Agricultural Sci. J. 48 : 3 (Suppl.) : 76-79 (2017) ว. วิทย. กษ. 48 : 3 (พิเศษ) : 76-79 (2560)

การศึกษาการลดอุณหภูมิขั้นต้นพวงองุ่นสดด้วยวิธีการพ่นละอองน้ำเย็น

Preliminary Study of Grapes Bunch Pre-Cooling by Use Cool Water Spaying

เฉลิมชาติ เสาวรัจ*[1] มนัสชนก หวังพิทักษ์วงศ์[1] อัจฉรา จุ้ยหมื่นไวย[1] กระวี ตรีอำนรรค[1]และ เทวรัตน์ ตรีอำนรรค[2]

Chalermchart Saowarat*[1], Manaschanok Wangphithakwong[1], Adchara Juymrunwai[1], Krawee Treeamnuk[1] and Tawarat Treeamnuk[2]

Abstract

This research objective was to preliminary study the performance of direct cool water sprayed in pre-cooling system. The grapes bunch was selected to be the sample in this study. The developed system consist of the insulated pre-cooling chamber with a 38 cm x 61 cm x 71 cm (W x H x L) and circulating water pump pressurize the cool water spraying for the sample temperature reduction. Testing the system by contain a 5 kg of grapes bunch in pre-cooling chamber and after that, spray the cooled water in 2 levels of temperature (room temperature 29^{O}C and cooled water by ice mixing 1 ^{O}C) and 3 levels of spraying rate (1.5, 2.2 and 3.2 liter/min). The results showed the cool water at spraying rate of 3.2 liter/min can reduces the grapes bunch rapidly in 3.2 minute of half-cooling time. The maximum of temperature reduction of grapes bunch in pre-cooling is 36^{O}C and the system has a 1.637 kW of heat reducing performance when use the cool water in pre-cooling system.

Keywords: Pre-cooling, Water spray, Grapes bunch

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการลดอุณหภูมิของระบบลดอุณหภูมิขั้นต้นด้วยวิธีการพ่นละอองน้ำเย็นลงบนผลผลิตโดยตรง ใช้พวงองุ่นสดเป็นวัสดุทดสอบ ระบบที่พัฒนาขึ้นมีห้องลดอุณหภูมิหุ้มฉนวนกันความร้อนขนาด 38 cm x 61 cm x 71 cm (ก x ส x ย) ใช้ปั๊มหมุนเวียนน้ำเย็นพ่นละอองลงบนตัวอย่างทดสอบภายในห้องลดอุณหภูมิเพื่อให้อุณหภูมิของตัวอย่างทดสอบลดลง การทดสอบใช้อุณหภูมิของน้ำ 2 ระดับ คือ น้ำอุณหภูมิเฉลี่ย 29^{O}C (อุณหภูมิห้อง) และน้ำเย็นที่ได้จากการละลายน้ำแข็งอุณหภูมิเฉลี่ย 1^{O}C เตรียมพวงองุ่นน้ำหนัก 5 kg บรรจุในห้องลดอุณหภูมิ อุณหภูมิแกนกลางเริ่มต้น 40.5 ± 0.5^{O}C แปรค่าอัตราการไหลของการพ่นละอองน้ำ 3 ค่า คือ 1.5 2.2 และ 3.2 liter/min ผลการทดสอบพบว่าน้ำเย็นสามารถลดอุณหภูมิของพวงองุ่นลงได้สูงสุด 36^{O}C ที่อัตราการไหลของน้ำ 3.2 liter/min โดยมีค่า Half-cooling time ต่ำสุด 3.5 min และมีสมรรถนะการแลกเปลี่ยนความร้อนสูงสุดเท่ากับ 1.637 kW

คำสำคัญ: การลดอุณหภูมิขั้นต้น การพ่นละอองน้ำ องุ่น

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา 30000
School of Mechanical Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology, Nakhonratchasima 30000
[2]สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา 30000
School of Agricultural Engineering, Institute of Engineering, SuranareeUniversity of Technology, Nakhonratchasima 30000
* Corresponding author: chalermchart.s@hotmail.com

