

ลักษณะสัณฐานวิทยา ความหลากหลายทางพันธุกรรม และพฤกษเคมีของมะกั้ง Morphology, Genetics Diversity and Phytochemical Characteristics of *Hodgsonia*

บุญปิยธิดา คล่องแคล่ว^{1*} วินัย สมประสงค์² และ วิลาสินี จิตต์บรรจง³
Boonpiyathida Klongklaew^{1*}, Winai Soomprasong², and Wirasinee jitbunjong³

บทคัดย่อ

การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยา ความหลากหลายทางพันธุกรรม และพฤกษเคมีของมะกั้ง พบว่า จากการสำรวจมะกั้งในพื้นที่จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ ลำปาง และน่าน พบมะกั้งจำนวน 2 ชนิดย่อย คือ *Hodgsonia heteroclita* subsp. *heteroclita* และ *H. heteroclita* subsp. *indochinensis* โดยพบในป่าดิบแล้ง ป่าไม้ก่อ และป่าดิบเขา มะกั้งทั้ง 2 ชนิดย่อย มีลักษณะสัณฐานของลำต้น ใบ และเมล็ดคล้ายคลึงกัน แต่มีลักษณะสัณฐานของใบอ่อน เส้นใบ ดอกและผลแตกต่างกัน การเจริญเติบโตของดอกมะกั้งทั้ง 2 ชนิดย่อย มีความคล้ายคลึงกัน โดยดอกเพศผู้ ออกดอกเป็นช่อ ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มแทงช่อดอกจนถึงดอกบานใช้เวลา 90-100 วัน ส่วนดอกเพศเมียออกดอกเป็นดอกเดี่ยว ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มติดผลจนกระทั่งผลสุกแก่ 6-7 เดือน ความหลากหลายทางพันธุกรรมของมะกั้งทั้ง 2 ชนิดย่อย มีความใกล้ชิดกันตั้งแต่ 59-86 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ระดับ 59 เปอร์เซ็นต์ สามารถแบ่งตัวอย่างพืชที่พบ 19 หมายเลข ออกได้เป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกมีเฉพาะชนิดย่อย *H. heteroclita* subsp. *indochinensis* ส่วนกลุ่มที่ 2 พบทั้ง 2 ชนิดย่อย การศึกษาสารสำคัญในเมล็ดมะกั้ง พบว่า *H. heteroclita* subsp. *heteroclita* มีปริมาณกรดไขมัน กรดอะมิโน และโปรตีน มากกว่า *H. heteroclita* subsp. *indochinensis* แต่มีวิตามินอี น้อยกว่า กรดไขมันที่พบมากที่สุด คือ กรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง คือ กรดไลโนลีนิก และกรดไขมันโอเมก้า 6 (38.9-45.4 กรัมต่อ 100 กรัม) นอกจากนี้ กรดอะมิโนที่พบมากที่สุด คือ กรดกลูตามิก (3.80-4.46 กรัมต่อ 100 กรัม) อาร์จินีน และกรดแอสพาร์ติก

คำสำคัญ: ช่อดอก, ชนิดย่อย, ดอกเพศเมีย, ดอกเพศผู้

Abstract

The study on the morphology, genetics diversity and phytochemical characteristics of *Hodgsonia* was undertaken in the areas of Chiang Rai, Chiang Mai, Lampang and Nan. The results show that there are 2 subspecies found, namely *H. heteroclita* subsp. *heteroclita* and *H. heteroclita* subsp. *indochinensis* in dry evergreen forest, lower montane oak forest and lower montane rainforest. The two subspecies have similar stem, leaf and seed characteristics, as well as floral growth. However, their young leaf, leaf vein, flower and fruit are different. Male flowers were born regularly on inflorescences and took 90-100 days from flower emergence to full bloom. Female ones were single flowers. The period of fruit set took 6-7 months to maturation. The genetic diversity of the two subspecies showed close relationship at 59-86 percent similarity. At 59 percent, the 19 collected accessions could be divided into 2 groups. The first group contained only *H. heteroclita* subsp. *indochinensis*, while the second group included accessions of both subspecies. The seeds of *H. heteroclita* subsp. *heteroclita* contained higher contents of fatty acids, amino acids and protein than did *H. heteroclita* subsp. *indochinensis* whose vitamin E content was higher. The most common fatty acids are polyunsaturated fatty acids, i.e., linoleic acid and omega-6 fatty acids (38.9-45.4 g/100 g). The most common amino acids are glutamic acid (3.80-4.46 g/100g), arginine and aspartic acid.

Keywords: inflorescences, subspecies, female flowers, male flowers

¹ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย ตำบลลาวี อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย 57180

¹ Chiangrai Highland Agricultural Research and Development Center, Wawee, Maesuai, Chiangrai 57180

² สำนักคุ้มครองพันธุ์พืช กรมวิชาการเกษตร แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

² Plant Variety Protection Office, Latyao, Chatuchak, Bangkok 10900

³ กลุ่มวิจัยพฤกษศาสตร์และพืชไร่พันธุ์พืช สำนักคุ้มครองพันธุ์พืช กรมวิชาการเกษตร แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

³ Botanical Research and Herbarium, Plant Variety Protection Office, Latyao, Chatuchak, Bangkok 10900

* Corresponding author: jik.jung@hotmail.com

คำนำ

ทั่วโลกพบพืชสกุลมะกิง (*Hodgsonia*) เพียง 2 ชนิด คือ *Hodgsonia macrocarpa* (Blume) Cogn. และ *H. heteroclita* (Roxb.) Hook. f. & Thomson ซึ่งมะกิงชนิดหลังมีเพียง 2 ชนิดย่อย คือ *H. heteroclita* subsp. *heteroclita* และ *H. heteroclita* subsp. *indochinensis* W.J. de Wilde & Duyfjes (Wilde and Duyfjes, 2001) สำหรับประเทศไทย พบ 2 ชนิด คือ *H. macrocarpa* และ *H. heteroclita* subsp. *indochinensis* การกระจายพันธุ์ทั่วไปในแถบเอเชีย โดยเฉพาะเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ตั้งแต่ประเทศจีน อินเดีย ภูฏาน พม่า ไทย ลาว กัมพูชา เวียดนาม มาเลเซีย และอินโดนีเซีย สำหรับประเทศไทยพบตั้งแต่ จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน ลำปาง แพร่ น่าน เพชรบุรี ชุมพร สุราษฎร์ธานี พัทลุง ปัตตานี และนราธิวาส โดยพบพันธุ์ขึ้นตามต้นไม้ใหญ่ ตามป่าดิบชื้นและป่าดิบแล้งซึ่งเป็นป่าที่เขียวตลอดทั้งปี โดยเฉพาะตามลำห้วยที่มีความชุ่มชื้นตลอดปีและมีไม้ใหญ่ขึ้นปกคลุม (Santisuk and Larsen, 2008)

