วารสารผลิตกรรมการเกษตร
JOURNAL OF AGRICULTURAL PRODUCTION
MJU

การประเมินความสัมพันธ์ขององค์ประกอบและคุณภาพผลผลิตของหม่อนผลพันธุ์ผสมเปิด

Assessment of Composition and Yield Quality Relationship of Mulberry Fruit OP Breeding Lines

วัฒวาทิตย์ ไชยแสนท้าว[1] ชลธิรา แสงศิริ[2] เนตรนภา อินสลุด[3] และ ธนพร ขจรผล[1*]
Wattawatit Chaisaentao[1] Chontira Sangsiri[2] Nednapa Insalud[3] and Tanaporn Kajonphol[1*]

[1] คณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติจังหวัดสกลนคร จังหวัดสกลนคร 47000
[1] Faculty of Natural Resources and Agro-Industry, Kasetsart University, Chalermphrakiat Sakon Nakhon Province Campus, Sakon Nakhon 47000
[2] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตกาญจนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี 71150
[2] Agricultural Sciences Program, Mahidol University, Kanchanaburi Campus, Kanchanaburi 71150
[3] คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ 50290
[3] Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai 50290
[*] Corresponding author: tanaporn.k@ku.th

(Received: 21 December 2021; Revised: 3 August 2022; Accepted: 2 September 2022)

Abstract

The purpose of this research was to assess the relationship between various characteristics of six selected open pollinated (op) mulberry lines and Chiangmai variety hereafter referred as control. The results showed that the variety 1037 and 1102 gave a higher branch length (312.60 and 295.56 cm.), total yield (2,127.00 and 1,536.30 g.), TSS/TA (47.13 and 47.48) total phenolic content (1,243.60 and 1,214.00 mg GAE/100g.) than the control. Total Soluble Solid (TSS) varied from 13.67-20.83 °Brix. TSS/TA showed ranged 21.27-47.48. The correlation among 14 characters revealed the significantly positive correlations to total yields per plant were observed for fruit weight (0.73), fruit width (0.59) and fruit length (0.61). Branches per plant, fruit weight, fruit width, fruit length and total yield were positively correlated with total soluble solid (TSS) (0.87, 0.82, 0.87, 0.88 and 0.62). Moreover, 1037 and 1102 had a high of number yield per plant and TSS/TA which revealed outstanding performance for the market of fresh mulberry consumption. This study can be used to select and develop the varieties that are suitable for Sakon Nakhon province planting areas.

Keywords: Fruit mulberry, open pollinated breeding lines, fruit quality, correlation of characters

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความสัมพันธ์ของลักษณะที่แสดงออกของหม่อนผลพันธุ์ผสมเปิดที่ได้จากการคัดเลือก 6 สายพันธุ์ เปรียบเทียบกับพันธุ์เชียงใหม่ ผลการศึกษาพบว่าสายพันธุ์ 1037 และ 1102 มีลักษณะความยาวกิ่ง (312.60 และ 295.56 ซม.) ผลผลิตรวมต่อต้น (2,127.00 และ 1,536.30 ก.) TSS/TA (47.13 และ 47.48) และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (1,243.60 และ 1,214.00 มก. สมมูลของกรดแกลลิคต่อ 100 ก. น้ำหนักแห้ง) มากกว่าพันธุ์เชียงใหม่ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (TSS) อยู่ในช่วง 13.67-20.83 องศาบริกซ์ สัดส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายได้ต่อปริมาณกรดที่สามารถไทเทรตได้ (TSS/TA) อยู่ในช่วง 21.27-47.48 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะจำนวน 14 ลักษณะ พบว่า น้ำหนักผลผลิตรวมมีความค่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ น้ำหนักผล (r = 0.73) ความกว้างผล (0.59) และ ความยาวผล (0.61) ส่วนจำนวนกิ่ง น้ำหนักต่อผล ความกว้างผล ความยาวผล และผลผลิตต่อต้น มีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (TSS) (0.87, 0.82, 0.87, 0.88 และ 0.62 ตามลำดับ) นอกจากนั้น สายพันธุ์ 1037 และ 1102 ซึ่งมีผลผลิตรวมต่อต้น และ TSS/TA สูง แสดงถึงศักยภาพเหมาะสมต่อตลาดหม่อนผลสด ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปใช้ในการคัดเลือกและพัฒนาสายพันธุ์หม่อนผลสดให้เหมาะสมต่อพื้นที่ปลูกในจังหวัดสกลนครได้

