

ผลของโปแตสเซียมคลอเรตต่ออัตราการสังเคราะห์แสง
ปริมาณคาร์โบไฮเดรตและไนโตรเจนในลำไย

Effect of Potassium Chlorate on Rate of Photosynthesis
Carbohydrate and Nitrogen Content of Longan

ดารณี เกียรติสกุล¹ และ ตระกูล ต้นสุวรรณ¹

Darane Kiatsakun¹ and Tragool Tunsuwan¹

Abstract: Effect of potassium chlorate on rate of photosynthesis, carbohydrate and nitrogen content of longan were conducted on November, 2000 at the Faculty of Agriculture, Chiang Mai University. One year old propagated longans var. Dor were grown with fine sand in 12 inches diameter pot. The data were collected for four consecutive weeks after treatments. The result revealed that there were no flower in untreated plants. On the other hand, the flowering was observed in the treated plants after 18 days. The photosynthetic rate and chlorophyll content in mature leaves were not differ from control. However, the total non structural carbohydrate (TNC), reducing sugar (RS), total nitrogen (TN) and C:N ratio in shoots were significant difference. The correlation coefficient (r) between TNC, RS and TN in root, leaf and shoot were also different among treated and untreated plants.

¹ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

¹ Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

บทคัดย่อ : การศึกษาผลของโปแตสเซียมคลอไรด์ที่มีต่ออัตราการสังเคราะห์แสง ปริมาณคาร์โบไฮเดรตและไนโตรเจนของลำไย เมื่อเดือนพฤศจิกายน 2543 ที่คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ กับลำไยพันธุ์ดอตันกิ่งตอนอายุ 1 ปี ปลูกในกระถางขนาด 12 นิ้ว บรรจุด้วยทรายละเอียด บันทึกผลการทดลองสัปดาห์ละครั้ง รวม 4 สัปดาห์หลังการติดสารเทียบกับต้นที่ไม่ใส่สารซึ่งพบว่าไม่ออกดอก แต่ต้นที่ใส่สารสามารถสังเกตเห็นตาดอกในวันที่ 18 ของการทดลอง การวัดอัตราการสังเคราะห์แสงและปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับต้นที่ไม่ใส่สาร แต่ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง (TNC) น้ำตาลรีดิวซ์ (RS) ปริมาณไนโตรเจน (TN) และ C:N ratio ในยอดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อหารระดับความสัมพันธ์ (r) ระหว่าง TNC RS และ TN ในส่วนราก ใบ และยอด พบว่ารูปแบบของความสัมพันธ์ของต้นที่ใส่สารแตกต่างจากต้นที่ไม่ใส่สาร

Index words: คาร์โบไฮเดรต ดอกลำไย ไนโตรเจน อัตราการสังเคราะห์แสง โปแตสเซียมคลอไรด์

carbohydrate, *Euphoria longana* Lam., Longan, , nitrogen, photosynthetic rate, potassium chlorate

กานำ

ลำไย (*Euphoria longana* Lam.) เป็นไม้ผลเขตกึ่งร้อนต้องการอุณหภูมิต่ำประมาณ 15-20° ซ. เป็นเวลานาน 2-4 สัปดาห์เพื่อกระตุ้นการออกดอก เมื่อลำไยไม่ได้รับอุณหภูมิที่ต่ำพอจะไม่ออกดอกหรือออกดอกน้อย (รวี, 2542) ปัจจุบันเกษตรกรหันมานิยมใช้สารโปแตสเซียมคลอไรด์ ($KClO_3$) ในการบังคับให้ลำไยออกดอก โปแตสเซียมคลอไรด์เมื่อละลายน้ำจะแตกตัวให้โปแตสเซียมไอออน (K^+) และอนุมูลคลอไรด์ไอออน (ClO_3^-) (ชนะชัย, 2542) คลอไรด์เป็นสารตั้งต้น (substrate) ของเอนไซม์ Nitrate reductase (NR) โดยคลอไรด์จะถูกรีดิวซ์ไปเป็นคลอไรต์ (ClO_2^-) และไฮโปคลอไรต์ (ClO^-) ซึ่งเป็นพิษต่อทุกเซลล์ของพืช แม้ไนเตรทและคลอไรด์จะใช้เอนไซม์ตัวเดียวกันนี้แต่เอนไซม์ NR มีแนวโน้มจะกระตุ้นการรีดิวซ์ไนเตรทได้ดีกว่าคลอไรด์ เนื่องจากค่า K_m (Michaelis Menten constant) ของคลอไรด์สูงกว่าไนเตรท 50-100 เท่า (LaBrie *et al.*, 1991) มีการตั้งสมมุติฐานว่าโปแตสเซียมคลอไรด์กระตุ้นการออกดอกของลำไยได้ อาจเนื่องมาจาก

