ผลผลิตและคุณภาพการบริโภคของสายพันธุ์มะเขือเทศเชอร์รีลูกผสมชั่วที่ 1 ที่ปลูกภายใต้โรงเรือนพลาสติกตาข่ายและโรงเรือนระบบปิด

Fruit Yield and Consumption Quality of F_1 Hybrids Cherry Tomato Grown Under Plastic-Net House and Evaporative Cooling Greenhouse

จันทร์สุดา โหมดนอก[1] ณัฐริกา บดีรัฐ[1] ธนิดา ถาน้อย[1] จุฑามาศ คุ้มชัย[1] พัชราภรณ์ สุวอ[2] ธัญญารัตน์ ตาอินต๊ะ[3] สุชีลา เตชะวงค์เสถียร[3] และ นครินทร์ จี้อาทิตย์[1*]

Junsuda Modnok[1], Nattarika Bodeerat[1], Thanida Thanoi[1], Jutamas Kumchai[1], Patcharaporn Suwor[2], Tanyarat Tarinta[3], Suchila Techawongstien[3] and Nakarin Jeeatid[1*]

[1]ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

[1]Department of Plant and Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

[2]ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

[2]Department of Plant Production Technology, School of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand

[3]สาขาวิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ. ขอนแก่น 40002

[3]Section of Horticulture, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand

**Corresponding author: Email: njeeatid@gmail.com*

(Received: 17 May 2022; Accepted: 8 September 2022)

Abstract: Climate change can cause yield loss and unstable fruit quality of cherry tomato plants under open-field production. The combination of plant breeding and improving production technology may increase fruit production and the quality of cherry tomatoes. Therefore, this research aimed to study the fruit yield and quality of cherry tomato F_1 hybrids under different protected environments. Three F_1 hybrids, three varieties of male parents (102, 103 and 104), and two varieties of female parents (201 and 202) were grown under a plastic-net house and an evaporative cooling greenhouse in the dry season from November 2020 to March 2021. Both environments assigned a randomized complete block design (RCBD) with three replications. The results showed significant differences among varieties, environments, and variety-by-environment interactions for all characteristics studied except variety-by-environment interactions for total soluble solid content trait. This study also found that the plastic-net house had high air temperature and low relative humidity. A stable and suitable level of air temperature and relative humidity were obtained under the evaporative cooling greenhouse. As a result, fruit weight and fresh yield of cherry tomatoes grown under an evaporative cooling greenhouse (12.20 g and 704.0 g, respectively) were higher than those grown under the plastic-net house (10.33 g and 642.0 g, respectively). On the other hand, cherry tomato fruit under plastic-net house conditions contains more total soluble solid content (10.8%) than that under evaporative cooling greenhouse (8.9%). F_1 hybrid from 201/102, 202/103 and 202/104 had higher fruit yield

Copyright @ Journal of Agriculture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University. All rights reserved.

than their male parents and contain more total soluble solid content than their female parents. Therefore, the cherry tomato hybrids production under an evaporative cooling greenhouse is suitable for producing good quality and high yielding tomatoes.

Keywords: Tomato hybrid, fruit yield, fruit quality, greenhouse

บทคัดย่อ: สภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปทำให้มะเขือเทศเชอร์รีที่ผลิตในสภาพแปลงเปิดมีผลผลิตลดลงและคุณภาพไม่คงที่ การปรับปรุงพันธุ์พืชร่วมกับการพัฒนาระบบการผลิตสมัยใหม่อาจช่วยเพิ่มคุณภาพและผลผลิตของมะเขือเทศเชอร์รีได้ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงศึกษาผลผลิตและคุณภาพของมะเขือเทศเชอร์รีลูกผสมชั่วที่ 1 ภายใต้สภาพโรงเรือนที่แตกต่างกัน โดยงานทดลองนี้ทำการปลูกทดสอบมะเขือเทศเชอร์รีลูกผสมทั้งหม ด 3 คู่ผสม ร่วมกับสายพันธุ์พ่อจำนวน 3 สายพันธุ์ (102, 103 และ 104) และสายพันธุ์แม่จำนวน 2 สายพันธุ์ (201 และ 202) ภายใต้สภาพโรงเรือนพลาสติกตาข่ายและโรงเรือนระบบปิด ในฤดูแล้ง ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2563 ถึง มีนาคม 2564 แต่ละสภาพแวดล้อมวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ ผลการทดลองพบว่า อิทธิพลของพันธุ์ สภาพแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมมีผลต่อทุกลักษณะที่ศึกษา ยกเว้นปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม ซึ่งไม่มีผลต่อการสะสมปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ อีกทั้งยังพบว่า โรงเรือนพลาสติกตาข่ายมีอุณหภูมิในอากาศสูงและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ ขณะที่โรงเรือนระบบปิดมีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ค่อนข้างคงที่และอยู่ในระดับที่เหมาะสม ซึ่งส่งผลให้มะเขือเทศเชอร์รีที่ปลูกในสภาพโรงเรือนระบบปิดมีน้ำหนักผลและผลผลิต (12.20 กรัม และ 704.0 กรัม ตามลำดับ) มากกว่ามะเขือเทศเชอร์รีที่ปลูกในสภาพโรงเรือนพลาสติกตาข่าย (10.33 กรัม และ 642.0 กรัม ตามลำดับ) ในทางตรงกันข้าม ผลมะเขือเทศเชอร์รีที่ปลูกในสภาพโรงเรือนพลาสติกตาข่ายมีการสะสมปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (10.8 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าผลมะเขือเทศเชอร์รีที่ปลูกในสภาพโรงเรือนระบบปิด (8.9 เปอร์เซ็นต์) นอกจากนี้พบว่า มะเขือเทศเชอร์รีลูกผสม 201/102, 202/103 และ 202/104 ให้ผลผลิตมากกว่าสายพันธุ์แม่ รวมทั้งมีการสะสมปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้สูงกว่าสายพันธุ์พ่อ ดังนั้น การผลิตมะเขือเทศเชอร์รีลูกผสมภายใต้โรงเรือนระบบปิดสามารถผลิตมะเขือเทศที่มีคุณภาพดีและให้ผลผลิตสูงได้

