

# การตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานของส้มเขียวหวาน (*Citrus reticulata* Blanco) ดิพลอยด์ และเตตราพลอยด์ The Morphological Characterization of Diploid and Tetraploid Tangerine (*Citrus reticulata* Blanco)

สุนทรีย์ สุรสร<sup>1\*</sup>  
Suntaree Surson<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จ.สกลนคร 47000

<sup>1</sup> Faculty of Agriculture Technology, Sakon Nakhon Rajabhat University, Sakon Nakhon, 47000 Thailand

รับเรื่อง: มิถุนายน 2559

Received: June 2016

รับตีพิมพ์: พฤศจิกายน 2559

Accepted: November 2016

\* Corresponding author: sun\_dawn990@hotmail.com

**ABSTRACT:** The study aimed to characterize the induced tetraploid tangerine and diploids tangerine plant. Morphological characterization revealed that the values of internode length, leaf width, leaf weight/area and leaf length of the tetraploid tangerine were significantly greater than those of the diploid. In contrast, the leaf number, leaf index and stoma density of the tetraploid tangerines were significantly less than those of diploid.

**Keywords:** Tangerine, tetraploid, leaf index, growth rate, stomatal characteristics

Agricultural Sci. J. (2017) Vol. 48(1): 100–107

ว. วิทย. กษ. (2560) 48(1): 100–107

## บทคัดย่อ

การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบส้มเขียวหวานที่ถูกชักนำให้เป็นเตตราพลอยด์กับต้นส้มเขียวหวานที่เป็นดิพลอยด์ ซึ่งจากการศึกษาเปรียบเทียบ พบว่า ความยาวปล้อง ความกว้างใบ น้ำหนัก/พื้นที่ใบ และความยาวของปากใบของต้นเตตราพลอยด์มีค่ามากกว่าดิพลอยด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จำนวนใบ ดัชนีใบ และความหนาแน่นของปากใบของต้นเตตราพลอยด์มีค่าน้อยกว่าต้นดิพลอยด์

**คำสำคัญ:** ส้มเขียวหวาน, เตตราพลอยด์, ดัชนีใบ, อัตราการเจริญเติบโต, ลักษณะปากใบ

## บทนำ

ส้มในกลุ่มแมนดารินเป็นส้มที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ นิยมปลูกเป็นการค้าในหลายประเทศทั่วโลก โดยจีน และบราซิลเป็นผู้ผลิตหลัก (Dutt *et al.*, 2010) และส้มเขียวหวาน (*Citrus reticulata* Blanco) จัดเป็นส้มในกลุ่มแมนดารินเช่นกัน ในปัจจุบันตลาดทั่วโลกมีความต้องการส้มในกลุ่มนี้ที่มีลักษณะไร้เมล็ดมากขึ้น และได้มีความพยายามในการผลิตส้มพันธุ์ที่ได้รับความนิยมอยู่ในปัจจุบันให้เป็นส้มไร้เมล็ด ในปัจจุบันนี้หลายแนวทางในการปรับปรุงให้ส้มมีลักษณะไร้เมล็ด เช่น วิธีการคัดเลือกพันธุ์ส้มที่มีชุดโครโมโซมเป็นทรินพลอยด์ (triploid ; 3x) ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติจากลูกหลานที่เกิดจากการผสมข้ามระหว่าง

ส้มเขียวหวานที่มีชุดโครโมโซมเป็นดิพลอยด์ วิธีการคัดเลือกเซลล์ที่มีความผันแปรในสภาพปลอดเชื้อ การรวมโปรโตพลาสต์ของเซลล์ร่างกายที่เป็นดิพลอยด์ (diploid) กับแฮพลอยด์ (haploid) การผสมข้ามชุดโครโมโซมระหว่างต้นพ่อแม่ที่เป็นดิพลอยด์กับเตตราพลอยด์ และการดัดแปลงพันธุกรรม เป็นต้น (Wu and Moony, 2002) นอกจากนี้ยังพบว่า มีต้นส้มไร้เมล็ดที่เกิดจากการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์โดยการฉายรังสีอีกด้วย