ที่ให้รากลำไยบางส่วนตายการดูดไนโตรเจนจากดินของพืชจะลดลง ส่งผลให้ระดับคาร์โบไฮเดรตต่อไนโตรเจนสูงขึ้น มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจากตาใบเป็นตาดอก (รวี, 2542) Coruzzi and Bush (2001) ได้รายงานไว้ว่า C:N ratio สำคัญต่อการควบคุม Nitrogen metabolite gene ซึ่งสามารถกระตุ้นให้เกิดกิจกรรมหลายอย่างในพืชได้ การศึกษาการเปลี่ยนแปลง C:N ratio ในใบเงาะพบว่าเมื่อ C:N ratio ในใบสูงขึ้นจนถึง 4.5-4.6 จะทำให้เงาะออกดอก (กวิศร์และคณะ, 2533) แต่การศึกษาในมะม่วงที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิกลางวัน / กลางคืนตั้งแต่ 15/10° ซ. ไปจนถึง 30/25° ซ. พบว่าไม่มีข้อมูลชี้แสดงว่าปริมาณแป้งที่สูงขึ้นในกิ่งจะกระตุ้นการออกดอกได้ (Whiley *et al.*, 1989) อย่างไรก็ตามมีหลายพืชที่คาร์โบไฮเดรตเกี่ยวข้องกับการออกดอก เช่นในพืชวันยาว *Sinapsis alba* จะพบปริมาณซูโครสใน meristem สูงขึ้นภายใน 16 ชั่วโมงหลังจากได้รับการกระตุ้นด้วยแสงนาน 10 ชั่วโมง เป็นเวลา 1 วัน และสังเกตเห็น floral primordia เกิดขึ้นในวันที่ 2 ของการได้รับแสงวันยาว (Bernier *et al.*, 1993) ใน *Arabidopsis thaliana* ซึ่งเป็นพืชวันยาวเช่นกัน Tien-Shin *et al.* (2000) รายงานว่าต้นที่เป็น *pgi-1*

(phospho-glucose isomerase) mutant จะไม่สามารถสร้างแป้งที่ใบได้ทำให้ออกดอกช้ากว่า wild type ในช่วงวันสั้นแต่ถ้านำไปเลี้ยงในอาหารที่มีซูโครส กลูโคส หรือ ฟรุคโทส 1% (น้ำหนัก/ ปริมาตร) ทำให้ออกดอกได้เร็วขึ้น โดยออกดอกพร้อม wild type

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของโปแตสเซียมคลอไรด์ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และไนโตรเจนในรากใบและยอด และอัตราการสังเคราะห์แสงในรอบวัน ที่อาจมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเกิดตาดอกของลำไย

อุปกรณ์และวิธีการ

ลำไยพันธุ์คอกกึ่งตอนอายุ 1 ปี ปลูกลงในกระถางขนาด 12 นิ้วที่บรรจุทรายละเอียด ใส่โปแตสเซียมคลอไรด์ในอัตรา 0.05 g/ ต้น เปรียบเทียบกับต้นที่ไม่ใส่สาร วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก (RCB) 3 ซ้ำ แต่ละหน่วยทดลองประกอบด้วยลำไย 3 ต้น เก็บข้อมูลทุกสัปดาห์เป็นเวลา 4 สัปดาห์ติดต่อกันหลังราดสาร หาปริมาณ TNC และ reducing sugar ในยอด ใบและรากโดยดัดแปลงจากวิธีของ Nelson และหาปริมาณ TN โดยดัดแปลงจากวิธีของ Kjeldahl ส่วนที่ใบวัดอัตราการสังเคราะห์แสงและ stomatal conductance โดยเครื่อง Licor รุ่น Li 6200 และหาปริมาณคลอโรฟิลล์โดยวิธีของ Witham