คำสำคัญ: หม่อนผล พันธุ์ผสมเปิด คุณภาพผล สหสัมพันธ์ของลักษณะ

คำนำ

หม่อน อยู่ในวงศ์ Moraceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Morus* sp. กระจายพันธุ์ทั่วไปในเขตอบอุ่น กึ่งเขตร้อน หรือเขตร้อนของโลก เช่น เอเชีย ยุโรป อเมริกาใต้ อเมริกาเหนือ ตะวันตกเฉียงเหนือของอเมริกาใต้ และบางพื้นที่ของแอฟริกา สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และดินที่หลากหลาย (Hosseini *et al*., 2018) พืชในสกุล *Morus* มีประมาณ 24 สปีชีส์ แต่ละสปีชีส์มีย่อยลงมาอย่างน้อย 100 สายพันธุ์ (Ercisli and Orhan, 2007) สายพันธุ์ที่รู้จักกันมากที่สุดในสกุล *Morus* ได้แก่ หม่อนขาว (*Morus alba* L.) หม่อนดำ (*Morus nigra* L.) และหม่อนแดง (*Morus rubra* L.) (Gundogdu *et al*., 2011) การปลูกต้นหม่อนเป็นภูมิปัญญาเพื่อใช้ใบเป็นอาหารสำหรับหนอนไหม (*Bombyx mori* L.) อาหารสัตว์ และเป็นไม้ประดับ (Vijayan, 2010) การบริโภคหม่อนมีทั้งรูปแบบสดและแปรรูป เช่น น้ำผลไม้ แยม น้ำเชื่อม ผลไม้แห้ง รวมถึงนำมาใช้เป็นสีย้อมธรรมชาติ (Ercisli and Orhan, 2007; Gundogdu *et al*., 2011) จากการศึกษาพบว่า ผลหม่อนอาจมีผลในเชิงบวกต่อสุขภาพของมนุษย์โดยเฉพาะในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่เกิดจากการรับประทานอาหารที่มีไขมันมาก ขาดการออกกำลังกาย มักพบในผู้ใหญ่อายุ 40 ปีขึ้นไป (Wang *et al*., 2013) ในทำนองเดียวกัน ใบหม่อนช่วยในการทุเลาอาการเบาหวานและลดความดันโลหิตได้เช่นเดียวกัน (Wu *et al*., 2013; Jeszka-Skowron *et al*., 2014) ในผลหม่อนมีสารที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ที่อุดมไปด้วยสารประกอบฟีนอลิก รวมทั้งฟลาโวนอลและวิตามิน ตลอดจนสารแอนโทไซยานิน (anthocyanin) ในกรณีของผลหม่อนแดงและดำ ปริมาณสารออกฤทธิ์สำคัญเหล่านั้นจะมีปริมาณที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์และสภาพแวดล้อมของการปลูก (Juan *et al*., 2012) หม่อนสามารถปรับตัวได้ดีภายใต้สภาพอากาศที่หลากหลาย สามารถปลูกได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ภูเขา ที่ราบ และหุบเขา การปรับตัวภายใต้สภาวะรอน้ำฝน ตลอดจนสภาพแวดล้อมในเขตชลประทาน (Srivastava *et al*., 2003) และสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินที่อุดมสมบูรณ์ ดินทรายหรือดินเหนียว พื้นที่ที่แห้งแล้งและมีธาตุอาหารต่ำ (Han, 2007) หม่อนมีระบบรากที่แข็งแรงและลึก โดยรากทุติยภูมิและตติยภูมิในดิน ช่วยให้สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมที่แห้งแล้ง การกระจายพันธุ์หม่อนไปทวีปต่าง ๆ ภายใต้สภาวะที่หลากหลายบ่งชี้ถึงความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่หลากหลายได้ดี (Huang and Wang, 2012)

การปรับปรุงพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์หม่อนผลมีวัตถุประสงค์เพื่อได้ข้อมูลสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง ขนาดผลใหญ่หรือยาว รวมถึงด้านรสชาติ และอื่น ๆ เช่น Krishna *et al.* (2020) ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาและสารแอนติออกซิแดนซ์ของสายพันธุ์หม่อน (*Morus* spp.) พบสายพันธุ์หม่อนที่มีผลแดงดำ มีความสัมพันธ์กับสารแอนติออกซิแดนซ์

ในปริมาณสูง ในขณะที่ Ebrahimi *et al.* (2021) ศึกษาพบสายพันธุ์หม่อนกลุ่มที่มีลักษณะดีด้านสัณฐานวิทยา และสรีรวิทยา ได้แก่ น้ำหนักผลสดและแห้ง เป็นต้น กลุ่มที่มีลักษณะทางเคมีที่ดี เช่น วิตามินซี ความหวาน เป็นต้น นอกจากนั้นยังพบว่า ขนาดผล และรสชาติ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับลักษณะทางใบ ปริมาณสารฟีโนลิกมีความสัมพันธ์ทางบวกกับสารแอนติออกซิแดนซ์ และปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมด หม่อนเป็นพืชผสมข้ามตามธรรมชาติ มีทั้งต้นตัวผู้ ต้นตัวเมีย และต้นที่มี 2 เพศในต้นเดียวกัน ซึ่งลักษณะทางพันธุกรรมส่วนใหญ่เป็นแบบเฮเทอโรไซกัส (Thriveni *et al.*, 2021) การสร้างประชากรพันธุ์ผสมเปิดของหม่อนผลสดเป็นวิธีการหนึ่งในการสร้างความหลากหลายของหม่อนกินผลซึ่งนำไปสู่การคัดเลือกสายพันธุ์ดี เหมาะสมต่อการปลูกในพื้นที่ได้ต่อไป โดยการเปรียบเทียบลักษณะที่ต้องการ และการวัดค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ เป็นเครื่องมือในการคัดเลือกสายพันธุ์หม่อนที่ต้องการ การวัดค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ จะทำให้ทราบระดับความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงต้นกับปริมาณผลผลิต ขนาดผลกับปริมาณสารแอนโทไซยานิน เป็นต้น ซึ่งใช้ในการคัดเลือกลักษณะหนึ่งที่มีผลต่ออีกลักษณะหนึ่งได้อีกด้วย ซึ่งเป็นประโยชน์มากในงานการปรับปรุงสายพันธุ์หม่อน การศึกษาด้านสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะในหม่อนผลสด ยังมีความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกลักษณะในงานปรับปรุงพันธุ์หม่อนผลสด เช่นเดียวกับการทดลองของ Nonthakod *et al.* (2019) ที่หาความสัมพันธ์ของลักษณะจำนวนกิ่งต่อต้นและจำนวนตาต่อกิ่งมีผลต่อผลผลิตของหม่อนผลสด ในปัจจุบันการพัฒนาสายพันธุ์หม่อนให้มีผลผลิตสูงและตอบสนองต่อพื้นที่มีความต้องการอย่างต่อเนื่อง เพื่อหาสายพันธุ์ที่มีความแตกต่างจากเดิมและใช้ประโยชน์ได้เพิ่มมากขึ้น การทดลองนี้ได้ทำการศึกษาในพื้นที่จังหวัดสกลนคร ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการปลูกและใช้ประโยชน์จากหม่อนผลสดอยู่เป็นอย่างมาก โดยทำการศึกษาลักษณะผลผลิต และคุณภาพของผลหม่อน จากสายพันธุ์หม่อนพันธุ์ผสมเปิดจำนวน 6 สายพันธุ์ในสภาพแปลงทดลอง และใช้พันธุ์เชียงใหม่เป็นพันธุ์ควบคุม เพื่อหาสายพันธุ์หม่อนที่ให้ลักษณะสัณฐานวิทยาดี ให้ผลผลิตสูง และผลหม่อนคุณภาพดี โดยบันทึกลักษณะสำคัญบางประการ ได้แก่ ความยาวกิ่ง จำนวนตาต่อกิ่ง ความยาวข้อปล้อง จำนวนกิ่งต่อต้น น้ำหนักต่อผล ความกว้างและความยาวผล น้ำหนักผลรวมต่อต้น ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณกรดที่ไตรเตรทได้ สัดส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตรเตรทได้ ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (DPPH) ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (TPC) และวิตามินซี เพื่อใช้หาความแตกต่างของหม่อนแต่ละสายพันธุ์ และนำข้อมูลที่ได้ไปคัดเลือกสายพันธุ์หม่อน เพื่อการใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ต่อไป ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ข้อมูลสายพันธุ์หม่อนผลที่เหมาะสมต่อการปลูกในเขตพื้นที่จังหวัดสกลนคร และข้อมูลความสัมพันธ์ของลักษณะบางประการ เพื่อใช้ในคัดเลือกสายพันธุ์หม่อนที่ต้องการต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การประเมินความสัมพันธ์ขององค์ประกอบและคุณภาพผลผลิตของหม่อนผลพันธุ์ผสมเปิด