วิธีการผสมข้ามระหว่างต้นพ่อแม่ที่เป็นดิพลอยด์กับเตตราพลอยด์เพื่อสร้างส้มลูกผสมทรिพลอยด์ (triploid) ไร้เมล็ดนับว่าเป็นวิธีการได้รับความนิยมมากเนื่องจากเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด (Zhang *et al.*, 2007) และเคยมีรายงานว่าการผสมข้ามระหว่างดิพลอยด์และเตตราพลอยด์ ควรให้ต้นดิพลอยด์พันธุ์ที่มีลักษณะเป็นโมโนเอ็มบริโอ (elite monoembryonic diploid) เป็นต้นแม่ และใช้ละอองเกสรจากต้นพ่อที่เป็นเตตราพลอยด์ (Dutt *et al.*, 2010) ซึ่งวิธีการนี้มีประสิทธิภาพในการคัดเลือกดีกว่าการใช้พันธุ์แม่ที่เป็นโพลีเอ็มบริโอ (polyembryonic diploid) ซึ่งต้องมีวิธีการอย่างอื่นเพิ่มเติมเพื่อช่วยในการคัดเลือก เช่น อาศัยเครื่องหมายโมเลกุล (molecular marker) เข้าช่วยในการคัดเลือก

วิธีการสร้างต้นเตตราพลอยด์อาจกระทำได้หลายวิธีการ เช่น การรวมโปรโตพลาสต์ระหว่างเซลล์ที่เป็นดิพลอยด์ (Grosser *et al.*, 1992 ; Ling and Iwamasa, 1994) การชักนำให้เกิดเตตราพลอยด์จากโอวูลที่ยังไม่พัฒนาเต็มที่ในสภาพปลอดเชื้อ (Gmitter and Ling, 1991) การชักนำให้เกิดต้นเตตราพลอยด์จากแคลลัสด้วยโคลชิซินในสภาพปลอดเชื้อ (Wu and Mooney, 2002) การคัดเลือกจากเซลล์แขวนลอย (Dutt *et al.*, 2010) การใช้สารโคลชิซินกับปลายยอดส้มเขียวหวานและเมล็ดแก่ในสภาพปลอดเชื้อ (Surson, 1999) การชักนำให้เกิดเตตราพลอยด์ในเมล็ดที่สุกแก่ในสภาพธรรมชาติ (Surson *et al.*, 2015)

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการตรวจสอบลักษณะ

ทางสัณฐานของส้มเขียวหวานเตตราพลอยด์ที่เกิดจากการชักนำโดยใช้โคลชิซินที่ผ่านการตรวจสอบปริมาณสารพันธุกรรมด้วยเทคนิคโพลไซโตมิเตอร์มาแล้ว โดยลักษณะที่ศึกษา ได้แก่ ความสูงต้น จำนวนข้อ ความยาวปล้อง เส้นรอบวงของลำต้น จำนวนใบ ความยาวใบ ความกว้างใบ ดัชนีใบ น้ำหนักใบ พื้นที่ใบ น้ำหนักใบ/พื้นที่ใบ ความหนาแน่นของปากใบ และความยาวปากใบ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานเบื้องต้นเมื่อมีการชักนำให้เกิดต้นเตตราพลอยด์ในส้ม

## อุปกรณ์และวิธีการ

### ส้มเขียวหวานที่ใช้ในการศึกษา

ต้นส้มเขียวหวานเตตราพลอยด์ อายุ 1 ปี 6 สัปดาห์ ที่ได้จากการชักนำด้วยสารโคลชิซินให้เกิดเตตราพลอยด์จากงานวิจัยของ Surson *et al.* (2015) และต้นส้มเขียวหวานดิพลอยด์ได้จากต้นส้มที่ไม่ได้รับโคลชิซิน โดยต้นส้มทั้งหมดได้ผ่านการตรวจสอบและยืนยันระดับพลอยดี (ploidy) ด้วยเทคนิคโพลไซโตมิเตอร์

### คุณลักษณะของส้มเขียวหวานเตตราพลอยด์ ศึกษาดังนี้

1. ลักษณะใบส้มเขียวหวาน บันทึกค่าต่าง ๆ ของลักษณะใบทุก 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 16 สัปดาห์ แล้วเปรียบเทียบระหว่างต้นส้มดิพลอยด์ และส้มเตตราพลอยด์ โดยนับจำนวนใบทุกใบที่คลี่กางเต็มที่แล้ว ส่วนค่าอื่น ๆ ของลักษณะใบนั้นบันทึกดังนี้

