลูก *A. galanga* ในจังหวัดสมุทรปราการ

หมายเลข ตัวอย่างพรรณ ไม้	แหล่งปลูก	วัน เดือน ปี ที่เก็บ	การออกดอก- ติดผล	ชื่อพื้นเมือง
1-2	หมู่ 3 ต.ศิริชะจรเข้ อ.บางเสาธง จ.สมุทรปราการ	26 มิ.ย. 66	-	ชำเหลียง
1-3	หมู่ 3 ต.ศิริชะจรเข้ อ.บางเสาธง จ.สมุทรปราการ	26 มิ.ย. 66	ออกดอก	ชำหลวง
6-2	หมู่ 7 ต.บางเสาธง อ.บางเสาธง จ.สมุทรปราการ	28 มิ.ย. 66	-	ชำเหลียง
7-2	หมู่ 3 ต.เปร็ง อ.บางบ่อ จ. สมุทรปราการ	29 มิ.ย. 66	-	ชำเหลียง
16-2	หมู่ 10 ต.บางเมือง อ.เมืองสมุทรปราการ จ.สมุทรปราการ	6 ก.ค. 66	-	ชำใหญ่

หมายเหตุ

จากการศึกษาลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของ *A. galanga* ในจังหวัดสมุทรปราการอย่างละเอียดพบว่า พืชชนิดนี้มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาแตกต่างกันแยกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ ชำเหลียง ลำต้นใต้ดินเป็นเหง้า สีเหลืองอ่อน มีกลิ่นหอมแรง แผ่นใบด้านล่างมีขนสั้นประปราย ส่วนชำหลวงและชำใหญ่ลำต้นใต้ดินเป็นเหง้าสีขาวนวล มีกลิ่นหอมอ่อนกว่า แผ่นใบเกลี้ยง ซึ่งเป็นลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่แตกต่างกันในระดับต่ำกว่าชนิด ควรมีการศึกษาต่ออย่างละเอียดในเรื่องพันธุ์ปลูก เพื่อกำหนดชื่อพันธุ์ปลูกที่ถูกต้องตามหลักพฤกษศาสตร์ต่อไป

2. *Alpinia siamensis* K. Schum.

ชื่อพ้อง : -

ชื่อพื้นเมือง : ในพื้นที่ปลูกจังหวัดสมุทรปราการมีชื่อเรียก ข่าแดง ข่าลิง ข่าหยวก ข่าเกษตร ข่าพื้นบ้าน ข่าใหญ่ ข่าเล็ก และข่าหัวเล็ก มีชื่อพื้นเมืองอื่นดังนี้ กฏุกโกโรหิณี, ข่า, ข่าบ้าน (ภาคกลาง); ข่าหลวง, ข่าใหญ่ (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)

ชื่อสามัญ : -

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ต้น : ไม้ล้มลุกหลายปี ลำต้นใต้ดินเป็นเหง้า สีขาวนวลหรือสีขาวอมชมพู ส่วนที่ติดกับลำต้นเทียมมักมีสีชมพูหรือที่ชมพูอมแดง เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.8-2.5 ซม. กาบใบเรียงซ้อนกันแน่นเป็นลำต้นเทียม ตั้งตรงเหนือดิน สูง 1.5-2 ม. ส่วนที่ติดกับลำต้นใต้ดินมักมีสีชมพูหรือที่ชมพูอมแดง (ภาพที่ 4.13-4.14)



ภาพที่ 4.13 แสดงลักษณะเหง้าของ *A. siamensis*



ภาพที่ 4.14 แสดงลักษณะลำต้นเทียมของ *A. siamensis*

ใบ : ใบเดี่ยว เรียงสลับระนาบเดียว รูปรี รูปรีแกมรูปขอบขนาน รูปใบหอกแกมรูปขอบขนาน หรือรูปใบหอกกลับแกมรูปขอบขนาน กว้าง 4-8 ซม. ยาว 18-35 ซม. ปลายเรียวแหลม โคนรูปกลม ขอบเรียบ แผ่นใบเกลี้ยง บริเวณเส้นกลางใบและขอบมีขนสั้นประปราย เส้นใบรูปไข่ กว้างประมาณ 3 มม. ยาวประมาณ 5 มม. ก้านใบยาว 5-8 มม. (ภาพที่ 4.15)



ภาพที่ 4.15 แสดงลักษณะใบของ *A. siamensis*

ดอก : ช่อดอกแบบช่อแยกแขนง ออกที่ยอด ก้านช่อดอกยาว 3-4 ซม. ค่อนข้างเกลี้ยงหรือมีขนสั้นประปราย แขนกลางช่อดอกยาว 12-15 ซม. ค่อนข้างเกลี้ยงหรือมีขนสั้นประปราย ช่อวงสลัษ้าง มี 3 ดอก ใบประดับย่อย กว้างประมาณ 5 มม. ยาว 7-9 มม. ปลายตัดเฉียง ก้านดอกยาว 0.7-1 ซม. มีขนสั้นหนาแน่น ดอกสีขาวนวล มีกลิ่นหอมอ่อน กลีบเลี้ยงสีขาว โคนเชื่อมติดกันเป็นหลอด กว้างประมาณ 4 มม. ยาวประมาณ 5 มม. ปลายแยกเป็น 3 แฉก รูปคล้ายสามเหลี่ยม แฉกบน 2 แฉก ยาวประมาณ 3 มม. แฉกล่าง 1 แฉก ยาว 3-4 มม. ค่อนข้างเกลี้ยงหรือมีขนสั้นประปราย กลีบดอกสีขาวนวล โคนเชื่อมติดกันเป็นหลอด ยาว 5-7 มม. กว้างประมาณ 3 มม. ปลายแยกเป็น 3 แฉก แฉกบน 1 แฉก รูปขอบขนาน กว้างประมาณ 4 มม. ยาว 0.9-1 ซม. ปลายคู่ แฉกข้าง 2 แฉก รูปขอบขนาน กว้างประมาณ 4 มม. ยาว 7-8 มม. ปลายคู่ เกสรเพศผู้เป็นหมันคู่ข้างสีแดงหรือสีม่วงอมแดง รูปลิ้นแคบขนาดเล็ก กว้าง

ประมาณ 1 มม. ยาวประมาณ 3 มม. ปลายแหลม เกสรเพศผู้เป็นหมันเปลี่ยนแปลงเป็นกลีบปากสีขาว มีเส้นสีแดง 2 ข้างของเส้นกลางกลีบ กลางกลีบสีเหลือง กลีบปากรูปไข่กลับกว้าง กว้าง 6-7 มม. ยาว 0.8-1 ซม. ปลายแยกเป็น 3 แฉก ขอบหยัก เกสรเพศผู้ที่สมบูรณ์ มี 1 อัน ก้านชูอับเรณูสีเหลืองอมเขียว ยาว 7-8 มม. อับเรณูสีเหลือง รูปคล้ายสี่เหลี่ยม กว้าง 2.5-3 มม. ยาว 4-4.5 มม. รังไข่อยู่ใต้วงกลีบ ทรงรูปไข่ ยาว 3-4 มม. มีขนสั้น ก้านเกสรเพศเมียเรียว สีเขียวอ่อน ยอดเกสรเพศเมียสีเขียวอ่อน (ภาพที่ 4.16-4.23)



ภาพที่ 4.16 แสดงลักษณะดอกของ *A. siamensis*



ภาพที่ 4.17 แสดงลักษณะดอกย่อยของ *A. siamensis*



ภาพที่ 4.18 แสดงลักษณะวงกลีบเลี้ยง (Calyx) ของ *A. siamensis*



ภาพที่ 4.19



ภาพที่ 4.20 แสดงลักษณะเกสรเพศผู้เป็นหมันเปลี่ยนแปลงเป็นกลีบปาก (labellum) คล้ายกลีบดอก และเกสรเพศผู้เป็นหมันคู่ข้าง (lateral staminodes) มีขนาดเล็กของ *A. siamensis*



ภาพที่ 4.21 แสดงลักษณะเกสรเพศผู้ที่สมบูรณ์ของ *A. siamensis*



ภาพที่ 4.22 แสดงลักษณะเกสรเพศเมียของ *A. siamensis*



ภาพที่ 4.23 แสดงตัวอย่างพรรณไม้แห้ง (Herbarium specimen) ของ *A. siamensis*

การกระจายพันธุ์และนิเวศวิทยา

ในประเทศไทยมีการกระจายพันธุ์เกือบทุกภาค และปลูกโดยทั่วไปเพื่อใช้ประโยชน์เป็นพืชอาหาร และพืชสมุนไพร พืชชนิดนี้ในประเทศไทยออกดอกช่วงเดือนเมษายน-สิงหาคม ติดผลช่วงเดือนกรกฎาคม-ตุลาคม ในจังหวัดสมุทรปราการ มีการเก็บตัวอย่างภาคสนามในช่วงเดือนมิถุนายน-สิงหาคม พบว่ามีการออกดอกในเดือนมิถุนายน-สิงหาคม แต่ไม่พบการติดผล (ภาพที่ 4.24)

ต่างประเทศพบกระจายพันธุ์ในประเทศลาวและเวียดนาม [48-50]



ภาพที่ 4.24 แสดงลักษณะของ *A. siamensis* ที่ปรากฏในธรรมชาติ

แหล่งปลูกในจังหวัดสมุทรปราการ

พบการปลูก *A. siamensis* ในพื้นที่อำเภอบางเสาธง (ตำบลศีรษะจรเข้น้อย ตำบลศีรษะจรเข้ใหญ่ ตำบลบางเสาธง) อำเภอบางพลี (ตำบลบางปลา ตำบลบางโฉลง ตำบลหนองปรือ ตำบลราชาเทวะ ตำบลบางพลีใหญ่) อำเภอบางบ่อ (ตำบลเปิ้ง ตำบลคลองนิมมยตรา ตำบลบางบ่อ ตำบลคลองด่าน ตำบลบางเปรี้ยว ตำบลคลองสวน) และอำเภอเมืองสมุทรปราการ (ตำบลบางด้วน ตำบลบางเมือง ตำบลปากน้ำ) จากการเก็บตัวอย่างภาคสนามในช่วงเดือนมิถุนายน-สิงหาคม พบพืชชนิดนี้ออกดอกในแหล่งปลูกทุกอำเภอ แต่ไม่พบการติดผล (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 แหล่งปลูก *A. siamensis* ในจังหวัดสมุทรปราการ

หมายเลข ตัวอย่าง พรรณไม้	แหล่งปลูก	วัน เดือน ปี ที่เก็บ	การออกดอก-ติดผล	ชื่อพื้นเมือง
1-1	หมู่ 3 ต.ศรีษะจรเข้ น้อย อ.บางเสาธง จ.สมุทรปราการ	26 มิ.ย. 66	ออกดอก	ข้าแดง, ข้าลิง
2	หมู่ 7 ต.ศรีษะจรเข้ใหญ่ อ.บางเสาธง จ.สมุทรปราการ	26 มิ.ย. 66	ออกดอก	ข้าแดง, ข้าลิง
3	หมู่ 13 ต.บางปลา อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ	27 มิ.ย. 66	ออกดอก	ข้า
4	หมู่ 2 ต.บางโฉลง อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ	27 มิ.ย. 66	ออกดอก	ข้า
5	หมู่ 1 ต.หนองปรือ อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ	27 มิ.ย. 66	-	ข้า
6-1	หมู่ 7 ต.บางเสาธง อ.บางเสาธง จ.สมุทรปราการ	28 มิ.ย. 66	ออกดอก	ข้าลิง
6-3	หมู่ 7 ต.บางเสาธง อ.บางเสาธง จ.สมุทรปราการ	28 มิ.ย. 66	-	ข้าหยวก
6-4	หมู่ 2 ต.บางเสาธง อ.บางเสาธง จ.สมุทรปราการ	5 ก.ค. 66	-	ข้า
7-1	หมู่ 3 ต.เปรี้ยว อ.บางบ่อ จ.สมุทรปราการ	29 มิ.ย. 66	ออกดอก	ข้าแดง
8-1	หมู่ 3 ต.คลองนิมมยตรา อ.บางบ่อ จ.สมุทรปราการ	29 มิ.ย. 66	-	ข้า
8-2	หมู่ 3 ต.คลองนิมมยตรา อ.บางบ่อ จ.สมุทรปราการ	29 มิ.ย. 66	ออกดอก	ข้า
9	หมู่ 1 ต.ราชาเทวะ อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ	29 มิ.ย. 66	ออกดอก	ข้า
10-1	หมู่ 4 ต.บางบ่อ อ.บางบ่อ จ.สมุทรปราการ	30 มิ.ย. 66	ออกดอก	ข้าแดง
10-2	หมู่ 4 ต.บางบ่อ อ.บางบ่อ จ.สมุทรปราการ	30 มิ.ย. 66	ออกดอก	ข้าแดง, ข้าลิง

หมายเลข ตัวอย่าง พรรณไม้	แหล่งปลูก	วัน เดือน ปี ที่เก็บ	การออกดอก-ติดผล	ชื่อพื้นเมือง
10-3	หมู่ 4 ต.บางบ่อ อ.บางบ่อ จ.สมุทรปราการ	30 มิ.ย. 66	ออกดอก	ข้า
11	หมู่ 4 ต.คลองด่าน อ.บางบ่อ จ.สมุทรปราการ	3 ก.ค. 66	-	ข้าเกษตร
12-1	ต.บางเพรียง อ.บางบ่อ จ.สมุทรปราการ	3 ก.ค.66	ออกดอก	ข้าพื้นบ้าน
12-2	ต.บางเพรียง อ.บางบ่อ จ.สมุทรปราการ	3 ก.ค.66	ออกดอก	ข้าใหญ่
12-3	ต.บางเพรียง อ.บางบ่อ จ.สมุทรปราการ	3 ก.ค.66	ออกดอก	ข้าเล็ก, ข้าหัวเล็ก
13-1	ต.คลองสวน อ.บางบ่อ จ.สมุทรปราการ	5 ก.ค. 66	-	ข้า
13-2	ต.คลองสวน อ.บางบ่อ จ.สมุทรปราการ	5 ก.ค. 66	ออกดอก	ข้า
14	หมู่ 11 ต.คลองสวน อ.บางบ่อ จ.สมุทรปราการ	5 ก.ค. 66	-	ข้า
15	หมู่ 5 ต.บางด้วน อ.เมืองสมุทรปราการ จ.สมุทรปราการ	6 ก.ค. 66	ออกดอก	ข้า
16-1	หมู่ 10 ต.บางเมือง อ.เมืองสมุทรปราการ จ.สมุทรปราการ	6 ก.ค. 66	ออกดอก	ข้า
17	หมู่ 10 ต.บางพลีใหญ่ อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ	7 ส.ค. 66	ออกดอก	ข้า
18	35 ซอย 4 (โบราณ) ต.ปากน้ำ อ.เมืองสมุทรปราการ จ.สมุทรปราการ	7 ส.ค. 66	ออกดอก	ข้า
19	หมู่ 8 ต.บางโฉลง อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ	20 ส.ค. 66	ออกดอก	ข้า

หมายเหตุ

จากการศึกษาลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของ *A. siamensis* ในจังหวัดสมุทรปราการอย่างละเอียด พบว่าพืชชนิดนี้ในแต่ละพื้นที่ปลูกมีลักษณะสัณฐานวิทยาแตกต่างกันในระดับต่ำกว่าชนิด ควรมีการศึกษาต่ออย่างละเอียดในเรื่องชนิดปลูก เพื่อกำหนดชื่อชนิดปลูกที่ถูกต้องตามหลักพฤกษศาสตร์ต่อไป

จากการศึกษาความหลากหลายของชนิดของชำในพื้นที่อำเภอบางบ่อ อำเภอบางพลี อำเภอบางเสาธง และอำเภอมืองสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ ทำให้ทราบว่าชนิดของชำ ที่ปลูกมีจำนวน 2 ชนิด คือ *A. galanga* และ *A. siamensis* และพบว่ามีคนนำมาใช้ประโยชน์โดยนำมาทำเป็นอาหารมากที่สุด รองลงมาได้แก่ นำมาเป็นพืชสมุนไพรเพื่อรักษาอาการเจ็บป่วย ซึ่งความรู้ต่าง ๆ เหล่านี้ได้รับการถ่ายทอดจากบรรพบุรุษสืบต่อกันมา รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การใช้ประโยชน์จากชำ

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อพื้นเมือง	การใช้ประโยชน์	
		อาหาร	พืชสมุนไพร
1. <i>A. galanga</i>	ชำหลวง ชำเหลือง ชำใหญ่	1. ต้มชำไก่	1. ชำเชื้อรา รักษาโรคกลากเกลื้อน
2. <i>A. siamensis</i>	ชำแดง ชำลิง ชำหยวก ชำเกษตร ชำพื้นบ้าน ชำเล็ก ชำหัวเล็ก ชำใหญ่	2. ต้มยำ 3. น้ำพริก 4. เครื่องพริกแกง	2. ขับลม แก้อืด จุกเสียด แน่นท้อง
		5. ใส่ในข้าวต้มปลาเพื่อดับกลิ่นคาว 6. ทำเครื่องต้มสมุนไพร 7. ดอกชำนำมาลวกหรือกินสดจิ้มน้ำพริก 8. ชำอ่อนนำมาจิ้มน้ำพริกหรือใส่ในอาหารประเภทยำ 9. ชำอ่อนนำมาดองกินแกล้มกับเมนูอื่น 10. นำมาทำก๋วยเตี๋ยว	3. บรรเทาอาการไอ 4. ช่วยย่อยอาหาร 5. รักษาอาการข้ออักเสบ 6. ทำลูกประคบสมุนไพรช่วยบรรเทาอาการปวดเมื่อยและเพิ่มการไหลเวียนของโลหิต 7. เป็นส่วนประกอบในตำรับยา “พิภคตรีภาพพิช” มีสรรพคุณ บำรุงธาตุ

