วิทยานิพนธ์

อิทธิพลของต้นตอต่อการเจริญเติบโตของพีชบนพื้นที่สูงทางภาคเหนือของประเทศไทย

EFFECT OF ROOTSTOCKS ON GROWTH OF PEACHES ON THE HIGHLAND OF NORTHERN THAILAND

นายเดชา วงค์ทะเนตร

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2550

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

ปริญญา

พืชสวน | พืชสวน

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง อิทธิพลของต้นตอต่อการเจริญเติบโตของพีชบนพื้นที่สูงทางภาคเหนือของประเทศ

Effect of Rootstocks on Growth of Peaches on the Highland of Northern Thailand

นามผู้วิจัย นายเดชา วงค์ทะเนตร

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ .....

(รองศาสตราจารย์อุณารุจ บุญประกอบ, Ph.D.)

กรรมการ .....

(รองศาสตราจารย์รวี เสรฐภักดี, Ph.D.)

กรรมการ .....

(รองศาสตราจารย์กุมุท สังขศิลา, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(รองศาสตราจารย์จริงแท้ ศิริพานิช, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์วินัย อาจคงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

อิทธิพลของต้นตอต่อการเจริญเติบโตของพีชบนพื้นที่สูงทางภาคเหนือของประเทศไทย

Effect of Rootstocks on Growth of Peaches on the Highland of Northern Thailand

โดย

นายเดชา วงค์ทะเนตร

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
พ.ศ. 2550

เดชา วงค์ทะเนตร 2550: อิทธิพลของต้นตอต่อการเจริญเติบโตของพืชบนพื้นที่สูงทางภาคเหนือของประเทศไทย ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาพืชสวน ภาควิชาพืชสวน ประธานกรรมการที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์ อุณารุจ บุญประกอบ, Ph.D. 145 หน้า

ต้นตอพืชที่ใช้ในประเทศไทยมีเพียง “ท้อพื้นเมือง” ถูกนำเข้าจากตอนใต้ของประเทศจีนนานมาแล้ว ในขณะที่มีการใช้พันธุ์ใหม่ ๆ ในต่างประเทศ ซึ่งน่าจะปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมในประเทศไทยได้ดี การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบอิทธิพลระหว่างต้นตอต่างพันธุ์ต่อการแสดงออกของกิ่งพันธุ์ดี โดยทดสอบต้นตอพืช 9 พันธุ์ ได้แก่ “พื้นเมืองขุนวาง” “อ่างขางขาว” “อ่างขางแดง” ‘Coastal Peach’ ‘Flordaguard’ ‘In Je Taur’ ‘Kuu Taur’ ‘Okinawa’ และ ‘Premier’ ต่อกิ่งด้วยพันธุ์ดี 3 พันธุ์ ได้แก่ ‘TropicBeauty’ TX2293-3 และ TXW1491-1 ทดลองที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อ. ฝาง และศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง อ. แม่วาง จ. เชียงใหม่ เปรียบเทียบข้อมูลการแสดงออกด้วยข้อมูลทางกายภาพของต้นพืช ได้แก่ การเจริญเติบโต ธาตุอาหารหลัก และปริมาณผลผลิต นอกจากนี้ยังได้เก็บข้อมูลทางกายภาพและเคมีของดิน ได้แก่ ความเป็นกรดและด่างของดิน ธาตุอาหารหลักในดิน จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ดินของทั้ง 2 พื้นที่ จัดเนื้อดินอยู่ในกลุ่ม clay ระดับความเป็นกรดและด่างของดินที่ขุนวางอยู่ในช่วง 5.3 - 6.1 ที่อ่างขางอยู่ในช่วง 4.7 - 5.9 ปริมาณธาตุอาหารอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการปลูกพืช ในส่วนของการศึกษาทางกายภาพของต้น พบว่าที่ขุนวางต้นตอพันธุ์ “พื้นเมืองขุนวาง” มีอิทธิพลต่อกิ่งพันธุ์ดีทางด้านปริมาณ TNC สูงสุด คือ 37.43 มก. ดีกลูโคส/ก. น้ำหนักแห้ง ในขณะที่ข้อมูลการเจริญเติบโตอื่น ๆ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ที่อ่างขางพบความสูงของกิ่งพันธุ์ดีสูงสุดบน ‘Coastal Peach’ คือ 2.22 เมตร ในขณะที่ ‘Okinawa’ ให้ปริมาณน้ำหนักสดของกิ่งที่ตัดแต่ง น้ำหนักผลผลิต ขนาดลำต้นของต้นตอ และจำนวนตาดอกสูงสุด เท่ากับ 1.45 กก. 7.99 กก. 59.56 ตร.ซม. และ17 ดอกตามลำดับ ปริมาณธาตุอาหารหลักในกิ่งพันธุ์ดี ลักษณะทางกายภาพของต้นพืช ได้แก่ ความยาวกิ่งพันธุ์ดี น้ำหนักแห้ง พื้นที่หน้าตัดลำต้นของต้น จำนวนตาดอก จำนวนตาใบ ช่วงเวลาของการบานและปริมาณการติดผล ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติในช่วง 5 ปีแรกและไม่พบอาการของลักษณะการเข้ากันไม่ได้ โดยสรุปต้นตอพันธุ์ ‘Okinawa’ มีผลต่อการเจริญโตต่อกิ่งพันธุ์ดีสูงกว่าพันธุ์อื่น