**ศึกษาดัชนีใบ** โดยวัดความยาวใบจาก ก้านใบจนถึงปลายใบ และความกว้างใบวัดจากกึ่งกลางใบของใบลำดับที่ 4 จากยอดของลำต้นหลัก คำนวณค่าดัชนีใบจากสูตรที่อ้างอิงโดย Liu *et al.* (2007) คือ

$$\text{ดัชนีใบ} = \frac{\text{ความยาวใบ}}{\text{ความกว้างใบ}}$$

**ศึกษาอัตราส่วนน้ำหนักใบ/พื้นที่ใบ** โดยชั่งน้ำหนักสดของใบ และหาพื้นที่ใบโดยวิธี Gravimetric method (Daughtry, 1990) คำนวณอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักใบ (กรัม) ต่อพื้นที่ใบ (ตารางเซนติเมตร)

**2. ลักษณะปากใบ** ศึกษาความหนาแน่นปากใบ และความยาวของปากใบ โดยดัดแปลงจากวิธีการของ Feungchun (1975) โดยใช้บริเวณกึ่งกลางใบ

ของใบลำดับที่ 4 จากยอดของลำต้นหลัก

**3. อัตราการเจริญเติบโต** วัดความสูง เส้นรอบวงของลำต้น จำนวนข้อ ความยาวปล้อง และจำนวนใบ ของส้มเขียวหวานทุก 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 16 สัปดาห์ จากลำต้นหลัก นำมาวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโตจากสูตรที่ดัดแปลงจาก He *et al.* (2012)

$$\text{อัตราการเจริญเติบโต (\%)} = \frac{\text{ค่าที่วัดวันสุดท้าย} - \text{ค่าที่วัดวันเริ่มต้น}}{\text{จำนวนวันที่วัด} \times \text{ค่าที่วัดวันเริ่มต้น}} \times 100$$

## การวิเคราะห์ผลการทดลอง

การทดลองประกอบด้วย 2 ทรีตเมนต์ (ต้นดิพลอยด์ และต้นเตตราพลอยด์) ทรีตเมนต์ละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 6 ต้น โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SAS (version 9.1)

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### ลักษณะลำต้นของส้มเขียวหวาน

จากการศึกษาลักษณะของต้นเปรียบเทียบระหว่างต้นส้มเตตราพลอยด์ และต้นดิพลอยด์ พบว่า ความสูง จำนวนข้อต่อต้น เส้นรอบวงต้น ของส้มเตตราพลอยด์ และดิพลอยด์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วน ลักษณะความยาวปล้อง พบว่า ต้นเตตราพลอยด์ มีความยาวปล้องมากกว่าต้นดิพลอยด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) (Table 1)

**Table 1** Characteristic of the diploid and tetraploid tangerine plant at the age of 1 year and 20 weeks

Characteristic of tangerine	Ploidy level		F-test	c.v. (%)
	Diploid	Tetraploid		
Plant height (cm)	49.58	54.67	ns	20.97
Number of node	49.70	41.06	ns	14.74
Internode length (cm)	0.98	1.36	**	8.04
Plant circumference (cm)	2.38	2.60	ns	6.07
Leaf number	90.73	65.40	**	4.17
Leaf length (cm)	6.66	7.72	ns	7.15
Leaf width (cm)	2.67	3.51	**	6.18
Leaf index	2.51	2.21	**	2.13
Leaf weight (g)	0.253	0.320	ns	23.71
Leaf area (cm <sup>2</sup> )	11.19	11.16	ns	30.68
Leaf weight/leaf area (g/cm <sup>2</sup> )	0.023	0.029	*	8.90
Growth rate of plant height	1.032	1.311	-	-
Growth rate of plant circumference	0.835	0.777	-	-
Growth rate of node number	0.761	0.941	-	-
Growth rate of leaf number	1.951	1.983	-	-
Stomata density (No. of stomata/mm <sup>2</sup> )	136.24	87.56	**	1.57
Length of guard cells (μm)	18.28	27.21	**	6.88