ผลการทดลอง

การทดลองเปรียบเทียบการใส่โปแตสเซียมคลอไรด์กับลำไยที่ไม่ใส่สารพบว่า ต้นที่ไม่ใส่สารไม่ออกดอก แต่ต้นที่ใส่สารสามารถสังเกตเห็นตาดอกด้วยตาเปล่าในวันที่ 18 หลังราดสารเมื่อตรวจ-

สอบ cross section ของยอดและตาข้างด้วยกล้องจุลทรรศน์ในสัปดาห์ที่ 2 หรือ 14 วันของการทดลอง ยังไม่พบว่ามีารสร้างตาดอก ดังนั้นการเก็บข้อมูลในสัปดาห์ที่ 1 และ 2 จึงเป็นข้อมูลก่อนการสร้างตาดอก อัตราการสังเคราะห์แสงจะสูงในช่วงเช้าเวลาประมาณ 08.00 น. และลดลงในช่วง 10.00 น. หลังจากนั้นอัตราการสังเคราะห์แสงจะลดลงเรื่อย ๆ บางครั้งมีค่าติดลบทั้งนี้อาจเป็นเพราะอัตราการสังเคราะห์แสงที่ได้วัดจากการลดลงของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ใน chamber ของเครื่องแอนเน็องมาจากถูกใบนำไปใช้ในการสังเคราะห์แสงต่อหน่วยเวลานั้นเปลี่ยนแปลงไป โดยเมื่ออุณหภูมิในช่วงกลางวันและช่วงบ่ายสูงขึ้นทำให้อัตราการหายใจของใบสูงขึ้นและปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จำนวนมากออกสู่ chamber เมื่อปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ใน chamber ยังคงสูงขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้ค่าอัตราการสังเคราะห์แสงที่วัดได้จากเครื่องเป็นลบ แม้จะยังมีการสังเคราะห์แสงเกิดขึ้นก็ตาม อัตราการสังเคราะห์แสงไม่มีความแตกต่างกันเช่นเดียวกับ stomatal conductance ดังตารางที่ 1 สาเหตุหนึ่งที่ทำให้ให้อัตราการสังเคราะห์แสงไม่แตกต่างกันคือปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบที่สมบูรณ์เต็มที่ที่มีความแตกต่างทางสถิติดังตารางที่ 2 เมื่อวัดค่า electrolyte leakage ของใบเพื่อศึกษาการถูกทำลายของเซลล์ใบเนื่องจากโปแตสเซียมคลอไรด์ก็พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติเช่นกันดังตารางที่ 3 หลังราดสารโปแตสเซียมคลอไรด์พบว่าปริมาณ TNC ในรากของต้นที่ราดสารมีมากกว่าต้นที่ไม่ได้รับสารในสัปดาห์แรกแต่ไม่แตกต่างกันในสัปดาห์ที่ 2 3 และ 4 ส่วนปริมาณ RS และ TN ในรากไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในส่วนของใบพบปริมาณ TNC และ TN ไม่แตกต่างกันแต่ปริมาณ RS ในสัปดาห์ที่ 4 ซึ่งเป็นช่วงที่เกิดช่อดอกแล้วมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับยอดพบความแตกต่าง

Table 1 The photosynthetic rate and stomatal conductance ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) of longan leaves during the day for four weeks (Wk) after KClO_3 application (T2) compared with control (T1).