ใช้หม่อนพันธุ์ผสมเปิดอายุ 2 ปี จำนวน 6 สายพันธุ์ ได้แก่ 1006 1022 1037 1102 1107 และ 2104 เปรียบเทียบกับพันธุ์เชียงใหม่ ทำการศึกษาระหว่างเดือนมกราคม-เมษายน พ.ศ. 2563 ณ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดสกลนคร (17°05´58´´ N, 104°02´20´´E) วางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกอย่างสมบูรณ์ (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ ตัดแต่งต้นหม่อนให้สูงจากระดับพื้นดิน 30 เซนติเมตร บันทึกข้อมูลจากกิ่งที่เกิดใหม่ต่อต้น ได้แก่ ความยาวกิ่ง (เซนติเมตร) (โดยสุ่มวัดจากกิ่งแบบ Primary ที่เกิดใหม่หลังการตัดแต่งกิ่ง 5 กิ่งต่อต้น) จำนวนตาต่อกิ่ง (ตา) (5 กิ่งต่อต้น) ความยาวข้อปล้อง (เซนติเมตร) (5 กิ่งต่อต้น) จำนวนกิ่งต่อต้น (กิ่ง) น้ำหนักต่อผล (กรัม) (5 ผลต่อต้น) ความกว้างและความยาวผล (มิลลิเมตร) (5 ผลต่อต้น) น้ำหนักผลรวมต่อต้น (กรัม) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์) (5 ผลต่อต้น) ปริมาณกรดที่ไตรเตรทได้ (เปอร์เซ็นต์) (5 ผลต่อต้น) สัดส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตรเตรทได้ ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (DPPH) (เปอร์เซ็นต์) ตามวิธีการของ Iqbal *et al.* (2012) ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (TPC) (มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิคต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง) ตามวิธีการของ (Iqbal *et al.*, 2012) และ วิตามินซี (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง) ตามวิธีการของ A.O.A.C. (1990)

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีผลหม่อน

วิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (Total Soluble Solid; TSS) ตามวิธีการของ A.O.A.C. (1990) วัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ด้วย Hand Refractometer วิเคราะห์ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (Titratable Acidity; TA) โดยนำน้ำคั้นที่ได้จากผลหม่อน มาคำนวณหาปริมาณกรดที่ได้ ตามวิธีของ A.O.A.C. (1990) วิเคราะห์ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (DPPH) โดยเตรียมสารละลาย DPPH ตามวิธีการทดลอง และนำมาคำนวณหาความสามารถในการต้านทานอนุมูลอิสระตามวิธีการของ Iqbal *et al.* (2012) วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (TPC) โดยการวิเคราะห์ Total Phenolic Content ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu reagent assay แล้วนำมาคำนวณตามวิธีการของ Iqbal *et al.* (2012) วิเคราะห์วิตามินซีโดยชั่งตัวอย่างผลหม่อนที่บดละเอียดแล้ว นำไปคำนวณปริมาณวิตามินซีตามวิธีของ A.O.A.C. (1990)

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลตามแผนการทดลองและเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 95 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรม *R*-program v. 2.8.1 (http://www.r-project.org/) และหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ (Phenotypic correlation coefficients between the traits) ด้วยวิธีของ Johnson and Kuby (2004)