คำนำ

คุณภาพและอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิเป็นสำคัญ โดยผลผลิตจะเสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็วเมื่ออุณหภูมิมีค่าสูงขึ้น (จริงแท้,2544; ทิวาและคณะ, 2559) ความร้อนที่ติดมาจากแปลง (Field heat) เป็นความร้อนส่วนใหญ่ที่ส่งผลให้ผลผลิตมีอุณหภูมิสูงขึ้นและจำเป็นจะต้องขจัดออกให้เร็วที่สุด (วรินธร,2559) วิธีการลดอุณหภูมิขั้นต้น (Pre-Cooling) ของผลผลิตสามารถช่วยขจัดความร้อนที่ติดมาจากแปลงได้ดี ทำให้เมื่อเกิดความร้อนจากกระบวนการหายใจ (Respiration heat) ในภายหลัง จะไม่เกิดความร้อนสะสมที่มากเกินไป (วรินธร,2559) สำหรับการลดอุณหภูมิผลผลิตด้วยอากาศมีความสะดวกและมีค่าใช้จ่ายต่ำและการใช้อากาศอุณหภูมิต่ำจะช่วยให้ประสิทธิภาพการลดอุณหภูมิของระบบสูงขึ้น (ทิวาและคณะ,2559) ได้ทดลองผลิตอากาศเย็นด้วยการระเหยน้ำอุณหภูมิ 0°C เพื่อลดอุณหภูมิของผลส้มขนาดเล็กพบว่าระบบมีประสิทธิภาพ 41.60% และมีค่า half-cooling time ต่ำสุด 23 min ในงานวิจัยนี้สนใจที่จะศึกษาการลดอุณหภูมิของผลผลิตขั้นต้นด้วยการพ่นละอองน้ำเย็นลงบนผลผลิตโดยตรง เพื่อลดความยุ่งยากของระบบผลิตอากาศเย็น โดยที่ยังมีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการใช้งานได้อย่างเหมาะสม

อุปกรณ์และวิธีการ

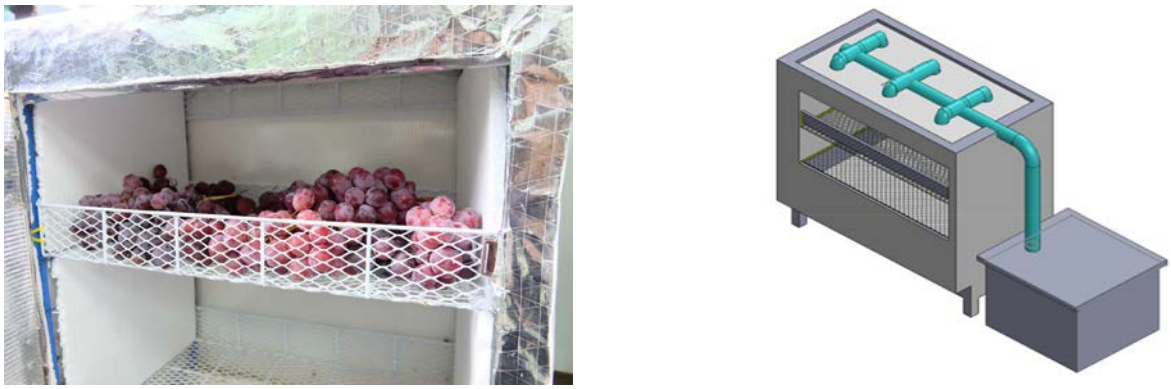
อุปกรณ์

ห้องลดอุณหภูมิขนาด 38 ซม. x 61 ซม. x 71 ซม. (ก x ส x ย) ผนังทำด้วยแผ่นโพลี่พลาสติกบุโฟมหนา ½ นิ้ว ภายนอกหุ้มฉนวนกันความร้อนและภายในมีตะแกรงสำหรับวางองุ่น

ระบบส่งน้ำ ประกอบด้วยปั๊มน้ำและหัวพ่นละอองน้ำ จำนวน 6 หัว

วิธีการ

ทำการออกแบบระบบทำความเย็นแบบพ่นละอองน้ำ โดยแบ่งออกเป็นสองส่วน ส่วนแรก คือ ห้องลดอุณหภูมิ มีลักษณะเป็นท่อหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมขนาด ขนาด 38 ซม. x 61 ซม. x 71 ซม. (ก x ส x ย) ผนังทำด้วยแผ่นโพลี่พลาสติกบุโฟมหนา ½ นิ้ว ภายนอกหุ้มฉนวนกันความร้อนและภายในมีชั้นตะแกรง 1 ชั้น สำหรับวางพวงองุ่นน้ำหนัก 5 กิโลกรัม (Figure 1(a)) มีอุณหภูมิแกนกลางเริ่มต้นประมาณ 40.5 ± 0.5°C โดยก่อนการทดสอบ นำพวงองุ่นแช่น้ำอุ่น เพื่อจำลองสถานการณ์จริงขณะเก็บเกี่ยว ส่วนที่สอง คือ ระบบส่งน้ำ โดยมีการทำงานของระบบดังนี้ (Figure 1(b)) ปั๊มน้ำทำหน้าที่สูบน้ำส่งไปตามท่อน้ำไปที่หัวพ่นละอองน้ำ เมื่อน้ำพ่นออกจากหัวพ่นละอองน้ำ จะเกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างละอองน้ำกับอากาศ ทำให้อากาศมีอุณหภูมิลดลง และจะเกิดการพาความร้อนระหว่างอากาศกับพวงองุ่น ส่งผลให้อุณหภูมิของพวงองุ่นลดลง ทำการทดสอบเพื่อประเมินความสามารถในการลดอุณหภูมิของระบบระหว่างน้ำประปาที่มีอุณหภูมิเฉลี่ย 29°C และน้ำเย็นที่ได้จากการละลายน้ำแข็งอุณหภูมิเฉลี่ย 1°C ที่อัตราการไหลของการพ่นหมอก คือ 1.5, 2.2 และ 3.2 liter/min ทำการวัดอุณหภูมิแกนกลางขององุ่น 3 จุด และอุณหภูมิน้ำที่ใช้ในการพ่นหมอก โดยพิจารณาค่า Half-cooling time และความสามารถในการดึงปริมาณความร้อนออกจากพวงองุ่น ซึ่งสามารถหาได้จาก (1) และ (2)