คำสำคัญ: มะเขือเทศลูกผสม ผลผลิต คุณภาพผลผลิต โรงเรือน

คำนำ

มะเขือเทศ (*Solanum lycopersicum*) จัดเป็นพืชผักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ได้รับความนิยมในการบริโภคทั่วโลกรวมทั้งในทวีปเอเชีย (Sekara *et al*., 2019) มะเขือเทศสามารถแบ่งตามการใช้ประโยชน์ได้เป็น 2 ประเภท คือ มะเขือเทศอุตสาหกรรม (processing tomato) และมะเขือเทศรับประทานสด มะเขือเทศเชอร์รีเป็นมะเขือเทศรับประทานสดที่มีขนาดผลเล็ก ในปัจจุบันความนิยมในการบริโภคมะเขือเทศเชอร์รีมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทั่วโลกรวมทั้งประเทศไทย เนื่องจากมีความหวานกว่ามะเขือเทศทั่วไป อุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการ และมีกลิ่นมะเขือเทศน้อย (Gill and Kaur, 2019) ผู้บริโภคนิยมรับประทานสดทั้งในรูปแบบผลไม้หรือนำไปประกอบอาหารประเภทสลัด ในการเลือกซื้อมะเขือเทศเชอร์รีผู้บริโภคมักให้ความสำคัญกับคุณภาพมากที่สุด (Sinesio *et al*., 2021) โดยพิจารณาจากขนาดผล สีผล ความแน่นเนื้อ และรสชาติ ดังนั้น การพัฒนาพันธุ์มะเขือเทศที่มีคุณภาพตรงกับความต้องการของผู้บริโภค จึงเป็นวัตถุประสงค์หลักของโปรแกรมปรับปรุงพันธุ์มะเขือเทศเชอร์รี

ในปัจจุบันความหลากหลายของพันธุ์มะเขือเทศเชอร์รีที่เกษตรกรใช้ในการผลิตยังมีปริมาณน้อย ดังนั้น การพัฒนามะเขือเทศเชอร์รีพันธุ์ใหม่ให้มีผลผลิตและคุณภาพสูงเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ผลิตและผู้บริโภคถือเป็นหนึ่งในเป้าหมายที่สำคัญที่สุดในการปรับปรุงพันธุ์ โดยพันธุ์มะเขือเทศเชอร์รีที่เกษตรกรใช้ในการผลิตเชิงการค้าส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ผสมเปิด (open pollinated variety) ซึ่งเป็นพันธุ์ที่เปิดโอกาสให้มีการผสมเกสรแบบอิสระหรือผสมข้ามแบบสุ่ม และพันธุ์ลูกผสมเดี่ยว (F_1 hybrid) ซึ่งเกิดจากการผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์แท้จำนวนสองสายพันธุ์ โดยทั่วไปมะเขือเทศลูกผสมมีความสม่ำเสมอและให้ผลผลิตสูง (Avdikos *et al*., 2021) จากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า มะเขือเทศพันธุ์ผสมเปิดให้ผลผลิตต่ำกว่ามะเขือเทศลูกผสมประมาณ 20 - 25 เปอร์เซ็นต์ (Islam *et al*., 2012) ดังนั้น การพัฒนามะเขือเทศเชอร์รีลูกผสม (F_1 hybrid) ให้มีผลผลิตและคุณภาพสูงถือเป็นการเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้ผลิตและผู้บริโภค

ในการผลิตมะเขือเทศ เกษตรกรส่วนใหญ่ทำการผลิตในสภาพแปลงเปิด ส่งผลให้มีข้อจำกัดในเรื่องของสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ไม่เหมาะสม ดังนั้น การผลิตมะเขือเทศในระบบโรงเรือนถือเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่ช่วยให้ผู้ผลิตสามารถควบคุมปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืช รวมทั้งสามารถป้องกันการเข้าทำลายของโรคและแมลง (Ro *et al*., 2021) โดยทั่วไปอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของมะเขือเทศมีค่าอยู่ระหว่าง 22 ถึง 26 องศาเซลเซียส (Sato *et al*., 2000) และมีความชื้นสัมพัทธ์อากาศประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ (Harel *et al*., 2014) จากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า มะเขือเทศมีความอ่อนไหวต่อสภาพอากาศมากที่สุดในระยะการสืบพันธุ์ โดยอุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้ความมีชีวิตของละอองเกสรเพศผู้ของมะเขือเทศลดลง ส่งผลให้การติดผลลดลง ซึ่งจำนวนผลเป็นองค์ประกอบสำคัญของน้ำหนักผลผลิต (Sato *et al*., 2002) ในทางตรงกันข้าม อุณหภูมิที่สูงขึ้นส่งผลให้มะเขือเทศมีการสะสมปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (Shivashankara *et al*., 2015) นอกจากนี้ ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศต่ำยังมีผลทำให้ขั้นตอนการงอกของหลอดเรณูไม่มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้มะเขือเทศมีเปอร์เซ็นต์การติดผลลดลงเช่นเดียวกัน (Huang *et al*., 2011) ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศที่สูงเกินไปส่งผลให้มะเขือเทศมีความอ่อนไหวต่อสภาพความเครียดจากความร้อนเพิ่มขึ้น (Sato *et al*., 2002) และส่งผลให้มะเขือเทศมีผลผลิตและคุณภาพลดลง (Xu *et al*., 2007) จากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า ผลผลิตและคุณภาพของมะเขือเทศเชอร์รีขึ้นอยู่กับพันธุ์ สภาพแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมในการปลูก (Panthee *et al*., 2012; Tinyane *et al*., 2013) การปรับปรุงพันธุ์มะเขือเทศเชอร์รีร่วมกับการพัฒนาระบบการผลิต จะเป็นการพัฒนาคุณภาพเพื่อตอบโจทย์ความต้องการของผู้บริโภคและช่วยเพิ่มผลผลิตซึ่งสามารถตอบโจทย์ความต้องการของเกษตรกรผู้ผลิตได้ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลผลิตและคุณภาพการบริโภคของมะเขือเทศเชอร์รีลูกผสมชั่วที่ 1 ภายใต้สภาพโรงเรือนพลาสติกตาข่ายและโรงเรือนระบบปิด

อุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยนี้ทำการทดลองระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2564 ณ ศูนย์วิจัย สาธิตและฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ โดยทำการปลูกทดสอบมะเขือเทศเชอร์รีลูกผสมชั่วที่ 1 ทั้งหมด 3 คู่ผสม ร่วมกับพันธุ์พ่อแม่สายพันธุ์แท้ ได้แก่ สายพันธุ์พ่อจำนวน 3 สายพันธุ์ (102, 103 และ 104) และสายพันธุ์แม่จำนวน 2 สายพันธุ์ (201 และ 202) โดยมะเขือเทศเชอร์รีสายพันธุ์พ่อมีการเจริญเติบโตแบบกึ่งเลื้อย (semi-determinate) และมีผลขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ขณะที่สายพันธุ์แม่มีการเจริญเติบโตแบบเลื้อย (indeterminate) และมีผลขนาดเล็ก (Table 1) โดยทำการปลูกทดสอบใน 2 สภาพแวดล้อม คือ 1) สภาพโรงเรือนพลาสติกตาข่าย ซึ่งมีความกว้าง 6 เมตร ยาว 24 เมตร และสูง 3.5 เมตร

หลังคามุงด้วยพลาสติกโปร่งใสความหนา 0.1 มิลลิเมตร ด้านข้างรอบโรงเรือนล้อมด้วยตาข่ายขนาด 15 ตา และ 2) โรงเรือนระบบปิด (evaporative cooling house) ซึ่งมีความกว้าง 9.6 เมตร ยาว 40 เมตร และสูง 3.5 เมตร ซึ่งควบคุมอุณหภูมิที่ 25 - 30 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 60 - 80 เปอร์เซ็นต์

ทำการเพาะเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศในถาดเพาะ 104 หลุม ขนาดหลุม (ปากหลุม x ก้นหลุม x ลึก) 4 x 2.5 x 4.5 เซนติเมตร ซึ่งใช้วัสดุเพาะคือพีทมอส และขุยมะพร้าวในอัตราส่วน 1 : 1 รดน้ำวันละ 2 ครั้ง ในช่วงเช้าและบ่าย และรดด้วยปุ๋ยเกร็ดสูตร 30 - 20 - 10 อัตรา 10 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ทุก ๆ 2 วัน เมื่อต้นกล้ามีใบจริงจำนวน 4 - 5 ใบ (ประมาณ 25 วัน หลังเพาะเมล็ด) ย้ายต้นกล้าลงปลูกในถุงปลูกสีขาวขนาด 12 ลิตร โดยวัสดุปลูกมีส่วนผสมของกาบมะพร้าวสับและดินปลูกในอัตราส่วน 1 : 1 โดยใช้ระยะห่างระหว่างต้นและระหว่างแถวเท่ากับ 60 x 60 เซนติเมตร ให้น้ำและปุ๋ยผ่านระบบน้ำหยดตามความต้องการของต้นพืชต่อวัน แต่ละสภาพแวดล้อมวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ ๆ ละ 6 ต้น รวมทั้งหมด 18 ต้นต่อสิ่งทดลอง

บันทึกข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทุก ๆ 1 ชั่วโมง ตลอดการทดลองด้วยเครื่อง data logger (LogTag HAXO-8, LogTag Recorders Limited, New Zealand) เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อผลสุก (35 - 45 วันหลังดอกบาน) บันทึกข้อมูลจำนวนผลทั้งหมดและผลผลิตต่อต้นจากการเก็บเกี่ยว 5 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 1 สัปดาห์ บันทึกข้อมูลคุณภาพผลในการเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 2 และ 3 โดยการสุ่มผลทั้งหมด 5 ผลต่อต้น ชั่งน้ำหนักผลด้วยเครื่องชั่งทศนิยมสองตำแหน่ง และบันทึกข้อมูลปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ด้วยเครื่อง digital refractometer (Mod. PAL-1, Atago, Tokyo, Japan)

วิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะผลผลิตและคุณภาพผล เพื่อใช้ในการประเมินความแตกต่างของพันธุ์ สภาพแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม (Gomez and Gomez, 1984) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี least significant difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

Table 1. Descriptors of eight cherry tomato (*Solanum lycopersicum*) varieties used in this experiment

Inbred line / Cross	Generation	Plant growth habit	Fruit shape	Fruit color
102	Inbred line	Semi-determinate	Ellipsoid	Red
103	Inbred line	Semi-determinate	Ellipsoid	Red
104	Inbred line	Semi-determinate	Cylindrical	Yellow
201	Inbred line	Indeterminate	Ellipsoid	Red
202	Inbred line	Indeterminate	Ellipsoid	Yellow
201 x 102	F1	Indeterminate	Ellipsoid	Red
202 x 103	F1	Indeterminate	Ellipsoid	Red
202 x 104	F1	Indeterminate	Ellipsoid	Yellow