\*\* Represents significant at the P = 0.01 level

\* Represents significant at the P = 0.05 level and ns not significant

ทั้งนี้จากการศึกษาของ Surson *et al.* (2015) ซึ่งศึกษากับส้มชุดเดียวกันนี้แต่เป็นระยะต้นกล้า พบว่า ต้นที่ได้รับโคลชิซินมีความสูงน้อยกว่าคอนโทรล (control) ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่า โคลชิซินมีผลต่อความสูงของต้นกล้าส้มเขียวหวานในระยะแรก แต่ในระยะต่อมาต้นส้มเขียวหวานเตตราพลอยด์มีการเจริญเติบโตดีกว่าดิพลอยด์ สอดคล้องกับการศึกษาของ Gmitter and Ling (1991) ที่พบว่าส้มเขียวหวานบางพันธุ์ที่เป็นเตตราพลอยด์มีลักษณะแข็งแรงดีกว่าหรือเท่ากับต้นส้มเขียวหวานที่เป็นดิพลอยด์ และจากการศึกษาของ Lu and Bridgen (1997) ใน *Alstroemeria aurea* x *A. caryophyllaea* พบว่า ต้นเตตราพลอยด์มีความสูงมากกว่าดิพลอยด์

นอกจากนี้ในงานวิจัยนี้ พบว่า ลำต้นเตตราพลอยด์มีความยาวปล้องมากกว่าต้นดิพลอยด์ (Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Liu *et al.* (2007) ที่ศึกษาความสูงของ *Platanus acerifolia* ที่เป็นเตตราพลอยด์ และดิพลอยด์ พบว่า ต้นดิพลอยด์มีความสูงมากกว่าเตตราพลอยด์แต่ความยาวปล้องของเตตราพลอยด์ก็มากกว่าดิพลอยด์

### ลักษณะใบของส้มเขียวหวาน

จากการศึกษาลักษณะจำนวนใบของส้มเขียวหวาน พบว่า ต้นส้มเขียวหวานเตตราพลอยด์ มีจำนวนใบน้อยกว่าต้นดิพลอยด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) (Table 1)

จากการศึกษาความยาวใบ พบว่า ต้นส้มเขียวหวานเตตราพลอยด์ และดิพลอยด์ ความยาวใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ สอดคล้องกับการศึกษาใน *Platanus acerifolia* ที่พบว่า ความยาวใบของต้นเตตราพลอยด์ และดิพลอยด์ไม่แตกต่างกัน (Liu *et al.*, 2007) อย่างไรก็ตาม ในพืชชนิดอื่น ๆ มีรายงานว่า ต้นเตตราพลอยด์ มีความยาวใบมากกว่าต้นดิพลอยด์ เช่น *Echinacea purpurea* (Abdoli *et al.*, 2011) *Salvia hains* (Grouh *et al.*, 2011) *Morus alba* L. (Chaleraborti *et al.*, 1998) *Morus*

*multicaulis* Poir. (Xi-Ling *et al.*, 2011) *Passiflora edulis* Sims. (Rego *et al.*, 2011) และ *Vaccinium darrowii* (Chavez and Lyrene, 2009) ซึ่งจากการศึกษาความยาวใบในรายงานนี้แม้ว่าค่าเฉลี่ยความยาวใบของต้นเตตราพลอยด์ และดิพลอยด์ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่มีแนวโน้มว่าต้นเตตราพลอยด์ มีความยาวใบมากกว่าดิพลอยด์ เช่นกัน (Table 1)

สำหรับความกว้างใบ พบว่า ความกว้างใบของต้นส้มเขียวหวานเตตราพลอยด์ และดิพลอยด์มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยต้นเตตราพลอยด์มีความกว้างใบมากกว่าดิพลอยด์ (Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในพืชหลายชนิด เช่น ใน *Echinacea purpurea* (Abdoli *et al.*, 2011) *Salvia hians* (Grouh *et al.*, 2011) *Morus multicaulis* Poir. (Xi-Ling *et al.*, 2011) *Vaccinium darrowii* (Chavez and Lyrene, 2009) และ *Passiflora edulis* Sims. (Rego *et al.*, 2011)