ลักษณะพฤกษศาสตร์ของพืชสกุล *Hodgsonia* เป็นไม้เถาขนาดใหญ่ แต่ละข้อมีเกล็ดประดับ (probract) ลักษณะคล้ายหนาม ใบเดี่ยว รูปทรงแบบฝ่ามือ มี 3-5 แฉก ดอกเป็นดอกแบบแยกเพศต่างต้น (dioecious) ดอกบานตอนกลางคืน ดอกเพศผู้และเพศเมียคล้ายกัน ดอกเพศผู้เป็นช่อแบบกระจุก (raceme) กลีบเลี้ยง จำนวน 5 กลีบ เชื่อมกันเป็นหลอดยาว (campanulate) กลีบดอก จำนวน 5 กลีบ ปลายกลีบมีชายครุยยาวมาก เกสรเพศผู้จำนวน 3 อัน แยกกัน มีก้านชูเกสรสั้นมาก ดอกเพศเมียเป็นดอกเดี่ยว กลีบเลี้ยงและกลีบดอกคล้ายดอกเพศผู้ รังไข่กลม มี 3 คาร์เพล จำนวน 6 ช่อง แต่ละช่องมี 1-3 ออวูล ติดกับผนังรังไข่แบบตามแนวตะเข็บ (parietal placentation) ผลเป็นแบบที่มีเปลือกแข็ง (drupe) รูปทรงกลม ขนาดใหญ่ เป็นร่อง 12 ร่อง เมล็ดขนาดใหญ่ จำนวน 6 เมล็ด รูปทรงรีและแบนด้านหนึ่ง (Hooker, 1879 และ Wilde and Duyfjes, 2001)

Semwal *et al.* (2014) รายงานว่า *H. Heteroclita* เป็นพืชที่อยู่ในพืชวงศ์แดงที่ให้ปริมาณน้ำมันสูง น้ำมันประกอบด้วย ไขมัน 62.71%, โปรตีน 31.25%, Palmitic acid 17.28%, Stearic acid 9.36%, Oleic acid 27.10%, Linoleic acid 33.90% และ Arachidic acid 6.86% จากการสำรวจของสุนีย์ และคณะ (2557) ในพื้นที่จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน และน่าน พบเพียงชนิดเดียว คือ มะกิงชนิดย่อย *H. heteroclita* subsp. *indochinensis* เท่านั้น และในรายงานของ Flora of Thailand พบเพียงชนิดย่อยดังกล่าวเช่นเดียวกัน (Santisuk and Larsen, 2008) แต่ในพื้นที่ของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงรายพบอีกหนึ่งชนิดย่อย คือ *H. heteroclita* subsp. *heteroclita* ซึ่งไม่เคยมีรายงานมาก่อนในประเทศไทย ประกอบกับพืชชนิดนี้พบจำนวนน้อยในธรรมชาติและมีสถานภาพการอนุรักษ์ในระดับพืชใกล้สูญพันธุ์ จากที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติ (endangered species) ตามมาตรฐานของ International Union for Conservation of Nature (IUCN) จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นจึงเป็นสาเหตุทำให้ทางคณะผู้วิจัยมีความสนใจในการศึกษาวิจัย โดยการสำรวจลักษณะนิเวศวิทยาและลักษณะสัณฐานวิทยาของมะกิงที่พบทางภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย แต่เนื่องจากพืชชนิดนี้ยังขาดข้อมูลทางด้านชีววิทยาและการเกษตร อีกทั้งมีดอกซึ่งเป็นดอกแยกเพศต่างต้น การออกดอกและติดผลขึ้นอยู่กับฤดูกาล อุณหภูมิ และแสงที่ช่วยผสมเกสรทำให้การผสมติดตามธรรมชาติต่ำ และในแต่ละพื้นที่ที่พบมะกิงทั้ง 2 ชนิดย่อย มีความแตกต่างทางสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศซึ่งอาจส่งผลต่อปริมาณและคุณภาพของสารสำคัญ ได้แก่ กรดไขมัน กรดอะมิโน และวิตามินอี จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาถึงลักษณะนิเวศวิทยา การกระจายพันธุ์ ลักษณะพฤกษศาสตร์ การเจริญเติบโต ความหลากหลายทางพันธุกรรม และการนำไปใช้ประโยชน์ของมะกิงเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานของพันธุ์พืชซึ่งสามารถนำไปใช้ในการอนุรักษ์ วางแผนการวิจัยและพัฒนามะกิงต่อไปในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การสำรวจและศึกษาลักษณะนิเวศวิทยา

สำรวจแหล่งกระจายพันธุ์และลักษณะนิเวศวิทยาที่พบต้นมะกิง ทางภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ ลำปาง และน่าน วิธีการ ดังนี้ 1.) รวบรวมข้อมูลการกระจายพันธุ์ของมะกิง แล้วทำการเลือกพื้นที่ก่อนเข้าทำการสำรวจและสร้างแบบบันทึกข้อมูล 2.) ทำการเก็บตัวอย่างลำต้น ใบ ดอก ผล และเมล็ดของมะกิง 3.) สัมภาษณ์และบันทึกการใช้ประโยชน์ โดยการสอบถามจากผู้รู้และผู้นำชุมชนในท้องถิ่น และ 4.) บันทึกลักษณะนิเวศวิทยาและลักษณะภูมิประเทศ พร้อมกับบันทึกภาพประกอบ

2. การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา

ทำการวัดและบันทึกข้อมูลพร้อมทั้งบันทึกภาพ และเขียนบรรยายลักษณะสัณฐานวิทยาของมะกิง 2 ชนิดย่อย ชนิดย่อยละ 10 ต้น โดยบันทึกในระยะที่ส่วนประกอบของพืชเจริญเติบโตเต็มที่ ได้แก่ ลำต้น บันทึกลักษณะทรงพุ่ม เส้นผ่าศูนย์กลางและความยาว, ใบ บันทึกรูปร่าง ความกว้าง ความยาว, ดอก บันทึกรูปร่าง ขนาดของดอก จำนวนกลีบเลี้ยง กลีบดอก และเกสรเพศผู้ ความกว้างและความยาวของกลีบเลี้ยง กลีบดอก ก้านชูเกสร และรังไข่, ผล บันทึกรูปร่าง ความกว้าง ความยาว และน้ำหนักผล และความหนาเปลือก, เมล็ด บันทึกรูปร่าง จำนวน ความกว้าง ความยาว และน้ำหนัก โดยทำการเก็บตัวอย่างพรรณไม้แห้ง (herbarium specimen) ไว้ที่หน่วยพฤกษศาสตร์ โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