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อพื้นเมือง	การใช้ประโยชน์	
		อาหาร	พืชสมุนไพร
		11. นำมาทำลาบปลาตุก	บำรุงกำหนด ขับลม แก้ ไข้สันนิบาต แก้เลือดเสีย 8. เป็นส่วนประกอบใน ตำรับยา “ประสะ เจตพังคิ” มีสรรพคุณ แก้ อาการกรดไหลย้อน จุก เสียดเรื้อรัง มีลมเป็นก้อน บริเวณยอดอก ล้น ปี่ ทำให้เจ็บระบมในช่อง ท้อง ช่วยย่อยอาหาร 9. เป็นส่วนประกอบในยา ฆ่าแมลง

จากข้อมูลจะเห็นว่าส่วนที่มีการนำมาใช้ประโยชน์มากที่สุด คือ เหง้า ทั้งใช้เป็นอาหาร และสมุนไพร ทำให้ส่วนอื่น ๆ เช่น ลำต้นเหนือดิน ใบ ดอก ต่อดินโคนกิ่งไป บางพื้นที่ปลูกมีการนำมาฝังกลบหน้าดิน หรือเผา ซึ่งจะก่อให้เกิดมลพิษตามมา ทีมวิจัยจึงมีแนวคิดที่จะเพิ่มมูลค่าให้กับข่าส่วนอื่น ๆ โดยศึกษาปริมาณสารสำคัญของส่วนต่าง ๆ ของข่า และศึกษาปริมาณเส้นใย คุณสมบัติเชิงกล และสมบัติการอุ้มน้ำของเส้นใยลำต้นข่าของข่าทั้ง 2 ชนิด

ตอนที่ 2 หาสารสำคัญ ใน เหง้า ใบ ลำต้น และดอก ของข่าแดงและข่าหลวง

4.2 การวิเคราะห์ตรวจสอบชนิดของของสารเมตาโบไลต์ และสารสำคัญอื่น ๆ ในเหง้า ใบ ลำต้น ดอก

ผลการวิเคราะห์แมสสเปกโตรเมตรี โดยตรวจวัดโดยการคัดแยกมวลต่อประจุ (m/z) ของสาร ด้วยเทคนิค uHPLC-Hi-Res-Obitrapp-MS/MS ทำให้ทราบชนิดของสารเมตาโบไลต์ และสารสำคัญอื่น ที่เป็นองค์ประกอบในข่าทั้ง 2 ชนิด โดยวิเคราะห์ในโหมดไม่ระบุสารเป้าหมาย (non-Target mode) เพื่อ

ตรวจสอบชนิดของของสารเมตาโบไลต์ และสารสำคัญอื่น ๆ ที่เป็นองค์ประกอบในเหง้า ใบ ลำต้น ดอก ของชำแดง และชำหลวง

จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค uHPLC-Hi-Res-Obitrapp-MS/MS ได้ถูกระบุชนิดของสารเมตาโบไลต์ โดยใช้ซอฟต์แวร์ Compound Discoverer เวอร์ชัน 3.3 (Thermo Fisher Scientific, USA) โดยค้นหาข้อมูลเปรียบเทียบกับฐานข้อมูล 2 แหล่ง ได้แก่ mzCloud (<https://www.mzcloud.org>) ChemSpider compound (<http://www.chemspider.com>) พบจำนวนสารเมตาโบไลต์ มากกว่า 100 ชนิด ทั้งของสารในกลุ่มที่มีขั้วและไม่มีขั้ว ของชนิดชำแดง และชำหลวง จากโครมาโทแกรมพบว่า สารชนิดมีขั้วพบมากที่เวลา 15 นาที เป็นต้นไป และสารเมตาโบไลต์ ชนิดไม่มีขั้ว พบมากตั้งแต่ 0 – 16 นาที

ผู้วิจัยได้จำแนกสารเมตาโบไลต์ ของชำแดง และชำหลวงออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ ฟลาโวนอยด์ และอนุพันธ์ (Flavonoids and Derivatives) ฟีนอลิกและอนุพันธ์ (Phenolics and Derivatives) กรดไขมันและอนุพันธ์ (Fatty Acids and Derivatives) และกรดอะมิโน (Amino acids)

ชนิดและปริมาณขององค์ประกอบทางเคมี ในชนิดชำแดง

ชำแดง พบสารประกอบ จำนวน 45 ชนิด ที่สามารถระบุชนิดได้ และสามารถจำแนกชนิดตามกลุ่มต่าง ๆ ได้ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงชนิดของสารประกอบที่วิเคราะห์ด้วยเทคนิค uHPLC-Hi-Res-Orbitrap-MS/MS ของชนิดข้าวแดง (*A. siamensis*)

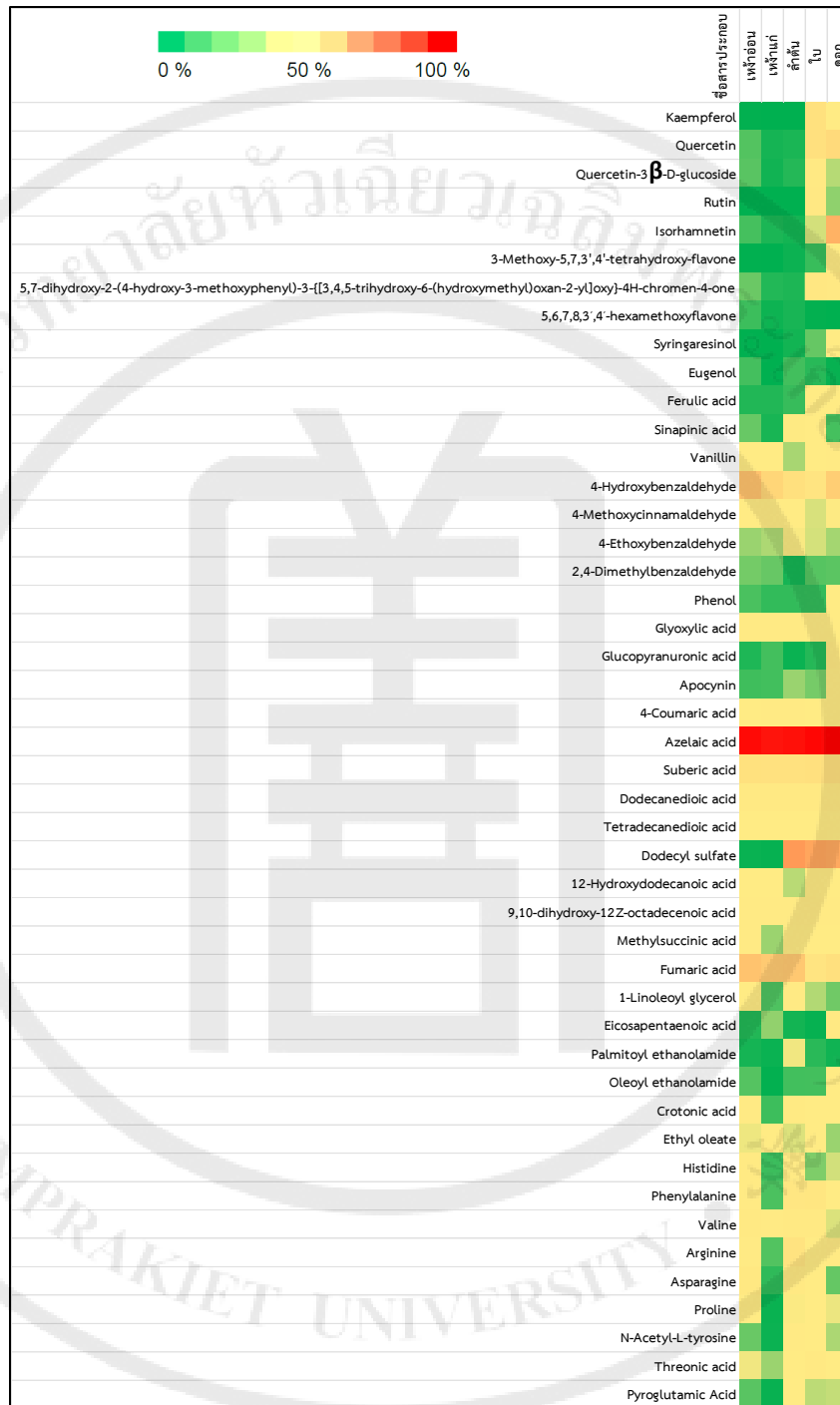
ลำดับที่	ชื่อสารประกอบ	สูตรเคมี	Ionization ESI species	Mw ของ adduct ion	Calculated m/z	Observed m/z	ประเภท
1	Kaempferol	C ₁₅ H ₁₀ O ₆	[M+H] ⁺	287.0558	287.0558	287.0558	ฟลาโวนอยด์
2	Quercetin	C ₁₅ H ₁₀ O ₇	[M+H] ⁺	303.0509	303.0509	303.0509	ฟลาโวนอยด์
3	Quercetin-3β-D-glucoside	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₂	[M+H] ⁺	465.1041	465.1041	465.1040	ฟลาโวนอยด์
4	Rutin	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₆	[M+H] ⁺	611.1625	611.1625	611.1625	ฟลาโวนอยด์
5	Isorhamnetin	C ₁₆ H ₁₂ O ₇	[M+H] ⁺	317.0665	317.0665	317.0664	ฟลาโวนอยด์
6	3-Methoxy-5,7,3',4'-tetrahydroxy-flavone	C ₁₆ H ₁₂ O ₇	[M+H] ⁺	317.0668	317.0668	317.0668	ฟลาโวนอยด์
7	5,7-dihydroxy-2-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-3-[[3,4,5-trihydroxy-6-(hydroxymethyl)oxan-2-yl]oxy]-4H-chromen-4-one	C ₂₂ H ₂₂ O ₁₂	[M+H] ⁺	479.1198	479.1198	479.1198	ฟลาโวนอยด์
8	5,6,7,8,3',4'-hexamethoxyflavone	C ₂₁ H ₂₂ O ₈	[M+H] ⁺	403.1379	403.1379	403.1379	ฟลาโวนอยด์
9	(+)-Syringaresinol	C ₂₂ H ₂₆ O ₈	[M-H] ⁻	417.1548	417.1548	417.15482	ฟีนอลิก
10	Eugenol	C ₁₀ H ₁₂ O ₂	[M-H] ⁻	163.0762	163.0762	163.0762	ฟีนอลิก
11	Ferulic acid	C ₁₀ H ₁₀ O ₄	[M-H] ⁻	193.0502	193.0502	193.0503	ฟีนอลิก
12	Sinapinic acid	C ₁₁ H ₁₂ O ₅	[M+H] ⁺	225.0765	225.0765	225.0764	ฟีนอลิก
13	Vanillin	C ₈ H ₈ O ₃	[M+H] ⁺	153.0551	153.0551	153.0551	ฟีนอลิก
14	4-Hydroxybenzaldehyde	C ₇ H ₆ O ₂	[M+H] ⁺	123.0444	123.0444	123.0444	ฟีนอลิก

ลำดับที่	ชื่อสารประกอบ	สูตรเคมี	Ionization ESI species	Mw ของ adduct ion	Calculated m/z	Observed m/z	ประเภท
15	4-Methoxycinnamaldehyde	C ₁₀ H ₁₀ O ₂	[M+H] ⁺	163.0759	163.0759	163.0759	ฟีนอลิก
16	4-Ethoxybenzaldehyde	C ₉ H ₁₀ O ₂	[M+H] ⁺	151.0759	151.0759	151.0758	ฟีนอลิก
17	2,4-Dimethylbenzaldehyde	C ₉ H ₁₀ O	[M+H] ⁺	135.0800	135.0800	135.0799	ฟีนอลิก
18	Phenol	C ₆ H ₆ O	[M-H] ⁻	93.0344	93.0344	93.03445	ฟีนอลิก
19	β-D-Glucopyranuronic acid	C ₆ H ₁₀ O ₇	[M-H] ⁻	193.0351	193.0351	193.0351	ฟีนอลิก
20	Apocynin	C ₉ H ₁₀ O ₃	[M+H] ⁺	167.0709	167.0709	167.0709	ฟีนอลิก
21	4-Coumaric acid	C ₉ H ₈ O ₃	[M+H] ⁺	165.0551	165.0551	165.0551	ฟีนอลิก
22	Azelaic acid	C ₉ H ₁₆ O ₄	[M-H] ⁻	187.0972	187.0972	187.0972	กรดไขมัน
23	Suberic acid	C ₈ H ₁₄ O ₄	[M-H] ⁻	173.0816	173.0816	173.0816	กรดไขมัน
24	Dodecanedioic acid	C ₁₂ H ₂₂ O ₄	[M-H] ⁻	229.1441	229.1441	229.1442	กรดไขมัน
25	Tetradecanedioic acid	C ₁₄ H ₂₆ O ₄	[M-H] ⁻	257.1755	257.1755	257.1756	กรดไขมัน
26	Dodecyl sulfate	C ₁₂ H ₂₆ O ₄ S	[M-H] ⁻	265.1474	265.1474	265.1474	กรดไขมัน
27	12-Hydroxydodecanoic acid	C ₁₂ H ₂₄ O ₃	[M-H] ⁻	215.1649	215.1649	215.1650	กรดไขมัน
28	(+/-)9,10-dihydroxy-12Z-octadecenoic acid	C ₁₈ H ₃₄ O ₄	[M-H] ⁻	313.2379	313.2379	313.2380	กรดไขมัน
29	Methylsuccinic acid	C ₅ H ₈ O ₄	[M-H] ⁻	131.0348	131.0348	131.0348	กรดไขมัน
30	Fumaric acid	C ₄ H ₄ O ₄	[M-H] ⁻	115.0034	115.0034	115.0035	กรดไขมัน
31	1-Linoleoyl glycerol	C ₂₁ H ₃₈ O ₄	[M+H-H ₂ O]	337.2746	337.2746	337.2746	กรดไขมัน
32	Eicosapentaenoic acid	C ₂₀ H ₃₀ O ₂	[M+H] ⁺	303.2329	303.2329	303.2328	กรดไขมัน

ลำดับที่	ชื่อสารประกอบ	สูตรเคมี	Ionization ESI species	Mw ของ adduct ion	Calculated m/z	Observed m/z	ประเภท
33	Palmitoyl ethanolamide	C ₁₈ H ₃₇ NO ₂	[M+H] ⁺	300.2906	300.2906	300.2905	กรดไขมัน
34	Oleoyl ethanolamide	C ₂₀ H ₃₉ NO ₂	[M+H] ⁺	326.3064	326.3064	326.3064	กรดไขมัน
35	Crotonic acid	C ₄ H ₆ O ₂	[M+H] ⁺	87.04436	87.04436	87.04432	กรดไขมัน
36	Ethyl oleate	C ₂₀ H ₃₈ O ₂	[M+Na] ⁺	333.2781	333.2781	333.2775	กรดไขมัน
37	Histidine	C ₆ H ₉ N ₃ O ₂	[M+H] ⁺	156.0761	156.0761	156.0761	กรดอะมิโน
38	Phenylalanine	C ₉ H ₁₁ NO ₂	[M+H] ⁺	166.0857	166.0857	166.0857	กรดอะมิโน
39	Valine	C ₅ H ₁₁ NO ₂	[M+H] ⁺	118.0858	118.0858	118.0857	กรดอะมิโน
40	Arginine	C ₆ H ₁₄ N ₄ O ₂	[M+H] ⁺	175.1182	175.1182	175.1182	กรดอะมิโน
41	Asparagine	C ₄ H ₈ N ₂ O ₃	[M-H] ⁻	131.0460	131.0460	131.0460	กรดอะมิโน
42	Proline	C ₅ H ₉ NO ₂	[M+H] ⁺	116.0701	116.0701	116.0701	กรดอะมิโน
43	N-Acetyl-L-tyrosine	C ₁₁ H ₁₃ NO ₄	[M+H] ⁺	224.0910	224.0910	224.0910	กรดอะมิโน
44	Threonic acid	C ₄ H ₈ O ₅	[M-H] ⁻	135.0296	135.0296	135.0297	กรดอะมิโน
45	Pyroglutamic Acid	C ₅ H ₇ NO ₃	[M+H] ⁺	130.0504	130.0504	130.0503	กรดอะมิโน

ในงานวิจัยนี้เพื่อวิเคราะห์การกระจายของสารประกอบเคมีในส่วนต่าง ๆ ของพืช ได้ใช้เทคนิคทางสถิติและการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูง ได้แก่ Heatmap, การวิเคราะห์กลุ่ม (Cluster Analysis) และการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis, PCA) เพื่อเข้าใจถึงรูปแบบการสะสมของสารประกอบเหล่านี้และบทบาททางชีวภาพที่เกี่ยวข้อง

เมื่อนำข้อมูลของ % relative peak area ของสารประกอบที่พบในส่วนต่าง ๆ ของพืช ผลที่ได้จาก Heatmap แสดงให้เห็นการกระจายตัวของสารประกอบในส่วนต่าง ๆ ของ เหง้าอ่อน เหง้าแก่ ต้น ใบ และดอก ดังภาพที่ 4.25