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากข้อมูลสภาพอากาศ พบว่า ในสภาพโรงเรือนพลาสติกตาข่ายมีสภาพอากาศค่อนข้างแปรปรวน โดยมีอุณหภูมิต่ำสุดต่อวันอยู่ในช่วง 10.3 - 22.2 องศาเซลเซียส ขณะที่อุณหภูมิสูงสุดต่อวันอยู่ในช่วง 30.0 - 47.8 องศาเซลเซียส เมื่อพิจารณาความต่างของอุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุดโดยเฉลี่ย พบว่า มีค่าประมาณ 36.0 องศาเซลเซียส ในขณะที่สภาพโรงเรือนระบบปิดมีสภาพอากาศค่อนข้างคงที่ โดยมีอุณหภูมิต่ำสุดต่อวันอยู่ในช่วง 11.0 - 23.1 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสูงสุดต่อวันอยู่ในช่วง 25.0 - 38.1 องศาเซลเซียส เมื่อพิจารณาความต่างของอุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุดโดยเฉลี่ย พบว่า มีค่าประมาณ 18 องศาเซลเซียส (Figure 1A)

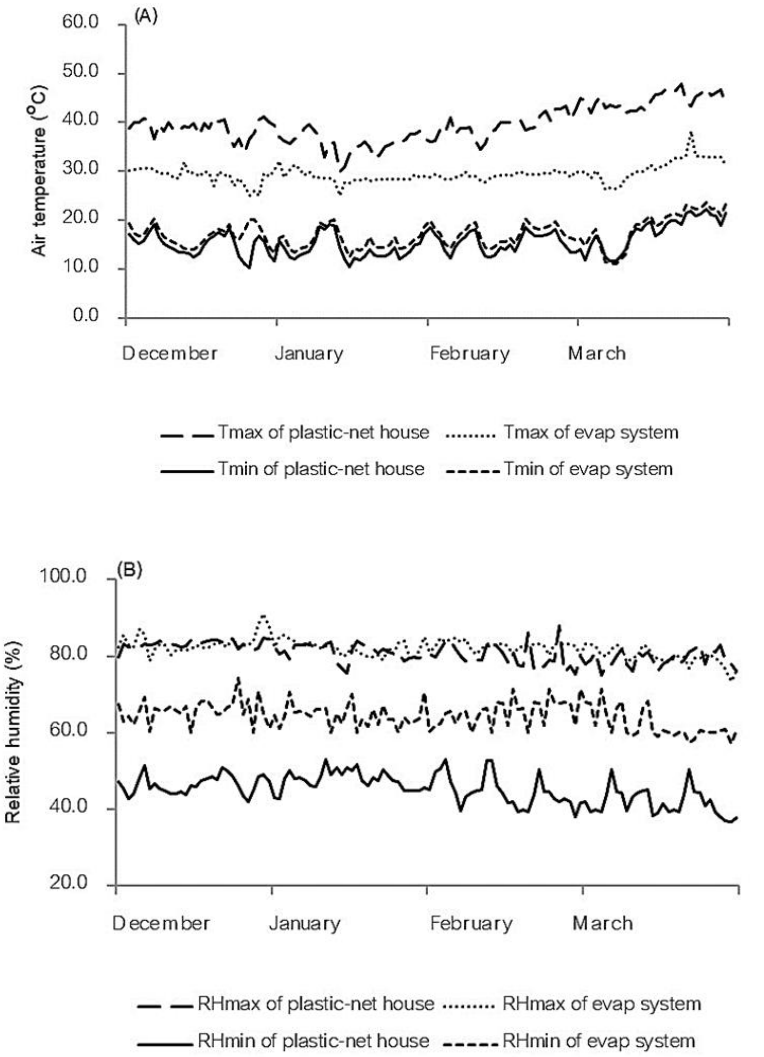

Figure 1. Maximum and minimum air temperature (Tmax and Tmin) (A) and relative humidity (RHmax and RHmin) (B) in plastic-net house and evaporative cooling greenhouse in the dry season from December 2020 to March 2021

เมื่อพิจารณาความชื้นสัมพัทธ์ พบว่า ในสภาพโรงเรือนพลาสติกตาข่ายมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดต่อวันอยู่ในช่วง 36.8 - 53.1 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดต่อวันอยู่ในช่วง 75.0 - 88.0 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากสภาพโรงเรือนพลาสติกตาข่ายไม่มีการควบคุมสภาพอากาศ ทำให้ความต่างของความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดและสูงสุดโดยเฉลี่ยมีความแปรปรวนสูงถึง 24 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สภาพโรงเรือนระบบปิดมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดต่อวันอยู่ในช่วง 57.3 - 74.3 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดต่อวันอยู่ในช่วง 73.6 - 91.1 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากในสภาพโรงเรือนระบบปิดมีการควบคุมสภาพอากาศให้มีค่าอยู่ในช่วงที่กำหนด ดังนั้น ความต่างของความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดและสูงสุดโดยเฉลี่ยจึงมีความแปรปรวนน้อยคือประมาณ 12.3 เปอร์เซ็นต์ (Figure 1B)