3. การศึกษาการเจริญเติบโตของดอกมะกั้ง

ศึกษาการเจริญเติบโตของดอกมะกั้ง 2 ชนิดย่อย ชนิดย่อยละ 5 ต้น โดยการปลูกมะกั้งในแปลงทดลอง ติดตาม และบันทึกผลการทดลอง ดังนี้ 1.) ติดตามการเจริญเติบโตจากระยะที่เริ่มแทงดอกหรือช่อดอก ดอกบาน ติดผล จนกระทั่งพัฒนาเป็นผลที่สุกแก่ 2.) บันทึกการเจริญเติบโตของดอก ได้แก่ บริเวณที่สร้างตาดอก ระยะเวลาการสร้างดอก ความยาวช่อดอก ขนาดและจำนวนดอกต่อช่อ และ 3.) บันทึกการเจริญเติบโตของผล ได้แก่ ระยะเวลาการสร้างผล ขนาดและจำนวนผล

4. การวิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรม

ทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค ISSR โดยใช้ไพรเมอร์จำนวน 10 ไพรเมอร์ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบ binary data matrix คำนวณหาความแตกต่างทางพันธุกรรมของประชากร (Genetic distance, D) สร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (Dendrogram) ด้วยวิธี Unweight pair-group method (UPGMA) ตามวิธีของ Nei และ Li (1979) จากโปรแกรม Numerical Taxonomy System (NTsys) v2.01e

5. การวิเคราะห์สารสำคัญของเมล็ดมะกั้ง

การวิเคราะห์ไขมัน โดยใช้ petroleum ether เพื่อสกัดน้ำมัน นำน้ำมันที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าส่วนประกอบของกรดไขมัน โดยการทำให้ Methylation และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟี (Gas Chromatography)

การวิเคราะห์กรดอะมิโน โดยการทดสอบกรดอะมิโน 15 ชนิด และกรดอะมิโนเฉพาะ Cystine และ Methionine ย่อยสลายตัวอย่างด้วย hydrochloric acid แล้วละลายตัวอย่างที่ย่อยสลายด้วย sodium citrate loading buffer และวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Amino acid analyser

การวิเคราะห์วิตามินอี สกัดด้วย petroleum ether กำจัดต่างด้วยน้ำ และใช้ sodium sulfate เพื่อกำจัดน้ำออก นำไประเหยให้แห้ง วิเคราะห์ด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography) โดยใช้ UV-detector 292 nm

ผล

1. การสำรวจและศึกษาลักษณะนิเวศวิทยา

จากการสำรวจและศึกษาลักษณะนิเวศวิทยาของมะกั้งในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัด เชียงราย เชียงใหม่ ลำปาง และน่าน พบว่า ลักษณะนิเวศวิทยาถิ่นอาศัยของมะกั้ง โดยมากพบตามร่องห้วยหรือลำห้วยธรรมชาติที่มีความชุ่มชื้นตลอดปี และเลื้อยพันขึ้นต้นไม้ใหญ่ที่มีความสูงตั้งแต่ 10–30 เมตร สามารถพบได้ในป่าดิบแล้ง ป่าไม้ ก่อ และป่าดิบเขา ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางตั้งแต่ 345–1,702 เมตร และพบมะกั้ง จำนวน 2 ชนิดย่อย ได้แก่ *H. heteroclita* subsp. *heteroclita* และ *H. heteroclita* subsp. *indochinensis* สำหรับ *H. heteroclita* subsp. *heteroclita* พบเฉพาะที่ป่าไม้ก่อก่อและป่าดิบเขาเท่านั้น ที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางตั้งแต่ 1,259–1,702 เมตร ซึ่งมีสภาพอากาศเย็นตลอดปี ชาวพื้นเมืองทางภาคเหนือใช้ประโยชน์จากเมล็ดมะกั้ง โดยมากนิยมนำมาปิ้งเพื่อปรุงเป็นน้ำพริก รสชาติหอม มัน อร่อย

2. ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของ *H. heteroclita* subsp. *heteroclita* ลำต้น เป็นไม้เถาขนาดใหญ่ ลักษณะผิวเปลือก ขรุขระและแตกเป็นร่อง แต่ละข้อมีเกล็ดประดับ จำนวน 1 อัน ลำต้น ยาว 20–100 เมตร ใบ เป็นใบเดี่ยว รูปฝ่ามือ มี 3–5 แฉก ใบขนาดคล้ายหนัง ยอดอ่อนสีเขียว ดอกเพศผู้ เป็นดอกช่อแบบกระจุก จำนวน 18–21 ดอกต่อช่อ ก้านดอกย่อยสั้นมาก ดอกเป็นรูปกรวย สีน้ำตาลออกเขียวหรือครีมออกเขียว กลีบเลี้ยงลดรูปคล้ายเกล็ด จำนวน 5 กลีบ โคนกลีบเชื่อมติดกันเป็นหลอดยาว กลีบดอก จำนวน 5 กลีบ รูปรางค์ค่อนข้างกลมหรือรูปไข่กลับ โคนกลีบเชื่อมติดกับกลีบเลี้ยง ปลายกลีบเป็นชายครุย ยาว เกสรเพศผู้ จำนวน 3 อัน โคนเชื่อมติดกับกลีบดอก ส่วนปลายเกสรเพศผู้มีลักษณะเป็น 3 พู ดอกเพศเมีย เป็นดอกเดี่ยว ดอกรูปรางค์แบบกรวย สีน้ำตาลออกเขียวหรือครีมออกเขียว กลีบเลี้ยงลดรูปคล้ายเกล็ด จำนวน 5 กลีบ บริเวณกลางกลีบมีสัน โคนกลีบเชื่อมติดกันเป็นหลอดยาว กลีบดอก จำนวน 5 กลีบ โคนกลีบเชื่อมติดกับกลีบเลี้ยง ปลายกลีบเป็นชายครุยยาว รั้งไข้อยู่ใต้วงกลีบ รูปหัวใจ สีน้ำตาลออกเขียว ผิวไม่เรียบ มีต่อมสีเขียวอ่อนขนาดเล็กกระจายอยู่ทั่วไป และมีขนละเอียดสีน้ำตาล ออกเขียวคล้ายกำมะหยี่ปกคลุม ก้านชูเกสรเพศเมีย เชื่อมติดกับกลีบดอก ปลายเกสรเพศเมียลักษณะหยักเป็น 3 พู จำนวน ช่องว่างภายในรั้งไข่มี่ 3 ช่อง แต่ละช่อง มี 4 ออวล ติดกับผนังรั้งไข่มี่แบบตามแนวตะเข็บ ผล เป็นผลเดี่ยว มีขนาดใหญ่ จำนวน 12–45 ผลต่อต้น รูปรางค์กลมแป้น มีเขียวหม่นหรือเขียวออกเทา ผิวเรียบเป็นร่อง จำนวน 10–12 ร่องต่อผล น้ำหนักผล 1.41–2.71 กิโลกรัม เมล็ด เรียกว่า ไพรีน (pyrene) มีจำนวน 6 ไพรีน สีน้ำตาลออกแดง รูปรางค์กลมและแบน