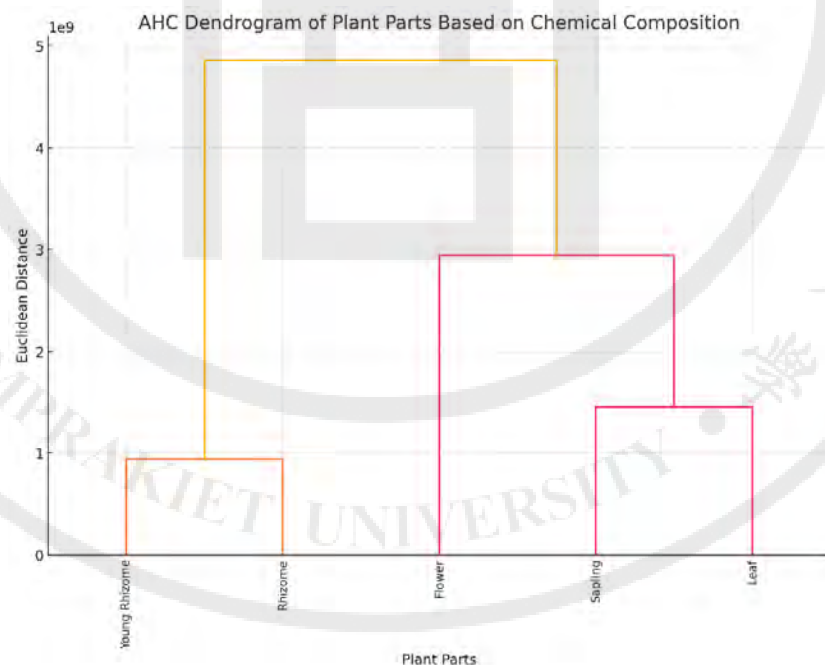


ภาพที่ 4.25 แสดงผลของ heatmap ขององค์ประกอบทางเคมีในส่วนต่าง ๆ ของ เหง้าอ่อน เหง้าแก่ ต้้น ใ้ และดอก ของชนิดข้าแดง

จาก heatmap แสดงให้เห็นว่า ข่าแดง มีองค์ประกอบของสารสำคัญหลากหลายกลุ่มกระจายอยู่ในแต่ละส่วนของพืช ได้แก่

- ฟลาโวนอยด์และอนุพันธ์ เช่น Kaempferol, Quercetin, Quercetin-3 β -D-glucoside, Rutin และ Isorhamnetin พบมากใน ใบและดอก มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและต้านการอักเสบ [27]
- ฟีนอลิกและอนุพันธ์ เช่น Eugenol, Ferulic acid, Vanillin, 4-Hydroxybenzaldehyde และ 4-methoxycinnamaldehyde พบมากทั้งใน เหง้าอ่อน และเหง้าแก่ มีฤทธิ์ต้านการอักเสบและต้านจุลชีพ
- กรดไขมันและอนุพันธ์ เช่น Azelaic acid พบได้ใน ทุกส่วน มีฤทธิ์ต้านการอักเสบ
- กรดอะมิโนและอนุพันธ์ เช่น L-Histidine, L-Phenylalanine พบใน เหง้าอ่อน และ ใบ มีบทบาทในการสร้างโปรตีนและบำรุงร่างกาย

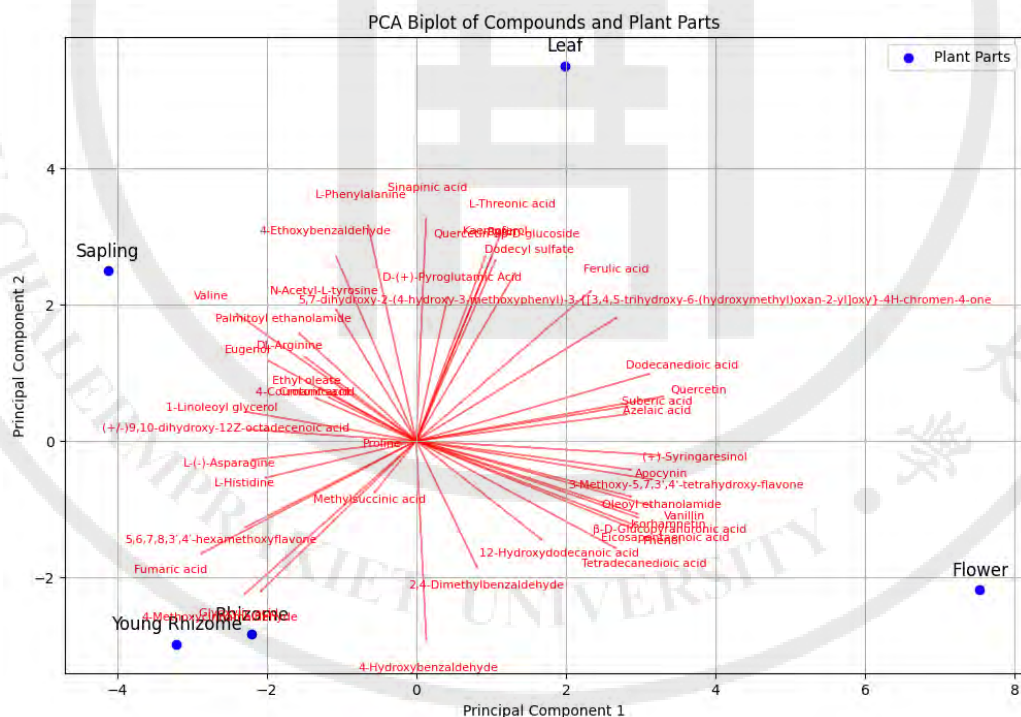
จากนั้นแสดงการจัดกลุ่มส่วนต่างๆ ของต้นข่าแดง เหง้าอ่อน เหง้าแก่ ต้น ใบ และดอก ตามองค์ประกอบทางเคมี ด้วยวิธี Agglomerative hierarchical clustering แสดงดังภาพที่ 4.26



ภาพที่ 4.26 แสดง AHC Dendrogram จัดกลุ่มส่วนต่างๆ ของข่าแดง ตามองค์ประกอบทางเคมี

จากผลการจัดกลุ่มส่วนต่างๆ ของข้าว ตามองค์ประกอบทางเคมีที่คล้ายกัน ทำให้ทราบว่า เหง้าแก่ และ เหง้าอ่อน ถูกจัดกลุ่มอยู่ด้วยกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าทั้งสองส่วนมีองค์ประกอบทางเคมีที่คล้ายคลึงกันมากที่สุด ต้น และ ใบ อยู่ในกลุ่มเดียวกัน โดยมีความคล้ายคลึงกันในองค์ประกอบทางเคมี และส่วนของ ดอก มีองค์ประกอบทางเคมีที่ใกล้เคียงกับ กลุ่มใบและลำต้น แต่ไม่ได้จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน เนื่องจากดอก มีองค์ประกอบบางอย่างที่แตกต่างจากส่วนของใบและต้น

เมื่อศึกษาผลความสัมพันธ์ของสารประกอบเคมีในส่วนต่าง ๆ ของพืช ด้วยวิธี Principal Component Analysis (PCA) เพื่อให้เข้าใจรูปแบบและความสัมพันธ์ของสารประกอบเคมีในส่วนต่าง ๆ ของพืช โดยการลดมิติของข้อมูลที่ซับซ้อนให้เหลือเพียงไม่กี่องค์ประกอบหลักที่สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้มากที่สุด ผลการวิเคราะห์ PCA แสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบหลักสองตัวแรก (PC1 และ PC2) สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ประมาณ 70% ซึ่งช่วยให้เราเข้าใจโครงสร้างของข้อมูลและความสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบกับส่วนของพืชได้ ดังภาพที่ 4.27



ภาพที่ 4.27 แสดง PCA biplot ของสารที่พบในข้าวแดง เทียบกับส่วนต่างๆ ของ เหง้าแก่ เหง้าอ่อน ต้น ใบ และดอก

จากกราฟ PCA biplot พบว่าจุดที่แทนส่วนของพืช เหง้าแก่ เหง้าอ่อน ต้น ใบ และดอก ถูกกระจายตัวในตำแหน่งที่แตกต่างกันบนแผนภาพ ซึ่งสะท้อนถึงความแตกต่างของแบบแผน (profile) ของสารประกอบในแต่ละส่วนของพืช สารประกอบถูกแทนด้วยลูกศรที่ชี้ไปยังทิศทางต่าง ๆ โดยทิศทางและความยาวของลูกศรแสดงถึงความสัมพันธ์และความสำคัญของสารประกอบเหล่านั้นต่อองค์ประกอบหลัก

องค์ประกอบหลักที่ 1 (PC1) ซึ่งอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้มากที่สุด (ประมาณ 47%) มีบทบาทสำคัญในการแยกส่วนของพืชที่มีความเข้มข้นของสารฟลาโวนอยด์ที่มีปริมาณสูงและต้น ใบ และดอก มีความสัมพันธ์เชิงบวกของ PC1 และสัมพันธ์กับสารประกอบกลุ่มฟลาโวนอยด์ เช่น Kaempferol, Quercetin, Rutin และ Isorhamnetin การสะสมของสารเหล่านี้ในใบและดอกสะท้อนถึงบทบาทในการป้องกันแสงอัลตราไวโอเล็ตและการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งมีความสำคัญต่อการปกป้องเซลล์พืชและการดึงดูดแมลงผสมเกสร องค์ประกอบหลักที่ 2 (PC2) ซึ่งอธิบายความแปรปรวนเพิ่มเติมได้ประมาณ 23% ช่วยจำแนกส่วนของพืชที่มีความเข้มข้นของกรดอะมิโนและสารประกอบที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต ต้น สัมพันธ์ด้านบวกของ PC2 และมีความสัมพันธ์กับสารประกอบเช่น L-Histidine, L-Phenylalanine, Valine และ DL-Arginine การที่สารเหล่านี้มีความเข้มข้นสูงในส่วนที่พืชกำลังเจริญเติบโตเน้นถึงความจำเป็นในการสังเคราะห์โปรตีนและเอนไซม์ที่สำคัญต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมและการพัฒนา ส่วนของเหง้าแก่ เหง้าอ่อนสัมพันธ์ด้านลบของ PC2 มีความสัมพันธ์กับสารประกอบกลุ่มฟีนอลิก เช่น Vanillin, 4-Hydroxybenzaldehyde และ 4-Methoxycinnamaldehyde การสะสมของสารฟีนอลิกในส่วนใต้ดินของพืชอาจเกี่ยวข้องกับกลไกการป้องกันจากศัตรูพืชและเชื้อโรคที่อาศัยอยู่ในดิน สารเหล่านี้มีคุณสมบัติต้านจุลชีพและอาจช่วยป้องกันการเน่าเปื่อยหรือการติดเชื้อในเหง้า ใต้ดินได้

ผลการศึกษาที่มีความสำคัญในการเสริมสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับชีวเคมีของพืชและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากพืช เช่น สารต้านอนุมูลอิสระจากฟลาโวนอยด์ หรือสารป้องกันศัตรูพืชจากฟีนอลิก นอกจากนี้ การวิเคราะห์รูปแบบการสะสมของสารประกอบยังสามารถใช้ในการปรับปรุงกระบวนการเพาะปลูกและการจัดการพืชเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตสารที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาต่อไปเพื่อยืนยันบทบาทเฉพาะของสารประกอบเหล่านี้และการตอบสนองของพืชต่อปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ

ชนิดและปริมาณขององค์ประกอบทางเคมี ในชนิดข้าหลวง

ข้าหลวง พบสารประกอบ จำนวน 42 ชนิด สามารถจำแนกชนิดตามกลุ่มต่างๆ ได้ดังตารางที่ 4.6

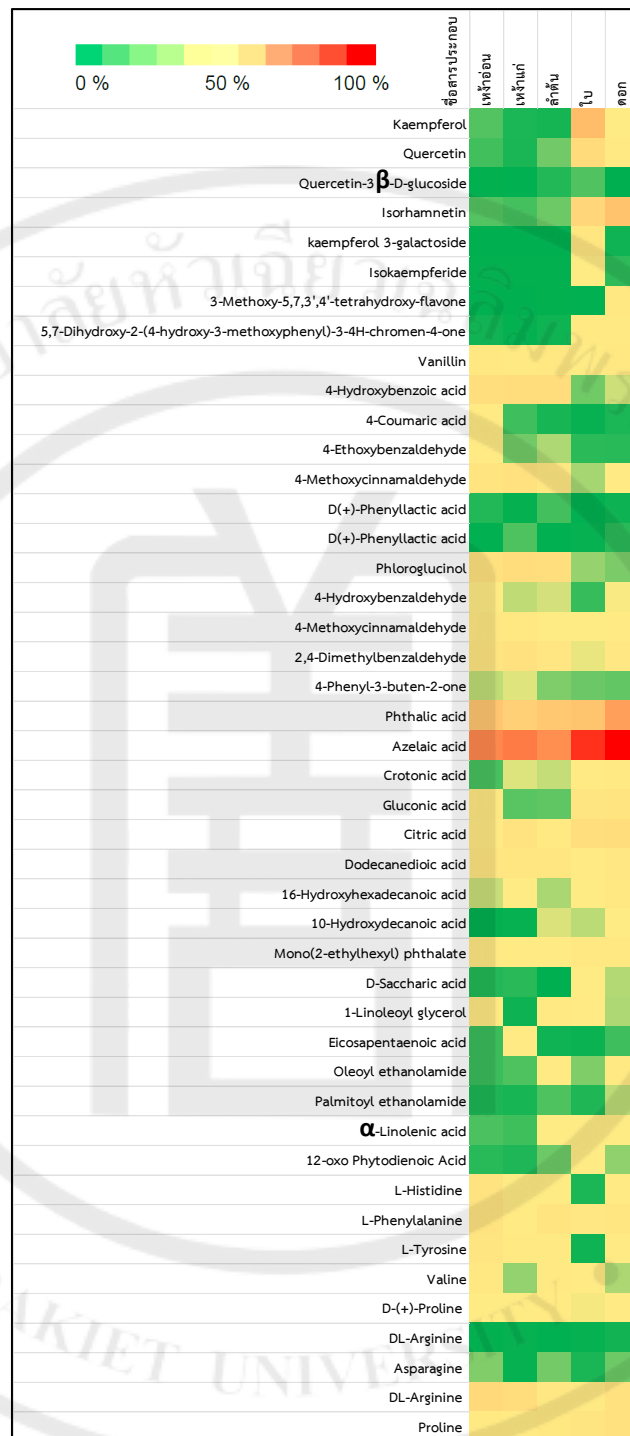
และเมื่อนำข้อมูลของ % relative peak area ของสารที่พบ เพื่อสำรวจรูปแบบการสะสมของสารประกอบเคมีในส่วนต่าง ๆ ของพืช ผลที่ได้จาก Heatmap แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของปริมาณของสารประกอบที่สะสมในส่วนต่าง ๆ ของ เหง้าอ่อน เหง้าแก่ ต้น ใบ และดอก ดังภาพที่ 4.28

ตารางที่ 4.6 แสดงชนิดของสารประกอบที่วิเคราะห์ด้วยเทคนิค uHPLC-Hi-Res-Orbitrap-MS/MS ของชนิดข้าหลวง

ลำดับที่	ชื่อสารประกอบ	สูตรเคมี	Ionization ESI species	Mw ของ adduct ion	Calculated m/z	Observed m/z	ประเภท
1	Kaempferol	C ₁₅ H ₁₀ O ₆	[M+H] ⁺	287.0561	287.0561	287.05611	ฟลาโวนอยด์
2	Quercetin	C ₁₅ H ₁₀ O ₇	[M+H] ⁺	303.0510	303.0510	303.05099	ฟลาโวนอยด์
3	Quercetin-3β-D-glucoside	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₂	[M+H] ⁺	465.1051	465.1051	465.10507	ฟลาโวนอยด์
4	Rutin	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₆	[M+H] ⁺	611.1625	611.1625	611.1625	ฟลาโวนอยด์
5	Isorhamnetin	C ₁₆ H ₁₂ O ₇	[M+H] ⁺	317.0667	317.0667	317.06668	ฟลาโวนอยด์
6	kaempferol 3-galactoside	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	[M-H] ⁻	447.0945	447.0945	447.09428	ฟลาโวนอยด์
7	Isokaempferide	C ₁₆ H ₁₂ O ₆	[M+H] ⁺	301.0720	301.0720	301.07196	ฟลาโวนอยด์
8	3-Methoxy-5,7,3',4'-tetrahydroxy-flavone	C ₁₆ H ₁₂ O ₇	[M-H] ⁻	315.0524	315.0524	315.05237	ฟลาโวนอยด์
9	5,7-Dihydroxy-2-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-3-4H-chromen-4-one	C ₂₂ H ₂₂ O ₁₂	[M+H] ⁺	479.1200	479.1200	479.11997	ฟลาโวนอยด์
10	Vanillin	C ₈ H ₈ O ₃	[M+H] ⁺	153.0552	153.0552	153.05520	ฟีนอลิก
11	4-Hydroxybenzoic acid	C ₇ H ₆ O ₃	[M-H] ⁻	137.0249	137.0249	137.02490	ฟีนอลิก
12	4-Coumaric acid	C ₉ H ₈ O ₃	[M-H] ⁻	163.0406	163.0406	163.04070	ฟีนอลิก
13	4-Ethoxybenzaldehyde	C ₉ H ₁₀ O ₂	[M+H] ⁺	151.0759	151.0759	151.07590	ฟีนอลิก
14	4-Methoxycinnamaldehyde	C ₁₀ H ₁₀ O ₂	[M+H] ⁺	163.0760	163.0760	163.07600	ฟีนอลิก
15	D(+)-Phenyllactic acid	C ₉ H ₁₀ O ₃	[M-H] ⁻	165.0563	165.0563	165.05640	ฟีนอลิก

