

ผลของอุณหภูมิรากต่อการเจริญเติบโตของลิ้นจี่

Effects of Root Temperature on Growth and Development of Lychee

จิตติ ศรีคนทิพย์^{1/} และ ตระกูล คันธุวรรณ^{1/}
Chiti Sritontip^{1/} and Tragool Tunsuwan^{1/}

Abstract : The effects of root temperatures at 15 °C , 20 °C and normal root temperature (average 26.2 °C) on growth and development of lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) cv. Jakrapad were studied. The results revealed that the plants grown at the normal root temperature had more growth rate of height , canopy width and stem diameter than those of the other treatments (15 and 20 °C). The color of leaves at normal root temperature and 20 °C changed faster than at 15 °C. However , the plants grown at 20 °C and normal root temperature had more length of new shoot and diameter of terminal shoots than at 15 °C , but the root temperatures at 20 and 15 °C had more number of new shoots than those of the normal root temperature. The trees grown at 20 and 15 °C had higher flower emergence , percentage of fruit set than the normal root temperature. The nitrogen content of the leaves was higher when the plants grown at normal root temperature than the other treatments. However , the phosphorus contents of leaves at normal root temperature and 20 °C were higher than 15 °C , but the potassium content was not significantly different.

บทคัดย่อ : ผลของอุณหภูมิรากที่มีต่อการเจริญเติบโตของลิ้นจี่ พันธุ์จักรพรรดิ ทำการศึกษาที่ระดับอุณหภูมิราก 15 °ซ 20 °ซ และอุณหภูมิรากปกติ (เฉลี่ย 26.2 °ซ) ปรากฏว่า ต้นที่ได้รับอุณหภูมิรากปกติ มีอัตราการเติบโตในด้านความสูงของต้น ความกว้างของทรงพุ่ม และเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นสูงกว่าระดับอุณหภูมิราก 20 และ 15 °ซ

^{1/}ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

^{1/}Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

อุณหภูมิรากปกติ และ 20 °ซ มีระยะเวลาการเปลี่ยนสีของใบน้อยกว่าที่อุณหภูมิราก 15 °ซ ส่วนต้นที่ได้รับอุณหภูมิราก 15 °ซ มีความยาวข้อใบและเส้นผ่าศูนย์กลางของข้อใบน้อยที่สุด แต่ต้นที่ได้รับอุณหภูมิราก 20 และ 15 °ซ มีผลต่อจำนวนข้อใบใหม่ต่อยอดมากกว่าอุณหภูมิรากปกติ ที่อุณหภูมิราก 20 และ 15 °ซ มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การผลิข้อดอกและการติดผลมากกว่าที่ระดับอุณหภูมิรากปกติ ซึ่งอุณหภูมิรากปกติมีปริมาณไนโตรเจนในใบสูงกว่าที่อุณหภูมิราก 20 และ 15 °ซ เช่นเดียวกับฟอสฟอรัสในใบของต้นที่ได้รับอุณหภูมิรากปกติ และ 20 °ซ มีสูงกว่าอุณหภูมิราก 15 °ซ ส่วนปริมาณโปแตสเซียมไม่แตกต่างกัน

Index words : ลิ้นจี่, อุณหภูมิราก, Lychee, *Litchi chinensis*, Root temperature

คำนำ

ลิ้นจี่ (*Litchi chinensis* Sonn.) เป็นไม้ผล เขตกึ่งร้อนและเป็นไม้ยืนต้นไม่ผลัดใบ มีการปลูกในสภาพเขตกึ่งร้อน และในสภาพเขตร้อนของโลก อุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของลิ้นจี่ ถ้าสภาพอุณหภูมิอากาศแตกต่างกันทำให้มีผลต่อการเจริญเติบโตของลิ้นจี่ด้วย (Menzel, 1983) ลิ้นจี่มีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในช่วงอุณหภูมิ 20 °ซ และ 30 °ซ แต่ไม่ค่อยดีที่อุณหภูมิต่ำกว่า 10 °ซ หรือ สูงกว่า 35 °ซ (Batten and Lahav, 1981) อุณหภูมิมีผลต่อการออกดอกของ ลิ้นจี่ ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 20 °ซ จะกระตุ้นการสร้าง ดอกของลิ้นจี่ (Menzel and Simpson, 1988)