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่อประธานกรรมการ

Decha Wongtanet 2007: Effect of Rootstocks on Growth of Peaches on the Highland of Northern Thailand. Master of Science (Agriculture), Major Field: Horticulture, Department of Horticulture. Thesis Advisor: Associate Professor Unaroj Boonprakob, Ph.D. 145 pages.

A peach rootstock in Thailand has been relied on only 'local clones' introduced from Southern China. Presently, new improved rootstocks being used elsewhere could adapt to Thailand climate. The objective was to evaluate influence of 'Local Khunwang', 'White Angkhang', 'Red Angkhang', 'Coastal Peach', 'Flordaguard', 'In Je Taur', 'Kuu Taur', 'Okinawa' and 'Premeir', as rootstocks on growth of 'TropicBeauty', TX2293-3 and TXW1491-1 as scions. Trees were planted at Angkhang Royal Agricultural Station (AK) and Chiang Mai Royal Agricultural Research Center (KW). For growth evaluation, scion height, number of flower and leaf buds, pruned branch weight, trunk cross sectional area, mineral concentration (N, P, K) and yield were measured along with chemical properties of soil (pH and mineral concentration). It was found that soil of both sites were clay and mineral concentration were sufficient to peach growth. KW soil pH was 5.29 - 6.12 and AK was 4.68 - 5.94. Significant differences were only observed in total non-structural carbohydrate (TNC) at KW and scion height, branch weight, trunk size, number of flower buds and yield at AK. TNC was the largest on 'Local Khunwang' (37.43 mg D-glucose/g-DW). Scion height was the greatest on 'Coastal Peach' (2.22 m.); while, branch weight, trunk size, number of flower buds and yield were the highest on 'Okinawa' (1.45 kg, 59.56 cm^2, 17 buds and 7.99 kg). There was no incompatibility problem among rootstock and scion varieties in early ages. In summary, 'Okinawa' had the highest growth and good scion performance as compared to other rootstocks.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

กราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. อุณารุจ บุญประกอบ ประธานกรรมการที่ให้ความกรุณาให้คำปรึกษาและช่วยเหลือในการเรียน การค้นคว้าวิจัย ตลอดจนตรวจแก้วิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์และสำเร็จลุล่วงด้วยดี กราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. รวี เสรฐภักดี กรรมการวิชาเอก รองศาสตราจารย์ ดร. กุมุท สังขศิลา กรรมการวิชารอง ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำตลอดจนแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณมูลนิธิโครงการหลวงที่เอื้อเฟื้อ สนับสนุนทุนในการทำงานวิจัย สถานีเกษตรหลวงอ่างขางและศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวางรวมทั้งเจ้าหน้าที่ฝ่ายไม้ผลทุกท่านที่ช่วยเหลือในงานทดลอง และอนุเคราะห์สถานที่ในการทดลอง ขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาเพื่อการตีพิมพ์ในวารสารระดับชาติและนานาชาติ ประจำปีงบประมาณ 2549

กราบขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาพืชสวนทุกท่าน และคณะอาจารย์อีกหลายท่านที่ได้อบรมสั่งสอน และมอบความรู้อันเป็นประโยชน์ยิ่งในการสรรสร้างประโยชน์ต่อไป

ขอบคุณเพื่อนพี่น้องชาวบัณฑิตพืชสวน และบุคลากรภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกต่าง ๆ จนทำให้งานวิจัยสำเร็จสมบูรณ์ด้วยดี

กราบขอบพระคุณ คุณพ่อเข็มชาติ คุณแม่จำปี วงค์ทะเนตร ที่ส่งเสริมและสนับสนุนในการศึกษาจนสำเร็จ

ประโยชน์อันใดจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแด่ คุณพ่อ คุณแม่ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านที่อบรม และประสาทความรู้ ตลอดจนธรรมต่าง ๆ ให้ผู้วิจัยตลอดมา