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม พบว่าอิทธิพลของพันธุ์มีผลต่อทุกลักษณะที่ศึกษา (Table 2) และเมื่อพิจารณาสัดส่วนความแปรปรวน พบว่า พันธุ์มีอิทธิพลต่อน้ำหนักผล จำนวนผล และผลผลิตมากที่สุด เท่ากับ 81.8, 49.4 และ 86.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีอิทธิพลต่อการสะสมปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในระดับปานกลาง (37.8 เปอร์เซ็นต์) อธิบายได้ว่า มะเขือเทศเชอร์รีที่ทำการปลูกทดสอบมีรูปแบบการเจริญเติบโต (plant growth habit) ลักษณะใบ ช่อดอก และขนาดผลที่แตกต่างกันมาก โดยเฉพาะสายพันธุ์พ่อและสายพันธุ์แม่ ส่งผลให้อิทธิพลของพันธุ์มีผลมากกว่าอิทธิพลอื่น ๆ (Gurung *et al*., 2012) ในขณะที่อิทธิพลของสภาพแวดล้อมมีผลต่อทุกลักษณะที่ศึกษา โดยพบว่า มีผลต่อการสะสมปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มากที่สุด เท่ากับ 44.9 เปอร์เซ็นต์ และมีอิทธิพลต่อน้ำหนักผล จำนวนผล และผลผลิตในระดับต่ำ (5.2, 7.8 และ 1.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) สอดคล้องกับ Tinyane *et al*. (2013) ที่รายงานว่า สภาพแวดล้อม (ความเข้มแสงและอุณหภูมิ) ส่งผลต่อการสะสมปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในผลของมะเขือเทศที่ปลูกทดสอบในสภาพการใช้ตาข่ายพรางแสงแตกต่างกัน นอกจากนี้ยังพบว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมมีอิทธิพลต่อทุกลักษณะที่ศึกษา ยกเว้นการสะสมปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ โดยมีอิทธิพลต่อจำนวนผลมากที่สุด เท่ากับ 22.9 เปอร์เซ็นต์ และมีอิทธิพลต่อน้ำหนักผลและผลผลิตในระดับต่ำ (10.2 และ 8.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) อธิบายได้ว่า มะเขือเทศเชอร์รีมีการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมที่ทำการปลูกทดสอบแตกต่างกันในลักษณะน้ำหนักผล ผลผลิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในลักษณะจำนวนผล เนื่องจากลักษณะดังกล่าวเป็นลักษณะเชิงปริมาณ (quantitative trait) ซึ่งควบคุมด้วยยีนหลายคู่ ส่งผลให้เกิดความผันแปรตามการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมที่ปลูก (Dutta *et al*., 2013) ดังนั้น การผลิตมะเขือเทศเชอร์รีเพื่อให้ได้ผลผลิตและมีคุณภาพสูงจำเป็นต้องเลือกสภาพแวดล้อมที่มีความเหมาะสมของแต่ละพันธุ์มากที่สุด (Gurung *et al*., 2012)

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของน้ำหนักผลและผลผลิต พบว่า น้ำหนักผลและผลผลิตมีการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมในการปลูกไปในทิศทางเดียวกัน โดยมะเขือเทศเชอร์รีสายพันธุ์แม่ที่มีผลขนาดเล็กเจริญเติบโตแบบเลื้อย (indeterminate; 201 และ 202) มีน้ำหนักผลและผลผลิตไม่แตกต่างกันทั้งสองสภาพแวดล้อม (Table 3) ในขณะที่สายพันธุ์พ่อซึ่งมีผลขนาดใหญ่ เจริญเติบโตแบบกึ่งเลื้อย (semi-determinate; 103 และ 104) ที่ปลูกในสภาพโรงเรือนระบบปิดมีน้ำหนักผลและผลผลิตมากกว่าในสภาพโรงเรือนพลาสติกตาข่าย ซึ่งสอดคล้องกับ Susic *et al*. (2002) ที่ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเชิงปริมาณ 7 ลักษณะ ในมะเขือเทศสายพันธุ์พ่อและสายพันธุ์แม่จำนวน 7 สายพันธุ์ ร่วมกับลูกผสม 2 คู่ โดยพบว่า ลักษณะผลผลิตมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับลักษณะน้ำหนักผล ขนาดผล และความหนาเนื้อ อีกทั้งยังมีรายงานว่า ผักกินผลที่มีการเจริญเติบโตแบบ indeterminate และมีผลขนาดเล็ก มีความเสถียรของลักษณะน้ำหนักผลและผลผลิตต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมมากกว่าผักกินผลที่มีการเจริญเติบโตแบบ semi-determinate และมีผลขนาดใหญ่ (Jeeatid *et al*., 2018)

Table 2. Combined analysis of variance for fruit weight, fruit number, fruit yield and total soluble solids of five parental lines and three F_1 hybrids grown in two different growing environments in dry season 2020

Source of variation	df	Mean square			
		Fruit weight	Fruit number	Fruit yield	Total soluble solids
Variety (G)	7	93.0619 ** (81.8)	1066.33 ** (49.4)	342,042 ** (86.9)	5.0771 ** (37.8)
Environment (E)	1	41.4780 ** (5.2)	1173.45 ** (7.8)	46,071 * (1.7)	42.2250 ** (44.9)
Error (E x Rep) [a]	4	1.1341 (0.6)	15.40 (0.4)	5,307 (0.8)	0.7467 (3.2)
G x E	7	11.6356 ** (10.2)	493.88 ** (22.9)	32,362 ** (8.2)	0.5823 (4.3)
Error (E x Rep x G) [b]	28	0.6129 (2.2)	105.76 (19.6)	2,450 (2.5)	0.3267 (9.7)
CV (%) [a]		9.46	4.70	10.83	8.87
CV (%) [b]		6.95	12.32	7.36	5.81

Numbers in parentheses are % sum of squares which shows the % of variation

[a] and [b] show coefficient of variation due to error (E x Rep) and error (E x Rep x G), respectively

*, ** Significant at $P \leq 0.05$ and 0.01 levels, respectively

Table 3. Comparison of fruit weight and fruit yield of five parental lines and three F_1 hybrids grown in two different growing environments in dry season 2020

Inbred line / Cross	Fruit weight (g/fruit)			Fruit yield (g/plant)		
	Plastic-net house	Evap system	Mean	Plastic-net house	Evap system	Mean
102	11.30 c-e	14.95 b	13.13 B	951.6 bc	911.7 cd	931.6 A
103	12.21 c	13.87 b	13.04 B	780.8 ef	1,096.3 a	938.5 A
104	14.23 b	22.12 a	18.17 A	840.7 de	998.3 b	919.5 A
201	6.48 f	5.93 f	6.20 D	396.8 jk	365.0 jk	380.9 E
202	5.92 f	6.01 f	5.96 D	416.9 j	316.2 k	366.5 E
201 x 102	10.45 de	11.24 c-e	10.85 C	650.7 gh	741.5 f	696.1 B
202 x 103	10.15 e	11.79 cd	10.97 C	579.7 hi	507.3 i	543.5 D
202 x 104	11.92 c	11.63 cd	11.77 C	519.0 i	695.4 fg	607.2 C
Mean	10.33 B	12.20 A		642.0 B	704.0 A	