อุณหภูมิของอากาศมีผลต่อการเจริญเติบโตของ ลิ้นจี่หลาย ๆ ด้านและอุณหภูมิของรากก็มีผลต่อการเจริญเติบโตของลิ้นจี่เช่นเดียวกันถ้าอุณหภูมิรากไม่เหมาะสมจะทำให้การเจริญเติบโตของรากพืชหยุดชะงัก (Cooper, 1973) รากของพืชเป็นอวัยวะหลักที่มีหน้าที่ในการดูดน้ำและธาตุอาหาร นอกจากนี้ยังมีผลต่อการเคลื่อนย้ายสารควบคุมการเจริญเติบโตที่พืชสร้างขึ้น เช่น ไซโตไคนิน (Skene and Kerridge, 1976)

การศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิรากยังมีข้อมูลจำกัด โดยเฉพาะในไม้ผล ดังนั้นการศึกษาผลของอุณหภูมิรากของลิ้นจี่ในครั้งนี้จะทำให้ทราบข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการเจริญเติบโตของลิ้นจี่และผลกระทบที่มีต่อกระบวนการทางสรีรวิทยา อันจะเป็นแนวทางในการศึกษาขั้นสูงต่อไป

วัตถุประสงค์และวิธีการ

1. พืชทดลอง

ใช้กิ่งตอนลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิอายุ 1 ปี ปลูกในกระถางพลาสติกขนาด 28 ลิตร ด้วยทรายละเอียด ให้ธาตุอาหารในรูปสารละลาย โดยมีองค์ประกอบของธาตุอาหาร คือ Mg^{++} , K^+ , Ca^{++} , NO_3^- , $H_2PO_4^-$ และ SO_4^{--} ที่มีความเข้มข้น 5 meq/l และธาตุอาหารรองให้ตามคำแนะนำของ Hoagland and Arnon (1952) โดยปรับความเป็นกรดเป็นด่างให้อยู่ในระดับ 6.5

2. เครื่องควบคุมอุณหภูมิราก

เครื่องควบคุมอุณหภูมิรากมีระบบการไหลเวียนของน้ำในรางน้ำที่แช่กระถางปลูก ปรับอุณหภูมิด้วยเครื่องทำความเย็นที่ควบคุมด้วยเทอร์โมสแตท (Thermostat) การปรับอุณหภูมิทำ

โดยอ่านค่าของอุณหภูมิจากเทอร์โมมิเตอร์ที่ปักลงในกระถางปลูกผักประมาณ 10 ซม. จากนั้นปรับเทอร์โมสแตทเพื่อควบคุมอุณหภูมิรากที่ระดับ 15°ซ และ 20°ซ สำหรับอุณหภูมิรากปกตินั้นใช้วิธีแช่กระถางพลาสติกที่ปลูกผักลงในรางน้ำที่ไม่มีเครื่องควบคุมอุณหภูมิโดยระดับอุณหภูมิจะผันแปรไปตามสภาพแวดล้อม

วิธีการทดลอง

วางแผนการทดลอง แบบสุ่มสมบูรณ์ มี 3 กรรมวิธี ๆ ละ 5 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้ต้นผัก 1 ต้น โดยทำการศึกษาอุณหภูมิ 3 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 อุณหภูมิราก 15°ซ

ระดับที่ 2 อุณหภูมิราก 20°ซ

ระดับที่ 3 อุณหภูมิรากปกติ (เฉลี่ย 26.2°ซ)

สถานที่ทำการทดลอง ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ระหว่างเดือน สิงหาคม 2537 ถึง เดือนพฤษภาคม 2539

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลของอุณหภูมิรากต่อการเติบโตของต้นผัก

1.1 อัตราการเติบโตในด้านความสูงของต้น ในช่วงแรกของการเจริญเติบโตไม่มีความแตกต่างกัน แต่ในช่วงเดือน สิงหาคม 2538 ถึง มกราคม 2539 อุณหภูมิรากปกติมีอัตราการเติบโตสูงที่สุด รองมาคืออุณหภูมิราก 20°ซ และมีอัตราการเติบโตมากกว่าที่อุณหภูมิราก 15°ซ (Fig. 1)