ลำดับที่	ชื่อสารประกอบ	สูตรเคมี	Ionization ESI species	Mw ของ adduct ion	Calculated m/z	Observed m/z	ประเภท
16	Phloroglucinol	C ₆ H ₆ O ₃	[M+H] ⁺	127.0394	127.0394	127.03950	ฟีนอลิก
17	4-Hydroxybenzaldehyde	C ₇ H ₆ O ₂	[M+H] ⁺	123.0446	123.0446	123.04450	ฟีนอลิก
18	2,4-Dimethylbenzaldehyde	C ₉ H ₁₀ O	[M+H] ⁺	135.0809	135.0809	135.08090	ฟีนอลิก
19	4-Phenyl-3-buten-2-one	C ₁₀ H ₁₀ O	[M+H] ⁺	147.0809	147.0809	147.08090	ฟีนอลิก
20	Phthalic acid	C ₈ H ₆ O ₄	[M-H-OH] ⁻	149.0238	149.0238	149.02380	ฟีนอลิก
21	Azelaic acid	C ₉ H ₁₆ O ₄	[M-H] ⁻	187.0982	187.0982	187.09814	ไขมัน
22	Crotonic acid	C ₄ H ₆ O ₂	[M-H] ⁻	85.0298	85.0298	85.02982	ไขมัน
23	Gluconic acid	C ₆ H ₁₂ O ₇	[M-H] ⁻	195.0516	195.0516	195.05167	ไขมัน
24	Citric acid	C ₆ H ₈ O ₇	[M-H] ⁻	191.0204	191.0204	191.02034	ไขมัน
25	Dodecanedioic acid	C ₁₂ H ₂₂ O ₄	[M-H] ⁻	229.1454	229.1454	229.14543	ไขมัน
26	16-Hydroxyhexadecanoic acid	C ₁₆ H ₃₂ O ₃	[M-H] ⁻	271.2289	271.2289	271.22895	ไขมัน
27	10-Hydroxydecanoic acid	C ₁₀ H ₂₀ O ₃	[M-H] ⁻	187.1347	187.1347	187.13467	ไขมัน
28	Mono(2-ethylhexyl) phthalate	C ₁₆ H ₂₂ O ₄	[M+Na] ⁺	301.1429	301.1429	301.14249	ไขมัน
29	D-Saccharic acid	C ₆ H ₁₀ O ₈	[M-H] ⁻	209.0309	209.0309	209.03095	ไขมัน
30	1-Linoleoyl glycerol	C ₂₁ H ₃₈ O ₄	[M+H] ⁺	355.2847	355.2847	355.28434	ไขมัน
31	Eicosapentaenoic acid	C ₂₀ H ₃₀ O ₂	[M+H] ⁺	303.2329	303.2329	303.23285	ไขมัน
32	Oleoyl ethanolamide	C ₂₀ H ₃₉ NO ₂	[M+H] ⁺	326.3065	326.3065	326.30649	ไขมัน
33	Palmitoyl ethanolamide	C ₁₈ H ₃₇ NO ₂	[M+H] ⁺	300.2908	300.2908	300.29075	ไขมัน
34	α -Linolenic acid	C ₁₈ H ₃₀ O ₂	[M+H] ⁺	279.2329	279.2329	279.23284	ไขมัน

ลำดับที่	ชื่อสารประกอบ	สูตรเคมี	Ionization ESI species	Mw ของ adduct ion	Calculated m/z	Observed m/z	ประเภท
35	12-oxo Phytodienoic Acid	C ₁₈ H ₂₈ O ₃	[M+H] ⁺	293.2122	293.2122	293.21214	ไขมัน
36	Histidine	C ₆ H ₉ N ₃ O ₂	[M+H] ⁺	156.0773	156.0773	156.07740	กรดอะมิโน
37	Phenylalanine	C ₉ H ₁₁ NO ₂	[M+H] ⁺	166.0873	166.0873	166.08680	กรดอะมิโน
38	Tyrosine	C ₉ H ₁₁ NO ₃	[M+H] ⁺	182.0773	182.0773	182.08190	กรดอะมิโน
39	Valine	C ₅ H ₁₁ NO ₂	[M+H] ⁺	118.0873	118.0873	118.08670	กรดอะมิโน
40	Proline	C ₅ H ₉ NO ₂	[M+H] ⁺	116.0673	116.0673	116.07100	กรดอะมิโน
41	Arginine	C ₆ H ₁₄ N ₄ O ₂	[M+H] ⁺	175.1173	175.1173	175.11960	กรดอะมิโน
42	Asparagine	C ₄ H ₈ N ₂ O ₃	[M-H] ⁻	131.0427	131.0427	131.04600	กรดอะมิโน

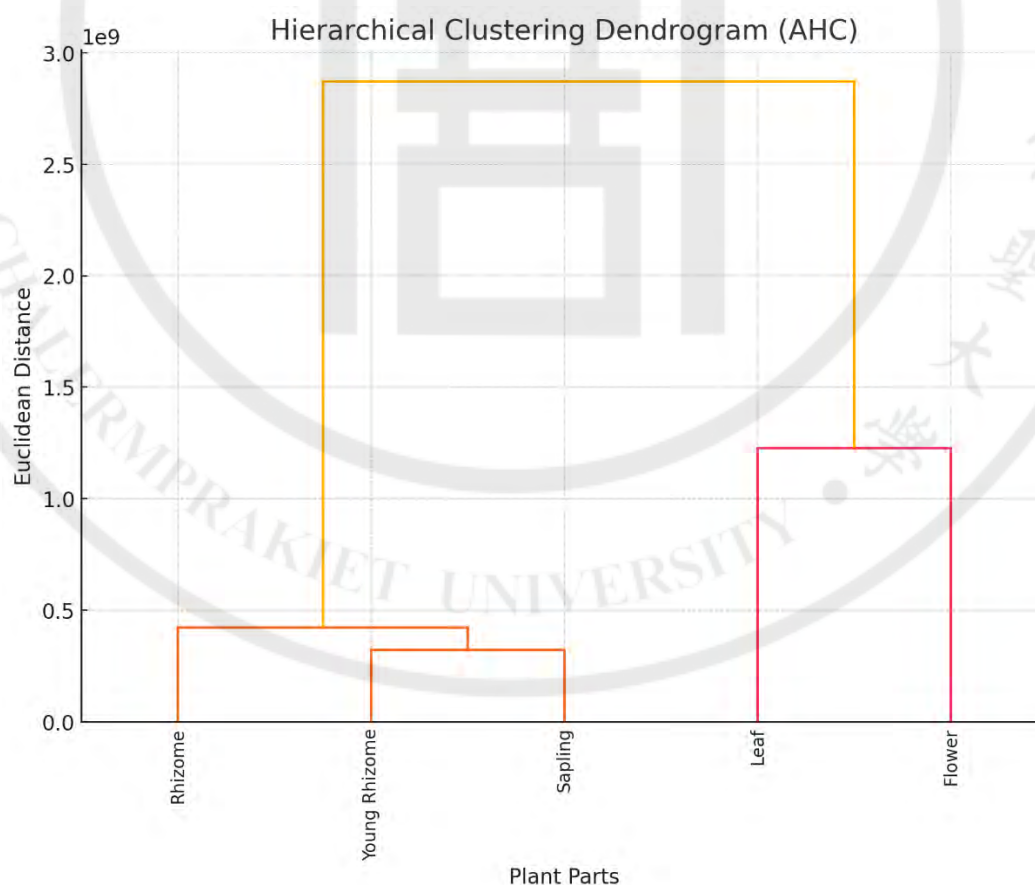


ภาพที่ 4.28 แสดงผลของ heatmap ขององค์ประกอบทางเคมีในส่วนต่าง ๆ ของ เหง้าอ่อน เหง้าแก่ ต้น ใบ และดอก ของชนิดข้าหลวง

จาก heatmap แสดงให้เห็นว่า ข้าหลวง มีองค์ประกอบของสารสำคัญหลากหลายกลุ่มที่กระจายอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของพืช ดังนี้

- กลุ่มฟลาโวนอยด์และอนุพันธ์ พบมากใน ใบ และ ดอก เช่น Kaempferol, Quercetin และ Isorhamnetin มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและต้านการอักเสบ
- กลุ่มฟีนอลิกและอนุพันธ์ พบมากใน เหง้าอ่อน และ เหง้าแก่ เช่น Vanillin, 4-Hydroxybenzoic acid มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและต้านจุลชีพ
- กลุ่มกรดไขมันและอนุพันธ์ พบมากใน ดอก เช่น Azelaic acid, Crotonic acid มีฤทธิ์ต้านแบคทีเรียและต้านการอักเสบ
- กลุ่มกรดอะมิโนและอนุพันธ์ พบมากใน เหง้าอ่อน และ ใบ เช่น L-Histidine, L-phenylalanine มีบทบาทในการสร้างโปรตีนและบำรุงระบบประสาท

และเมื่อนำข้อมูลแสดงการจัดกลุ่มส่วนต่างๆ ของต้นข้าหลวง เหง้าอ่อน เหง้าแก่ ต้น ใบ และดอก ตามองค์ประกอบทางเคมี ด้วยวิธี Agglomerative hierarchical clustering แสดงดังภาพที่ 4.29



ภาพที่ 4.29 แสดง AHC Dendrogram จัดกลุ่มส่วนต่างๆ ของข้าหลวง ตามองค์ประกอบทางเคมี

จากกราฟ PCA biplot พบว่า PC1 และ PC2 สามารถอธิบายความแปรปรวนได้มากกว่า 70% และสามารถอธิบายได้ว่า ใบ และ ดอก มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน โดยสัมพันธ์กับ สารฟลาโวนอยด์ เช่น Kaempferol, Quercetin, Isorhamnetin และสารประกอบอื่น ๆ ที่มีบทบาทในการต้านอนุมูลอิสระ เหง้าแก่ และ เหง้าอ่อน อยู่ในกลุ่มที่สัมพันธ์กับ Quercetin, Kaempferol และ Gallic Acid แสดงให้เห็นว่า เหง้า เป็นแหล่งสะสมหลักของสารกลุ่ม Flavonoids และ Phenolic Compounds สารเหล่านี้มีบทบาทสำคัญในการต้านอนุมูลอิสระ ช่วยปกป้องรากจากการติดเชื้อและความเครียดทางสิ่งแวดล้อม ซึ่งสอดคล้องกับบทบาททางชีวภาพของระบบราก และส่วนลำต้น

สัมพันธ์กับสาร Vanillic Acid, Linoleic Acid และ Aspartic Acid เป็นสารที่ช่วยในกระบวนการสังเคราะห์แสงและการพัฒนาพืช

เมื่อใช้แกน PC1 จำแนกกลุ่มส่วนต่างๆ ของข้าหลวงตามองค์ประกอบทางเคมี พบว่าสามารถแยกสารประกอบที่พบใน เหง้าแก่ และเหง้าอ่อน ออกจาก ดอก อย่างชัดเจน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการมีสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ในเหง้าที่แตกต่างจากที่พบในดอก และเมื่อพิจารณาด้วยแกน PC2 สามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างสารประกอบที่พบใน ใบ และลำต้น ซึ่งมีบทบาทร่วมกันในกระบวนการสังเคราะห์แสงและการตอบสนองต่อปัจจัยภายนอก

แม้ว่าข้าแดง และข้าหลวง มีองค์ประกอบทางเคมีของสารหลายชนิดที่มีความคล้ายกัน อย่างไรก็ตามปริมาณของสารบางชนิดที่เป็นองค์ประกอบในส่วนต่างๆ ของข้าทั้ง 2 ชนิด มีต่างกัน ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบความแตกต่างของสารประกอบที่มีปริมาณสูงในส่วนต่างๆ ของข้าแดง และข้าหลวง

ส่วนของพืช	ข้าแดง	ข้าหลวง
เหง้าแก่ และเหง้าอ่อน	Quercetin, Kaempferol, Ferulic Acid	Quercetin, Kaempferol, Gallic Acid, Ferulic Acid
ดอก	Isorhamnetin, Kaempferol-3-galactoside	Isorhamnetin, Azelaic Acid
ใบและลำต้น	Vanillic Acid, Kaempferol-3-galactoside, Linoleic Acid	Vanillic Acid, Kaempferol-3-galactoside, Aspartic Acid

สามารถสรุปผลการเปรียบเทียบ ได้ดังนี้

1. เหง้าแก่ และเหง้าอ่อน ของทั้งข้าแดงและข้าหลวงมีการสะสมสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ และฟีนอลิกในกลุ่มเดียวกัน แต่ข้าหลวงมีสาร Gallic Acid เป็นองค์ประกอบที่เด่นชัดกว่า
2. ดอก ของข้าหลวงมีองค์ประกอบของสาร Isorhamnetin เป็นหลัก ในขณะที่ข้าแดงมีความหลากหลายมากของสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ที่มากกว่า เช่น Kaempferol-3-galactoside

3. ใบ และ ลำต้น ของชำหลวงเน้นการปกป้องเซลล์ด้วยสาร Vanillic Acid และกรดอะมิโน ส่วนชำแดงมี Linoleic Acid ในปริมาณมากกว่า ซึ่งเกี่ยวข้องกับโครงสร้างของเซลล์

ปริมาณของสารสำคัญต่างๆ ที่สะสมในส่วนต่างๆ ของทั้งชำแดง และชำหลวง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Trimanto และคณะ [28] ซึ่งพบว่า เหง้า ของชำเป็นส่วนที่มีปริมาณกลุ่มฟลาโวนอยด์ และฟีนอลิก สูงที่สุด ซึ่งมีฤทธิ์ต้านจุลชีพ ด้านการอักเสบ และต้านอนุมูลอิสระสูง ส่วนของใบ ลำต้น และดอก มักพบสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ ซึ่งมีประโยชน์ในการต้านอนุมูลอิสระและช่วยบำรุงร่างกาย

4.3 วิเคราะห์ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระจากส่วนต่าง ๆ (เหง้า ใบ ลำต้น ดอก) ของชำแดงและชำหลวง

4.3.1 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant activity)

ในงานวิจัยนี้ได้ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 2 วิธี คือ DPPH assay และ ABTS assay เพื่อหาปริมาณการออกฤทธิ์ของ เหง้าแก่ เหง้าอ่อน ต้น ใบ และดอก ของชำแดง และชำหลวง โดยใช้ค่า IC50 ในการรายงานผลการยับยั้งอนุมูลอิสระ ได้ 50 เปอร์เซ็นต์ ของทั้งสองวิธี

วิธี DPPH assay

ผลเปรียบเทียบค่า IC50 ด้วยวิธี DPPH assay ระหว่างชำแดง และชำหลวง จากส่วนต่าง ๆ ของลำต้นนั้น แสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าเปรียบเทียบ IC50 วิธี DPPH assay ในชำแดง ชำหลวง และสารมาตรฐาน BHT

ส่วนประกอบชำ	ค่า IC50 (µg/mL)	
	ชำแดง	ชำหลวง
เหง้าแก่	52.00 ± 4.04	191.33 ± 1.53
เหง้าอ่อน	53.00 ± 3.06	92.00 ± 5.51
ดอก	53.00 ± 3.00	321.00 ± 4.72
ลำต้น	165.00 ± 5.00	226.00 ± 5.03
ใบ	226.00 ± 5.03	676.00 ± 4.51
สารมาตรฐาน BHT	10.00 ± 0.50	

จากผลการวิเคราะห์ค่า IC50 ด้วยวิธี DPPH assay และทดสอบด้วย Two-way ANOVA พบว่า:

ความแตกต่างระหว่างชนิดชา:

ค่า IC50 ของชาแดงและชาหลวงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.0001$) โดยชาแดงมีค่า IC50 โดยเฉลี่ยสูงกว่าชาหลวง ซึ่งบ่งบอกว่าสารสกัดจากชาแดงมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า เนื่องจากใช้ปริมาณสารสกัดในการยับยั้งอนุมูลอิสระให้ถึง 50% ได้น้อยกว่าชาหลวง

ความแตกต่างระหว่างส่วนประกอบของพืช

เมื่อพิจารณาจากส่วนต่าง ๆ ของพืช (เหง้าแก่, เหง้าอ่อน, ดอก, ลำต้น, ใบ) พบว่าค่า IC50 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.0001$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าส่วนของพืชแต่ละส่วนมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ไม่เท่ากัน โดยเฉพาะในกรณีของชาแดง เหง้าแก่ เหง้าอ่อน และดอก มีค่า IC50 ที่ใกล้เคียงกัน ในช่วงประมาณ 0.052–0.053 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

สรุป:

การวิเคราะห์พบว่าชนิดของชาและส่วนประกอบของพืชต่าง ๆ มีผลต่อค่า IC50 อย่างมีนัยสำคัญ โดยชาแดงแสดงให้เห็นถึงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่สูงกว่าเมื่อใช้สารสกัดในปริมาณที่น้อยกว่าเมื่อเทียบกับชาหลวง และส่วนของพืชในชาแดง (เหง้าแก่, เหง้าอ่อน, ดอก) มีค่า IC50 ที่ต่ำและใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน BHT สารสกัดจากชาแดงยังคงมีประสิทธิภาพต่ำกว่าในการยับยั้งอนุมูลอิสระ