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของ *H. heteroclita* subsp. *indochinensis* ลำต้น เป็นไม้เถาขนาดใหญ่ ลักษณะผิวเปลือก ขรุขระและแตกเป็นร่อง แต่ละข้อมีเกล็ดประดับ จำนวน 1 อัน ลำต้น ยาว 15–100 เมตร ใบ เป็นใบเดี่ยว รูปฝ่ามือ มี 3–5 แฉก ใบขนาดคล้ายหนัง ยอดอ่อนสีน้ำตาลออกแดง ดอกเพศผู้ เป็นดอกช่อแบบกระจุก จำนวน 20–23 ดอกต่อช่อ ก้านดอกย่อยสั้นมาก ดอกเป็นรูปกรวย สีน้ำตาลออกเหลืองหรือครีมออกเหลือง กลีบเลี้ยงลดรูปคล้ายเกล็ด จำนวน 5 กลีบ โคนกลีบเชื่อมติดกันเป็นหลอดยาว กลีบดอก จำนวน 5 กลีบ รูปรางค์ค่อนข้างกลมหรือรูปไข่กลับ โคนกลีบเชื่อมติดกับกลีบเลี้ยง

ปลายกลีบเป็นชายครุยยาว เกสรเพศผู้ จำนวน 3 อัน โคนเชื่อมติดกับกลีบดอก ส่วนปลายเกสรเพศผู้มีลักษณะเป็น 3 พู ดอกเพศเมีย เป็นดอกเดี่ยว ดอกรูปร่างแบบกรวย สีสน้ำตาลออกเหลือง หรือครีมออกเหลือง กลีบเลี้ยงลดรูปคล้ายเกล็ด จำนวน 5 กลีบ โคนกลีบเชื่อมติดกันเป็นหลอดยาว กลีบดอก จำนวน 5 กลีบ รูปร่างค่อนข้างกลม หรือรูปไข่กลับ โคนกลีบเชื่อมติดกับกลีบเลี้ยง ปลายกลีบเป็นชายครุยยาว รังไข่อยู่ใต้วงกลีบ รูปร่างกลม สีสน้ำตาลออกแดง ผิวไม่เรียบมีขนละเอียด สีสน้ำตาลแดงคล้ายกำมะหยี่ปกคลุม ก้านชูเกสรเพศเมีย เชื่อมติดกับกลีบดอก ปลายเกสรเพศเมียมีลักษณะหยักเป็น 3 พู จำนวนช่องว่างภายในรังไข่ มี 3 ช่อง แต่ละช่อง มี 4 ออวูล ติดกับผนังรังไข่แบบตามแนวตะเข็บ ผล เป็นผลเดี่ยว มีขนาดใหญ่ จำนวน 10–30 ผลต่อต้น รูปร่างกลมแป้น มีเขี้ยวหม่นหรือเขี้ยวออกเทา ผิวเรียบ น้ำหนักผล 1.10–2.1 กิโลกรัม เมล็ดมีจำนวน 6 ไพรีน สีสน้ำตาลออกแดง รูปร่างกลมและแบน (Figure 1)

3. การเจริญเติบโตของดอกมะกิ้ง

การเจริญเติบโตของดอกมะกิ้งชนิดย่อย *H. heteroclita* subsp. *heteroclita* ดอกเพศผู้ เริ่มแทงช่อดอกในเดือนตุลาคม โดยจะแทงช่อดอกที่บริเวณข้อของเถาแขนง ซึ่งในแต่ละข้อจะมีตาใบและตาดอก อยู่ตรงข้ามกัน ดอกมีลักษณะเป็นช่อ สีสน้ำตาลออกเขียว มีขนละเอียดคล้ายกำมะหยี่ปกคลุม ใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโต จนกระทั่งดอกเริ่มบาน 50–60 วัน ตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงธันวาคม จากนั้นดอกจะทยอยบานที่ละดอกใช้ระยะเวลา 90–100 วัน จนกระทั่งบานหมดทั้งช่อ ตั้งแต่เดือนธันวาคมถึงกุมภาพันธ์ ดอกจะบานในเวลากลางคืนตั้งแต่เวลา 22.00–5.00 น. และบานเพียงวันเดียว ดอกเพศเมีย เริ่มแทงดอกในเดือนพฤศจิกายน โดยจะแทงดอกที่บริเวณข้อของเถาแขนง เช่นเดียวกับดอกเพศผู้ ดอกเป็นดอกเดี่ยว สีสน้ำตาลออกเขียว มีขนละเอียดคล้ายกำมะหยี่ปกคลุม บริเวณใกล้กับโคนก้านดอก จะเห็นรังไข่รูปหัวใจชัดเจน ใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโต 50–60 วัน ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงมกราคม ดอกจะเริ่มบานเมื่ออายุ 55–60 วัน ในเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ บานเฉพาะในเวลากลางคืน และบานเพียงวันเดียวเช่นเดียวกับดอกเพศผู้ หลังจากที่ได้รับการผสมแล้วจะเริ่มติดผลในเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม และเข้าสู่ระยะผลเจริญเติบโตเต็มที่ 5–6 เดือน ในเดือนกรกฎาคมและสิงหาคม จนกระทั่งถึงระยะผลสุกแก่ใช้เวลา 6–7 เดือน ในเดือนกันยายนและตุลาคม ผลเมื่อเริ่มสุกจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีดำหรือน้ำตาลออกดำและแตก