เดชา วงค์ทะเนตร

พฤษภาคม 2550

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(14)
คำอธิบายสัญลักษณ์	(15)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	21
อุปกรณ์	21
วิธีการ	23
ผลและวิจารณ์	35
ผล	35
วิจารณ์	60
สรุปและข้อเสนอแนะ	74
สรุป	74
ข้อเสนอแนะ	75
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	76
ภาคผนวก	93
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	145

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณการเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์ดีบนต้นตอต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง ระหว่างเดือนเมษายน พ.ศ. 2547 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548	36
2	ปริมาณ TNC และ CN ratio ของกิ่งพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง	37
3	อัตราส่วนขนาดลำต้นบริเวณเหนือและต่ำกว่ารอยเชื่อมต่อของกิ่งพันธุ์ดีที่ขยายพันธุ์บนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง ระหว่างเดือนเมษายน พ.ศ. 2547 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548	38
4	อัตราส่วนขนาดลำต้นของต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง ระหว่างเดือนเมษายน พ.ศ. 2547 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548	38
5	ปริมาณน้ำหนักสดกิ่งที่ตัดแต่ง และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง ของกิ่งพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	41
6	อัตราส่วนขนาดลำต้นบริเวณเหนือและต่ำกว่ารอยเชื่อมต่อของกิ่งพันธุ์ดีที่ขยายพันธุ์บนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	43
7	อัตราส่วนขนาดลำต้นบริเวณเหนือและต่ำกว่ารอยเชื่อมต่อของต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	44
8	ปริมาณการเจริญเติบโตด้านต่าง ๆ ของกิ่งพันธุ์ดีบนต้นตอ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	45
9	ปริมาณ TNC และ CN ratio ของกิ่งพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	46
10	จำนวนข้อและตาชนิดต่าง ๆ ของกิ่งพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ต่อความยาวกิ่ง 15 ซม.ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	47
11	ระยะเวลาในการบานของดอกและการติดผลของกิ่งพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	49
12	ปริมาณผลผลิตของกิ่งพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ของต้นอายุ 4 ปี (พ.ศ. 2549) ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	51

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

13 สัดส่วนของผลผลิตในชั้นมาตรฐานต่าง ๆ ของกิ่งพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ของต้นอายุ 4 ปี (พ.ศ. 2549) ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง 52
14 ปริมาณธาตุอาหารในใบของต้นพีช ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง 55
15 ปริมาณธาตุอาหารในใบของต้นพีช ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง 56
16 ปริมาณธาตุอาหารและความเป็นกรดและด่างของตัวอย่างดิน ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง ระหว่างเดือนเมษายน พ.ศ. 2547 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548 58
17 ปริมาณธาตุอาหารและความเป็นกรดและด่างของดิน ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง 59

ตารางผนวกที่

1 สภาพอากาศและอุณหภูมิอากาศโดยเฉลี่ยที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางตั้งแต่ปี 2547 – 2549 101
2 ช่วงเวลาการให้ปุ๋ยและอัตราที่ให้ต่อต้น ของระบบการผลิตพีชในรอบปี 102
3 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำหนักแห้งของกิ่งพีชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง ก่อนการพักตัว เดือนตุลาคม พ.ศ. 2547 103
4 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำหนักแห้งของกิ่งพีชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง หลังฤดูร้อน เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2548 103
5 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสูงของกิ่งพีชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง เดือนเมษายน พ.ศ. 2547 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548 104
6 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของพื้นที่หน้าตัดลำต้นของกิ่งพีชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง เดือนเมษายน พ.ศ. 2547 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548 104

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
7	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของพื้นที่หน้าตัดลำต้นของต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง เดือนเมษายน พ.ศ. 2547 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548	105
8	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราส่วนขนาดลำต้นบริเวณเหนือและต่ำกว่ารอยเชื่อมต่อของกิ่งพันธุ์ดีที่ขยายพันธุ์บนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง เดือนเมษายน พ.ศ. 2547 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548	105
9	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ TNC ของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง ก่อนการพักตัว เดือนตุลาคม พ.ศ. 2547	106
10	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ TNC ของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง หลังฤดูร้อน เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2548	106
11	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง ก่อนการพักตัว เดือนตุลาคม พ.ศ. 2547	107
12	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง หลังฤดูร้อน เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2548	107
13	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโพแทสเซียมของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง ก่อนการพักตัว เดือนตุลาคม พ.ศ. 2547	108
14	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโพแทสเซียมของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง หลังหลังฤดูร้อน เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2548	108