Means followed by the same common letters are not significantly different at $P \leq 0.05$ with two-way analysis by LSD

Different capital letters indicate significant difference between means affected by environments or by genotypes at $P \leq 0.05$ by LSD

เมื่อพิจารณาปัจจัยสภาพแวดล้อมที่ส่งผลต่อน้ำหนักผล จำนวนผล และผลผลิตต่อต้น พบว่า มะเขือเทศเชอร์รีบางสายพันธุ์ที่ปลูกในสภาพโรงเรือนระบบปิดมีน้ำหนักผล จำนวนผล และผลผลิตต่อต้นมากกว่าต้นที่ปลูกในโรงเรือนพลาสติกตาข่าย (Table 3 และ 4) ซึ่งอธิบายได้ว่า น้ำหนักผลและจำนวนผลต่อต้นเป็นองค์ประกอบของผลผลิต (Milutinovic and Djukic, 1997) ทำให้มีการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมไปในทิศทางเดียวกัน และความแตกต่างของสภาพอากาศของโรงเรือนทั้ง 2 รูปแบบมีผลต่อลักษณะดังกล่าว โดยสภาพโรงเรือนพลาสติกตาข่ายมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่อวันในช่วงติดผลสูงถึง 28 องศาเซลเซียส ในขณะที่ในสภาพโรงเรือนระบบปิดมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 23 องศาเซลเซียส (Figure 1A) โดยมีรายงานว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการติดผลและการพัฒนาของผลมะเขือเทศเชอร์รีมีค่าอยู่ระหว่าง 22 - 26 องศาเซลเซียส (Sato *et al*., 2000) อีกทั้งยังพบว่า ในสภาพโรงเรือนพลาสติกตาข่ายมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดเฉลี่ยอยู่ที่ 45 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สภาพโรงเรือนระบบปิดมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 64 เปอร์เซ็นต์ (Figure 1B) ดังนั้น จึงมีผลทำให้มะเขือเทศเชอร์รีที่ปลูกในสภาพโรงเรือนระบบปิดมีการติดผลที่ดีกว่ามะเขือเทศเชอร์รีที่ปลูกในสภาพโรงเรือนพลาสติกตาข่าย สอดคล้องกับ Huang *et al*. (2011) ซึ่งรายงานว่า ความชื้นสัมพัทธ์ที่เพิ่มขึ้น 60 - 70 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้มะเขือเทศมีการพัฒนาของดอกและการติดผลเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่ำ 30 - 40 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ Singh *et al*. (2005) อธิบายว่า อุณหภูมิที่สูงเกินไปทำให้ประสิทธิภาพในการดูดซึมและการเคลื่อนย้ายสารอาหารจากใบไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืชลดลง อีกทั้งยังพบว่า ส่วนที่เป็นแหล่งใช้อาหารในพืชมีการสร้างสารยับยั้งการเจริญเติบโตประเภทกรดซาลิไซลิกซึ่งเป็นสารประกอบฟีนอลิกที่มีบทบาทเกี่ยวข้องกับการดูดซึมธาตุอาหารและกระบวนการสังเคราะห์แสงในพืชเพิ่มขึ้น (Hasanuzzaman *et al*., 2013) สอดคล้องกับ Sirisathaworn *et al*. (2016) ที่รายงานว่า การเพิ่มความเข้มข้นของกรดซาลิไซลิกมากกว่า 0.05 มิลลิโมลาร์ มีแนวโน้มทำให้จำนวนผลและน้ำหนักผลของมะเขือเทศลดลง

ในลักษณะการสะสมปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ พบว่า สายพันธุ์แม่ 201 และ 202 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด (10.5 และ 10.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ในขณะที่สายพันธุ์พ่อ 102, 103 และ 104 มีการสะสมปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่ำที่สุด (8.4, 9.0 และ 9.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) (Table 4) ซึ่งปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้บ่งบอกถึงปริมาณวัตถุแห้ง (dry matter content) และเป็นสัดส่วนที่แปรผกผันตามขนาดของผล (Beckles, 2012) โดยลูกผสมทั้ง 3 คู่ มีการสะสมปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้อยู่ระหว่าง 10.0 - 10.3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นค่ากลางระหว่างสายพันธุ์พ่อและสายพันธุ์แม่ อีกทั้งยังพบว่าผลมะเขือเทศเชอร์รีที่ปลูกในสภาพโรงเรือนพลาสติกตาข่ายมีการสะสมปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้สูงกว่าผลที่ปลูกในสภาพโรงเรือนระบบปิด เมื่อพิจารณาจากสภาพอากาศทั้ง 2 สภาพแวดล้อม พบว่า โรงเรือนพลาสติกตาข่ายมีอุณหภูมิสูงสุดต่อวันเฉลี่ยอยู่ที่ 40 องศาเซลเซียส ในขณะที่โรงเรือนระบบปิดมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 30 องศาเซลเซียส (Figure 1A) ซึ่งสอดคล้องกับ Shivashankara *et al*. (2015) ที่พบว่ามะเขือเทศที่ปลูกภายใต้สภาพอุณหภูมิ 35.4 องศาเซลเซียส มีการสะสมปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มากกว่าสภาพอุณหภูมิ 33.4 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตาม มะเขือเทศที่ปลูกภายใต้สภาพอุณหภูมิ 35.4 องศาเซลเซียส มีการสะสมปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ไลโคปีน และปริมาณแคโรทีนอยด์รวมลดลงเมื่อเทียบกับที่อุณหภูมิ 33.4 องศาเซลเซียส

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์ พบว่า มะเขือเทศเชอร์รีสายพันธุ์พ่อ 104 มีน้ำหนักผลมากที่สุด เท่ากับ 18.17 กรัม รองลงมาคือสายพันธุ์ 102 และ 103 (13.13 และ 13.04 กรัม ตามลำดับ) และสายพันธุ์พ่อทั้ง 3 สายพันธุ์ยังให้ผลผลิตสูงที่สุด (919.5 - 938.5 กรัม) ในขณะที่สายพันธุ์แม่ 201 และ 202 มีน้ำหนักผล 6.20 และ 5.96 กรัม ตามลำดับ และให้ผลผลิตต่ำที่สุด (380.9 และ 366.5 กรัม) (Table 3) สำหรับมะเขือเทศ