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะคุณภาพของหม่อนผลพันธุ์ผสมเปิด

ผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและคุณภาพของผลหม่อนสด รวม 14 ลักษณะ พบว่า ความยาวกิ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 1) มีความยาวระหว่าง 157.43-312.60 เซนติเมตร โดยสายพันธุ์ 1037 มีความยาวของกิ่งมากที่สุด (312.60 เซนติเมตร) รองลงมาคือ สายพันธุ์ 1006 และ 1102 (299.40 และ 295.56 เซนติเมตร ตามลำดับ) ส่วนหม่อนพันธุ์เชียงใหม่ มีความยาวของกิ่งน้อยที่สุด (157.43 เซนติเมตร) ด้านจำนวนตาต่อกิ่งพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์เชียงใหม่มีจำนวนตาต่อกิ่งมากที่สุด (32.67 ตา) รองลงมาคือ สายพันธุ์ 1022, 1102 และ 1107 (26.67, 26.33 และ 26.33 ตา ตามลำดับ) ในขณะที่ความยาวข้อปล้อง พบว่า สายพันธุ์ 2104 มีความยาวมากที่สุด เท่ากับ 4.30 เซนติเมตร รองลงมาคือ สายพันธุ์ 1006 และ 1037 (4.28 และ 3.85 เซนติเมตร ตามลำดับ) ส่วนพันธุ์เชียงใหม่มีข้อปล้องสั้นที่สุด (3.54 เซนติเมตร) ด้านจำนวนกิ่งต่อต้น พบว่า มีจำนวนระหว่าง 7.00-14.75 กิ่ง โดยพันธุ์เชียงใหม่ มีจำนวนกิ่งต่อต้นมากที่สุด คือ 14.75 กิ่ง รองลงมาคือ สายพันธุ์ 1102, 1037 และ 1107 (13.33, 11.33 และ 11.00 กิ่ง ตามลำดับ) (Table 1)

นอกจากนี้พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของน้ำหนักต่อผล โดยพบว่า น้ำหนักต่อผลอยู่ระหว่าง 0.82-5.62 กรัม น้ำหนักต่อผลมากที่สุด คือ สายพันธุ์ 1107 (5.62 กรัม) รองลงมาคือ สายพันธุ์ 1102 และ 1037 มีน้ำหนัก 4.14 และ 2.71 กรัม ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าพันธุ์เชียงใหม่ มีน้ำหนัก คือ 2.60 กรัม และด้านขนาดผล พบว่า ความกว้างและยาวของผลมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลมีความกว้างระหว่าง 9.33-17.67 มิลลิเมตร ซึ่งพันธุ์เชียงใหม่ มีความกว้างผลมากที่สุด คือ 17.67 มิลลิเมตร รองลงมาคือ สายพันธุ์ 1102 (16.67 มิลลิเมตร) ด้านความยาวผล มีความยาวระหว่าง 15.67-45.67 มิลลิเมตร โดยสายพันธุ์ที่มีความยาวผลมากที่สุด คือ 1107 (45.67 มิลลิเมตร) รองลงมาได้แก่ สายพันธุ์ 1102 (39.33 มิลลิเมตร) ส่วนพันธุ์เชียงใหม่ มีความยาวผลเท่ากับ 35.67 มิลลิเมตร ในส่วนของน้ำหนักผลผลิตต่อต้นมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์เชียงใหม่ซึ่งมีน้ำหนักผลผลิตต่อต้น เท่ากับ 1,525 กรัม พบว่า สายพันธุ์ 1037 มีน้ำหนักผลผลิตต่อต้นมากที่สุดคือ 2,127 กรัม และสายพันธุ์ 1107 มีน้ำหนักผลผลิตต่อต้นน้อยที่สุด คือ 514.20 กรัม ซึ่งลักษณะขนาดผลสดนั้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ Krishna *et al.* (2020) ที่ได้ศึกษาลักษณะขนาดผลสดและน้ำหนักผลสดของหม่อน 10 สายพันธุ์ จากประเทศอินเดีย ผลการทดลองพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของแต่ละพันธุ์และแต่ละชนิด ซึ่งความยาวผลสดอยู่ในช่วง 10.00-56.00 มิลลิเมตรใกล้เคียงกับงานวิจัยนี้ แต่ในส่วนของความกว้างผลมีขนาดน้อยกว่าคืออยู่ระหว่าง 5.00-10.60 มิลลิเมตร เนื่องจากพันธุกรรมและแหล่งปลูกที่แตกต่างกันในด้านความชื้น แสง อุณหภูมิและสมบัติของดิน

ส่วนคุณภาพผลผลิตที่เกี่ยวข้องกับรสชาติ (Table 2) พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) อยู่ในช่วง 11.67-20.83 องศาบริกซ์ โดยสายพันธุ์ 1107 มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เท่ากับ 20.83 องศาบริกซ์ รองลงมาคือ พันธุ์เชียงใหม่ และ 1002 (20.17 และ 20.00 องศาบริกซ์ ตามลำดับ) แต่ทั้งนี้ในส่วนปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (Titratable Acidity; TA) พบว่า อยู่ในช่วง 0.37-0.92 เปอร์เซ็นต์ โดยพันธุ์เชียงใหม่มีปริมาณกรดที่ไตเตรทได้มากที่สุด เท่ากับ 0.92 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ สายพันธุ์ 2104 และ 1107 (0.64 และ 0.56 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และเมื่อคิดเป็นอัตราส่วน TSS/TA พบว่า ในสายพันธุ์ 1102 และ 1037 มีค่าเท่ากับ 47.48 และ 47.13 ตามลำดับ สูงสุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์เชียงใหม่ (21.64) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับงานก่อนหน้าที่พบว่าลักษณะทางชีวเคมีบางลักษณะ (biochemical traits) ของผลหม่อนมีอิทธิพลมาจากปัจจัยทางด้านพันธุกรรม สภาพภูมิอากาศ โครงสร้างดิน และอื่น ๆ (Gundogdu *et al*., 2011) และค่าของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ที่แตกต่างกันระหว่างสายพันธุ์ เกิดจากอิทธิพลของความแตกต่างของพันธุกรรมในแต่ละสายพันธุ์ลูกผสมแบบเปิด สอดคล้องกับงานของ Yilmaz *et al*. (2012) และ Krishna *et al.* (2020) ซึ่งพบว่า แต่ละสายพันธุ์และแต่ละชนิดมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ที่มีความแปรปรวนที่กว้าง อยู่ในช่วง 14.6-43.3 องศาบริกซ์ (Table 2)