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
15	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณฟอสฟอรัสของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง ก่อนการพักตัว เดือนตุลาคม พ.ศ. 2547	109
16	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณฟอสฟอรัสของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง หลังฤดูร้อน เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2548	109
17	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจนของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง ก่อนการพักตัว เดือนตุลาคม พ.ศ. 2547	110
18	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจนของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง หลังฤดูร้อน เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2548	110
19	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำหนักแห้งของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ก่อนการพักตัว เดือนตุลาคม พ.ศ. 2547	111
20	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำหนักแห้งของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง หลังฤดูร้อน เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2548	111
21	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำหนักแห้งของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ก่อนการพักตัว เดือนตุลาคม พ.ศ. 2548	112
22	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำหนักแห้งของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2549	112

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่ **หน้า**

23 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำหนักสดของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ก่อนการพักตัว เดือนตุลาคม พ.ศ. 2547 113

24 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำหนักสดของพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง หลังฤดูร้อน เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2548 113

25 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำหนักสดของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2549 114

26 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสูงของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนเมษายน พ.ศ. 2547 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548 114

27 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสูงของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนเมษายน พ.ศ. 2548 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549 115

28 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของพื้นที่หน้าตัดลำต้นของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนเมษายน พ.ศ. 2547 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548 115

29 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของพื้นที่หน้าตัดลำต้นของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนเมษายน พ.ศ. 2548 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549 116

30 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของพื้นที่หน้าตัดลำต้นของต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางเดือนเมษายน พ.ศ. 2547 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548 116

31 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของ พื้นที่หน้าตัดลำต้นของต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางเดือนเมษายน พ.ศ. 2548 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549 117

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่ **หน้า**

32 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราส่วนขนาดลำต้นบริเวณเหนือและต่ำกว่ารอยเชื่อมต่อของกิ่งพันธุ์ดีที่ขยายพันธุ์บนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนเมษายน พ.ศ. 2547 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548 117

33 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของ อัตราส่วนขนาดลำต้นบริเวณเหนือและต่ำกว่ารอยเชื่อมต่อของกิ่งพันธุ์ดีที่ขยายพันธุ์บนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางเดือนเมษายน พ.ศ. 2548 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549 118

34 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาตรทรงพุ่มของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนเมษายน พ.ศ. 2548 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549 118

35 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยาวของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางเดือนเมษายน พ.ศ. 2548 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549 119

36 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ TNC ของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ก่อนการพักตัว เดือนตุลาคม พ.ศ. 2547 119

37 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ TNC ของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง หลังฤดูร้อน เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2548 120

38 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ TNC ของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ก่อนการพักตัว เดือนตุลาคม พ.ศ. 2548 120

39 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ TNC ของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2549 121

40 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอ ชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ก่อนการพักตัว เดือนตุลาคม พ.ศ. 2547 121

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่ **หน้า**

41 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง หลังฤดูร้อน เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2548 122

42 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ก่อนการพักตัว เดือนตุลาคม พ.ศ. 2548 122

43 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2549 123

44 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโพแทสเซียมของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ก่อนการพักตัว เดือนตุลาคม พ.ศ. 2547 123

45 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโพแทสเซียมของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง หลังฤดูร้อน เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2548 124

46 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโพแทสเซียมของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ก่อนการพักตัว เดือนตุลาคม พ.ศ. 2548 124

47 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโพแทสเซียมของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2549 125

48 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจนของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ก่อนการพักตัว เดือนตุลาคม พ.ศ. 2547 125

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
49	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจนของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง หลังฤดูร้อน เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2548	126
50	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจนของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ก่อนการพักตัว เดือนตุลาคม พ.ศ. 2548	126
51	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจนของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2549	127
52	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณฟอสฟอรัสของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ก่อนการพักตัว เดือนตุลาคม พ.ศ. 2547	127
53	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณฟอสฟอรัสของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง หลังฤดูร้อน เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2548	128
54	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณฟอสฟอรัสของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ก่อนการพักตัว เดือนตุลาคม พ.ศ. 2548	128
55	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณฟอสฟอรัสของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2549	129
56	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนตาดอกของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548	129
57	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนตาดอกของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549	130
58	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนตาใบของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางเดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548	130
59	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนตาใบของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549	131