การเจริญเติบโตของดอกมะกิ้งชนิดย่อย *H. heteroclita* subsp. *indochinensis* ดอกเพศผู้ เริ่มแทงช่อดอกในเดือนธันวาคม โดยจะแทงช่อดอกที่บริเวณข้อของเถาแขนง ซึ่งในแต่ละข้อจะมีตาใบและตาดอกอยู่ตรงข้ามกัน ดอกมีลักษณะเป็นช่อ สีสน้ำตาลออกเหลืองมีขนละเอียดคล้ายกำมะหยี่ปกคลุม ใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตจนกระทั่งดอกเริ่มบาน 50–60 วัน ตั้งแต่เดือนธันวาคมถึงกุมภาพันธ์ จากนั้นดอกจะทยอยบานที่ละดอกใช้ระยะเวลา 90–100 วัน จนกระทั่งบานหมดทั้งช่อ ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม ดอกจะบานในเวลากลางคืนและบานเพียงวันเดียว ดอกเพศเมีย เริ่มแทงดอกในเดือนมกราคม โดยจะแทงดอกที่บริเวณข้อของเถาแขนง เช่นเดียวกับดอกเพศผู้ ดอกเป็นดอกเดี่ยว สีสน้ำตาลออกเหลืองมีขนละเอียดคล้ายกำมะหยี่ปกคลุม บริเวณใกล้กับโคนก้านดอกจะเห็นรังไข่รูปร่างกลมชัดเจน ใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโต 50–60 วัน ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงมีนาคม ดอกจะเริ่มบานเมื่ออายุ 55–60 วัน ในเดือนมีนาคมและเมษายน บานเฉพาะในเวลากลางคืน และบานเพียงวันเดียว หลังจากได้รับการผสมแล้วจะเริ่มติดผลในเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม และเข้าสู่ระยะผลเจริญเติบโตเต็มที่ 5–6 เดือน ในเดือนกันยายนและตุลาคม จนกระทั่งถึงระยะผลสุกแก่ใช้เวลา 6–7 เดือน ในเดือนพฤศจิกายนและธันวาคม ผลเมื่อเริ่มสุกจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีดำหรือน้ำตาลออกดำและแตก

4. การวิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรม

การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของมะกิ้งด้วยการใช้เครื่องหมาย ISSR โดยใช้ไพรเมอร์ จำนวน 10 ไพรเมอร์ พบว่า มะกิ้งที่นำมาศึกษา 19 ตัวอย่าง มีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมกัน มีค่า Nei and Li similarity coefficient ตั้งแต่ 0.59–0.86 หรือ 59–86 เปอร์เซ็นต์ พบว่า สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ อย่างชัดเจนที่ระดับ 59 เปอร์เซ็นต์ โดยกลุ่มที่ 1 มีเฉพาะชนิดย่อย *H. heteroclita* subsp. *indochinensis* จำนวน 8 หมายเลข ได้แก่ CM01, CM02, CM03, CM04, CM05, CM06, CM07 และ NAN01 สำหรับกลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย 11 หมายเลข ได้แก่ CR01, CR02, CR03, CR04, CR05, CR06, CR07, CR08, CR09, CR10 และ CR11 ที่รวมทั้ง *H. heteroclita* subsp. *heteroclita* และ *H. heteroclita* subsp. *indochinensis* และพบว่า CR11 ซึ่งเป็นมะกิ้งชนิดย่อย *H. heteroclita* subsp. *heteroclita* มีความแตกต่างจากมะกิ้งชนิดย่อย *H. heteroclita* subsp. *indochinensis* อย่างชัดเจน ตัวอย่างของมะกิ้งในกลุ่มที่ 2 มีความหลากหลายทางพันธุกรรมที่สูงกว่ากลุ่มที่ 1 เนื่องจากพบทั้ง 2 ชนิดย่อย และชนิดย่อย *H. heteroclita* subsp. *indochinensis* มีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูงกว่าชนิดย่อย *H. heteroclita* subsp. *heteroclita* สังเกตได้จากการกระจายของ *H. heteroclita* subsp. *indochinensis* ทั้ง 2 กลุ่มใหญ่ ในขณะที่ *H. heteroclita* subsp. *heteroclita* พบเฉพาะในกลุ่มที่ 2 (Figure 2)

5. การวิเคราะห์สารสำคัญของเมล็ดมะกิ้ง

ปริมาณสารสำคัญของ *H. heteroclita* subsp. *heteroclita* จากการวิเคราะห์สารสำคัญของเมล็ดมะกิ้ง จำนวน 5 ตัวอย่าง พบว่า เมล็ดมะกิ้งประกอบด้วยกรดไขมัน กรดอะมิโน และวิตามินอี โดยกรดไขมันที่พบมากที่สุด คือ ไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง เท่ากับ 39.10–42.70 กรัมต่อ 100 กรัม รองลงมา ได้แก่ กรดไลโนลิกและโอเมก้า 6 เท่ากับ 38.90–45.40 กรัมต่อ 100 กรัม เท่ากัน ไขมันอิ่มตัว 28.60–32.00 กรัมต่อ 100 กรัม และกรดพาล์มมิก เท่ากับ 21.70–25.10 กรัมต่อ

100 กรัม กรดอะมิโนที่พบมากที่สุด คือ กรดกลูตามิก เท่ากับ 3.80-4.46 กรัมต่อ 100 กรัม รองลงมา ได้แก่ อาร์จินีน และ กรดแอสพาร์ติก เท่ากับ 3.01-4.20 และ 2.09-2.54 กรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ โปรตีน เท่ากับ 29.00-32.60 กรัมต่อ 100 กรัม และวิตามินอี เท่ากับ 5.10-13.1 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม

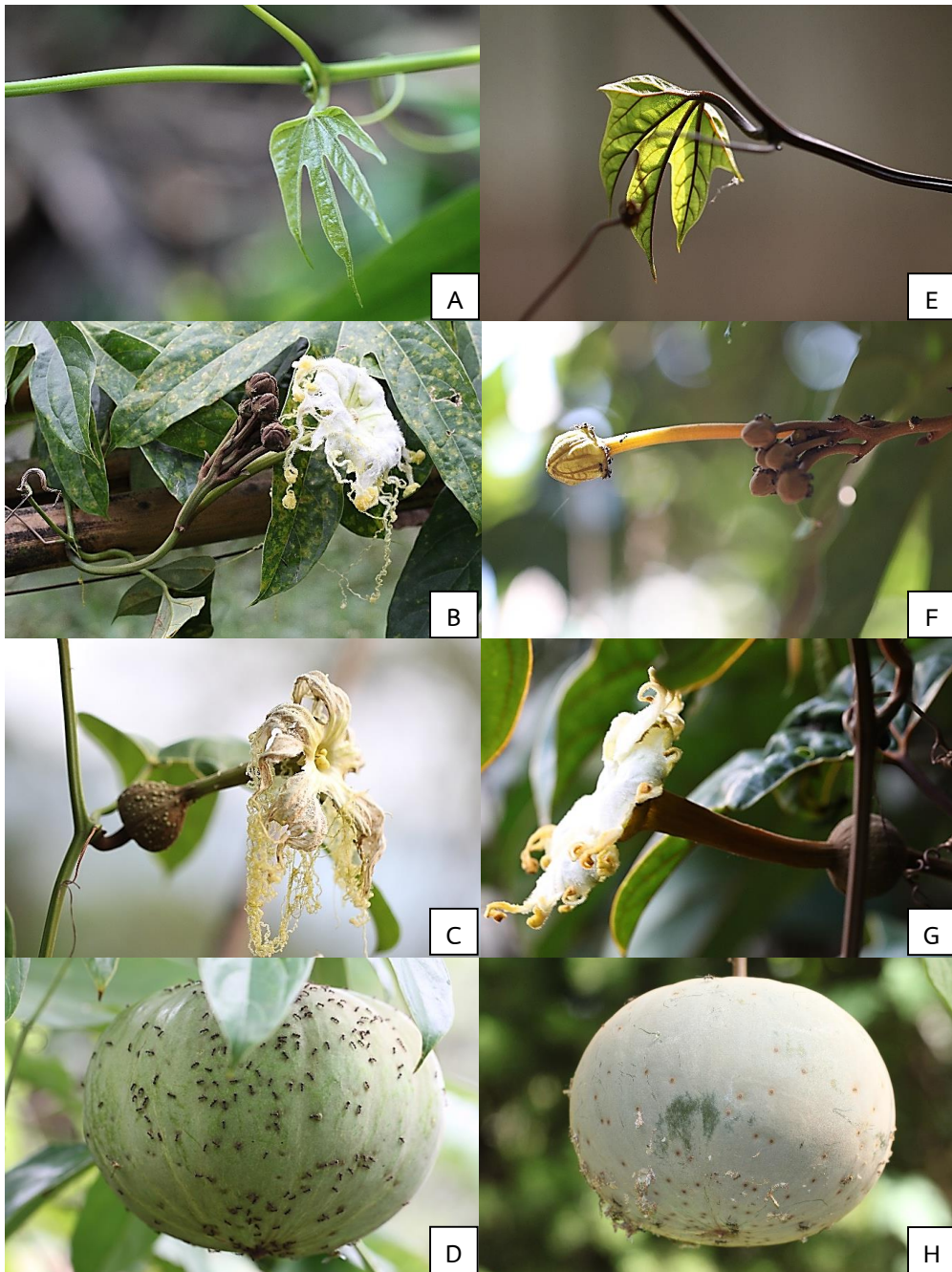


Figure 1 Morphology of *H. heteroclita* subsp. *heteroclita* (A, B, C, D) and *H. heteroclita* subsp. *indochinensis* (E, F, G, H) by A and E = Young leaves, B and F = Male Flower, C and G = Female Flower, D and H = fruits.

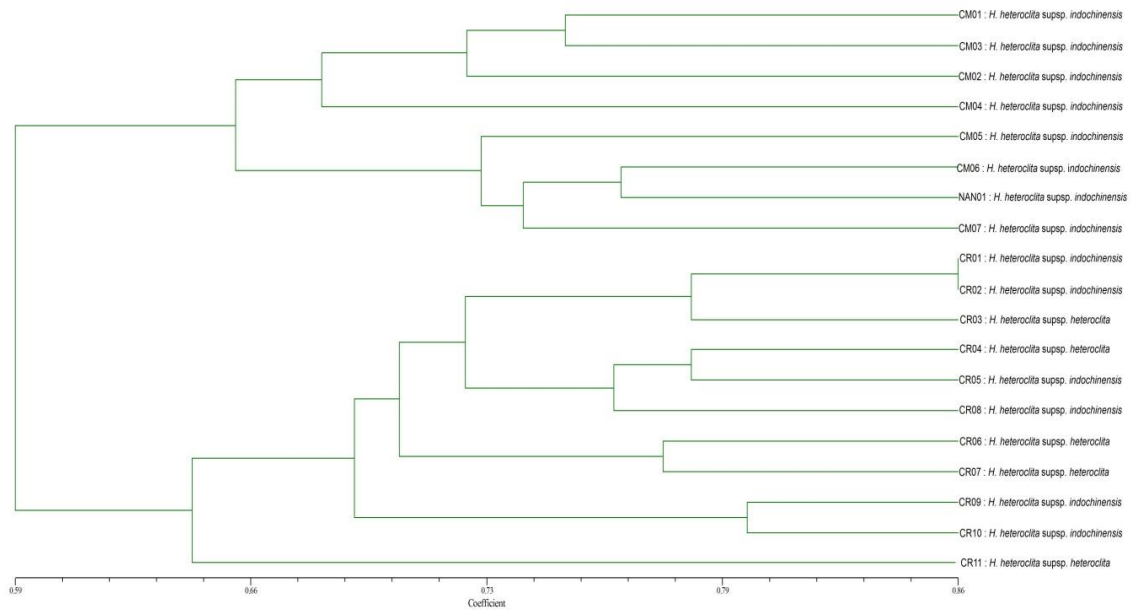


Figure 2 UPGMA dendrogram of the genetic relationships among 19 accessions of *H. heteroclita*, collected from 19 different locations in 3 provinces. The dendrogram was generated using the Nei and Li similarity coefficient based on 10 ISSR primers. Dendrogram was calculated by NTSys 2.0e Program.