เมื่อนำความยาว และความกว้างใบมาคำนวณเป็นค่าดัชนีใบ พบว่าใบของต้นส้มเตตราพลอยด์มีดัชนีใบน้อยกว่าดิพลอยด์อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (Table 1) บ่งชี้ว่า ใบของต้นส้มเขียวหวานเตตราพลอยด์มีลักษณะค่อนข้างกลมมากกว่าดิพลอยด์ นอกจากนี้ยังพบว่า ต้นเตตราพลอยด์มีลักษณะใบค่อนข้างแผ่กว้างมากกว่า ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในส้มลูกผสมข้ามชนิด ระหว่าง *Citrus reticulata* Blanco x *Citrus x paradisi* Macf. ที่พบว่า ต้นส้มที่เป็นเตตราพลอยด์มีลักษณะใบกลมมากกว่าดิพลอยด์ (Gmitter and Ling, 1991) และสอดคล้องกับการศึกษาในพืชชนิดอื่น เช่น ใน *Platanus acerifolia* (Liu *et al.*, 2007) ใน *Echinacea purpurea* (Abdoli *et al.*, 2011) และใน *Citrullus lanatus* (Thumb.) (Sheikh *et al.*, 2013)

จากการศึกษาลักษณะพื้นที่ใบ พบว่า พื้นที่ใบของส้มเขียวหวานเตตราพลอยด์ไม่แตกต่างจากต้นดิพลอยด์ (Table 1) อย่างไรก็ตาม ในพืชบางชนิดมีรายงานว่า ต้นเตตราพลอยด์มีพื้นที่ใบมากกว่า

ดิฟฟลอยด์ เช่น ใน *Alstroemeria aurea* x *A. caryophyllaea* (Lu and Bridgen, 1997) และ *Vicia villosa* Roth (Tulay and Unal, 2010)

เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักใบ พบว่า น้ำหนักใบของต้นส้มเขียวหวานเตตราฟลอยด์ และดิฟฟลอยด์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าน้ำหนักใบของส้มเขียวหวานเตตราฟลอยด์มากกว่าน้ำหนักใบของต้นส้มเขียวหวานดิฟฟลอยด์ (Table 1)

เมื่อวิเคราะห์ค่าน้ำหนัก/พื้นที่ใบพบว่า อัตราส่วนน้ำหนักใบ/พื้นที่ใบของต้นส้มเขียวหวานเตตราฟลอยด์มีค่ามากกว่าดิฟฟลอยด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1) ซึ่งบ่งชี้ว่า ใบของต้นส้มเตตราฟลอยด์มีความหนามากกว่า ต้นดิฟฟลอยด์ สอดคล้องกับการศึกษาของ Gmitter and Ling (1991) ในส้มพันธุ์ *Valencia* (*Citrus sinensis* L.) พันธุ์ Orlando และพันธุ์ *Minnecola* (*Citrus reticulata* Blanco x *Citrus* x *paradisi* Macf.) ที่พบว่า ส้มเตตราฟลอยด์มีใบหนาขึ้นนอกจากนี้ในพืชชนิดอื่นๆ ยังพบว่า ใบของต้นเตตราฟลอยด์มีความหนามากกว่า ต้นดิฟฟลอยด์เช่นกัน อาทิ ใน *Murus multicaulis* Poir. (Xi-Ling *et al.*, 2011) *Echinacea purpurea* (L.) (Abdoli *et al.*, 2011) และ *Platanus acerifolia* (Liu *et al.*, 2007) เป็นต้น และการศึกษาใน *Alstroemeria aurea* x *A. caryophyllaea* พบว่า leaf specific weight (มิลลิกรัม/ตารางเซนติเมตร) ของต้นเตตราฟลอยด์มีค่ามากกว่าต้นดิฟฟลอยด์ ซึ่งแสดงว่า ต้นเตตราฟลอยด์มีความหนาใบมากกว่า ดิฟฟลอยด์

### อัตราการเจริญเติบโต

จากการศึกษาอัตราการเจริญเติบโต โดยพิจารณาจากความสูง เส้นรอบวง จำนวนข้อ และจำนวนใบ พบว่า อัตราการเจริญเติบโตของเตตราฟลอยด์มีแนวโน้มดีกว่าดิฟฟลอยด์ในเกือบทุกลักษณะ ยกเว้น ลักษณะเส้นรอบวงที่พบว่า อัตราการเจริญเติบโตของดิฟฟลอยด์มีค่ามากกว่า

เตตราฟลอยด์ (Table 1)