วิธี ABTS assay

ผลเปรียบเทียบค่า IC50 ด้วยวิธี ABTS assay ระหว่างชาแดง และชาหลวง จากส่วนต่าง ๆ ของลำต้นนั้น แสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าเปรียบเทียบ IC50 วิธี ABTS assay ในชำแดง ชำหลวง และสารมาตรฐาน BHT

ส่วนประกอบชำ	ค่า IC50 (mg/mL)	
	ชำแดง	ชำหลวง
เหง้าแก่	58.0 ± 2.6	42.7 ± 2.5
เหง้าอ่อน	39.7 ± 5.0	56.7 ± 6.8
ดอก	93.3 ± 3.5	110.0 ± 10
ลำต้น	192.0 ± 3.6	284.7 ± 4.5
ใบ	126.0 ± 6.0	394.3 ± 3.8
BHT	10.00 ± 0.50	

จากผลการวิเคราะห์ค่า IC50 ด้วยวิธี ABTS assay และทดสอบด้วย Two-way ANOVA

พบว่า:

ความแตกต่างระหว่างชนิดชำ:

ค่า IC50 ของชำแดงและชำหลวงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.0001$) โดยชำแดงมีค่า IC50 โดยเฉลี่ยต่ำกว่า ยกเว้นเหง้าแก่ ชำหลวงมีค่าต่ำกว่า อย่างไรก็ตามสามารถโดยรวมแล้วบ่งบอกว่าสารสกัดจากชำแดงมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า เนื่องจากใช้ปริมาณสารสกัดในการยับยั้งอนุมูลอิสระให้ถึง 50% ได้น้อยกว่าชำหลวง

ความแตกต่างระหว่างส่วนประกอบของพืช:

เมื่อพิจารณาจากส่วนต่าง ๆ ของพืช (เหง้าแก่, เหง้าอ่อน, ดอก, ลำต้น, ใบ) พบว่าค่า IC50 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.0001$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแต่ละส่วนของพืชมีปริมาณสารออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ไม่เท่ากัน โดยเหง้าอ่อนของชำแดง และเหง้าแก่ของชำหลวง เป็นส่วนที่มีค่า IC50 ต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับส่วนอื่นๆ ในชำชนิดเดียวกัน อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน BHT สารสกัดจากชำแดงยังคงมีประสิทธิภาพต่ำกว่าในการยับยั้งอนุมูลอิสระ

แม้ว่าจากการทดสอบปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH และ ABTS ให้ผลการทดสอบค่า IC50 เฉลี่ยที่แตกต่างกัน แต่หากพิจารณาจากแนวโน้มของข้อมูลพบว่าชำแดงมีประสิทธิภาพการยับยั้งสารอนุมูลอิสระมากกว่าชำหลวง และ เหง้าแก่ เหง้าอ่อน และดอก จากทั้งชำแดง และชำหลวงมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระได้ดี เมื่อเทียบกับส่วนอื่น

4.3.2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม (Total phenolic content)

ปริมาณสารฟีนอลิกรวม เป็นการหาสารที่มีหมู่ฟีนอลทั้งหมดที่เป็นองค์ประกอบในสารสกัดจากเหง้า ต้น ใบ และดอก ในชำแดงและชำหลวง ในการศึกษาครั้งนี้ใช้สารละลายกรดแกลลิก (Gallic acid) เป็นสารมาตรฐาน และคำนวณความเข้มข้นของสารฟีนอลิกรวมในหน่วยของมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อมิลลิตรของสารสกัด (μg gallic acid equivalent (GAE)/mL extract) จากสมการเส้นตรงของกราฟมาตรฐาน Gallic acid ($y = 6.8891x$; $R^2 = 0.9922$)

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าเปรียบเทียบ Phenolic content mg GAE/g DW ในชำแดงและชำหลวง

ส่วนประกอบชำ	Phenolic content mg GAE/g DW	
	ชำแดง	ชำหลวง
เหง้าแก่	34.50 $\pm$ 0.64	51.28 $\pm$ 0.34
เหง้าอ่อน	110.41 $\pm$ 1.12	50.51 $\pm$ 0.18
ดอก	54.34 $\pm$ 1.06	11.34 $\pm$ 0.20
ลำต้น	6.85 $\pm$ 0.32	20.60 $\pm$ 0.42
ใบ	18.16 $\pm$ 0.34	75.21 $\pm$ 0.14

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่า Phenolic content (mg GAE/g DW) ระหว่างชำแดงและชำหลวง ในแต่ละส่วนของพืชโดยใช้ two-way ANOVA พบว่าเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดชำแดงและชำหลวง มีค่า Phenolic content เฉลี่ยที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.0001$) ซึ่งชำแดงมีค่า Phenolic content สูงมากในเหง้าอ่อน (เฉลี่ย 110.41) ในขณะที่ชำหลวงมีค่าสูงมากในใบ (75.21) และ เหง้าแก่ (51.28)

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาส่วนต่างๆ ของชำ ได้แก่เหง้าแก่, เหง้าอ่อน, ดอก, ลำต้น และ ใบ มีค่า Phenolic content แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.0001$) แสดงว่าในการเปรียบเทียบชำแดงกับชำหลวงนั้น ต้องพิจารณาร่วมกับส่วนของพืชด้วย เช่น เหง้าอ่อนของชำแดงมีค่าฟีนอลิกสูงมาก ต่างจากเหง้าอ่อนของชำหลวงที่ค่าค่อนข้างต่ำ ขณะที่ “ใบ” ของชำหลวงกลับสูงมากกว่าใบของชำแดงอย่างชัดเจน

โดยเฉพาะในส่วนของ เหง้าอ่อนชำแดง พบว่ามีปริมาณสารฟีนอลิกรวมสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับส่วนอื่น ๆ ของพืชทั้งสองชนิด ซึ่งอาจเกิดจากการสะสมของสารในกลุ่มฟีนอลิก

และพินอลในปริมาณมากในเหง้าอ่อนของชำแดง ผลการวิเคราะห์สารเมตาบอไลต์ยืนยันว่ามีการสะสมสารพินอลิกในปริมาณสูงในเหง้าอ่อนของชำแดง และสอดคล้องกับผลการศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่แสดงให้เห็นว่าเหง้าอ่อนของชำแดงมีประสิทธิภาพสูงที่สุดในการยับยั้งอนุมูลอิสระ เมื่อเทียบกับส่วนอื่น ๆ ของพืชทั้งชำแดงและชำหลวง ดังนั้น การสะสมของสารพินอลิกในเหง้าอ่อนของชำแดงจึงมีความสัมพันธ์กับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่สูง ซึ่งสามารถนำไปต่อยอดในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและอาหารเสริมที่เน้นคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการนำส่วนต่าง ๆ ของต้นชำ ได้แก่ เหง้า ต้น ใบ และดอก ของชำแดงและชำหลวง มาวิเคราะห์สารสำคัญที่เป็นองค์ประกอบ พบว่าเหง้า ทั้งเหง้าอ่อน และเหง้าแก่ มีสารสำคัญเป็นองค์ประกอบอยู่มาก เช่น ฟลาโวนอยด์ สารต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณพินอลิกทั้งหมด พบในปริมาณมาก นอกจากนี้ในดอก ยังพบว่าเป็นแหล่งของสารสำคัญของกลุ่มฟลาโวนอยด์ กรดพินอลิก และปริมาณของสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งพบในชำแดงมากกว่าชำหลวง สำหรับส่วนของลำต้นและใบ พบว่ามีองค์ประกอบของสารสำคัญ และโปรไฟล์ของสารใกล้เคียงกัน ทั้งนี้พบปริมาณสารเหล่านี้ในใบมากกว่า ลำต้น

จากผลการศึกษาข้อมูลองค์ประกอบทางเคมีในส่วนต่าง ๆ ของชำ ทั้งชำแดงและชำหลวง พบว่าส่วนต่าง ๆ ของพืชมีสารสำคัญหลากหลายชนิด โดยเฉพาะสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์และพินอลิก ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการต้านอนุมูลอิสระ อย่างไรก็ตาม ส่วนของ ลำต้นเหนือดิน ของชำกลับไม่ได้รับการนำไปใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย เกษตรกรส่วนใหญ่จะทำการโค่นและทิ้งลำต้นหลังจากเก็บเกี่ยวเหง้าแล้ว ส่งผลให้เกิดของเหลือทิ้งทางการเกษตรจำนวนมาก

เพื่อลดของเสียและเพิ่มมูลค่าให้กับพืชชำ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาการใช้ประโยชน์จากลำต้นเหนือดิน ของชำ โดยมุ่งเน้นไปที่การนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เส้นใย ด้วยการวิเคราะห์ปริมาณเส้นใย คุณสมบัติเชิงกล และ สมบัติการอุ้มน้ำ ของเส้นใยจากลำต้นชำ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะเป็นพื้นฐานสำคัญในการออกแบบและพัฒนาเส้นใยจากชำให้มีความแข็งแรง ทนทาน และเหมาะสมสำหรับการใช้งานในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การผลิตสิ่งทอ วัสดุบรรจุภัณฑ์ชีวภาพ หรือผลิตภัณฑ์จากเส้นใยธรรมชาติ โดยรายละเอียดของการศึกษาและผลการวิเคราะห์เส้นใยจากลำต้นชำจะนำเสนอในส่วนถัดไป

ตอนที่ 3 ศึกษาปริมาณเส้นใย คุณสมบัติเชิงกล และสมบัติการอุ้มน้ำของเส้นใยลำต้นเทียมของข้าว ในแต่ละพื้นที่ปลูกของจังหวัดสมุทรปราการ

4.4 การเตรียมเส้นใยข้าว

ลำต้นข้าวที่ได้มาจากผู้ปลูกในแต่ละพื้นที่จะถูกนำมาผึ่งลมและทำการแยกเส้นใย โดยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่ การแยกเส้นใยแบบเชิงกล และการแยกเส้นใยด้วยสารเคมี ได้แก่ น้ำและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ให้ผลลักษณะเส้นใยดังแสดงในภาพที่ 4.31

ข้าหลวง	ข้าแดง
	
(ก) สกัดด้วยน้ำ	
	
(ข) 0.5% wt. NaOH 90°C	
	
(ค) 1% wt. NaOH 90°C	

ข้าหลวง	ข้าแดง
	
(ง) 2% wt. NaOH 90°C	
	
(จ) 5% wt. NaOH	
	
(ฉ) 10% wt. NaOH	
	
(ช) 15% wt. NaOH	

ภาพที่ 4.31 แสดงลักษณะของเส้นใยต้นข้าหลวงและข้าแดงที่ได้จากการสกัดด้วยวิธีการต่าง ๆ (ก) สกัดโดยการแช่น้ำ ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 40 วัน (ข) สกัดโดยการต้มในสารละลาย Sodium Hydroxide 0.5% wt. 90°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง (ค) สกัดโดยการต้มในสารละลาย Sodium Hydroxide 1% wt. 90°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง (ง) สกัดโดยการต้มในสารละลาย Sodium Hydroxide 2% wt. 90°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง (จ) สกัดโดยการแช่ในสารละลาย Sodium Hydroxide 5% wt. ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 40 วัน (ฉ) สกัดโดยการแช่ในสารละลาย Sodium Hydroxide 10% wt. ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 40 วัน และ (ช) สกัดโดยการแช่ในสารละลาย Sodium Hydroxide 15% wt. ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 40 วัน

เส้นใยที่ผ่านการต้มในสารละลายความเข้มข้นต่ำทั้งข้าหลวงและข้าแดงจะมีสีที่เข้มและมีความแข็งของเส้นใยมากกว่า การสกัดด้วยน้ำ สำหรับผลการสกัดในกลุ่มที่แช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ลักษณะเส้นใยจะมีสีอ่อนกว่าเส้นใยที่ได้ในกลุ่มที่ให้ความร้อนในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และมีความนุ่มกว่า

สีของเส้นใยที่ได้มีความแตกต่างกันจากการสกัดเส้นใยด้วยน้ำ การสกัดด้วยการให้ความร้อนในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่อุณหภูมิห้อง การวิเคราะห์สีของเส้นใยที่ได้จากทั้ง 3 กลุ่มโดยการวัดค่าสีด้วยเครื่อง colorimeter Chroma Meters “Minolta” #CR-400/410 ของ Konica Minolta โดยทำการบันทึกค่าในระบบ color space และ CIE L*ab สำหรับการบอกเฉดสี ใน color space (L*C*hue) ตารางที่ 4.11 แสดงค่าสีของเส้นใยที่สกัดด้วยวิธีการต่าง ๆ ของข้าหลวงและข้าแดง พบว่าจากการสกัดเส้นใยด้วยน้ำ ข้าแดงมีค่าความสว่าง (L) ใกล้เคียงข้าหลวง ข้าแดงมีโทนสีเขียวแดง (a) มากกว่าข้าหลวง แสดงว่าเส้นใยที่เตรียมได้จากน้ำของข้าแดงจะเส้นใยออกสีโทนแดงมากกว่าข้าหลวง ในส่วนการสกัดโดยการแช่สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นสูงที่อุณหภูมิห้องให้เส้นใยที่มีความสว่างมากกว่าการสกัดโดยการต้มในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นต่ำในส่วนของ การสกัดโดยการต้มในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์พบว่าสีของเส้นใยข้าแดงอยู่ในโทนสีออกแดงมาก

ตารางที่ 4.11 ตารางแสดงค่าสีในระบบ CIE L*ab ของข้าหลวงและข้าแดง (จากการทดลอง 3 ครั้ง)

วิธีการ	ข้าหลวง				ข้าแดง			
	hue	L*	a	b	hue	L*	a	b
H ₂ O	77.99	63.59	3.29	13.18	75.53	65.73	4.51	14.79
0.5% wt. NaOH 90°C	74.21	48.05	4.63	13.32	71.28	47.76	6.28	14.59
1% wt. NaOH 90°C	72.40	47.72	5.15	13.16	72.97	47.47	5.71	14.66
2% wt. NaOH 90°C	72.41	49.84	5.40	13.80	72.51	48.17	6.04	15.04
5% wt. NaOH	76.84	56.10	4.22	14.80	81.03	68.32	3.02	16.10
10% wt. NaOH	75.97	58.64	4.61	15.19	77.73	65.24	4.13	15.88
15% wt. NaOH	75.95	53.54	4.57	14.85	76.93	63.12	4.50	16.05

สำหรับการสกัดโดยการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้นสูงขึ้น พบว่า ผลการแช่ทำให้โทนสีของเส้นใยทั้งสองชนิดออกเป็นสีเหลืองมากขึ้นเมื่อเทียบกับการให้ความร้อน สำหรับปริมาณเส้นใยที่ได้พบว่าการสกัดด้วยน้ำมีปริมาณเส้นใยที่มากกว่าการใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ออกไซด์และปริมาณน้ำหนักของเส้นใยที่สกัดได้จากข้าแดงมีมากกว่าข้าหลวงสอดคล้องกับงานวิจัยของฐิติวรา พูลสวัสดิ์ [34] ดังแสดงในตารางที่ 4.12 สำหรับการใส่สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในการเตรียมเส้นใย ส่งผลให้เซลลูโลสโมเลกุลต่ำ ๆ ละลายออกไปได้ทำให้ปริมาณน้ำหนัคงเหลือน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการเตรียมเส้นใยด้วยน้ำ [61] ปริมาณเส้นใยที่ได้จากการเตรียมโดยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ พบว่ามีปริมาณอยู่ในช่วงร้อยละ 4 – 9 ซึ่งสอดคล้องกับผล ของ ฐิติวรา พูลสวัสดิ์ [34] ที่ได้ปริมาณเส้นใยข้าวอยู่ที่ร้อยละ 7 และ Neveen AM A. [62] พบว่าข้ามีปริมาณเส้นใยหยาบ (crude fibers) อยู่ประมาณร้อยละ 14

ตารางที่ 4.12 ตารางแสดงแสดงปริมาณเส้นใยจากการสกัดด้วยวิธีต่าง ๆ

ลำดับที่	วิธีการ	ข้าหลวง	ข้าแดง
1	H ₂ O	6.30%	20.56%
2	0.5% wt. NaOH 90°C	8.56%	11.45%
3	1% wt. NaOH 90°C	7.50%	9.27%
4	2% wt. NaOH 90°C	4.13%	7.27%
5	5% wt. NaOH	5.86%	8.72%
6	10% wt. NaOH	4.66%	7.98%
7	15% wt. NaOH	5.76%	7.55%

4.5 การทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของเส้นใย

4.5.1 เส้นผ่านศูนย์กลางและลักษณะพื้นผิว

เส้นใยจากลำต้นข้าทั้งสองชนิดที่เตรียมได้จากแต่ละวิธีจะถูกนำมาถ่ายด้วยภาพลักษณะภายนอกของเส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบแสง (Optical Microscope) Leica DM750 เพื่อวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใย ค่าเฉลี่ยของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใย ดังแสดงในตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยข้า (จากการทดลอง 50 ค่า)