Week/Time		Photosynthetic rate		Stomatal conductance	
		T1	T2	T1	T2
Wk1	08.00	2.574	1.713	0.354	0.391
	10.00	2.543	2.661	0.065	0.065
	12.00	1.975	1.700	0.088	0.088
	14.00	1.883	1.363	0.102	0.096
	16.00	2.572	1.540	0.095	0.102
Wk2	08.00	3.294	3.142	0.204	0.209
	10.00	1.765	1.327	0.284	0.240
	12.00	0.544	0.307	0.242	0.239
	14.00	0.451	0.269	0.233	0.226
	16.00	0.561	0.699	0.195	0.183
Wk3	08.00	2.768	2.333	0.452	0.439
	10.00	1.301	1.010	0.347	0.341
	12.00	-0.107	-0.171	0.112	0.011
	14.00	0.106	0.289	0.166	0.162
	16.00	-0.061	-0.243	0.199	0.215
Wk4	08.00	1.029	1.056	0.340	0.346
	10.00	0.489	0.379	0.277	0.276
	12.00	0.371	0.482	0.304	0.282
	14.00	-0.076	-0.003	0.173	0.211
	16.00	0.326	0.501	0.213	0.222

ทั้งปริมาณ TNC RS และ TN โดยปริมาณ TNC แตกต่างกันในช่วงสัปดาห์ที่ 2 และ 3 หลังการใส่สารปริมาณ RS แตกต่างกันในช่วงสัปดาห์ที่ 2 และ 4 และ TN ในยอดแตกต่างกันในช่วงสัปดาห์ที่ 4 ดังภาพที่ 1

สำหรับ C:N ratio ในรากและใบของต้นที่ได้รับสารและไม่ได้รับสารไม่มีความแตกต่างกัน แต่ในยอดพบความแตกต่างในช่วงสัปดาห์ที่ 2 และ 4 ดังตารางที่ 4

Table 2 The chlorophyll content of longan leaves at four weeks after KClO_3 application (T2) compared with control (T1).

Weeks	Chlorophyll (mg/g fresh wt.)	
	T1	T2
1	0.890	0.828
2	0.799	0.854
3	0.726	0.749
4	0.836	0.899

Table 3 Electrolyte leakage of longan leaves four weeks after KClO_3 application (T2) compared with control (T1).

Weeks	Electrolyte leakage (%) ^a	
	T1	T2
1	12.64 $\pm$ 1.34	13.52 $\pm$ 2.69
2	15.74 $\pm$ 3.51	12.28 $\pm$ 0.07
3	12.51 $\pm$ 0.30	16.57 $\pm$ 2.01
4	13.11 $\pm$ 0.87	14.03 $\pm$ 0.99

^a Numbers are means $\pm$ standard error.

Table 4 The C:N ratio of shoots, leaves and roots at four weeks after KClO_3 application (T2) compared with control (T1).

Weeks	Roots		Leaves		Shoots	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2
1	4.73	5.91	1.85	1.58	4.94	5.04
2	5.79	6.73	1.67	1.71	5.19 b	6.31 a
3	5.68	6.34	2.25	1.92	4.78	5.37
4	5.61	6.20	2.64	1.99	7.44 a	4.65 b