จากการศึกษาความสูงลักษณะเส้นรอบวงต้นจำนวนข้อ พบว่า ลักษณะทั้งสามของส้มเขียวหวานดิฟฟลอยด์ และเตตราฟลอยด์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 1) เมื่อพิจารณาอัตราการเจริญเติบโต พบว่า อัตราการเจริญเติบโตของความสูง เส้นรอบวงต้น และจำนวนข้อของต้นเตตราฟลอยด์ดีกว่า ดิฟฟลอยด์

จากการศึกษาลักษณะจำนวนใบ พบว่า จำนวนใบของต้นดิฟฟลอยด์มากกว่าต้นเตตราฟลอยด์ (Table 1) แต่เมื่อพิจารณาอัตราการเจริญเติบโตด้านจำนวนใบ พบว่า ต้นเตตราฟลอยด์มีอัตราการเจริญเติบโตในลักษณะจำนวนใบสูงกว่าดิฟฟลอยด์เล็กน้อย

### ลักษณะปากใบ

จากการศึกษาความหนาแน่นของปากใบ พบว่า ต้นเตตราฟลอยด์มีความหนาแน่นของปากใบน้อยกว่าต้นดิฟฟลอยด์ (136.24) (Table 1) สอดคล้องกับการศึกษาของ Lu and Bridgen (1997) ที่พบว่า ปากใบของต้น *Alstroemeria aurea* x *A. caryophyllaea* ที่เป็นต้นเตตราฟลอยด์มีความหนาแน่นน้อยกว่าต้นดิฟฟลอยด์ นอกจากนี้ ใน *Vicia villosa* Roth ก็มีรายงานว่าความหนาแน่นปากใบของต้นเตตราฟลอยด์น้อยกว่าต้นดิฟฟลอยด์ (Tulay and Unal, 2010) รวมทั้งมีรายงานในทำนองเดียวกันในพืชชนิดอื่น เช่น ใน *Platanus acerifolia* (Liu *et al.*, 2007)

จากการศึกษาความยาวของปากใบ พบว่า ความยาวปากใบของต้นเตตราฟลอยด์ มีค่ามากกว่าต้นดิฟฟลอยด์ (Table 1) สอดคล้องกับการศึกษาของ Lu and Bridgen (1997) ใน *Alstroemeria aurea* x *A. caryophyllaea* ที่พบว่า ความยาวปากใบของต้นเตตราฟลอยด์ มีค่ามากกว่าดิฟฟลอยด์ การศึกษาของ Tulay and Unal (2010) ใน *Vicia villosa* และการศึกษาของ Abdoli *et al.* (2011) ใน *Echinacea purpurea* (L.)

### สรุป

จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐาน ของส้มเขียวหวานที่เป็นเตตราพลอยด์ และดิพลอยด์ พบว่าความยาวปล้อง ความกว้างใบ ดัชนีใบ น้ำหนักใบ/พื้นที่ใบ และความยาวปากใบของต้นเตตราพลอยด์มีค่ามาก

กว่าต้นดิพลอยด์ นอกจากนี้ยัง พบว่า อัตราการเจริญเติบโตด้านความสูง จำนวนข้อ และจำนวนใบ ของต้นเตตราพลอยด์มีค่ามากกว่าต้นดิพลอยด์ และต้นเตตราพลอยด์ยังมีใบแผ่กาง ใบมีขนาดกว้าง และเนื้อใบหนารวมทั้งมีสีเขียวเข้มกว่าดิพลอยด์