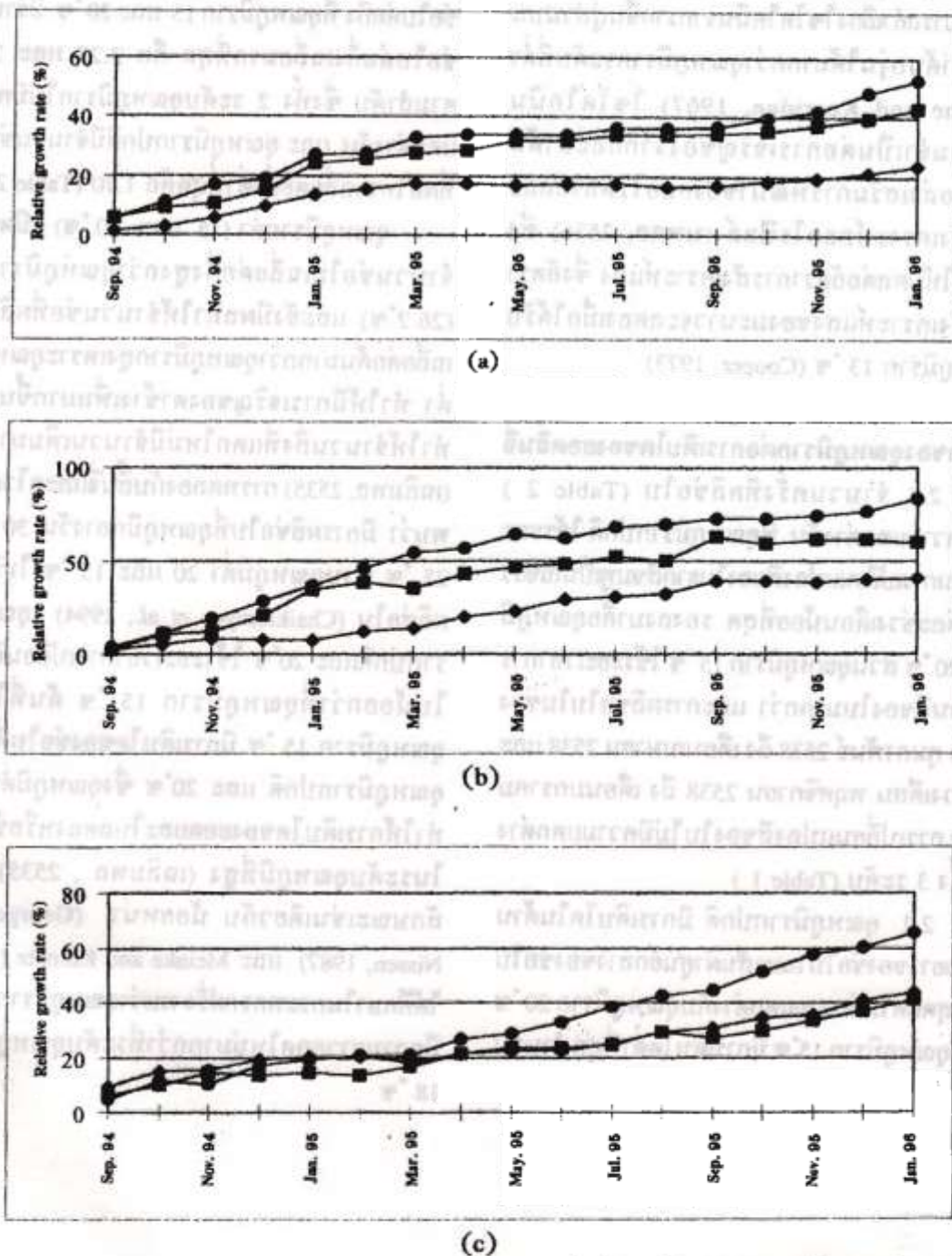
1.2 อัตราการเติบโตในด้านความกว้างของทรงพุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันในช่วงแรกของการทดลอง แต่ในเดือน พฤศจิกายน 2537 ถึง

เดือนมกราคม 2539 อุณหภูมิรากปกติ มีอัตราการเติบโตมากที่สุด รองลงมาคืออุณหภูมิราก 20°ซ มีอัตราการเติบโตใกล้เคียงกับอุณหภูมิรากปกติ และที่ระดับอุณหภูมิราก 15°ซ มีอัตราการเติบโตในด้านความกว้างของทรงพุ่มต่ำที่สุด (Fig. 1)