จากผลการทดลองสามารถประเมินได้ว่า สายพันธุ์ 1037 และ 1102 เป็นสายพันธุ์ที่มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาด้านผลผลิต และคุณภาพผลผลิตที่ดีกว่าพันธุ์เชียงใหม่ โดยสายพันธุ์ 1037 มีความยาวกิ่งหลังการตัดแต่งกิ่ง 312.60 เซนติเมตร มากกว่าพันธุ์เชียงใหม่ที่มีความยาวกิ่ง 157.43 เซนติเมตร อย่างชัดเจน ด้านผลผลิตและคุณภาพผลผลิต สายพันธุ์ 1037 มีน้ำหนักผลผลิตรวมต่อต้นมากที่สุด (2,127.00 กรัม) และมากกว่าพันธุ์เชียงใหม่ (1,525.10 กรัม) นอกจากนั้น สายพันธุ์ 1037 ยังมีค่า TSS/TA ที่เกี่ยวข้องในด้านรสชาติ และเกี่ยวข้องกับความหวานและความเปรี้ยวของผลหม่อนสด (Jiang and Nei, 2015; Gundongdu *et al.*, 2011) ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (DPPH) และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (TPC) ที่มากกว่าพันธุ์เชียงใหม่ซึ่งเป็นพันธุ์ควบคุมอีกด้วย ซึ่งมีค่าเท่ากับ 47.13, 63.47 เปอร์เซ็นต์ และ 1,243.60 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิคต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ส่วนพันธุ์เชียงใหม่มีค่าเท่ากับ 21.64, 46.30 เปอร์เซ็นต์ และ 1109.97 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิคต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์ 1102 เป็นอีกหนึ่งสายพันธุ์ที่มีลักษณะทางสัณฐานวิทยา ด้านผลผลิต และคุณภาพผลผลิตที่ดีมากกว่าพันธุ์เชียงใหม่ โดยมีความยาวกิ่งหลังการตัดแต่งกิ่ง 295.56 เซนติเมตร มากกว่าพันธุ์เชียงใหม่ (157.43 เซนติเมตร) อย่างเห็นได้ชัด มีความกว้างผลที่ใกล้เคียงกับพันธุ์เชียงใหม่ แต่มีความยาวผลที่มากกว่าพันธุ์เชียงใหม่ อีกทั้งยังมีน้ำหนักผลผลิตรวมต่อต้นมากกว่าพันธุ์เชียงใหม่ ซึ่งเท่ากับ 1,536.30 กรัม ส่วนพันธุ์เชียงใหม่มีน้ำหนักผลผลิตรวมต่อต้น เท่ากับ 1,525.10 กรัม นอกจากนั้น สายพันธุ์ 1102 ยังมีค่า TSS/TA และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (TPC) ที่มากกว่าพันธุ์เชียงใหม่ อีกด้วย โดยมีค่าเท่ากับ 47.48 และ 1,214.00 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิคต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ส่วนพันธุ์เชียงใหม่มีค่าเท่ากับ 21.64 และ 1,109.97 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิคต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

Table 1 Analysis of morphological characters of six open pollinated mulberry lines and a control variety

Accessions	Branch length (cm)	Number of buds per branch (bud)	Internode length (cm)	Branches per plants	Fruit weight (g/fruit)	Fruit width (mm)	Fruit length (mm)	total yield (g)
1006	299.40±64.27^{a}	23.33±0.58^{c}	4.28±0.10^{a}	7.00±1.73^{d}	1.18±0.21^{d}	9.33±1.53^{d}	23.00±1.00^{d}	596.00±60.10^{b}
1022	243.66±40.55^{ab}	26.67±2.08^{b}	3.76±0.29^{ab}	7.33±1.93^{d}	0.82±0.09^{d}	9.53±1.58^{d}	15.67±4.51^{e}	773.50±40.30^{b}
1037	312.60±34.59^{a}	26.00±2.00^{bc}	3.85±0.30^{ab}	11.33±2.31^{bc}	2.71±0.27^{c}	14.33±2.08^{bc}	33.00±3.00^{c}	2127.00±43.25^{a}
1102	295.56±6.69^{a}	26.33±1.53^{bc}	3.80±0.22^{ab}	13.33±0.58^{ab}	4.14±0.63^{b}	16.67±0.58^{ab}	39.33±0.58^{b}	1536.30±30.50^{ab}
1107	292.40±69.08^{a}	26.33±1.15^{bc}	3.80±0.17^{ab}	11.00±3.46^{bc}	5.62±0.69^{a}	14.53±1.70^{bc}	45.67±2.08^{a}	514.20±29.20^{b}
2104	252.26±4.37^{ab}	23.33±2.08^{c}	4.30±0.40^{a}	9.33±0.58^{cd}	2.70±0.39^{c}	13.33±0.58^{c}	33.67±2.08^{c}	1163.50±60.78^{ab}
Chiang Mai (control)	157.43±9.55^{b}	32.67±2.08^{a}	3.54±0.52^{b}	14.75±1.30^{a}	2.60±0.20^{c}	17.67±0.58^{a}	35.67±3.06^{bc}	1525.10±35.90^{ab}
mean	264.80	26.40	3.90	10.53	2.80	13.60	32.30	1176.50
F-test	**	*	*	**	*	*	*	*
CV (%)	15.57	6.56	8.03	18.18	14.54	9.98	8.16	37.69