ลำดับที่	วิธีการ	ข้าหลวง (μm)	ข้าแดง (μm)
1	H ₂ O	131.96 $\pm$ 38.42	172.50 $\pm$ 42.94
2	0.5% wt. NaOH 90°C	149.83 $\pm$ 41.59	123.85 $\pm$ 28.69
3	1% wt. NaOH 90°C	109.49 $\pm$ 25.54	139.27 $\pm$ 36.43
4	2% wt. NaOH 90°C	177.82 $\pm$ 31.13	117.00 $\pm$ 17.87
5	5% wt. NaOH	138.87 $\pm$ 30.47	96.59 $\pm$ 27.55
6	10% wt. NaOH	107.99 $\pm$ 19.63	78.78 $\pm$ 19.28
7	15% wt. NaOH	120.81 $\pm$ 26.42	62.75 $\pm$ 11.77

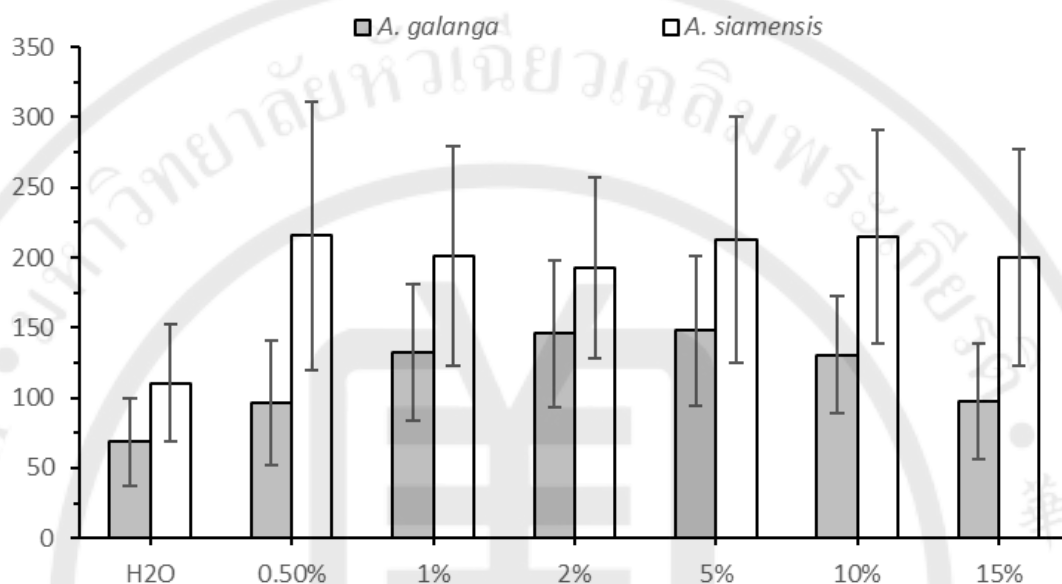
เส้นใยที่สกัดด้วยน้ำจะมีขนาดใหญ่กว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยที่สกัดด้วยสารเคมี เส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยข้าแดงจากการสกัดด้วยสารเคมี มีขนาดอยู่ในช่วง 63 – 139 ไมโครเมตร โดยมีขนาดเล็กกว่าเส้นใยของข้าหลวงซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 108 – 178 ไมโครเมตร การเตรียมเส้นใยข้าแดงจากการใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ผ่านความร้อนและไม่ผ่านความร้อน พบว่ามีผลต่อขนาดเส้นใยที่เตรียมได้ ในกรณีที่ผ่านความร้อนเส้นใยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ในช่วง 117-139 ไมโครเมตร และการเตรียมเส้นใยจากสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นสูง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กลงอยู่ในช่วง 63 – 97 ไมโครเมตร ซึ่งแตกต่างจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยข้าหลวงที่เตรียมโดยใช้สารละลายทั้งสองแบบมีขนาดไม่แตกต่างกัน ในส่วนของปริมาณความชื้นคงเหลือหลังการเตรียมเส้นใยมีค่าคงเหลือไม่เกิน ร้อยละ 6 ของน้ำหนักแห้ง

การตรวจสอบลักษณะพื้นผิวและสภาพภาคตัดขวางของเส้นใยที่ได้จากการเตรียมเส้นใยในแต่ละวิธีโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Field emission scanning electron microscope) พบว่าลักษณะพื้นผิวของเส้นใยข้าวหลวงสกัดด้วยน้ำมีพื้นผิวที่เรียบและเป็นข้อปล้อง เส้นใยที่สกัดโดยการให้ความร้อนในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ความเข้มข้นต่ำ (0.5% – 2% wt.) พื้นผิวก่อนค้างขรุขระและมีการแตกออกให้เห็นกลุ่มเส้นใยเดี่ยวบางส่วน และการสกัดด้วยการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์พบการแยกตัวออกของเส้นใยและเมื่อเพิ่มความเข้มข้นถึง 15% wt. พบพื้นผิวของเส้นใยจะถูกละลาย มีรูพรุนมากขึ้นและความขรุขระมากขึ้น พบกลุ่มเส้นใยเดี่ยวชัดเจนมากขึ้นและเส้นใยมีการบิดตัวและมีการเรียงตัวไม่เป็นระเบียบ สำหรับข้าวแดง การสกัดด้วยน้ำพบลักษณะข้อปล้องที่ชัดเจน และพบว่ามีรูเล็ก ๆ บนผิวของเส้นใย เมื่อให้ความร้อนเส้นใยในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นต่ำ (0.5% – 2% wt.) พบกลุ่มของเส้นใยเดี่ยวมีการแตกตัวออกมาซึ่งแตกต่างจากการสกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นสูง (5.0 – 15.0% wt.) และไม่ได้ถูกต้ม ยังคงแสดงลักษณะพื้นผิวเช่นเดียวกับเส้นใยที่สกัดด้วยน้ำ เส้นใยลำต้นข้าวแดงที่ถูกแช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ 15% wt. เมื่อเปรียบเทียบกับผลการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยลำต้นข้าวแดง พบว่ามีขนาดเล็กลงเมื่อเทียบกับการสกัดด้วยวิธีอื่น ๆ นอกจากนี้ได้ตรวจสอบสัณฐานภาคตัดขวางของเส้นใยลำต้นข้าวหลวงและข้าวแดง พบว่าพื้นที่หน้าตัดจะมองเห็นการรวมกันของเส้นใยเดี่ยวเป็นกลุ่ม จะเห็นว่า เส้นใยลำต้นข้าวทั้ง 2 ชนิดมีรูพรุนที่กว้างตรงกลางลำต้น และมีรูปร่างเป็นทรงรีที่ชัดเจน ซึ่งน่าจะมีส่วนช่วยในการถ่ายเทอากาศ หรือน้ำได้ดี และเส้นใยลำต้นเทียมเหนือดินจะมาจากส่วนของกาบใบที่หุ้มซ้อนกันเป็นทรงกระบอก

4.5.2 ความแข็งแรงของเส้นใย

การทดสอบเส้นใยต่อการทนต่อแรงดึง (Tensile Strength) เป็นการทดสอบความแข็งแรงของเส้นใยที่เตรียมได้ในแต่ละวิธีรวมไปถึงการหาค่าความสามารถในการยืดตัวของเส้นใย (Elongation) เมื่อเส้นใยได้รับแรงดึง ผลการทดสอบพบว่าเส้นใยจากข้าวแดงที่เตรียมจากการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มีค่าเฉลี่ยการทนแรงดึงได้มากกว่าเส้นใยจากข้าวหลวง ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงต่อแรงดึงของเส้นใยทั้งสองชนิดที่สกัดจากน้ำมีค่าต่ำสุด กรณีการเปรียบเทียบวิธีการแยกเส้นใยข้าวหลวงกลุ่มที่สกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์แบบให้ความร้อนและแบบแช่ให้ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงไม่แตกต่างกันดังภาพที่ 4.32 ทั้งนี้ค่าความแข็งแรงต่อแรงดึงของเส้นใยในกลุ่มที่สกัดจาก

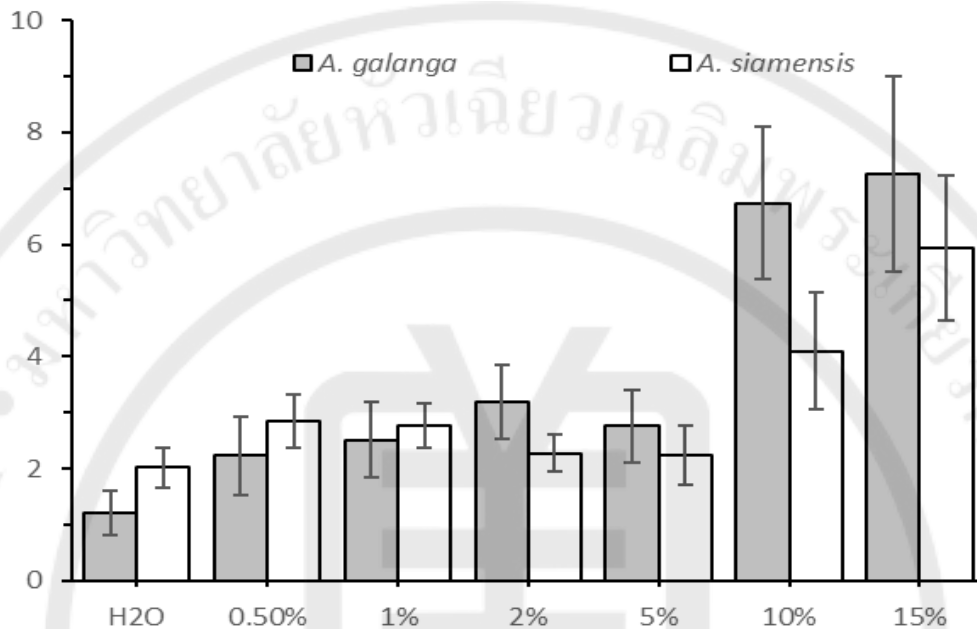
สารเคมีในกลุ่มที่ให้ความร้อนในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เส้นใยชำแดงมีค่าแตกต่างจากเส้นใยชำหลวง มีสาเหตุมาจากการที่ขนาดพื้นที่หน้าตัดของเส้นใย (เส้นผ่านศูนย์กลาง) มีขนาดเล็กมากกว่า



ภาพที่ 4.32 แสดงการเปรียบเทียบค่าการทนแรงดึง (Tensile Strength) ของเส้นใยชำหลวง (สีเทา) และเส้นใยชำแดง (สีขาว) ที่สกัดด้วยน้ำ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์กลุ่มความเข้มข้น 0.5% 1% และ 2% ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส และกลุ่มความเข้มข้น 5% 10% และ 15% ที่อุณหภูมิห้อง

การทดสอบค่าเฉลี่ยความสามารถในการยืดตัว (Elongation) ของเส้นใยทั้ง 3 กลุ่ม เป็นการหาความยาวของเส้นใยก่อนที่จะขาดเมื่อทำการเพิ่มแรงดึง ซึ่งค่าความสามารถในการยืดตัวเป็นอัตราส่วนระหว่างความยาวที่เพิ่มขึ้นต่อความยาวเดิมของเส้นใย ค่าเฉลี่ยความสามารถในการยืดตัวของเส้นใยทั้ง 2 ชนิดที่สกัดจากน้ำมีค่าต่ำสุด สำหรับกลุ่มที่สกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์แบบต้มของเส้นใยชำหลวงจะมีค่าเพิ่มขึ้นในเส้นใยที่ต้มในสารละลายความเข้มข้นสูงขึ้นและกลุ่มที่สกัดโดยการแช่สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นสารละลายที่ใช้ ดังแสดงในภาพที่ 4.33 ค่าร้อยละของการยืดตัวในเส้นใยชำแดงในกลุ่มที่ให้ความร้อนแก่สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0.5% ให้ค่าไม่แตกต่างจากกลุ่มสารละลาย 1% ในขณะที่ ค่าร้อยละการยืดตัวในเส้นใยชำแดงที่เตรียมจากสารละลายความเข้มข้น 1% และ 2% ให้ค่าที่ลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารละลายเพิ่มขึ้นซึ่งแตกต่างจากเส้นใยชำหลวง นอกจากนี้พบว่าเส้นใยชำแดงกลุ่ม

ที่สกัดโดยการแช่สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มีแนวโน้มค่าร้อยละของการยืดตัวเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับเส้นใยข้าวหลวง

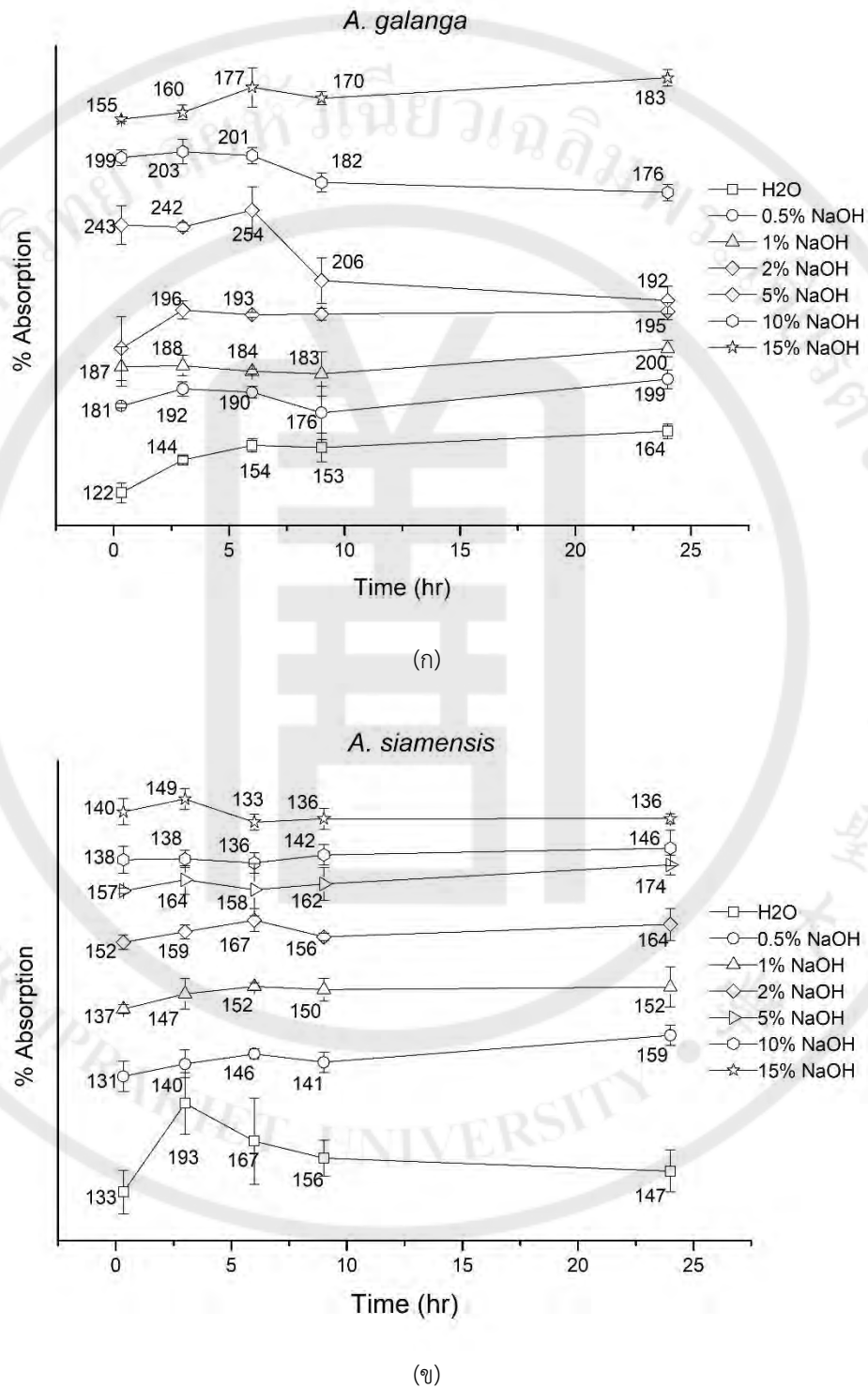


ภาพที่ 4.33 แสดงการเปรียบเทียบค่าร้อยละของการยืดตัว (Elongation) ของเส้นใยข้าวหลวง (สีเทา) และเส้นใยข้าวแดง (สีขาว) ที่สกัดด้วยน้ำ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ กลุ่มความเข้มข้น 0.5% 1% และ 2% ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส และกลุ่มความเข้มข้น 5% 10% และ 15% ที่อุณหภูมิห้อง

4.5.3 การทดสอบการดูดซึมน้ำ

เส้นใยแห้งที่ผ่านการแช่น้ำเพื่อให้เกิดการดูดซึมน้ำเข้าเส้นใยที่เวลาต่าง ๆ กัน พบว่าความแตกต่างของน้ำหนักที่ได้ก่อน (W_d) และน้ำหนักเส้นใยหลังการดูดซึมน้ำ (W_s) หลังการปั่นเหวี่ยงนำน้ำส่วนเกินออก ตามมาตรฐาน ASTM D2402-01 [63] ปริมาณน้ำคงเหลือในเส้นใยหลังการดูดซึมน้ำจากภาพที่ 4.34 พบว่าเส้นใยข้าวแดงที่สกัดด้วยน้ำมีความสามารถในการดูดซึมน้ำในช่วง 20 นาทีแรกได้ดีกว่าเส้นใยข้าวหลวงที่สกัดด้วยวิธีเดียวกัน เช่นเดียวกับผลการดูดซึมน้ำของเส้นใยที่สกัดโดยวิธีการให้ความร้อนและกลุ่มที่แช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ในช่วง 20 นาทีแรกมีการดูดซึมน้ำได้ในปริมาณที่มากสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Dip Saikia [45] ว่าการดูดซึมน้ำมี 2 ระยะ โดยระยะแรกจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว และจะมีการดูดซึมน้ำช้าลงในระยะที่สอง สอดคล้องกับภาพแสดงพื้นผิวของ