1.3 อัตราการเติบโตในด้านเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น ทั้ง 3 ระดับอุณหภูมิราก ไม่แตกต่างกัน ในช่วงแรก แต่อัตราการเติบโต ระหว่างเดือน กรกฎาคม 2538 ถึง เดือนมกราคม 2539 อุณหภูมิรากปกติ มีอัตราการเติบโตที่เพิ่มขึ้นในแต่ละช่วงเดือนมากที่สุด ส่วนต้นที่ได้รับอุณหภูมิราก 20° และ 15°ซ มีอัตราการเติบโตไม่แตกต่างกัน (Fig. 1)

1.4 การสะสมน้ำหนักแห้งของใบ กิ่งรวมกับลำต้น ราก และอัตราส่วนระหว่างส่วนเหนือดินต่อรากพบว่าทั้ง 3 ระดับอุณหภูมิรากไม่มีความแตกต่างกัน

อุณหภูมิรากปกติ มีผลทำให้อัตราการเติบโตในแต่ละช่วงเดือนสูงที่สุด รองลงมาคือ อุณหภูมิราก 20° และ 15°ซ ได้ผลเช่นเดียวกับ Menzel et al. (1989) เมื่ออุณหภูมิรากที่ระดับ 27.5°ซ ทำให้ต้นผักพันธุ์ Tai So มีการเติบโตทางด้านกิ่งและใบมากกว่าที่ระดับอุณหภูมิรากต่ำ และได้ผลสอดคล้องกับการทดลองกับมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ (พาวัน, 2535) ซึ่งอุณหภูมิมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์อยู่ในช่วง 25 ถึง 34°ซ ถ้าอุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไปมีผลทำให้อัตราเร็วของปฏิกิริยาจะลดลง (สมบุญ, 2538) อุณหภูมิรากที่ต่ำมีผลทำให้ อัตราการดูดน้ำและธาตุอาหาร การเคลื่อนที่ของน้ำและธาตุอาหารภายในรากและลำต้นของพืชลดลง และลดกิจกรรมเมตาโบลิซึมต่างๆ ภายในเซลล์พืชให้ดำเนินกิจกรรมไปได้ช้ากว่าอุณหภูมิรากปกติ (Kramer, 1969 ; Cooper, 1973) อุณหภูมิราก



Root tem. 12 °C (♦) 20 °C (■) Normal ($\bar{X}$ = 26.2 °C) (●)

Fig. 1 Growth and development of Lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) cv. Jakrapad during August 1994 to January 1996 (a = height of stem b = canopy width c = stem diameter)

สูงสามารถลำเลียงไซโตไคนินจากรากขึ้นสู่ส่วนบนของลำต้นอ่อนได้มากกว่าอุณหภูมิรากระดับที่ต่ำ (Skene and Keeridge, 1967) ไซโตไคนินมีความจำเป็นต่อการเจริญของรากและลำต้นยังช่วยส่งเสริมการพัฒนาของคลอโรพลาสต์และการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ (นพดล, 2536) ซึ่งจะทำให้มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์แสง ซึ่งอัตราการสังเคราะห์แสงของมะนาวจะลดลงเมื่อได้รับอุณหภูมิราก 13 °ซ (Cooper, 1973)

2. ผลของอุณหภูมิรากต่อการเติบโตของยอดต้นจี่

2.1 จำนวนครั้งที่ผลิข้อใบ (Table 2) ไม่มีความแตกต่างกัน ที่อุณหภูมิรากปกติ ใช้ระยะเวลาในการเปลี่ยนแปลงสีของใบจากสีชมพูเป็นสีเขียวในแต่ละช่วงเดือนน้อยที่สุด รองลงมาคืออุณหภูมิราก 20 °ซ ส่วนอุณหภูมิราก 15 °ซ ใช้ระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงสีของใบมากกว่า และการผลิข้อใบในช่วงเดือน กุมภาพันธ์ 2538 ถึง เดือนเมษายน 2538 และในช่วงเดือน พฤศจิกายน 2538 ถึง เดือนมกราคม 2539 การเปลี่ยนแปลงสีของใบไม่มีความแตกต่างกันทั้ง 3 ระดับ (Table 1)