### เอกสารอ้างอิง

- Abdoli, M., A. Moieni and H. Naghdi Badi. 2011. Morphological, physiological, cytological and phytochemical studies in diploid and colchicine-induced tetraploid plants of *Echinacea purpurea* (L.). *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 107: 451-459.
- Chakraborti, S.P., K. Vijayan, B. N. Roy and S. M. H. Qadri. 1998. In vitro induction of tetraploidy in mulberry (*Morus alba* L.). *Plant Cell Rep.* 17: 799-803.
- Chavez, D.J. and P.M. Lyrene. 2009. Production and identification of colchicine-derived tetraploid *Vaccinium darrowii* and its use in breeding. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 134: 356-363.
- Daughtry, C.S.T. 1990. Direct measurements of canopy structure. *Remote Sens. Rev.* 5: 45-60.
- Dutt, M., M. Vasconcellos, K.J. Song, F.G.Jr. Gmitter and J.W. Grosser. 2010. In vitro production of autotetraploid Ponkan mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) using cell suspension cultures. *Euphytica.* 173: 235-242.
- Feungchun, S. 1975. Growth Potential of Anueploid Guava (*Psidium guajava* L.) in Relation to Rootstock Selection. Ph.D. Thesis submitted to IARI, New Delhi, India.
- Gmitter, F.G. Jr. and X.B. Ling. 1991. Embryogenesis in vitro and non chimeric tetraploid plant recovery from undeveloped citrus ovules treated with colchicine. *J. Amer. Soc. Hort.* 116: 17-321.
- Grosser, J.W., F.G. Jr. Gmitter, E.S. Lozada and J.L. Chandler. 1992. Production of somatic hybrid and autotetraploid breeding parents for seedless citrus development. *HortScience.* 27: 1125-1127.
- Grouh, M. S. H., H. Meftahizade, N. Lotfi, V. Rahimi and B. Baniyadi. 2011. Doubling the chromosome number of *Salvia hains* using colchicines : Evaluation of morphological traits of recovered plants. *J. Med. Plant Res.* 5: 4892-4898.
- He, L.Y., Z. Ding, F. Jiang, B. Jin, W. Li, X. Ding, J. Sun and G. Li. 2012. Induction and identification of hexadecaploid of *Pinellia ternate*. *Euphytica.* 186: 479-488.
- Ling, J.T. and M. Iwamasa. 1994. Somatic Hybridization between *Citrus reticulata* and *Citropsis gabunnensis* through Electrofusion. *Plant Cell Rep.* 13: 493-497.
- Liu, G., Z. Li and M. Bao. 2007. Colchicine-induced chromosome doubling in *Platanus acerifolia* and its effect on plant morphology. *Euphytica.* 157: 145-154.



- Lu, C. and M.P. Bridgen. 1997. Chromosome doubling and fertility study of *Alstroemeria aurea* x *A. caryophyllaea*. *Euphytica*. 94: 75–81.
- Rego, M.M., E.R. Rego, C.H. Bruckner, F.L. Finger and W.C. Otoni. 2011. *In vitro* induction of autotetraploids from diploid yellow passion fruit mediated by colchicine and oryzalin. *Plant Cell Tiss. Organ Cult.* 107: 451–471.
- Sheikh, S., J. Noh, M.H. Seong, G.T. Jung, J.M. Kim, H. Ju and Y.C. Huh. 2013. Phenotypic Markers for tetraploid watermelon [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. et Nakai] following parental exposure to colchicine in T0 generation. *Hort. Environ. Biotechnol.* 54: 524–530.
- Surson, S. 1999. Effect of Colchicine on Seed and Shoot Differentiation of *Citrus reticulata* Blanco *in vitro*. MS Thesis, Khon Kaen University, Khon Kaen. (in Thai)
- Surson, S., S. Sitthaphanit and N. Wongma. 2015. *In vivo* induction of tetraploid in tangerine citrus plant (*Citrus reticulata* Blanco) with the use colchicines. *Pak. J. Biol. Sci.* 18: 37–41.
- Tulay, E. and M. Unal. 2010. Production of colchicine induced tetraploids in *Vicia villosa* roth. *Caryologia*. 63: 292–303.
- Wu, J.H. and P. Mooney. 2002. Autotetraploid tangor plant regeneration from *in vitro* *Citrus* somatic embryogenic callus treated with colchicine. *Plant Cell Tiss Organ Cult.* 70: 99–104.
- Xi-Ling, W., Z. Jin-Xing, Y. Mao-De, L. Zhen-Gang, J. Xiao-Yun and L. Qi-You. 2011. Highly efficient plant regeneration and *in vitro* polyploidy induction using hypocotyl explants from diploid mulberry (*Morus multicaulis* Poir.). *In Vitro Cell. Dev. Biol., Plant.* 47: 434–440.
- Zhang, J., M. Zhang and X. Deng. 2007. Obtaining autotetraploids *in vitro* at a high frequency in *Citrus sinensis*. *Plant Cell Tiss Organ Cult.* 89: 211–216.