Remarks: [1/]Different English letters in the same column by means of Duncan's new multiple range test, * = significant at 0.05, ** = significant at 0.01, ± = Standard deviation

Table 2 Analysis of fruit quality of six open pollinated mulberry lines and a control variety

Accessions	TSS (°Brix)	Titratable acidity (%)	TSS/TA	DPPH (%)	TPC (mg GAE/100g)	Vitamin C (mg/g)
1006	13.83±0.76^{bc}	0.39±0.07^{c}	35.46±1.96^{b}	47.63±5.23^{b}	1056.67±63.82^{b}	4.40±0.35^{bc}
1022	11.67±1.15^{c}	0.37±0.06^{c}	31.86±6.63^{b}	39.53±8.06^{b}	1206.00±24.73^{a}	4.00±0.04^{c}
1037	17.50±1.32^{ab}	0.37±0.03^{c}	47.13±5.97^{a}	63.47±5.58^{a}	1243.60±29.63^{a}	4.97±0.12^{b}
1102	20.00±2.00^{a}	0.42±0.03^{c}	47.48±5.62^{a}	44.30±4.75^{b}	1214.00±95.10^{a}	4.10±0.25^{c}
1107	20.83±2.75^{a}	0.56 ±0.11^{b}	39.02±10.73^{ab}	42.60±4.88^{b}	422.40±67.76^{d}	4.50±0.49^{bc}
2104	13.67±2.08^{bc}	0.64±0.05^{b}	21.27±1.65^{c}	63.23±9.69^{a}	865.20±26.54^{c}	2.73±0.05^{d}
Chiang Mai (control)	20.17±1.26^{a}	0.92 ±0.03^{a}	21.64±0.98^{c}	46.30±3.82^{b}	1109.97±68.23^{ab}	7.17±0.66^{a}
mean	16.80	0.50	34.80	49.60	1016.80	4.60
F-test	**	*	**	**	**	**
CV (%)	10.34	10.82	2.14	12.73	7.42	7.74

Remarks: [1/]Different English letters in the same column by means of Duncan's new multiple range test, * = significant at 0.05, ** = significant at 0.01, ± = Standard deviation

ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบและคุณภาพผลผลิตของหม่อนผลลูกผสมเปิด

ผลการศึกษาค่าสหสัมพันธ์ขององค์ประกอบของผลผลิต และองค์ประกอบทางเคมีของสายพันธุ์หม่อนของทั้ง 14 ลักษณะ (Table 3) พบดังนี้

ความยาวกิ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางลบกับจำนวนตาต่อกิ่ง (r = -0.77) จำนวนตาต่อกิ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางลบกับความยาวข้อปล้อง (r = -0.91) จำนวนตาต่อกิ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนกิ่งต่อต้น (r = 0.73) สอดคล้องกับงานทดลองของ Rahman and Isman (2020) ที่รายงานว่า ความยาวกิ่งมีความสัมพันธ์ทางลบกับสัดส่วนจำนวนตาต่อความยาวกิ่งคือ r = -0.261 สัดส่วนจำนวนตาต่อกิ่งกับความยาวข้อปล้องมีความสัมพันธ์ทางลบคือ r = -0.975 และสัดส่วนจำนวนตาต่อกิ่งกับจำนวนกิ่งต่อต้นมีความสัมพันธ์ทางบวกคือ r = 0.221 นอกจากนี้จำนวนกิ่งต่อต้นมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางลบกับความยาวข้อปล้อง (r = -0.71) สอดคล้องกับงานของ Rahman and Isman (2020) ซึ่งรายงานว่า จำนวนกิ่งต่อต้นมีความสัมพันธ์ทางลบกับความยาวข้อปล้อง (r = -0.262) ในหม่อนที่ปลูกในประเทศบังกลาเทศ และ Peris *et al.* (2014) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนกิ่งต่อต้น กับความยาวข้อปล้องของหม่อนที่ปลูกในประเทศเคนยา พบว่าทั้ง 2 ลักษณะมีความสัมพันธ์กันทางลบ (r = -0.342)

น้ำหนักผลมีความค่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับความกว้างผล (0.65) และความยาวผล (0.95) สอดคล้องกับ Hosseini *et al.* (2018) ซึ่งพบว่า น้ำหนักของผลมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางบวกต่อความยาวผล (r = 0.91) และความกว้างผล (r = 0.91) ในขณะที่ Hashemi and Khadivi (2020) พบว่า น้ำหนักของผลมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางบวกต่อความยาวผล (r = 0.92) และความกว้างผล (r = 0.83) และผลงานวิจัยของ Krishna *et al.* (2020) ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ทางบวกระหว่างผลผลิตรวมกับความยาวผลที่ 0.65 และผลผลิตรวมกับความกว้างผลที่ 0.80 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Nonthakod *et al.* (2019) ที่พบว่า น้ำหนักผลมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความกว้างผล (r = 0.86) และความยาวผลหม่อน (r = 0.91) ที่ทำการศึกษาอีกทั้ง จำนวนกิ่งต่อต้น น้ำหนักผล ความกว้างผล ความยาวผล และผลผลิตต่อต้น มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (Total Soluble Solid; TSS) เท่ากับ 0.87, 0.82, 0.87, 0.88 และ 0.62