2.2 อุณหภูมิรากปกติ มีการเติบโตในด้านความยาวของข้อใบ และเส้นผ่าศูนย์กลางของข้อใบ สูงที่สุดแต่ไม่มีความแตกต่างกับอุณหภูมิราก 20 °ซ ส่วนอุณหภูมิราก 15 °ซ มีการเติบโตต่ำที่สุด จำนวน

ข้อใบต่อกิ่ง ที่อุณหภูมิราก 15 และ 20 °ซ มีจำนวนข้อใบต่อกิ่งเฉลี่ยมากที่สุด คือ 2.22 และ 2.14 ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 2 ระดับอุณหภูมิรากไม่มีความแตกต่างกัน และ อุณหภูมิรากปกติมีจำนวนข้อใบที่ผลิใหม่เฉลี่ยต่อกิ่งต่ำที่สุดคือ 1.70 (Table 2)

อุณหภูมิรากต่ำ (15 และ 20 °ซ) มีผลต่อจำนวนข้อใบเฉลี่ยต่อกิ่งสูงกว่าอุณหภูมิรากสูง (26.2 °ซ) และยังมีผลทำให้จำนวนข้อที่ผลิใหม่เฉลี่ยต่อด้านมากกว่าอุณหภูมิรากสูงเพราะอุณหภูมิ-ต่ำ ทำให้มีการเจริญของตาข้างเพิ่มมากขึ้นมีผลทำให้จำนวนกิ่งที่แตกใหม่มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น (เฉลิมพล, 2535) การทดลองกับต้นจี่และอโวคาโดพบว่า มีการผลิข้อใบที่อุณหภูมิกกลางวัน 30 และ 25 °ซ ส่วนอุณหภูมิต่ำ 20 และ 15 °ซ ไม่มีการผลิข้อใบ (Chaikiattiyos et al., 1994) อุณหภูมิรากปกติและ 20 °ซ ใช้ระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงสีของใบน้อยกว่าที่อุณหภูมิราก 15 °ซ ต้นที่ได้รับอุณหภูมิราก 15 °ซ มีการเติบโตของข้อใบต่ำกว่าอุณหภูมิรากปกติ และ 20 °ซ ซึ่งอุณหภูมิต่ำมีผลทำให้การเติบโตของยอดและใบลดลงหรือช้ากว่าในระดับอุณหภูมิที่สูง (เฉลิมพล , 2535) เป็นลักษณะเช่นเดียวกับ น้อยหน่า (George and Nissen, 1987) และ Meinke and Karnatz (1990) ได้ศึกษาในกระทกรกฝรั่ง พบว่าอุณหภูมิราก 25 °ซ มีความยาวยอดใหม่มากกว่าที่ระดับอุณหภูมิราก 18 °ซ

Table 1 Effects of root temperatures on the change of leaves color during August 1994 to January 1996.

Root temperature (°C)	Aug.-Oct 1994	The periods of leaves change (day)				
		Nov. 1994- Jan. 1995	Feb.-Apr. 1995	May.-Jul. 1995	Aug.-Oct. 1995	Nov. 1995- Jan. 1996
15	23.32 b	31.73 b	19.11	18.34 b	21.30	23.50
20	16.48 a	22.37 a	18.60	17.74 b	-	22.86
26.2	13.32 a	22.23 a	16.45	15.38 a	18.90	20.88
LSD .05	4.08	3.18	NS	1.92	-	NS

*mean within column with different superscripts differ significantly at $P < 0.05$

3. ผลของอุณหภูมิรากต่อการเติบโตของช่อดอก

การออกดอกของต้นอินจิซึ่งเริ่มแทงช่อดอกในช่วงเดือนธันวาคม 2538 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2539

ที่อุณหภูมิราก 15 และ 20 °ซ มีการผลิตช่อดอกสูงที่สุดคือ 45.12 และ 43.12 เปอร์เซ็นต์

ตามลำดับ และอุณหภูมิรากปกติมีการผลิตช่อดอกต่ำที่สุด คือ 9.57 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอัตราส่วนของเพศดอก ไม่มีความแตกต่างกัน และการติดผลที่อุณหภูมิราก 20 และ 15 °ซ มีเปอร์เซ็นต์การติดผลที่ไม่แตกต่างกัน ส่วนอุณหภูมิรากปกติมีเปอร์เซ็นต์การติดผลต่ำที่สุด (Table 2)

Table 2 The growth of new shoot during August 1994 to January 1996 and flower emergence during December 1995 to January 1996.