เส้นใยทั้งสองชนิดที่พื้นผิวของเส้นใยชำแดงมีร่องรอยการปรีออกของเส้นใยและมีรูขนาดเล็กมากกว่าเส้นใยของชำหลวง ส่งผลให้น้ำสามารถซึมเข้าสู่ภายในเส้นใยได้ดีกว่า



ภาพที่ 4.34 แสดงปริมาณการดูดซึมน้ำของเส้นใยที่เตรียมได้ (ก) เส้นใยชำหลวง (*A. galanga*) และ (ข) เส้นใยชำแดง (*A. siamensis*)

สำหรับวิธีการสกัดในกลุ่มที่ให้ความร้อนและกลุ่มที่แช่ในสารละลาย พบว่าเส้นใยชาหลวงสามารถดูดซึมน้ำเข้าได้ในปริมาณมากกว่าเส้นใยชาแดง โดยที่จากภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแสดงให้เห็นการแตกออกของเส้นใยชาแดงจนเห็นกลุ่มของเส้นใยเดี่ยวมากกว่าเส้นใยชาหลวง อาจจะส่งผลให้การเก็บกักน้ำไว้ในเส้นใยมีน้อยลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jit F. Ang [64] ที่ว่าลักษณะทางกายภาพของเส้นใยส่งผลต่อการกักเก็บน้ำ และตั้งแต่ 9 ชั่วโมงขึ้นไปปริมาณการดูดซับน้ำในเส้นใยที่เตรียมได้จากทุกวิธีการสกัดมีค่าใกล้เคียงกันอยู่ที่ร้อยละ 170 – 180 สำหรับชาหลวง ร้อยละ 130 – 150 สำหรับชาแดง จากงานวิจัยของ Vijayakumar S. [65] พบว่า เส้นใยเซลลูโลสแต่ละชนิดจะมีการดูดซึมน้ำ สูงสุดหรือคงที่เมื่อเวลาผ่านไป 25 ชั่วโมง

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาความหลากหลายชนิดและการใช้ประโยชน์ของข้าวในจังหวัดสมุทรปราการ ตั้งแต่เดือน มิถุนายน – สิงหาคม พ.ศ. 2566 มีรายละเอียดต่าง ๆ ดังนี้

เมื่อพิจารณาถึงความหลากหลายชนิดของข้าวในอำเภอบางบ่อ อำเภอบางพลี อำเภอบางเสาธง และ อำเภอเมืองสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ พบข้าวจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ *A. galanga* และ *A. siamensis* โดยพบว่า *A. siamensis* ที่มีชื่อเรียกต่าง ๆ กัน ได้แก่ ข้าแดง ข้าลิ้ง ข้าหยวก ข้าเกษตร ข้าพื้นบ้าน ข้าเล็ก ข้าหัวเล็ก ข้าใหญ่ เป็นชนิดที่มีการปลูกในพื้นที่มากที่สุด พบในพื้นที่ปลูกทั้ง 4 อำเภอ ได้แก่ อำเภอบางบ่อ อำเภอบางพลี อำเภอบางเสาธง และอำเภอเมืองสมุทรปราการ และหากพิจารณาจำนวนตัวอย่างที่เก็บได้เทียบกับตัวอย่างทั้งหมด พบว่ามีจำนวนตัวอย่าง 27 ตัวอย่าง จากทั้งหมด 32 ตัวอย่าง คิดเป็น 84 เปอร์เซ็นต์ ส่วน *A. galanga* เป็นชนิดที่มีการปลูกในพื้นที่รองลงมา มีชื่อเรียก ได้แก่ ข้าหลวง ข้าเหลือง ข้าใหญ่ พบในพื้นที่ปลูก 3 อำเภอ ได้แก่ อำเภอบางบ่อ อำเภอบางเสาธง และอำเภอเมืองสมุทรปราการ โดยพบว่ามีจำนวนตัวอย่าง 5 ตัวอย่าง จากทั้งหมด 32 ตัวอย่าง คิดเป็น 16 เปอร์เซ็นต์ ของตัวอย่างที่เก็บทั้งหมด (ตารางที่ 5.1)

ตารางที่ 5.1 ชนิดของข้าวและจำนวนตัวอย่างที่เก็บในพื้นที่ศึกษา

ชนิดของข้าว	ชื่อพื้นเมือง	พื้นที่เก็บตัวอย่าง ในจังหวัดสมุทรปราการ	จำนวนตัวอย่างที่เก็บ (คิดเป็นเปอร์เซ็นต์)
<i>A. galanga</i>	ข้าหลวง ข้าเหลือง ข้าใหญ่	อำเภอบางบ่อ อำเภอบางเสาธง อำเภอเมืองสมุทรปราการ	5 (16 เปอร์เซ็นต์)
<i>A. siamensis</i>	ข้าแดง ข้าลิ้ง ข้าหยวก ข้าเกษตร ข้าพื้นบ้าน ข้าเล็ก ข้าหัวเล็ก ข้าใหญ่	อำเภอบางบ่อ อำเภอบางพลี อำเภอบางเสาธง อำเภอเมืองสมุทรปราการ	27 (84 เปอร์เซ็นต์)

จากการศึกษาวิเคราะห์แบบแผนทางชีวโมเลกุลและปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในส่วนต่าง ๆ ของชำแดง และชำหลวงที่ปลูกในจังหวัดสมุทรปราการ สามารถสรุปและอภิปรายผลการทดลองในแต่ละส่วนของพืชได้ดังนี้

1. เหง้า

ชำแดง: เหง้าอ่อนของชำแดงมีการสะสมของสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Quercetin และ Kaempferol) และกลุ่มฟีนอลิก (Ferulic Acid) สูงกว่าชำหลวง ส่งผลให้มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด โดยค่า IC50 มีค่าน้อย เมื่อทดสอบด้วยวิธี DPPH และ ABTS

ชำหลวง: เหง้าแก่ของชำหลวงมีการสะสมสารกลุ่มฟีนอลิก (Gallic Acid และ Vanillin) สูง ซึ่งมีฤทธิ์ต้านจุลชีพและการอักเสบ แต่มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระต่ำกว่าชำแดง

2. ใบ

ชำแดง: พบสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ ในระดับปานกลาง และมีปริมาณในปริมาณน้อยกว่าชำหลวง

ชำหลวง: มีการสะสมสารกลุ่มฟลาโวนอยด์และกลุ่มฟีนอลิกสูง โดยเฉพาะสาร Vanillin และ Gallic Acid ส่งผลให้มีประสิทธิภาพสูงในการต้านอนุมูลอิสระและต้านจุลชีพได้ดี

3. ลำต้น

ชำแดง: มีการสะสมของสารฟีนอลิกและกรดไขมันในปริมาณน้อย

ชำหลวง: พบการสะสมกรดอะมิโน และกลุ่มฟีนอลิก ซึ่งมีบทบาทในการเจริญเติบโตและเสริมสร้างความแข็งแรงของเซลล์พืช

4. ดอก

ชำแดง: มีการสะสมสารฟลาโวนอยด์ที่หลากหลาย เช่น *Isorhamnetin*, *Kaempferol-3-galactoside* ส่งผลให้มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง

ชำหลวง: ดอกของชำหลวงมี *Isorhamnetin* และ *Azelaic Acid* ซึ่งมีฤทธิ์ต้านการอักเสบและต้านอนุมูลอิสระปานกลาง

ดังนั้นจากผลการศึกษา เห็นได้ว่า ชำแดงมีศักยภาพในการเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระที่ดี โดยเฉพาะในส่วนองเหง้าอ่อนและดอก เนื่องจากมีการสะสมของสารฟลาโวนอยด์และฟีนอลิกในปริมาณสูง ชำหลวงมีการสะสมสารฟีนอลิกในเหง้าแก่และใบมากกว่า ข้อมูลเหล่านี้สามารถนำไปต่อยอดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สุขภาพ เช่น อาหารเสริม เครื่องสำอาง หรือผลิตภัณฑ์ด้านการอักเสบ และยังเป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์จากชำผ่านการแปรรูปส่วนที่เหลือใช้จากการเกษตร

นอกจากนี้ทีมวิจัยได้ศึกษาปริมาณเส้นใย คุณสมบัติเชิงกล และสมบัติการอุ้มน้ำของเส้นใยลำต้นเทียมของชนิดข้าวแดง และข้าหลวง พบว่าปริมาณเส้นใยที่ได้หลังการแยกเส้นใยด้วยวิธีทางเคมี ได้แก่ กลุ่มที่ 1 การแยกด้วยน้ำ พบว่าได้ปริมาณเส้นใยมากที่สุดทั้งข้าแดงและข้าหลวง รองลงมาคือการแยกในกลุ่มให้ความร้อนในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นต่ำและวิธีที่ได้ปริมาณเส้นใยต่ำสุดคือกลุ่มที่แช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นสูง ทั้งนี้ในการแยกเส้นใยทั้ง 3 กลุ่ม ข้าแดงให้ปริมาณเส้นใยที่มากกว่าข้าหลวง เมื่อพิจารณาถึงลักษณะทางกายภาพ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยข้าแดงมีขนาดเล็กกว่าข้าหลวงในกลุ่มของการแยกเส้นใยโดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ สีของเส้นใยที่ได้จากค่า $CIE-L^*ab$ พบว่าเมื่อเตรียมเส้นใยด้วยน้ำ ข้าแดงจะให้สีออกโทนแดง (a) และโทนเหลือง (b) มากกว่าข้าหลวง น่าจะเป็นเหตุผลที่มาของการเรียกชื่อข้าในท้องถิ่น ในขณะที่เมื่อเตรียมโดยโซเดียมไฮดรอกไซด์ ข้าแดงและข้าหลวงมีค่าความสว่าง (L) และค่าโทนสีแดง (a) มีค่าอยู่ในช่วงใกล้เคียงกันแต่ค่าโทนสีเหลือง (b) ของเส้นใยข้าแดงจะออกไปทางเหลืองมากกว่าเส้นใยข้าหลวง ทำให้ลักษณะเส้นใยที่เตรียมได้ของข้าแดงมีสีที่เหลืองสวย มีความละเอียดกว่าข้าหลวง และจากกระบวนการแยกเส้นใยพบว่าปริมาณความชื้นในเส้นใยที่คงเหลือหลังจากตากอยู่ที่ไม่เกินร้อยละ 6 ของน้ำหนักแห้งในทุกกลุ่มวิธี และจากการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยข้าหลวงที่เตรียมได้จากสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อเปรียบเทียบการเตรียมเส้นใยชนิดเดียวกันระหว่างการให้ความร้อนและการแช่ เส้นใยที่เตรียมได้จากการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ มีขนาดเล็กกว่า อย่างมีนัยสำคัญ ($p = .043$) สำหรับการแยกด้วยน้ำจะให้เส้นใยขนาดใหญ่ที่สุด ลักษณะพื้นผิวของเส้นใยที่เตรียมได้ ข้าแดงจะมีลักษณะที่มีการแตกออกเป็นกลุ่มเส้นใยเดี่ยวมากกว่าและมีรูที่ผิวของเส้นใยมากกว่าเส้นใยข้าหลวงที่พรอยแยกออกให้เห็นกลุ่มเส้นใยเดี่ยวของเส้นใยในบางบริเวณ และลักษณะของภาพตัดขวางของเส้นใยพบการรวมกันของเส้นใยเดี่ยวเป็นกลุ่มและมีช่องว่างขนาดใหญ่บริเวณกลางเส้นใยเนื่องจากต้นข้ามีลักษณะเป็นลำต้นเทียมเหนียวติดกันที่เกิดจากกาบใบที่มาหุ้มซ้อนกันเป็นทรงกระบอก จากลักษณะการแยกเป็นกลุ่มเส้นใยเดี่ยวและพบรูที่ผิวของเส้นใยข้าแดง

การตรวจสอบความแข็งแรงต่อแรงดึง ความสามารถในการยืดตัวและความสามารถในการดูดซึมน้ำ พบว่าค่าเฉลี่ยความแข็งแรงต่อแรงดึงของเส้นใยข้าหลวงกับเส้นใยข้าแดงขึ้นอยู่กับวิธีการเตรียมเส้นใย การเตรียมโดยวิธีการให้ความร้อน ค่าความแข็งแรงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p = .066$) ในขณะที่การเตรียมโดยการแช่ ค่าความแข็งแรงต่อแรงดึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p = .016$) การเปรียบเทียบความแข็งแรงของวิธีการเตรียมในเส้นใยชนิดเดียวกัน พบว่าทั้งข้าหลวงและข้าแดงไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ข้าหลวงมีค่า $p = .987$ และข้าแดงมีค่า $p = .361$) สำหรับความสามารถในการยืดตัวของเส้นใยข้าหลวงและเส้นใยข้าแดง ในทุกวิธีการเตรียมมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (วิธีให้ความร้อน $p = .942$ และวิธีการแช่ $p = .136$) และคุณสมบัติการดูดซึมน้ำของ

เส้นใยที่เตรียมได้สามารถดูดซึมน้ำได้มากกว่าร้อยละ 100 ของน้ำหนักเส้นใยแห้งใน 20 นาที และความสามารถในการดูดซึมน้ำของเส้นใยพบว่าวิธีการเตรียมเส้นใยส่งผลต่อความสามารถในการดูดซึมน้ำโดยเส้นใยที่มีรูพรุนหรือแตกเป็นเส้นใยเดี่ยวทำให้น้ำสามารถซึมเข้าสู่เส้นใยได้ง่ายขึ้น



บรรณานุกรม

1. สถาบันจัดตั้งสถาบันอุทยานธรรมชาติวิทยาสิริรุกชชาติ มหาวิทยาลัยมหิดล. ข่า อาหารเป็นยาคู่ครัวไทย. [อินเทอร์เน็ต]. 2566 [เข้าถึงเมื่อ 16 ก.พ. 2566]. เข้าถึงได้จาก: <https://sr.mahidol.ac.th/hbe01/>
2. นิตดา หงษ์วิวัฒน์, ทวีทอง หงษ์วิวัฒน์, สุภาพรณ เยี่ยมชัยภูมิ. ผัก คุณค่าอาหารและการกิน 333 ชนิด. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: บริษัท สำนักพิมพ์แสงแดด จำกัด; 2550.
3. อุดุลย์ เบญจวรรณกร. ประโยชน์มหัศจรรย์ ข่า. กรุงเทพฯ: บริษัททอมรินทร์พรินติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน); 2557.
4. สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช. พืชวงศ์ขิงข่า. จุลสารราย 4 เดือน 2558;7(3):4-5.
5. สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช. คู่มือการสำรวจความหลากหลายพรรณไม้. [อินเทอร์เน็ต]. 2554 [เข้าถึงเมื่อ 20 กพ. 2566]. เข้าถึงได้จาก <http://chm.dnp.go.th/wp->
6. ข้อมูลพืชสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. ข่า. [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 22 พ.ค. 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://pharmacy.su.ac.th/herbmed/herb/text/herb_detail.php?herbID=56
7. อรนุช เกษประเสริฐ. พืชสมุนไพรวงศ์ ZINGIBERACEAE. กรุงเทพฯ: สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์; 2550.
8. Newman MF, Barfod AS, Esser HJ, Simpson D, Parnell JAN. Flora of Thailand vol. 16 part 2, Zingiberaceae. Bangkok: The Forest Herbarium, Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation; 2023.
9. Smith RM. A review of Bornean Zingiberaceae: I (Alpinieae p.p.). Notes R. Bot. Gard. Edinburgh 1985;42:261–314.
10. k@pook health. ข่า....ยาดีคู่ครัวไทย. [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 22 พ.ค. 2567]. เข้าถึงได้จาก <https://health.kapook.com/view65106.html>
11. วัชรภรณ์ ศรีพอ, ธนัท อ้วนอ่อน, ณัฏฐภัทร จินดา. ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากข่าในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* และ *Salmonella typhimurium*. ใน: เอกสารการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ตามรอยพระยุคลบาท เกษตรศาสตร์กำแพงแสน ครั้งที่ 12 วันที่ 9 ธันวาคม 2558. นครปฐม; 2558. หน้า 1837-43.