ทั้งนี้ ในการคัดเลือกหม่อนผลที่มีจำนวนกิ่ง น้ำหนักต่อผล ความกว้างและความยาวผลมาก จะทำให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (Total Soluble Solid; TSS) มากด้วยเช่นกัน อีกทั้งในการคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีจำนวนตาต่อกิ่งมาก จะได้สายพันธุ์ที่มีระยะห่างข้อปล้องน้อยลงเช่นกัน ในการคัดเลือกหม่อนผลสดที่มีความกว้างผล ความยาวผล และน้ำหนักต่อผลมาก จะได้สายพันธุ์ที่มีน้ำหนักรวมต่อต้นมากด้วยเช่นกัน (Krishna *et al.*, 2020)

จากการประเมินด้านสัณฐานวิทยา ด้านผลผลิต คุณภาพผลผลิต ของหม่อนผลพันธุ์ผสมเปิด 6 สายพันธุ์ โดยเปรียบเทียบกับหม่อนผลพันธุ์เชียงใหม่ซึ่งเป็นพันธุ์ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูก (ศูนย์หม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ เชียงใหม่, 2550) และศึกษาลักษณะความสัมพันธ์ขององค์ประกอบและคุณภาพผลผลิต พบว่าหม่อนผลลูกผสมเปิดสายพันธุ์ 1037 และ 1102 มีความยาวกิ่ง และระยะห่างข้อปล้องมากกว่าหม่อนผลพันธุ์เชียงใหม่ สายพันธุ์ 1037 มีน้ำหนักผลใกล้เคียงกับพันธุ์เชียงใหม่ ในขณะที่พันธุ์ 1102 มีน้ำหนักผลมากกว่าพันธุ์เชียงใหม่ ด้านปริมาณผลผลิต พบว่า ทั้ง 2 สายพันธุ์มีผลผลิตมากกว่าพันธุ์เชียงใหม่ ในด้านคุณภาพผลผลิต พบว่า หม่อนผลทั้ง 2 สายพันธุ์ มีความหวานมากกว่าพันธุ์เชียงใหม่เมื่อเปรียบเทียบจากค่า TSS/TA อีกทั้งหม่อนสายพันธุ์ 1037 ยังมีความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (DPPH) และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (TPC) มากกว่าพันธุ์เชียงใหม่ ส่วนสายพันธุ์ 1102 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (TPC) มากกว่าพันธุ์เชียงใหม่

Table 3 Correlation of yield components and chemical components of six open pollinated mulberry lines and a control variety

	No. of buds per branch	Internode length	Branches per plants	Fruit weight	Fruit width	Fruit length	total yield	TSS	Titratable acidity	TSS/TA	DPPH	TPC	Vitamin C
Branches length	-0.77*	0.51	-0.38	0.23	-0.33	0.08	-0.06	-0.07	-0.83*	0.80*	0.20	-0.11	-0.57
Number of buds per branch		-0.91**	0.73*	0.10	0.62	0.20	0.32	0.54	0.71*	-0.25	-0.35	0.17	0.88**
Internode length			-0.71*	-0.28	-0.61	-0.28	-0.30	-0.62	-0.46	-0.07	0.48	-0.12	-0.73*
Branches per plants				0.56	0.98**	0.71	0.61	0.87*	0.59	0.07	0.01	0.05	0.63
Fruit weight					0.65*	0.95**	0.73*	0.82*	0.22	0.34	-0.06	-0.65	0.02
Fruit width						0.80*	0.59*	0.87*	0.59	0.05	0.10	-0.05	0.50
Fruit length							0.61*	0.88**	0.41	0.21	0.12	-0.56	0.16
total yield								0.62*	0.06	0.26	0.57	0.59	0.32
TSS									0.33	0.32	-0.14	-0.29	0.55
Titratable acidity										-0.70	-0.03	-0.31	0.61
TSS/TA											-0.06	0.16	-0.11
DPPH												0.11	-0.24
TPC													0.19

Remarks: *, ** Correlation is significant at the 0.05 level and 0.01 level respectively

สรุปผลการวิจัย

การทดลองนี้เป็นการศึกษาองค์ประกอบและคุณภาพผลผลิตของหม่อนผลพันธุ์ผสมเปิดจำนวน 6 สายพันธุ์ เปรียบเทียบกับพันธุ์เชียงใหม่ ในพื้นที่จังหวัดสกลนคร พบว่า สายพันธุ์หม่อนที่ให้ผลผลิตดีที่สุดคือ สายพันธุ์ 1037 และ 1102 มีผลผลิตต่อต้นเท่ากับ 2,127.00 และ 1,536.30 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าพันธุ์เชียงใหม่ที่ใช้เป็นพันธุ์ควบคุม นอกจากนี้พบความกว้างผล ความยาวผล และน้ำหนักต่อผล มีความสัมพันธ์ทางบวกกับน้ำหนักรวมต่อต้น ส่วนจำนวนกิ่ง น้ำหนักต่อผล ความกว้างและความยาวผล และผลผลิตต่อต้น มีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (TSS)

เอกสารอ้างอิง

ศูนย์หม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ เชียงใหม่. 2550. หม่อนพันธุ์แนะนำ: หม่อนผลสดพันธุ์เชียงใหม่. แหล่งข้อมูล http://chiangmaisilk.blogspot.com/2007/07/blog-post_2391.html (2 สิงหาคม 2565).