Root temperature (°C)	Growth of new shoot				Flower emergence		
	Length of shoot (cm.)	Diameter of new shoot (cm.)	Number of new shoot per branch	Number of leaves flushing	Percentage of flower emergence	Sex ratio between perfect folwer+ female folwer : male flower	Percentage of fruit set
15	4.45 b	0.20 b	2.22 a	5.8	45.12 a	1 : 4.88	13.59 a
20	6.34 a	0.22 a	2.14 a	6.0	43.12 a	1 : 7.36	22.08 a
26.2	6.87 a	0.23 a	1.70 b	6.8	9.57 b	1 : 3.18	1.81 b
LSD.05	0.71	0.01	0.20	NS	15.80	NS	8.89

*mean within column with different superscripts differ significantly at $P < 0.05$

เปอร์เซ็นต์การออกดอกของลินจี ระดับ อุณหภูมิรากต่ำ (15 และ 20 °ซ) จะส่งเสริมให้ ลินจีมีการผลิซ่อดอกมากกว่าที่ระดับอุณหภูมิราก สูง (อุณหภูมิรากปกติ) และสภาพอุณหภูมิดินที่สูง มีผลต่อการยับยั้งการสร้างตาออกของลินจี แม้ว่า ดันลินจีได้รับสภาพอากาศเย็น หรืออุณหภูมิต่ำ เพียงพอต่อการชักนำการออกดอก (Menzel and Simpson, 1988) และจากผลการทดลองของ Menzel et al. (1989) ซึ่งได้ผลใกล้เคียงกัน อุณหภูมิรากต่ำ (10 และ 12.5 °ซ) ทำให้ลินจี พันธุ์ Tai so มีการผลิซ่อดอกและอุณหภูมิรากสูง (27.5 °ซ) ทำให้ลินจีมีการออกดอกลดลง แม้ว่า อุณหภูมิยอดจะมีระดับที่ต่ำ และดันลินจีที่ได้รับ อุณหภูมิต่ำกว่า 20 °ซ นานเป็นเวลา 6-8 สัปดาห์ จะทำให้ดันลินจีมีการเจริญทางด้านกิ่งและใบ ลดลง และมีการเจริญในด้านส่วนสืบพันธุ์เพิ่มขึ้น (Menzel and Simpson, 1988) อุณหภูมิรากต่ำ (15 และ 20 °ซ) มีผลทำให้ส้มโอออกดอกมากกว่าอุณหภูมิราก 28.2 °ซ (ทัศนพันธุ์, 2532) และอัตราส่วนเพศดอกทั้ง 3 ระดับไม่แตกต่างกัน แต่จากการศึกษาของ Menzel and Simpson (1992) พบว่า จำนวนดอกเพศเมียมีจำนวนมากที่อุณหภูมิ 18 °ซ และมีจำนวนดอกเพศเมียลดลงที่อุณหภูมิ 23 °ซ ในด้านเปอร์เซ็นต์การติดผลของลินจี ที่อุณหภูมิราก 20 และ 15 °ซ มีเปอร์เซ็นต์ การติดผลสูงกว่าอุณหภูมิรากปกติ (Table 2) เช่นเดียวกับการทดลองในส้มโอพันธุ์ทองดี (ทัศนพันธุ์, 2532)

4.ปริมาณธาตุอาหารไนโบ

ปริมาณธาตุอาหารไนโบของลินจีเมื่อสิ้นสุด การทดลอง ได้ผลว่าที่ อุณหภูมิรากปกติมีปริมาณ ไนโตรเจนไนโบเฉลี่ยสูงที่สุด อุณหภูมิราก 20 และ 15 °ซ มีปริมาณไนโตรเจนไนโบเฉลี่ยไม่ แตกต่างกัน อุณหภูมิรากปกติ และอุณหภูมิราก 20 °ซ มีปริมาณฟอสฟอรัสไนโบไม่แตกต่าง และ อุณหภูมิราก 15 °ซ มีปริมาณฟอสฟอรัสต่ำที่สุด ปริมาณโปแตสเซียมไนโบ ทั้ง 3 ระดับไม่มีความ แตกต่างกัน (Table 3)