เชอร์รีลูกผสมทั้ง 3 คู่ มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักผลและผลผลิตมากกว่าสายพันธุ์แม่ทั้ง 2 สายพันธุ์ แต่มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักผลและผลผลิตต่ำกว่าสายพันธุ์พ่อ โดยลูกผสมทั้ง 3 คู่ มีน้ำหนักผลอยู่ระหว่าง 10.85 - 11.77 กรัม และมีผลผลิตอยู่ในช่วง 543.5 - 696.1 กรัม อธิบายได้ว่า ลักษณะน้ำหนักผลและผลผลิตได้รับอิทธิพลอย่างมากจากการทำงานของยีนแบบบวกสะสม (additive gene effects) (Pratta *et al*., 2003; Shalaby, 2013)

ส่วนลักษณะจำนวนผลและการสะสมปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ พบว่า ลูกผสมทั้ง 3 คู่ มีค่าเฉลี่ยของจำนวนผลและการสะสมปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ใกล้เคียงกับสายพันธุ์พ่อและสายพันธุ์แม่ที่มีค่าเฉลี่ยลักษณะดังกล่าวสูง แสดงให้เห็นว่าลักษณะจำนวนผลและการสะสมปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ได้รับอิทธิพลอย่างมากจากการทำงานของยีนแบบ non-additive gene ในการควบคุมการถ่ายทอดทางพันธุกรรมลักษณะเชิงปริมาณดังกล่าวของมะเขือเทศ (El-Gabry *et al*., 2014)

สรุป

จากการศึกษานี้ พบว่า โรงเรือนพลาสติกตาข่ายมีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศค่อนข้างแปรปรวน โดยอุณหภูมิในอากาศมีค่าสูงและมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าระดับที่เหมาะสม ขณะที่โรงเรือนระบบปิดมีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ค่อนข้างคงที่และอยู่ในระดับที่เหมาะสม ซึ่งส่งผลให้มะเขือเทศเชอร์รีที่ปลูกในสภาพโรงเรือนระบบปิด มีน้ำหนักผลและผลผลิตมากกว่ามะเขือเทศเชอร์รีที่ปลูกในสภาพโรงเรือนพลาสติกตาข่าย ในทางตรงกันข้าม ผลมะเขือเทศเชอร์รีที่ปลูกภายใต้สภาพโรงเรือนพลาสติกตาข่ายมีการสะสมปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้สูงกว่าผลมะเขือเทศเชอร์รีที่ปลูกในสภาพโรงเรือนระบบปิด นอกจากนี้พบว่า มะเขือเทศเชอร์รีลูกผสม 201/102, 202/103 และ 202/104 ให้ผลผลิตมากกว่าสายพันธุ์แม่ รวมทั้งมีการสะสมปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้สูงกว่าสายพันธุ์พ่อ ดังนั้น การผลิตมะเขือเทศเชอร์รีลูกผสมภายใต้โรงเรือนระบบปิดสามารถผลิตมะเขือเทศที่มีคุณภาพดีและให้ผลผลิตสูงได้ อีกทั้งการวิเคราะห์ต้นทุนและความคุ้มค่าของการผลิตมะเขือเทศทั้ง 2 ระบบ ยังเป็นงานวิจัยที่น่าสนใจและควรค่าต่อการทำวิจัยในอนาคต

Table 4. Comparison of fruit number and total soluble solids of five parental lines and three F_1 hybrids grown in two different growing environments in dry season 2020

Inbred line / Cross	Fruit number (no./plant)			Total soluble solids (%)		
	Plastic-net house	Evap system	Mean	Plastic-net house	Evap system	Mean
102	97.75 b	92.47 bc	95.11 B	9.1	7.7	8.4 C
103	90.50 b-d	123.75 a	107.13 A	9.9	8.1	9.0 C
104	62.30 f	70.02 ef	66.16 D	9.6	8.6	9.1 C
201	79.86 c-e	73.93 d-f	76.90 CD	11.3	9.9	10.5 AB
202	77.48 c-f	70.88 ef	74.18 CD	12.3	10.1	11.2 A
201 x 102	78.29 c-f	101.30 b	89.79 B	11.0	9.0	10.0 B
202 x 103	75.95 c-f	73.14 ef	74.55 CD	11.2	9.0	10.1 B
202 x 104	66.21 ef	101.96 b	84.09 BC	11.8	8.8	10.3 B
Mean	78.54 B	88.43 A		10.8 A	8.9 B	

Means followed by the same common letters are not significantly different at $P \leq 0.05$ with two-way analysis by LSD

Different capital letters indicate significant difference between means affected by environments or by genotypes at $P \leq 0.05$ by LSD

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่มอบทุนอุดหนุนการวิจัยโครงการพัฒนานักวิจัยและงานวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 ขอขอบคุณศูนย์ปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้การสนับสนุนด้านพันธุ์พืช และขอขอบคุณสาขาวิชาพืชสวน ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้การสนับสนุนสถานที่ในการดำเนินงานทดลอง

เอกสารอ้างอิง

Avdikos, I.D., R. Tagiakas, P. Tsouvaltzis, I. Mylonas, I.N. Xynias and A.G. Mavromatis. 2021. Comparative evaluation of tomato hybrids and inbred lines for fruit quality traits. Agronomy 11(3): 609, doi: 10.3390/agronomy11030609.

Beckles, D.M. 2012. Factors affecting the postharvest soluble solids and sugar content of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit. Postharvest Biology and Technology 63(1): 129-140.

Dutta, A.K., S. Akhtar, C. Karak and P. Hazra. 2013. Gene actions for fruit yield and quality characters of tomato through generation mean analysis. Indian Journal of Horticulture 70(2): 230-237.