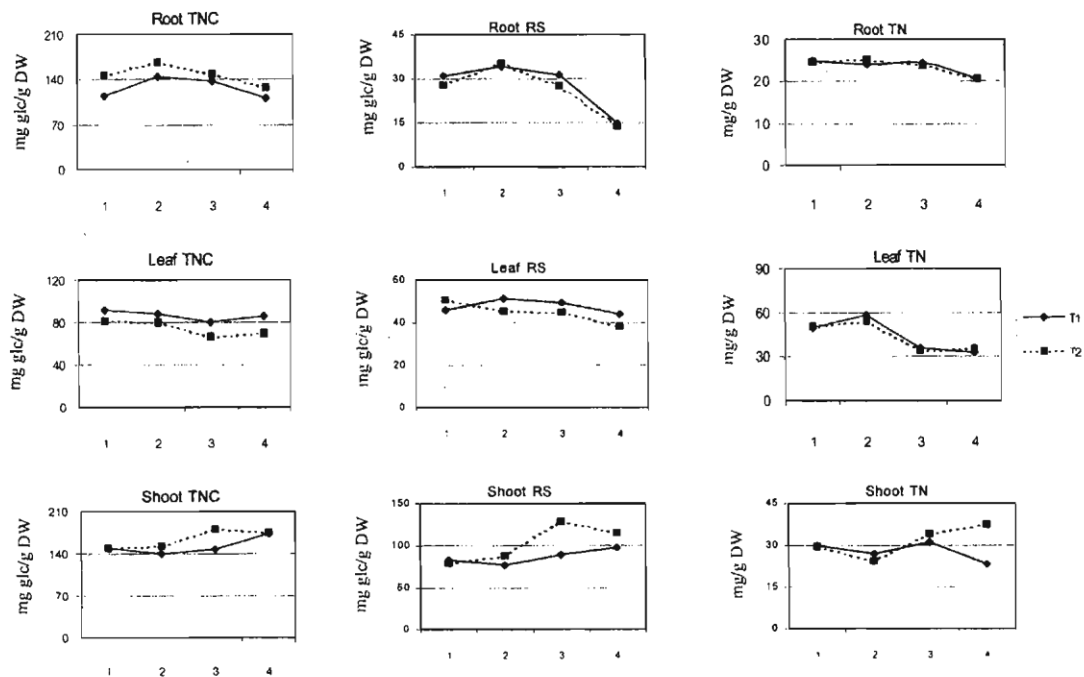


Figure 1 The TNC, RS and TN content in shoots, leaves and roots four weeks after KClO_3 application (T2) compared with control (T1).

ความสัมพันธ์ของคาร์โบไฮเดรตและไนโตรเจนระหว่างส่วนราก ใบ และยอดขณะที่มีการเจริญเติบโตของต้นลำไยที่ได้รับสารโปแตสเซียมคลอเรต (ตารางที่ 6) กับต้นที่ไม่ได้รับสาร (ตารางที่ 5) พบว่าต้นที่ไม่ได้รับ สารมีปริมาณไนโตรเจนในรากสัมพันธ์เชิงบวกกับยอด ($r = 0.8897$) ในขณะที่ปริมาณไนโตรเจนในยอดของต้นที่ได้รับสารมีความสัมพันธ์เชิงลบกับไนโตรเจนในใบและราก ($r = -0.9272$ และ $r = -0.8797$) สำหรับความสัมพันธ์ของ RS จะเหมือนกันโดยระหว่างยอดกับใบและ

รากจะเป็นความสัมพันธ์ในเชิงลบ และ RS ระหว่างใบกับรากเป็นแบบเชิงบวกแต่ความสัมพันธ์ระหว่าง RS ของต้นที่ไม่ได้รับสารมีค่าสูงกว่าต้นที่ได้รับสาร ส่วน TNC พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างยอดกับใบในต้นที่ได้รับสารมีค่าสูงมาก ($r = -0.9954$) แต่เป็นในเชิงลบ ในขณะที่ต้นที่ไม่ได้รับสารแทบไม่มีความสัมพันธ์กัน ($r = -0.0662$) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจน TNC และ RS ในส่วนราก ใบ และยอด มีความแตกต่างกันหลายอย่างดังแสดงในตารางที่ 5 และ 6

Table 5 The correlation coefficients(r) of TNC, RS and TN between root, leaf and shoot of controlled plants.

	Leaf N	Root N	Shoot N	Leaf RS	Root RS	Shoot RS	Leaf TNC	Root TNC	Shoot TNC
Leaf N	1.0000	.6336	.2109	.6357	.7270	-.9516	.6136	.4766	-.7667
		p= .336	p= .789	p= .364	p= .273	p= .048	p= .386	p= .523	p= .233
Root N		1.0000	.8897	.6340	.9570	-.8154	.1395	.5222	-.9210
			p= .110	p= .366	p= .043	p= .185	p= .860	p= .478	p= .079
Shoot N			1.0000	.4413	.7855	-.4721	-.2008	.3964	-.7181
				p= .559	p= .214	p= .528	p= .799	p= .604	p= .282
Leaf RS				1.0000	.8280	-.7853	-.2193	.9800	-.9940
					p= .172	p= .215	p= .781	p= .020	p= .006
Root RS					1.0000	-.9018	.0631	.7326	-.9940
						p= .098	p= .937	p= .267	p= .006
Shoot RS						1.0000	-.3959	-.6466	.9268
							p= .604	p= .353	p= .073
Leaf TNC							1.0000	-.3988	-.0662
								p= .601	p= .934
Root TNC								1.0000	-.7829
									p= .217
Shoot TNC									1.0000

Table 6 The correlation coefficients(r) of TNC, RS and TN between root, leaf and shoot of treated plants.