(a) (b)

Figure 1 (a) Arrangement of sample (b) Schematic diagram of precooling system

$$Q = mc_p\Delta T \qquad (1)$$

เมื่อ Q คือปริมาณความร้อนที่ดึงออกจากพวงองุ่น (kJ), m คือมวลของพวงองุ่นที่ใช้ในการทดลอง, c_p คือค่าความจุความร้อนจำเพาะที่ความดันคงที่ขององุ่น มีค่าเท่ากับ 3.6 kJ/kg °C, ΔT คือผลต่างของอุณหภูมิพวงองุ่นที่เปลี่ยนไป °C

$$q = \frac{Q}{t} \qquad (2)$$

เมื่อ q คือปริมาณความร้อนที่ดึงออกจากพวงองุ่นในหนึ่งหน่วยเวลา (kW), Q คือปริมาณความร้อนที่ดึงออกจากพวงองุ่น (kJ), t คือเวลาที่ใช้ (s)

ผลและวิจารณ์

การลดลงของอุณหภูมิพวงองุ่นสด พบว่ามีกระบวนการสองส่วนคือ ส่วนแรกเกิดจากกระบวนการ evaporative cooling ของการพ่นละอองน้ำ ซึ่งเกิดขึ้นบนเส้นกระเปราะเปียกของอากาศคงที่ ส่งผลให้อากาศในห้องทดสอบมีอุณหภูมิลดลง ส่วนที่สองเกิดจากกระบวนการพาความร้อนระหว่างพวงองุ่นกับอากาศเย็นจากกระบวนการแรก ส่งผลให้อุณหภูมิของพวงองุ่นลดลง เมื่อพิจารณาถึงความอัตราการไหลของน้ำต่อ Half-cooling time และปริมาณความร้อนที่แลกเปลี่ยนระหว่างพวงองุ่นสดกับอากาศเย็นพบว่า เมื่ออัตราการไหลของน้ำสูงขึ้นส่งผลให้ Half-cooling time ลดลง และส่งผลให้ปริมาณความร้อนที่แลกเปลี่ยนสูงขึ้น (Table 1) ทั้งนี้เนื่องจากการที่อัตราการไหลของน้ำเพิ่มขึ้นย่อมส่งผลให้มวลของน้ำที่เข้าสู่ระบบมีค่ามากขึ้น ส่งผลให้ความสามารถในการดึงความร้อนมีค่าสูง เมื่อพิจารณาถึงระยะเวลา Full-cooling time และ Half-cooling time ระหว่างการพ่นหมอกแบบใช้น้ำประปากับน้ำจากการละลายน้ำแข็งพบว่าการพ่นละอองน้ำจากการละลายน้ำแข็งมี Full-cooling time และ Half-cooling time น้อยกว่าการพ่นหมอกแบบน้ำประปา เนื่องจากเมื่อพ่นละอองน้ำจากการละลายน้ำแข็งส่งผลให้อุณหภูมิของอากาศต่ำกว่าการพ่นหมอกแบบใช้น้ำประปา ทำให้อากาศแลกเปลี่ยนปริมาณความร้อนได้มาก จากการพ่นละอองน้ำประปาพบว่าสามารถลดอุณหภูมิของพวงองุ่นลงได้สูงสุด 10.1 ^{O}C ที่อัตราการไหลของน้ำ 3.2 liter/min โดยมีค่า Half-cooling time ต่ำสุด 3.5 min และมีสมรรถนะการแลกเปลี่ยนความร้อนสูงสุดเท่ากับ 0.586 kW และจากการพ่นละอองน้ำจากการละลายน้ำแข็งพบว่าสามารถลดอุณหภูมิของพวงองุ่นลงได้สูงสุด 36^{O}C ที่อัตราการไหลของน้ำ 3.2 liter/min โดยมีค่า Half-cooling time ต่ำสุด 3.5 min และมีสมรรถนะการแลกเปลี่ยนความร้อนสูงสุดเท่ากับ 1.637 kW