A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis. 15th Edition, Association of Official Analytical Chemist, Washington DC.

Ebrahimi, A., A. Poursalavati, M.M. Esboei, S.R. Monfared, M. Sahebi, M.R. Amerian and H.H. Khoshro. 2021. Population and individual multivariate analysis of white (*Morus alba*), red (*Morus rubra*) and black (*Morus nigra*) mulberry genotypes: applications for breeding, conservation and development. Euphytica. 217: 1-27.

Ercisli, S. and E. Orhan. 2007. Chemical composition of white (*Morus alba*), red (*Morus rubra*) and black (*Morus nigra*) mulberry fruits. Food chem. 103(4): 1380-1384.

Gundogdu, M., F. Muradoglu, R.G. Sensoy and H. Yilmaz. 2011. Determination of fruit chemical properties of *Morus nigra* L., *Morus alba* L. and *Morus rubra* L. by HPLC. Sci. Hortic. 132: 37-41.

Han, S.Y. 2007. The ecological value of mulberry and its ecological cultivation models for planting mulberry from eastern to western areas in Guizhou. Guizhou Agric. Sci. 35(5): 140-142.

Hashemi, S. and A. Khadiv. 2020. Morphological and pomological characteristics of white mulberry (*Morus alba* L.) accessions. Sci. Hortic. 259: 1-9.

Hosseini, A.S., M. Akramian, A. Khadivi and H. Salehi-Arjmand. 2018. Phenotypic and chemical variation of black mulberry (*Morus nigra*) genotypes. Biol. Ind. Crop. Prod. 117: 260-271.

Huang, F. and D. Wang. 2012. The introduction to mulberry to ecological restoration. North Sericulture. 33(4): 52-54.

Iqbal, S., U. Younas, K.W. Chan, R.A. Sarfraz and M.K. Uddin. 2012. Proximate composition and antioxidant potential of leaves from three varieties of Mulberry (*Morus* sp.): a comparative study. Int. J. Mol. Sci. 13(6): 6651-6664.

Jeszka-Skowron, M., E. Flaczyk, J. Jeszka, Z. Krejpcio, E. Król and M.S. Buchowski. 2014. Mulberry leaf extract intake reduces hyperglycaemia in streptozotocin (STZ)-induced diabetic rats fed high-fat diet. J. Funct. Foods. 8: 9-17.

Jiang, Y. and W.J. Nei. 2015. Chemical properties in fruits of mulberry species from the Xinjiang province of China. Food Chem. 174: 460-466.

Johnson, R. and P. Kuby. 2004. Elementary Statistics, Thomson Learning, Inc., USA.

Juan, C., K. Jianquan, T. Junni, C. Zijian and L. Ji. 2012. The profile in polyphenols and volatile compounds in alcoholic beverages from different cultivars of mulberry. J. Food Sci. 77(4). 430-436.

Krishna, H., D. Singh, R.S. Singh, L. Kumar and B.D. Sharma. 2020. Morphological and antioxidant characteristics of mulberry (*Morus* spp.). J. Saudi Soc. Agric. Sci. 19: 136-145.

Nonthakod, S., P. Wiwacharn, C. Sangsiri and T. Kajonphol. 2019. Correlation and path coefficient for economic traits of fruit mulberry (*Morus* spp.) based on criteria mulberry selection. Appl. Mech. Mater. 891: 66-70.

Peris, N.W., K.M. Gacheri, M.M. Theophillus amd N. Lucas. 2014. Morphological characterization of mulberry (*Morus* spp.) accessions grown in Kenya. Sustain. Agric. Res. 3(1): 10-17.

Rahman, S.M. and S.S. Islam. 2020. Genetic variability and correlation studies of mulberry (*Morus alba* L.) genotypes in Bangladesh. Bangladesh J. Bot. 49(3): 685-691.

Srivastava, S., R. Kapoor, A. Thathola and R.P. Srivastava. 2003. Mulberry (*Morus* alba) leaves as human food: a new dimension of sericulture. Int. J. Food Sci. Nutr. 54(6). 411-416.

Thriveni, M.C., R. Mondal, G. Thanavendan, G. Ravikumar and B.T. Sreenivasa. 2021. Characterization of mulberry genetic resources for multiple traits. IJAB. 1(2): 8-15.

Vijayan, K. 2010. The emerging role of genomic tools in mulberry (*Morus*) genetic improvement. Tree Genet. Genomes. 6(4): 613-625.

Wang, Y., L. Xiang, C. Wang, C. Tang and X. He. 2013. Antidiabetic and antioxidant effects and phytochemicals of mulberry fruit (*Morus alba* L.) polyphenol enhanced extract. PloS one. 8(7): 1-10.

Wu, C.H., S.C. Chen, T.T. Ou, C.C. Chyau, Y.C. Chang and C.J. Wang. 2013. Mulberry leaf polyphenol extracts reduced hepatic lipid accumulation involving regulation of adenosine monophosphate activated protein kinase and lipogenic enzymes. J. Funct. Foods. 5(4). 1620-1632.

Yilmaz, K.U., Y. Zengin, S. Ercisli, M.N. Demirtas, T. Kan and A.R. Nazli. 2012. Morphological diversity on fruit characteristics among some selected mulberry genotypes from Turkey. J. Animal Plant Sci. 22(1): 211-214.