	Leaf N	Root N	Shoot N	Leaf RS	Root RS	Shoot RS	Leaf TNC	Root TNC	Shoot TNC
Leaf N	1.0000	.7495 p= .251	-.9272 p= .073	.6533 p= .346	.7089 p= .291	-.9448 p= .055	.9669 p= .033	.6817 p= .318	-.9638 p= .036
Root N		1.0000	-.8797 p= .120	.8683 p= .132	.9672 p= .033	-.5787 p= .421	.5958 p= .404	.8837 p= .116	-.6383 p= .362
Shoot N			1.0000	-.6416 p= .358	-.9042 p= .096	.7558 p= .244	-.8009 p= .199	-.9059 p= .094	.7997 p= .200
Leaf RS				1.0000	.7142 p= .286	-.6362 p= .364	.6026 p= .397	.5356 p= .464	-.6734 p= .327
Root RS					1.0000	-.4745 p= .525	.5154 p= .485	.9721 p= .028	-.5403 p= .460
Shoot RS						1.0000	-.9950 p= .005	-.4111 p= .589	.9971 p= .003
Leaf TNC							1.0000	.4723 p= .528	-.9953 p= .005
Root TNC								1.0000	-.4761 p= .524
Shoot TNC									1.0000

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

การใส่โปแตสเซียมคลอไรด์เปรียบเทียบกับไม่ใส่สาร พบว่าต้นที่ใส่สารออกดอกในวันที่ 18 แต่เมื่อศึกษาการสังเคราะห์แสงพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ อาจเป็นเพราะโปแตสเซียมคลอไรด์ที่ให้มามีปริมาณน้อยมากเพียง 0.05 กรัม / กระถางเท่านั้น ทำให้คลอไรด์ที่เกิดขึ้นในพืชมีปริมาณน้อยและ

ไม่มีผลต่อการทำลายคลอโรฟิลล์หรือทำลายเซลล์ต่อเซลล์ได้ โดยดูจากปริมาณคลอโรฟิลล์และค่า electrolyte leakage ที่ไม่แตกต่างจากต้นที่ไม่ได้รับสารจึงส่งผลให้อัตราการสังเคราะห์แสงไม่แตกต่างกัน Desikan *et al.* (2001) ให้ความเห็นว่า เมื่อพืชได้รับความเครียดจากสิ่งมีชีวิตหรือไม่มีชีวิตก็ตามจะมีผลต่อการสะสมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในพืชและสารตัวนี้เองที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณให้พืชได้ปรับเปลี่ยนการทำงานภายในเพื่อสามารถปรับตัวให้