12. นำพน พิพัฒน์ไพบูลย์, นิรุต อ่อนสลุง, สมพร หงษ์กง, สุริยาโชค เพิ่มพูน, วัชรายุทธ ลำดวน, สุรเชษฐ์ สีชำนาญ. การกลั่นน้ำมันหอมระเหยจาก ผักแขยง ข่าป่า มะแขว่น และเปราะหอม เพื่อใช้เป็นส่วนผสมในอุตสาหกรรมน้ำหอม. วารสารเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี 2556;4(2):11-22.
13. Larsen K. A Preliminary Checklist of the Zingiberaceae of Thailand. Thai Forest Bulletin (Botany) 1996;24:35-49.
14. Saensouk S. Biology and Taxonomy of the Genus *Alpinia* Roxb. (Zingiberaceae) in Thailand. A Thesis for the Degree of Doctor of Philosophy, Khon Kaen University. Khon Kaen University. Khon Kaen; 2006.
15. โครงการอนุรักษ์พันธุพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. ข่า. [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 30 พ.ค. 2567]. เข้าถึงได้จาก: http://www.rspg.or.th/plants_data/herbs/herbs_02_1.htm
16. สุธีรา ญาณะโส, นพวัฒน์ เฟื่องคำศรี, อรัญญา จุติวิบูลย์สุข, ภูริต ธนะรังสฤษฎ์. การประเมินฤทธิ์ยับยั้งอะเซทิลโคลีนเอสเทอเรสของน้ำมันหอมระเหยและสารสกัดหยาบจากข่าที่ปลูกในจังหวัดสมุทรปราการ. [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 30 พ.ค. 2567]. เข้าถึงได้จาก: <https://has.hcu.ac.th/jspui/bitstream/123456789/1271/1/SuthiraYanaso.pdf>
17. Rangsiruji A, Newman MF, Cronk QCB. Origin and relationships of *Alpinia galanga* (ZINGIBERACEAE) base on molecular data. EDINB J BOT 2000;57(1):9-37.
18. ฐานข้อมูลพรรณไม้ องค์การสวนพฤกษศาสตร์ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. ฐานข้อมูลพฤกษศาสตร์พื้นฐาน. [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 30 พ.ค. 2567]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.qsb.org/Database/plantdb/mdp/medicinal-specimen.asp?id=121>
19. Eric WCC, Siu KW, Hung TC. *Alpinia zerumbet*, a ginger plant with a multitude of medicinal properties: An update on its research findings. J Chin Pharm Sci 2017;26(11):775-88.
20. สุวรรณ ผลใหม่, ฐิติกร จันทรวงศ์, ศิริวรรณ ปานเมือง. ผลของเวลาในการอบแห้งและการกลั่นต่อปริมาณน้ำมันหอมระเหยและปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระจากข่าน้ำ. [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 30 พ.ค. 2567]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.repository.rmutsv.ac.th/handle/123456789/3613>
21. ฐานข้อมูลพรรณไม้ องค์การสวนพฤกษศาสตร์. ข่าน้ำ. [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 30 พ.ค. 2567]. เข้าถึงได้จาก: http://www.qsb.org/Database/Botanic_Book%20full%20option/search_detail.asp?botanic_id=2846

22. โครงการอนุรักษ์พันธุ์พืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. ข่า. [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 30 พ.ค. 2567]. เข้าถึงได้จาก: http://www.rspg.or.th/plants_data/use/spicies01-7.htm
23. อังคณา ประเทืองเดชกุล. หน่อกะลา. จุลสารข้อมูลสมุนไพร สำนักงานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 30 พ.ค. 2567]. เข้าถึงได้จาก: <https://medplant.mahidol.ac.th/publish/newsletter/arc/262-12.pdf>
24. ปานตะวัน พิศเพ็ญ, สุรเชษฐ วรณะ, เปมิกา ขำวีระ, พนิดา แสนประกอบ. การประเมินฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของสารสกัดหน่อกะลา และเพิ่มมูลค่า. ใน: เอกสารประกอบการประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เครือข่ายสถาบันอุดมศึกษาภาคใต้ ครั้งที่ 9 วันที่ 22 - 23 กุมภาพันธ์ 2567. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย. นครศรีธรรมราช; 2567. หน้า 1-7.
25. ข้อมูลพืชสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. ข่าลิง. [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 30 พ.ค. 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://pharmacy.su.ac.th/herbmed/herb/text/herb_detail.php?herbID=296
26. Taib M, Anuar N, Hanafiah K, Shammery A, Saaid M, Awang K. Chemical constituents Isolated from cultivate *Alpinia conchigera* Griff. and antimicrobial activity. Trop Life Sci Res 2020;31(1):159-78.
27. พวงเพ็ญ ศิริรักษ์. ข่า. สำนักงานราชบัณฑิตยสภา [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 30 พ.ค. 2567] เข้าถึงได้จาก: http://legacy.orst.go.th/wp-content/uploads/royin-ebook/295/FileUpload/941_8285.pdf
28. Kose LP, Gulcin I, Goren AC, Namiesnik J, Ayala ALM, Gorinstein S. LC-MS/MS analysis, antioxidant and anticholinergic properties of galanga (*Alpinia officinarum* Hance) rhizomes. Ind Crops Prod 2015;74:712-21.
29. ฐานข้อมูลพรรณไม้ องค์การสวนพฤกษศาสตร์. ข่าตาแดง. [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 30 พ.ค. 2567]. เข้าถึงได้จาก: http://www.qsbg.org/Database/Botanic_Book%20full%20option/search_detail.asp?botanic_id=2923
30. Theanphong O, Jenjittikul T, Mingvanish W. Essential oil composition and antioxidant activity from *Alpinia siamensis* K. Schum. Rhizome. Bull Health Sci Technol 2018;16(2):125-34.
31. Duke JA. CRC Handbook of Medicinal Spices. Boca Raton: CRC Press; 2003.

32. Watt G. Dictionary of Economic Products of India. New Delhi: Today & Tomorrows Pub; 1972.
33. Scheffer JJC, Jansen PCM. *Alpinia galanga* (L.) Willd. Leiden: Backhyus Publishers; 1999.
34. ฐิติวรา พูลสวัสดิ์. ลักษณะทางกายวิภาคและเส้นใยของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวบางชนิด. ใน: เอกสารประกอบการประชุมวิชาการแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 10 วันที่ 6-7 ธันวาคม 2556. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม; 2556 หน้า 2312-19.
35. วุฒินันท์ คงทัด, สุธีรา วิทยากาญจน์, วีรศักดิ์ สมิตธิพงศ์, ชนาพร งามโรจน์, จิรชยา บุญญฤทธิ์, รังสิมา ชลคุป. การศึกษาศักยภาพของการใช้เส้นใยเซลลูโลสสำหรับเสริมแรงในวัสดุคอมพอสิต. ใน: เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 54 วันที่ 2-5 กุมภาพันธ์ 2559. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ; 2559 หน้า 773-80.
36. จิรชยา บุญญฤทธิ์, วุฒินันท์ คงทัด, สุธีรา วิทยากาญจน์, ชนาพร งามโรจน์, รังสิมา ชลคุป. สมบัติกายภาพของเส้นใยผักตบชวา สำหรับการปั่นเส้นด้าย O.E. ผสมเส้นใยผักตบชวาและฝ้าย. ใน: เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 54 วันที่ 2-5 กุมภาพันธ์ 2559. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ; 2559 หน้า 994-1003.
37. กิตติพงศ์ พัฒนไพศาลสิน, กัลทิมา เชาวชาญชัยกุล, แวบุญ แยมแสงสังข์. การปรับปรุงเส้นใยจากต้นปุดสำหรับการประยุกต์ใช้งานด้านสิ่งทอ. ใน: เอกสารประกอบการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 20 วันที่ 15 มีนาคม 2562. มหาวิทยาลัยขอนแก่นขอนแก่น; 2562 หน้า 133-44.
38. จรรยาวรรณ จรรยาธรรม, ประทับใจ สิกขา. การพัฒนาเส้นใยของต้นจากเพื่อใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์. วารสารวิชาการศิลปสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. 2555;3(1):94-104.
39. ดาริกา ดาวจันอัด, นลินี จาริกภากร. เทคโนโลยีการผลิตเส้นใยจากต้นดาหลา เพิ่มมูลค่าในเชิงพาณิชย์ เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมการทอผ้าในจังหวัดนราธิวาส. [อินเทอร์เน็ต]. 2019 [เข้าถึงเมื่อ 17 กุมภาพันธ์ 2566] เข้าถึงได้จาก: <https://www.doa.go.th/oard8/wp-content/uploads/2019/08/v6105.pdf>
40. สุปราณี แก้วภิรมย์, ศิริเดช บุญแสง. โครงการ คอมโพสิตรักษ์สิ่งแวดล้อมจากพอลิแลคติกแอซิดและเส้นใยสับปะรด. โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้จากเงินทุนอุดหนุนรัฐบาล. ประจำปีงบประมาณ 2557. มหาวิทยาลัยบูรพา.
41. ภูจิต เลิศวัฒนารักษ์, กนกวรรณ มะสุวรรณ. การศึกษาสมบัติในการกันเสียงของแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยธรรมชาติ. วารสารวิจัยและพัฒนา มจร 2558;38(1):71-86.

42. Shahzad A. Hemp fiber and its composites – a review. J Compos Mater 2012;46(8):973-86.
43. (องค์การมหาชน) ส. วัสดุจากเส้นใยของ ข้า.นราธิวาส. [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 17 กุมภาพันธ์ 2566] เข้าถึงได้จาก: <https://www.innovationthailand.org/th/project-detail/วัสดุจากเส้นใยของ%20ข้า>
44. ชีวานันท์ นามวัง. การสังเคราะห์ฟองน้ำเซลลูโลสจากฟางข้าว. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม,บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. อุบลราชธานี; 2559.
45. Saikia D. Studies of Water Absorption Behavior of Plant Fibers at Different Temperatures. Int J Thermophys 2010;31(4):1020-6.
46. Jennifer J. Bracci PB, FL, inventor. Absorbency pad for use in neonatal care and related method of use. Patent US008491555B2 2013;23.
47. กองกานดา ชยามฤต. คู่มือจำแนกพรรณไม้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: บริษัท ประชาชน จำกัด; 2545.
48. Larsen K, Larsen SS. Gingers of Thailand. Chiang Mai: Queen Sirikit Botanic Garden; 2006.
49. Saensouk S, Saensouk P. Flora of Thailand vol. 16 part 2, Zingiberaceae Alpinia Roxb. In Chayamarit K, Balslev H, Newman M, Sangvirodjanapat S, editor. Prachachon, Bangkok: Forest Herbarium, Royal Forest Department; 2023.
50. Zhao T, Yu Q, Lin C, Liu H, Dong L, Feng X, et al. Analyzing morphology, metabolomics, and transcriptomics offers invaluable insights into the mechanisms of pigment accumulation in the diverse-Colored Labellum Tissues of *Alpinia*. Plants 2023;12(21):3766.
51. Tyagi A, Yeon S-J, Daliri E B-M, Chen X, Chelliah R, Oh D-H. Untargeted Metabolomics of Korean Fermented Brown Rice Using UHPLC Q-TOF MS/MS Reveal an Abundance of Potential Dietary Antioxidative and Stress-Reducing Compounds. Antioxidants 2021;10(4):626.
52. Jin M, Zheng W, Zhang Y, Gao B, Yu L. Lipid Compositions and Geographical Discrimination of 94 Geographically Authentic Wheat Samples Based on UPLC-MS with Non-Targeted Lipidomic Approach. Foods 2021;10(1):10.

53. ทับทอง ช. กระดาษทำมือจากต้นกล้วย. [อินเทอร์เน็ต]. 2549 [เข้าถึงเมื่อ 17 กุมภาพันธ์ 2566]
เข้าถึงได้จาก: http://thesis.swu.ac.th/swufac/Eng/Chayaphas_T_R354194.pdf
54. International Standard ISO 5079. Textile fibres — Determination of breaking force and elongation at break of individual fibres. Third edition. 2020-10.
55. Scheffer J, Gani A, Baerheim-Svendsen A. Monoterpenes in the rhizome essential oil of *Alpinia galanga* (L.) Willd., Sci Pharm, 1981;49:337-46.
56. De PH, Nor OM, Coolsaet B, Schamp N. The essential oil of greater galangal (*Alpinia galanga*) from Malaysia. Phytochemistry 1985;24:93-6.
57. Charles DJ, Simon JE, & Singh NK. The essential oil of *Alpinia galanga* Willd. J Essent Oil Res 1992;4:81-2.
58. Syamasunder KV, Ramesh S, Chandrasekhara RS. Volatile constituents of *Alpinia* flower oil. J Med Aroma Plant Sci 1999;1B:21-46.
59. ณัฐนันท์ อยู่สุทธิย์ และ ชญาดา กลิ่นจันทร์. การวิเคราะห์สารประกอบฟลาโวนอยด์ในใบสาระแน ใบทับทิม และใบว่านแร้งคอดำ เพื่อแปรรูปเป็นชาสมุนไพร ใน: เอกสารประกอบการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ครั้งที่ 3 วันที่ 22 ธันวาคม 2559. มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร. กำแพงเพชร; 2559 หน้า 322-36.
60. Trimanto T, Hapsari L, Dwiyaniti D. *Alpinia galanga* (L.) Willd: Plant morphological characteristic, histochemical analysis and review on pharmacological. AIP Conference Proceedings 2021;2353(1): 030021.
61. นฤมล ศรีวิฑูรย์. การผลิตฟองน้ำเส้นใยธรรมชาติจากชานอ้อยเพื่อเป็นวัสดุดูดซับน้ำมันปนเปื้อนในทะเล: วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ; 2548.
62. Neveen AMA, Ghannam HAE. Utilization of Rhizome (*Alpinia galangal* L.) in Improvement of Some Quality Attributes of Some Processed Meat. FNS 2022;13(8):761-79.
63. ASTM International D 2402 – 01. Standard Test Method for Water Retention of Textile Fibers (Centrifuge Procedure).
64. ANG JF. Water Retention Capacity and Viscosity Effect of Powdered Cellulose. J Food Sci 1991;56(6):1682-4.

65. Vijayakumar S, Manikandan S, Karunamoorthy L. The Experimental Investigation on Water Absorption Characteristics of Natural Fiber Composites. Adv Mater Res 2014;984-985:248-52.



ภาคผนวก

ประวัติย่อผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ชื่อ-นามสกุล ผศ. ดร.กรรณิการ์ แก้วกิม

ประวัติการศึกษา ปร.ด. (วิทยาศาสตร์การอาหาร) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถานที่ติดต่อ สาขาวิทยาศาสตร์กายภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ โทรศัพท์ 0-2312-6300 ต่อ 1213

ชื่อ-นามสกุล นางสาวยุคลธร สถาปนศิริ

ประวัติการศึกษา วท.บ. (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

วท.ม. (พันธุศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถานที่ติดต่อ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
โทรศัพท์ 02-312-6300 ต่อ 1208

ชื่อ-นามสกุล อ.ดร.ชวนพิศ จิระพงษ์

ประวัติการศึกษา วท.บ.(เทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าพระนครเหนือ

วท.ม.(เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ปร.ด.(เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

สถานที่ติดต่อ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
โทรศัพท์ 02-312-6300 ต่อ 1208

ชื่อ-นามสกุล นางผุสดี สิริยากร

ประวัติการศึกษา วท.บ.(เคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วท.ม.(เคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถานที่ติดต่อ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

โทรศัพท์ 02-312-6300 ต่อ 1206

ชื่อ-นามสกุล นางอริศรา พรายแก้ว

ประวัติการศึกษา วท.บ. คณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วท.ม. คณิตศาสตร์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง

สถานที่ติดต่อ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

โทรศัพท์ 02-312-6300 ต่อ 1180

ชื่อ-นามสกุล นางสาววิภาพรรณ ชนะภักดิ์

ประวัติการศึกษา วท.บ. (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยศิลปากร

วท.ม. (พฤกษศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถานที่ติดต่อ โรงเรียนบางหลวงวิทยา สพม.นครปฐม

โทรศัพท์ 034399070

ชื่อ-นามสกุล นางสาวรัมภ์ดา มีบุญญา

ประวัติการศึกษา วท.บ. (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยศิลปากร

วท.ม. (พฤกษศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปร.ด. (พฤกษศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถานที่ติดต่อ วิทยาลัยสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา วิทยาเขตสมุทรสงคราม

โทรศัพท์ 034-773-905

ชื่อ-นามสกุล นางศรมน สุทิน

ประวัติการศึกษา วท.ม. (เคมีชีวภาพ) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

สถานที่ติดต่อ สาขาวิทยาศาสตร์กายภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ โทรศัพท์ 0-2312-6300 ต่อ 1213

ชื่อ-นามสกุล ดร.ปิยนันท์ น้อยรอด

ประวัติการศึกษา ปร.ด. (เคมีวิเคราะห์) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถานที่ติดต่อ สาขาวิทยาศาสตร์กายภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ โทรศัพท์ 0-2312-6300 ต่อ 1213

ชื่อ-นามสกุล ดร.กฤษกมล ณ จอม

ประวัติการศึกษา Dr.rer.nat. Doktor rerum naturalium

สถานที่ติดต่อ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ โทรศัพท์ 0-2562-5020 ต่อ 5219 โทรสาร.

0-2562-5021

ชื่อ-นามสกุล ดร.สุกัญญา เพชรศิริเวช

ประวัติการศึกษา วท.บ. (ฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยมหิดล

วท.ม. (ฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยมหิดล

ปร.ด. (ฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยมหิดล

สถานที่ติดต่อ สาขาวิทยาศาสตร์กายภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ โทรศัพท์ 0-2312-6300 ต่อ 1213

ชื่อ-นามสกุล ผศ. ดร.พรสิริ วรรณวิภา

ประวัติการศึกษา วท.บ. (ฟิสิกส์)

วท.ม. (ฟิสิกส์) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วท.ด. (ฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

สถานที่ติดต่อ สาขาวิทยาศาสตร์กายภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ โทรศัพท์ 0-2312-6300 ต่อ 1213