เมื่อระดับอุณหภูมิรากเพิ่มสูงขึ้นมีผลทำให้ ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม ไนโบเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับจากการทดลองของ Menzel et al. (1989) ทดลองกับลินจีพันธุ์ Tai So โดยอุณหภูมิรากต่ำมีผลทำให้อัตราการดูดน้ำและ อัตราการดูดธาตุอาหารของพืชลดลง สภาพ อุณหภูมิรากต่ำมีผลทำให้การเคลื่อนที่ของน้ำและ ธาตุอาหารในดินพืชลดลง (Kramer, 1969 ; Cooper, 1973) ได้มีผู้ทำการทดลองกับกระทรก ฝรั่ง (Menzel et al., 1994) มีผลเช่นเดียวกัน โดย อุณหภูมิรากต่ำมีผลทำให้การเคลื่อนที่ของธาตุ อาหารในพืชลดลง อุณหภูมิรากมีผลทำให้ปริมาณ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสไนโบลดต่ำลง ซึ่ง ไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในส่วนโครงสร้างของคลอโรฟิลล์ และฟอสฟอรัสมีบทบาทที่ สำคัญต่อกระบวนการเมตาโบลิซึมของพลังงาน (สมบุญ, 2538 ; Cooper, 1973 ; Skene and Kerridge, 1967)

Table 3 Effects of root temperature on nutrient content of the leaves.

Root temperature (°C)	Nutrient content of the leaves (percentage of dry matter)		
	Nitrogen	Phosphorus	Potassium*
15	1.6174 b	0.2980 b	0.8100
20	1.7357 b	0.3900 a	0.8375
26.2	2.1687 a	0.3960 a	0.8400
LSD.05	0.4230	0.0690	NS

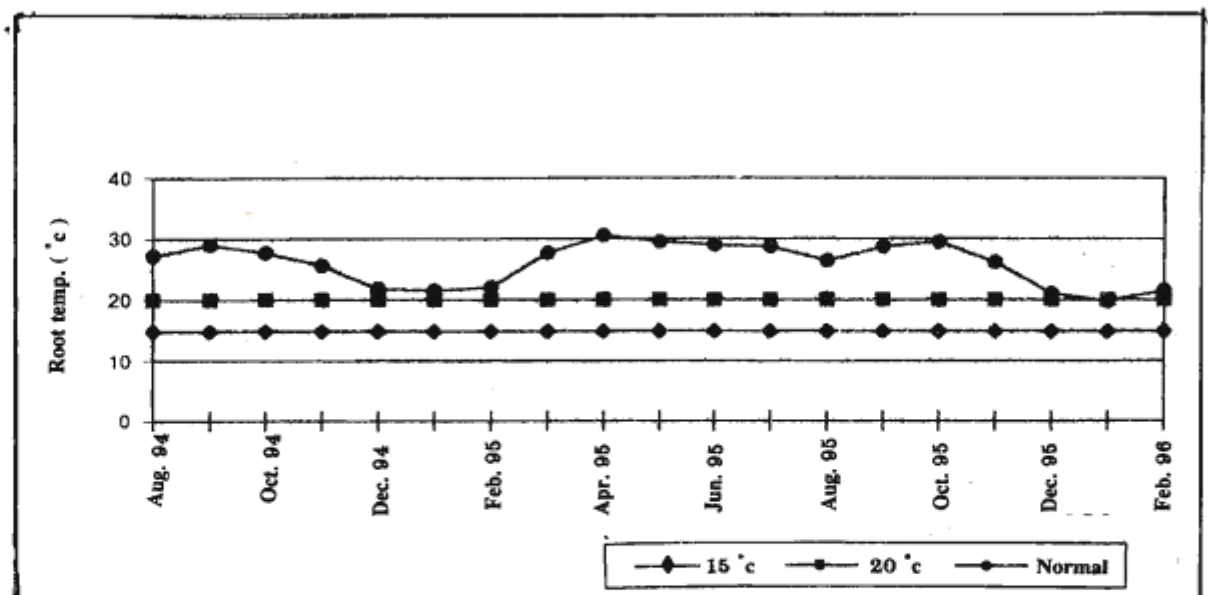
*mean within column with different superscripts differ significantly at $P < 0.05$