ทนต่อสภาพความเครียดนั้นได้ แต่ในกรณีที่พืชได้รับความเครียดที่มากเกินไปจนเป็นพิษกับพืช พืชก็อาจไม่สามารถปรับตัวให้อยู่รอดได้เช่นลำใบที่ได้รับสารโปแตสเซียมคลอไรด์ในความเข้มข้นที่สูงตั้งแต่ 1 กรัม / กระถาง ขึ้นไปจะสังเกตเห็นอาการใบไหม้ภายใน 3 วัน จากนั้นใบจะร่วงหรืออาจแห้งติดกับดิน (ไม่ได้แสดงข้อมูล) สำหรับปริมาณ TNC ของรากหลังได้รับสารมีแนวโน้มสูงกว่าดินที่ไม่ได้รับสาร โดยเฉพาะในสัปดาห์แรกอาจเป็นเพราะรากบางส่วนที่ได้รับสารอาจได้รับความเสียหายส่งผลให้การเจริญของรากลดลงจึงมีการสะสม TNC เพิ่มขึ้น มีผลให้ RS ของรากในสัปดาห์ที่ 1 ของดินที่ได้รับสารมีปริมาณน้อยกว่าดินที่ไม่ได้รับสาร ปริมาณไนโตรเจนในรากค่อนข้างสม่ำเสมอและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอาจเนื่องจากไนโตรเจนที่รากพืชดูดเข้าไปส่วนใหญ่จะถูกส่งต่อไปรีดิคัลที่ใบทันที สำหรับปริมาณ TNC ในใบไม่มีความแตกต่างกันอาจเนื่องจากใบเป็นแหล่งสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรตแล้วส่งออกไปยังส่วนอื่น ๆ ของพืช ไม่ได้เก็บสะสมไว้ทำให้ปริมาณ TNC ในใบมีน้อยกว่าในยอดและราก นอกจากนั้นในช่วงสัปดาห์ที่ 4 ของดินที่ได้รับสาร จะเกิดช่อดอกที่ยอดอาจส่งผลให้มีการเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรตออกจากใบไปสู่ยอดมากขึ้นทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคาร์โบไฮเดรตให้อยู่ในรูป RS โดยเฉพาะกลูโคสและฟรุคโทสเพื่อรวมตัวกันเป็นซูโครสซึ่งเป็นน้ำตาลในรูป non reducing พร้อมทั้งเคลื่อนย้ายออกจากใบ ทำให้ปริมาณ RS ในใบลดลงเมื่อเทียบกับดินที่ไม่ได้รับสารขณะที่ปริมาณไนโตรเจนในใบลดลงหลังสังเกตเห็นช่อดอกในสัปดาห์ที่ 3 และช่อดอกในสัปดาห์ที่ 4 เนื่องจากถูกยอดดึงไปใช้เพื่อการเจริญเติบโตของช่อดอกทำให้ปริมาณไนโตรเจนของยอดในสัปดาห์ที่ 4 สูงกว่าดินที่ไม่ได้รับสารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติดังที่ Kramer (1983) ได้กล่าวว่า

เนื้อเยื่อใหม่ของพืชจะเป็นแหล่งที่ต้องการไนโตรเจนสูงเนื่องจากไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของเอนไซม์แทบทุกชนิด ปริมาณของ TNC ในยอดของดินที่ได้รับสารเริ่มสูงขึ้นในสัปดาห์ที่ 2 ซึ่งเป็นช่วงก่อนเห็นช่อดอกและเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 3 เช่นเดียวกับ RS ที่เริ่มสูงขึ้นในสัปดาห์ที่ 2 อาจเป็นเพราะปริมาณน้ำตาลมีผลต่อการออกดอกของพืชบางชนิด (Tien-Shin *et al.*, 2000) ปริมาณ C:N ratio ในรากและใบไม่แตกต่างกัน แต่ในยอดในสัปดาห์ที่ 2 ค่า C:N ratio ของดินที่ได้รับสารมีมากกว่าดินที่ไม่ได้รับสารอย่างมีนัยสำคัญอาจเป็นเพราะช่วงก่อนออกดอกยอดจะหยุดการเจริญเติบโต ทำให้ปริมาณไนโตรเจนในยอดลดลงเล็กน้อยทำให้สัดส่วนของคาร์โบไฮเดรตต่อไนโตรเจนสูง ส่วน C:N ratio ที่ลดลงในสัปดาห์ที่ 4 ของดินที่ได้รับสารก็เพราะช่อดอกมีการดึงไนโตรเจนมาใช้สูง

ความสัมพันธ์ของปริมาณ TNC RS และ TN ในส่วนของราก ใบและยอด ระหว่างดินที่ได้รับสารและดินที่ไม่ได้รับสารโปแตสเซียมคลอไรด์พบว่ามีความแตกต่างกัน โดยไนโตรเจนในยอดของดินที่ไม่ได้รับสารมีความสัมพันธ์ทางบวกกับไนโตรเจนในราก ($r = .8897$) แต่ในดินที่ได้รับสารไนโตรเจนในยอดจะมีความสัมพันธ์ในทางลบอย่างมากกับไนโตรเจนทั้งในใบและราก ($r = -.9272$ และ $-.8793$ ตามลำดับ) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะยอดเป็นแหล่งที่ใช้อาหารอย่างรุนแรง (strong sink) เมื่อยอดดึงไนโตรเจนไปใช้มากทำให้ปริมาณไนโตรเจนในส่วนอื่นลดลง TNC ที่ยอดมีความสัมพันธ์ทางลบพอสมควรกับใบในดินที่ได้รับสาร ($r = -.7829$) แต่จะมีค่ามากขึ้นเมื่อได้รับสาร ($r = -.9953$) แสดงให้เห็นว่ายอดดึงคาร์โบไฮเดรตมาจากใบมากขึ้นเมื่อเกิดดอก ส่วน RS ในยอดของดินที่ไม่ได้รับสารมีความสัมพันธ์เชิงลบกับรากและใบมากคือ $r = -.9018$ และ $-.7853$ ตามลำดับ แต่ในดิน