Table 1 Effect of Volume flow rate on Half-cooling time and Quantity of heat

Volume flow rate (Liter/min)	Full-cooling time (min)		Half-cooling time (min)		Quantity of heat, Full-cooling time (kW)		Quantity of heat, Half-cooling time (kW)	
	Water supply	Ice melt	Water supply	Ice melt	Water supply	Ice melt	Water supply	Ice melt
1.5	30	60	8.5	7	0.093	0.295	0.236	0.843
2.2	16	22.5	3.5	4	0.169	0.432	0.577	1.515
3.2	16	27.5	3.5	3.5	0.161	0.400	0.586	1.637

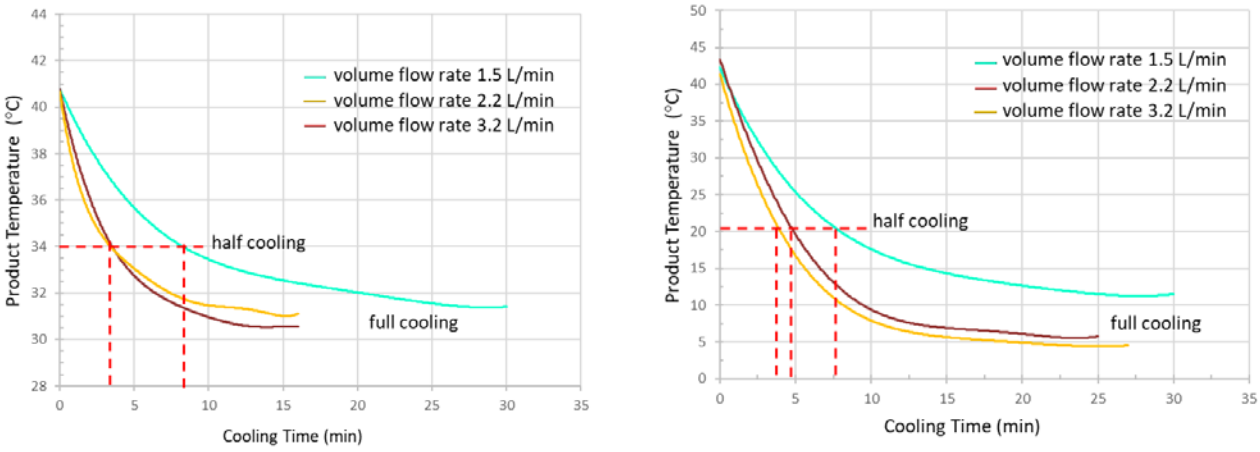


Figure 2 (a) The rate of cooling at various volume flow rate for water supply.
(b) The rate of cooling at various volume flow rate for ice melt.

สรุป

การลดอุณหภูมิของพวงองุ่นด้วยวิธีการพ่นละอองน้ำ เมื่อเปรียบเทียบการลดอุณหภูมิของน้ำประปาและน้ำจากการละลายของน้ำแข็งที่อัตราการไหลเดียวกันพบว่า น้ำจากการละลายของน้ำแข็งสามารถลดอุณหภูมิของพวงองุ่นได้มากกว่าน้ำประปา ซึ่งน้ำจากการละลายน้ำแข็งสามารถลดอุณหภูมิของพวงองุ่นสดได้สูงสุด 36^{O}C ที่อัตราการไหลของน้ำ 3.2 liter/min โดยมีค่า Half-cooling time ต่ำสุด 3.5 min และมีสมรรถนะการแลกเปลี่ยนความร้อนสูงสุดเท่ากับ 1.637 kW

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสาขาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร สำนักวิศวกรรมศาสตร์ และฟาร์มมหาวิทยาลัย สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สำหรับการเอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

จริงแท้ ศิริพานิช. 2544. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 396 น.

วินธร ยิ้มย่อง. 2559. การลดอุณหภูมิผลิตผลการเกษตร (Pre-cooling). [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://drwarinthon.files.wordpress.com/2014/08/e0b8a7e0b8b2e0b8a3e0b8aae0b8b2e0b8a32.doc. (15 มิถุนายน 2560).

ทิวา สายประดิษฐ, ณรงค์ฤทธิ์ บุญกล้า, กิ่งฟ้า พรานไพร, ศตวรรษ พงศะบุตร, กระวี ตรีอำนรรคและเทวรัตน์ ตรีอำนรรค. 2559. การศึกษาการลดอุณหภูมิผลส้มขั้นต้นด้วยอากาศเย็นแบบบังคับจากเครื่องระเหยน้ำ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 47(3 พิเศษ):451-454.