El-Gabry, M.A.H., T.I.H. Solieman and A.I.A. Abido. 2014. Combining ability and heritability of some tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cultivars. Scientia Horticulturae 167: 153-157.

Gill, N.S. and L. Kaur. 2019. Economics of cherry tomato (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) cultivation. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 8(6): 880-881.

Gomez, K.A. and A.A. Gomez. 1984. Statistical Procedures for Agricultural Research. 2nd ed. John Wiley and Sons, New York. 680 p.

Gurung, T., S. Techawongstien, B. Suriharn and S. Techawongstien. 2012. Stability analysis of yield and capsaicinoids content in chili (*Capsicum* spp.) grown across six environments. Euphytica 187: 11-18.

Harel, D., H. Fadida, A. Slepoy, S. Gantz and K. Shilo. 2014. The effect of mean daily temperature and relative humidity on pollen, fruit set and yield of tomato grown in commercial protected cultivation. Agronomy 4(1): 167-177.

Hasanuzzaman, M., K. Nahar, M.M. Alam, R. Roychowdhury and M. Fujita. 2013. Physiological, biochemical, and molecular mechanisms of heat stress tolerance in plants. International Journal of Molecular Sciences 14(5): 9643-9684.

Huang, Y., Y. Li and X. Wen. 2011. The effect of relative humidity on pollen vigor and fruit setting rate of greenhouse tomato under high temperature condition. Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica 20(11): 105-110.

Islam, M.R., S. Ahmad and M.M. Rahman. 2012. Heterosis and qualitative attributes in winter tomato (*Solanum lycopersicum* L.) hybrids. Bangladesh Journal of Agricultural Research 37(1): 39-48.

Jeeatid, N., B. Suriharn, S. Techawongstien, S. Chanthai, P.W. Bosland and S. Techawongstien. 2018. Evaluation of the effect of genotype-by-environment interaction on capsaicinoid production in

hot pepper hybrids (*Capsicum chinense* Jacq.) under controlled environment. Scientia Horticulturae 235: 334-339.

Milutinovic, S. and Z. Djukic. 1997. Yield components and total yield of tomato sorts and hybrids. Acta Horticulturae 462: 633-636.

Panthee, D.R., C. Cao, S.J. Debenport, G.R. Rodríguez, J.A. Labate, L.D. Robertson, A.P. Breksa, E. van der Knaap and B.B.M. Gardener. 2012. Magnitude of genotype x environment interactions affecting tomato fruit quality. HortScience 47(6): 721-726.

Pratta, G., R. Zorzoli and L.A. Picardi. 2003. Diallel analysis of production traits among domestic, exotic and mutant germplasms of *Lycopersicon*. Genetics and Molecular Research 2(2): 206-213.

Ro, S., L. Chea, S. Ngoun, Z.P. Stewart, S. Roeurn, P. Theam, S. Lim, R. Sor, M. Kosal, M. Roeun, K.S. Dy and P.V.V. Prasad. 2021. Response of tomato genotypes under different high temperatures in field and greenhouse conditions. Plants 10(3): 449, doi: 10.3390/plants10030449.

Sato, S., M.M. Peet and J.F. Thomas 2000. Physiological factors limit fruit set of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) under chronic, mild heat stress. Plant, Cell & Environment 23(7): 719-726.

Sato, S., M.M. Peet and J.F. Thomas. 2002. Determining critical pre- and post-anthesis periods and physiological processes in *Lycopersicon esculentum* Mill. exposed to moderately elevated temperatures. Journal of Experimental Botany 53(371): 1187-1195.

Sekara, A., P. Pokluda, E. Cozzolino, L. del Piano, A. Cuciniello and G. Caruso. 2019. Plant growth, yield, and fruit quality of tomato affected by biodegradable and non-degradable mulches. Horticultural Science 46(3): 138-145.

Shalaby, T.A. 2013. Mode of gene action, heterosis and inbreeding depression for yield and its components in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). Scientia Horticulturae 164: 540-543.

Shivashankara, K.S., K.C. Pavithra, R.H. Laxman, A.T. Sadashiva, T.K. Roy and G.A. Geetha. 2015. Changes in fruit quality and carotenoid profile in tomato (*Solanum lycopersicon* L.) genotypes under elevated temperature. Journal of Horticultural Sciences 10(1): 38-43.

Sinesio, F., M. Cammareri, V. Cottet, L. Fontanet, M. Jost, E. Moneta, S. Moneta, M. Peparaio, R.R. del Castillo, E.S. Civitelli, P. Spigno, A. Vitiello, B. Navez, J. Casals, M. Causse, A. Granel and S. Grandillo. 2021. Sensory traits and consumer's perceived quality of traditional and modern fresh market tomato varieties: a study in three european countries. Foods 10(11): 2521, doi: 10.3390/foods10112521.

Singh, R., S. Singh, D.S. Cheema and M.S. Dhaliwal. 2005. Screening for heat tolerance in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). Vegetable Science 32(1): 90-91.

Sirisathaworn, S., P. Chulaka, P. Kaewsorn and I. Pusittigul. 2016. Effects of foliar salicylic acid on yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) growing under short-term water deficit. Agricultural

Science Journal 47(Suppl. 2): 545-548. (in Thai)

Susic, Z., N. Pavlovic, D. Cvikic and T. Sretenovic-Rajicic. 2002. Studies of correlation between yield and fruit characteristics of (*Lycopersicon esculentum* Mill.) hybrids and their parental genotypes. Acta Horticulturae 579: 163-166.

Tinyane, P.P., D. Sivakumar and P. Soundy. 2013. Influence of photo-selective netting on fruit quality parameters and bioactive compounds in selected tomato cultivars. Scientia Horticulturae 161: 340-349.

Xu, H.L., D. Iraqi and A. Gosselin. 2007. Effect of ambient humidity on physiological activities and fruit yield and quality of greenhouse tomato. Acta Horticulturae 761: 85-92.