ได้รับสารมีความสัมพันธ์กันไม่มากอาจเป็นเพราะ RS ในยอดมีปริมาณที่สูงกว่าต้นที่ไม่ได้รับสารเนื่องจากเป็นส่วนที่มีการเจริญสูงคือมีการเจริญของช่อดอกในขณะที่ RS ในใบและรากไม่ต่างกัน สำหรับความสัมพันธ์ระหว่าง TNC RS และ TN พบว่าในโตรเจนทั้งในราก ใบ และยอด ของต้นที่ได้รับสารมีความสัมพันธ์ทั้งทางบวกและลบกับ TNC และ RS มากกว่าต้นที่ไม่ได้รับสารอาจเป็นเพราะในโตรเจนมีความสำคัญต่อต้นที่มีการเจริญเติบโตเช่นต้นที่มีการออกดอก

เอกสารอ้างอิง

- กวิศร์ วานิชกุล และคณะ, 2533. ผลของปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีต่อปริมาณคาร์โบไฮเดรต ในโตรเจนในใบและการเกิดช่อดอกของเงาะโรงเรียน. วารสารเกษตรศาสตร์(วิทย์.) 24: 8-15.
- ธนชัย พันธุ์เกษมสุข. 2542. ลำไยกับสารประกอบคลอเรต. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ 53 หน้า.
- รวี เสริมศักดิ์. 2542. การออกดอกของลำไยและการใช้สารบังคับ. เกษตรเกษตร 23(4): 88-96.
- Bernier, G., A. Havelange, C. Houssa, A. Petitjean, and P. Lejeune. 1993. Physiological signals that induce flowering. *Plant Cell*. 5: 1147-1155.
- Coruzzi, G. and D. R. Bush. 2001. Nitrogen and carbon nutrient and metabolite signaling in plants. *Plant Physiol*. 125: 61-64.
- Desikan, R., R. A-H. Mackerness, J. T. Hancock and S. J. Neill. 2001. Regulation of Arabidopsis Transcriptome by oxidative stress. *Plant Physiol*. 127: 159-172.
- Garcia -Luis, -A., -F. Forres and J. L. Guardiola. 1995. Leaf carbohydrates and flower formation in citrus. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 120(2): 222-227.
- Kramer, J. P. 1983. *Water Relations of Plants*. Academic Press, INC., USA. 489 pp.
- LaBrie, S. T., J. Q. Wilkinson and N.M. Crawford. 1991. Effect of chlorate treatment on nitrate reductase and nitrate reductase gene expression in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Physiol*. 97: 873-879.
- Menzel, C. M., T. S. Rasmussen and D. R. Simpson. 1995. Carbohydrate reserves in lychee trees (*Litchi chinensis* Sonn.). *J. Horticulture Science*. 70(2): 245-255.
- Tien-Shin, Yu., *et al.* 2000. Mutation of Arabidopsis plastid phosphoglucose isomerase affects leaf starch synthesis and floral initiation. *Plant Physiol*. 123: 319-326.
- Waisel, Y., A. Eshel and U. Kafkafi. 1996. *The Roots: The Hidden Half*. Maral Dekker, Inc., New York. 1002 p.
- Whiley, A. W., T.S. Rasmussen, J.B. Saranah and B. N. Wolstenholme. 1989. Effect of temperature on growth, dry matter production and starch accumulation in ten mango (*Mangifera indica* L.) cultivars. *J. Horticulture Science*. 64(6): 753-735.
- Yamanishi, O. K. 1995. Trunk strangulation and winter heating effects on carbohydrate level and its relation with flowering, fruiting and yield of 'Tosa Buntan' pummelo grown in a plastic house. *J. Hort. Science*. 70(1): 85-95.