ปริมาณสารสำคัญของ *H. heteroclita* subsp. *indochinensis* จากการวิเคราะห์สารสำคัญของเมล็ดมะกั้ง จำนวน 3 ตัวอย่าง พบว่า เมล็ดมะกั้งประกอบด้วยกรดไขมัน กรดอะมิโน และวิตามินอี โดยกรดไขมันที่พบมากที่สุด คือ ไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง เท่ากับ 43.30–44.50 กรัมต่อ 100 กรัม รองลงมา ได้แก่ กรดไลโนลีนิกและโอเมก้า 6 เท่ากับ 43.20–44.40 กรัมต่อ 100 กรัม เท่ากัน ไขมันอิ่มตัว 30.70–31.70 กรัมต่อ 100 กรัม และกรดพาล์มมิกเท่ากับ 23.00–25.10 กรัมต่อ 100 กรัม กรดอะมิโนที่พบมากที่สุด คือ อาร์จินีน เท่ากับ 2.77–3.39 กรัมต่อ 100 กรัม รองลงมา ได้แก่ กรดกลูตามิก และ กรดแอสพาทิก เท่ากับ 2.77–3.39 และ 2.52–3.29 กรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ โปรตีน เท่ากับ 23.00–27.00 กรัมต่อ 100 กรัม และวิตามินอี เท่ากับ 12.00–21.80 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม (Table 1)

Table 1 Contents of fatty acids, amino acids, protein and vitamin E in the seeds of 2 subspecies of *H. Heteroclita*.

Contents	<i>H. heteroclita</i> subsp. <i>heteroclita</i>	<i>H. heteroclita</i> subsp. <i>indochinensis</i>
Fatty acids (g/100 g)		
Lauric acid	0.01	0.01
Myristic acid	0.05–0.07	0.05–0.08
Pentadecanoic acid	0.01	0.01
Palmitic acid	21.7–25.1	23.0–25.1
Palmitoleic acid	0.06–0.12	0.07–0.08
Heptadecanoic acid	0.06–0.10	0.04–0.06
Stearic acid	4.40–6.57	2.84–6.23
Oleic acid	10.0–17.5	5.04–9.87
Vaccinic acid	0.41–0.66	0.48–0.57
Linoleic acid	38.9–45.4	43.2–44.4
Linolenic acid	0.03–0.11	0.03–0.06
Aracitic acid	0.34–0.40	0.20–0.43
Aicosinoic acid	0.06–0.07	0.03–0.06
Eicosapentaenoic acid	0.01–0.16	0.08–0.13

Contents	<i>H. heteroclita</i> subsp. <i>heteroclita</i>	<i>H. heteroclita</i> subsp. <i>indochinensis</i>
Hinicosanoic acid	0.02	-
Behenic acid	0.15–0.17	0.08–0.21
Tricosanoic acid	0.03	0.03
Lignoceric acid	0.05–0.90	0.34–0.68
Saturated fatty acid	28.6–32.0	30.7–31.7
Monounsaturated fatty acid	10.8–18.2	5.14–10.6
Polyunsaturated fatty acid	39.1–42.7	43.3–44.5
Omega-3 fatty acid	0.09–0.19	0.15–0.18
Omega-6 fatty acid	38.9–45.4	43.2–44.4
Omega-9 fatty acid	10.1–17.5	9.40–9.90
Amino Acids (g/100 g)		
Aspartic acid	2.09–2.54	1.71–2.05
Threonine	0.72–0.90	0.63–0.71
Serine	1.25–1.51	1.02–1.24
Glutamic acid	3.80–4.46	2.62–3.29
Proline	0.84–1.08	0.73–0.86
Glycine	1.05–1.26	0.84–1.02
Alanine	1.08–1.35	0.89–1.09
Cystine	0.32–0.39	0.30–0.33
Valine	1.12–1.34	0.92–1.10
Methionine	0.43–0.59	0.43–0.49
Isoleucine	0.94–1.14	0.81–0.95
Leucine	1.78–2.06	1.42–1.70
Tyrosine	0.82–1.05	0.72–0.85
Phenylalanine	1.20–1.48	1.03–1.21
Histidine	0.71–0.91	0.62–0.73
Lysine	0.69–0.90	0.56–0.71
Arginine	3.01–4.20	2.77–3.39
Protein (Nx6.25) (g/100 g)	29.0–32.6	23.0–27.0
Vitamin E (mg/100 g)	5.10–13.1	12.0–21.8

วิจารณ์ผล

จากการสำรวจและศึกษาลักษณะนิเวศวิทยาของมะกั้งในพื้นที่จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ ลำปาง และน่าน พบมะกั้งจำนวน 2 ชนิดย่อย ได้แก่ *H. heteroclita* subsp. *heteroclita* และ *H. heteroclita* subsp. *indochinensis* แต่จากการสำรวจของสุนีย์ และคณะ (2557) ในพื้นที่จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ น่าน และแม่ฮ่องสอน พบเพียงชนิดย่อย *H. heteroclita* subsp. *indochinensis* เท่านั้น และในรายงานของ Flora of Thailand (Santisuk and Larsen, 2008) พบเพียงชนิดย่อยดังกล่าวเช่นกัน แต่การสำรวจครั้งนี้ ในพื้นที่ของจังหวัดเชียงรายและน่าน พบชนิดย่อย *H. heteroclita* subsp. *heteroclita* ซึ่งไม่เคยมีรายงานมาก่อนในประเทศไทย และอาจเป็นการพบครั้งแรกของประเทศไทย

มะกั้งที่นำมาศึกษาในครั้งนี้มีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมที่ใกล้ชิดกัน ตั้งแต่ 59–86 เปอร์เซ็นต์ และสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ชัดเจน โดยการแยกกลุ่มของมะกั้งทั้ง 2 ชนิดย่อย สอดคล้องกับแหล่งกระจายพันธุ์เดิม ทั้งนี้อาจเกิดจากตัวอย่างที่รวบรวมของแต่ละหมายเลข มาจากแหล่งปลูกที่ใกล้เคียงกัน จากตัวอย่าง CR01 และ CR02 อาจกระจายพันธุ์มาจากต้นกำเนิดเดียวกัน เนื่องจากมีความใกล้ชิดกันถึง 86 เปอร์เซ็นต์ ส่วนตัวอย่าง CR11 ซึ่งเป็นชนิดย่อย *H. heteroclita* subsp. *heteroclita* มีความแตกต่างทางพันธุกรรมจากชนิดย่อย *H. heteroclita* subsp. *indochinensis* อย่างชัดเจน ในขณะที่ตัวอย่าง CR03, CR04, CR06 และ CR07 อาจมีความแตกต่างทางพันธุกรรมน้อยกว่า

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมันมะกั้งเพื่อใช้เป็นเครื่องสำอาง เช่น ครีมบำรุงผิว โลชั่น ยาแต้มสิว และน้ำมันนวด พบว่าน้ำมันมะกั้งเป็นอิมัลชันที่ดี อีกทั้งยังสามารถนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพและ

ยับยั้งการเกิดอนุมูลอิสระได้ด้วย เนื่องจากน้ำมันของเมล็ดมะกั้ง มีกรดอะมิโนจำเป็น มีวิตามินอี ซึ่งอยู่ในรูป alpha-tocopherol และมีโอเมก้า 6 และ 9 ปริมาณสูง

สรุป

จากการสำรวจในพื้นที่จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ ลำปาง และน่าน พบว่า ลักษณะนิเวศวิทยาถิ่นอาศัยของมะกั้ง โดยมากพบตามร่องห้วยหรือลำห้วยธรรมชาติที่มีความชุ่มชื้นตลอดปี สามารถพบได้ในป่าดิบแล้ง ป่าไม่ก้อ และป่าดิบเขา ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางตั้งแต่ 345–1,702 เมตร และพบมะกั้ง จำนวน 2 ชนิดย่อย ได้แก่ *H. heteroclita* subsp. *heteroclita* และ *H. heteroclita* subsp. *indochinensis*

มะกั้งทั้ง 2 ชนิดย่อย มีลักษณะของลำต้น ใบ และเมล็ดที่คล้ายกัน แต่มีลักษณะสัณฐานวิทยาอื่นที่แตกต่างกัน โดย *H. heteroclita* subsp. *heteroclita* มีใบอ่อนสีเขียวอ่อน ดอกเพศผู้และเพศเมียสีขาวออกเขียว รังไข่รูปหัวใจกลับ มีต่อมสีเขียวอ่อนขนาดเล็กกระจายอยู่ทั่วไป ผลกลมแป้น ผิวเรียบเป็นร่อง จำนวน 10–12 ร่องต่อผล ส่วน *H. heteroclita* subsp. *indochinensis* มีใบอ่อนสีน้ำตาลออกแดง ดอกเพศผู้และเพศเมียสีน้ำตาลออกเหลือง รังไข่รูปร่างกลม ผลกลมแป้น ผิวเรียบ ไม่มีร่อง

การเจริญเติบโตของดอกและผลของมะกั้งทั้ง 2 ชนิดย่อย คล้ายคลึงกัน คือ ดอกเพศผู้ จะแทงช่อดอกที่บริเวณข้อของเถาแขนง ใช้ระยะเวลาเจริญเติบโตจนกระทั่งดอกบาน 50–60 วัน ดอกบานหมดทั้งช่อใช้เวลา 90–100 วัน โดยจะบานในเวลากลางคืนตั้งแต่เวลา 22.00–05.00 น. และบานเพียงวันเดียว ส่วนดอกเพศเมีย เป็นดอกเดี่ยว มีรังไข่รูปหัวใจหรือกลมชัดเจน ดอกเริ่มบานเมื่ออายุ 50–60 วัน เมื่อผสมแล้วจะเริ่มติดผล และใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโต 5–6 เดือน กระทั่งผลสุกแก่เต็มที่ใช้ระยะเวลา 6–7 เดือน

มะกั้งที่นำมาศึกษาทั้งหมดมีความใกล้เคียงทางพันธุกรรมกัน ตั้งแต่ 59–86 เปอร์เซ็นต์ และสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่อย่างชัดเจน ที่ระดับ 59 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มที่ 1 มีเฉพาะชนิดย่อย *H. heteroclita* subsp. *indochinensis* ส่วนกลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย 2 ชนิดย่อย และมีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูงกว่ากลุ่มที่ 1 และพบว่า *H. heteroclita* subsp. *indochinensis* มีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูงกว่า *H. heteroclita* subsp. *heteroclita* เนื่องจากพบการกระจายตัวอยู่ที่ 2 กลุ่ม

ตัวอย่างเมล็ดมะกั้งทั้ง 2 ชนิดย่อย มีกรดไขมัน กรดอะมิโน โปรตีน และวิตามินอี ในปริมาณที่แตกต่างกัน โดยกรดไขมันที่พบมากที่สุด คือ กรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง กรดไลโนลีนิก กรดไขมันโอเมก้า 6 และกรดปาล์มมิติก กรดอะมิโนที่พบมากที่สุด คือ กรดกลูตามิก อาร์จินีน และกรดแอสพาร์ติก โดย *H. heteroclita* subsp. *heteroclita* มีปริมาณกรดไขมัน กรดอะมิโน และโปรตีน มากกว่า แต่มีปริมาณวิตามินอีที่น้อยกว่า *H. heteroclita* subsp. *indochinensis*

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ดร. ฉันทนา สุวรรณธาดา, รศ.ดร. ชูศรี ไตรสนธิ, ผศ. ปรีทรรศน์ ไตรสนธิ ที่ปรึกษาและคณะปฏิบัติงานวิทยาการโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ผศ.ดร. พีระวุฒิ วงศ์สวัสดิ์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ คุณมนโนวิช เรืองดิษฐ์, คุณวิภาวรรณ ศรีมุข กองผลิตภัณฑ์อาหารและวัสดุสัมผัสอาหาร กรมวิทยาศาสตร์บริการ ผู้ร่วมวิจัยและเจ้าหน้าที่ทุกท่านของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 เชียงใหม่

เอกสารอ้างอิง

สุนีย์ จันทร์สกา, พาณี ศิริสะอาด, ตรณี นภาพรม, ศรีลักษณ์ ธีรานพัฒนา, สมชาย จอมดวง และ อังคณา อินตา. 2557.

การใช้ประโยชน์จากมะกั้งเป็นอาหารสุขภาพ เครื่องสำอาง และสารช่วยทางเภสัชกรรม (ปีที่ 2). สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

Hooker, C.B. 1879. The Flora of British India. L. Reeve & CO. LTD., England.

Nei, M. and W. Li. 1979. Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 76: 5269-5273.

Santisuk, T. and K. Larsen. 2008. Flora of Thailand: Volume 9 Part 4. Prachachon Co., Ltd. Bangkok, Thailand.

Semwal, D. P., K. C. Bhatt, D. C. Bhandari and N. S. Panwar. 2014. A note on distribution, ethnobotany and economic potential of *Hodgsonia heteroclita* (Roxb.) Hook. f. & Thom. in North-Eastern India. Indian Journal of Natural Products and Resources 5 (1): 88-91.

Wilde de, W. J. J. O. and B. E. E. Duyfjes. 2001. Taxonomy of *Hodgsonia* (Cucurbitaceae) with a note on the ovules and seeds. Blumea 46: 169-179.