สรุปผลการทดลอง

อุณหภูมิรากสูงมีผลทำให้อัตราการเติบโตทางด้านความสูงของต้น ความกว้างของทรงพุ่ม และ เส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นสูงกว่าอุณหภูมิรากต่ำ แต่อุณหภูมิรากไม่มีผลต่อการสะสมน้ำหนักแห้งของต้นต้นจี้ ส่วนการเติบโตของข้อใบ อุณหภูมิรากที่สูงมีผลต่อการผลิตข้อใบ และการ

เติบโตของข้อใบสูงกว่าอุณหภูมิรากต่ำและอุณหภูมิรากต่ำมีผลทำให้จำนวนข้อใบต่อกิ่งมากกว่าอุณหภูมิรากสูง

อุณหภูมิรากต่ำมีผลทำให้มีการผลิตข้อดอก และการติดผลที่สูงกว่าอุณหภูมิรากสูง และปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน อุณหภูมิรากที่เพิ่มสูงขึ้น ทำให้มีปริมาณธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในใบต้นจี้เพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณโปแตสเซียม ไม่แตกต่างกัน

**Fig. 2** Chang of root temperature during the experiment

เอกสารอ้างอิง

- เฉลิมพล แชมเพชร. 2535. สรีรวิทยาการผลิพืชไร่. ภาควิชาพืชไร่. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย เชียงใหม่ เชียงใหม่. 188 น.
- ทัศนพันธ์ กุศลสถิตย์. 2532. ผลของอุณหภูมิราก ที่มีต่อการเจริญเติบโตของส้มโอ. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัย เชียงใหม่ เชียงใหม่. 72 น.
- นพดล จรัสสัมฤทธิ์. 2536. สอโรมันพืชและสาร ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช. สหมิตรออฟเซต กรุงเทพฯ. 124 น.
- หาวิณ มะโนชัย. 2535. ผลกระทบของอุณหภูมิราก ที่มีต่อการเจริญเติบโตของมะม่วง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่. 116 น.
- สมบุญ เตะะภิญญาวัฒน์. 2538. สรีรวิทยาของพืช. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 203 น.
- Batten, J.D. and E.Lahav. 1981. The effect of temperature on growth and nutrient uptake in three litchi varieties. Res. Rep. Trop. Fr. Res. Sta., Alstonville, N.S.W. pp. 37-38.
- Chaikiattiyos, S. C., M.Menzel and T.S.Rasmussen. 1994. Floral induction in tropical fruit trees : Effect of temperature and water supply. J. Hort. Sci. 69 : 397-415.
- Cooper, A.J. 1973. Root Temperature and Plant Growth. Commonwealth Agricultural Bureaux , Farnham Royal. 73 p.
- George, A.P. and R.J.Nissen. 1987. The effects of root temperature on growth and dry matter production of Annona species. Scientia Hort. 31 : 95-99.
- Hoagland, D.R. and D.I.Arnon. 1952. The Water Culture Method for Growing Plants without Soil. California Agricultural Experimental Station , Bulletin No.147.
- Kramer, P.J. 1969. Root and Root Growth in Plant and Soil Water Relationships. McGraw-Hill Book Company , New York. pp. 104-148.
- Meinke, H. and A.Karnatz.1990. Influence of air and soil temperature on grafted and self-rooted *Passiflora* hybrids. Scientia Hort. 43 : 237-246.
- Menzel, C.M. 1983. The control of floral initiation in lychee : a review. Scientia Hort. 21 : 201-215.
- Menzel, C.M. and D.R.Simpson.1988. Effect of root and shoot temperature on growth and flowering of lychee. Maroochy Hort. Res.Sta.Report No. 5.p 69.
- Menzel, C.M. and D.R.Simpson.1992. Flowering and fruit set of lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) in subtropical Queensland. Aust. J. Expt. Agr. 32 : 105-111.
- Menzel, C.M. , D.W. Turner , V.J. Doogan and D.R.Simpson.1994. Root shoot interaction in passionfruit (*Passiflora* sp.) under the influence of changing root volumes and soil temperatures. J.Hort.Sci. 69(3) : 553-564.
- Menzel, C.M. , T.S.Rasmussen and D.R.Simpson. 1989. Effect of temperature and leaf water stress on growth and flowering of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.). J. Hort. Sci. 64(6) : 739-752.
- Skene, K.G.M. and G.H.Kerridge.1967. Effect of root temperature on cytokinin activity in root exudate of *Vitis vinifera* L. Plant Physiol. 42 : 1131-1139.