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
60	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนข้อของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางเดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548	131
61	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนข้อของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549	132
62	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนตาที่ไม่พัฒนาของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548	132
63	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนตาที่ไม่พัฒนาของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549	133
64	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของช่วงเวลาดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548	133
65	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของช่วงเวลาดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิด ต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549	134
66	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของช่วงเวลาดอกบาน 100 เปอร์เซ็นต์ของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548	134
67	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของช่วงเวลาดอกบาน 100 เปอร์เซ็นต์ของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549	135
68	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของช่วงเวลาติดผลของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548	135

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
69	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของช่วงเวลาติดผลของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549	136
70	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของช่วงเวลาการเก็บเกี่ยวของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549	136
71	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์การติดผลของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆปลูกที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548	137
72	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของ ปอร์เซ็นต์การติดผลของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆปลูกที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549	137
73	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณผลผลิตของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิด ต่าง ๆปลูกที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548	138
74	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณผลผลิตของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิด ต่าง ๆปลูกที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549	138
75	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของช่วงเวลาการสุกแก่ของผลผลิตของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิด ต่าง ๆปลูกที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549	139
76	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณผลผลิตชั้นมาตรฐานพิเศษของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549	139

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่ **หน้า**

77 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณผลผลิตชั้นมาตรฐานที่ 1 ของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549 140

78 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณผลผลิตชั้นมาตรฐานที่ 2 ของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549 140

79 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณผลผลิตชั้นมาตรฐานที่ 3 ของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549 141

80 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณผลผลิตที่ตกชั้นมาตรฐานของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549 141

81 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์ผลผลิตชั้นมาตรฐานพิเศษของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549 142

82 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์ผลผลิตชั้นมาตรฐานที่ 1 ของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549 142

83 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์ผลผลิตชั้นมาตรฐานที่ 2 ของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549 143

84 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์ผลผลิตชั้นมาตรฐานที่ 3 ของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549 143

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่ **หน้า**

85 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์ผลผลิตที่ตกชั้นมาตรฐานของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2549 144

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนผังแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง	24
2	แผนผังแปลงทดลองที่ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	25
3	น้ำหนักสดกิ่งที่ตัดแต่ง ช่วงหลังฤดูร้อน (พ.ค. 2548) ของต้นอายุ 3 ปี ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	39
4	ความสูงของกิ่งพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ช่วงปีที่ 2 (เม.ย. 2548 – พ.ค. 2549) ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	40
5	ขนาดลำต้นของต้นตอชนิดต่าง ๆ ช่วงปีที่ 2 (เม.ย. 2548 – พ.ค. 2549) ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	41
6	ปริมาณผลผลิตของกิ่งพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ของต้นอายุ 4 ปี ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	50
7	ปริมาณผลผลิต ชั้นมาตรฐานที่ 1 และ 2 ในต้นอายุ 4 ปี ของกิ่งพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ของต้นอายุ 4 ปี ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง	50
8	ปริมาณฟอสฟอรัสช่วงก่อนการพักตัว (ต.ค. 2547) และหลังฤดูร้อน (พ.ค. 2548) ของกิ่งพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง	53
9	อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจน (CN ratio) หลังฤดูร้อน (พ.ค. 2548) ของกิ่งพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง	54

ภาพผนวกที่

1	ไดอะแกรมจำแนกประเภทเนื้อดิน	99

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

ตร.ซม.	=	ตารางเซนติเมตร
ม.	=	เมตร
มก./กก.	=	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
มก. ดี-กลูโคส/ก. นน. แห้ง	=	มิลลิกรัมดีกลูโคสต่อกรัมน้ำหนักแห้ง
ลบ.ม.	=	ลูกบาศก์เมตร
π	=	3.1429
LSD	=	least significant difference
MS	=	mean square
P. persica	=	*Prunus persica*
SS	=	sum of squares
TNC	=	total nonstructural carbohydrate

อิทธิพลของต้นตอต่อการเจริญเติบโตของพีชบนพื้นที่สูงทางภาคเหนือของประเทศไทย

Effect of Rootstocks on Growth of Peaches on the Highland of Northern Thailand

คำนำ

พีช (peach) เป็นไม้ผลยืนต้นเขตหนาวที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งของโลก ในประเทศไทยพบว่าปี 2548 พีชมีผลผลิตออกสู่ตลาดภายในประเทศประมาณ 75 ตัน (มูลนิธิโครงการหลวง, 2548) โดยการปลูกพีชเป็นการค้าในประเทศไทยนั้นมีในเขตที่สูงทางภาคเหนือมานาน โดยการปลูกพีชเริ่มจากชาวเขาที่อพยพมาจากประเทศจีนได้นำเข้ามาปลูกไว้ในพื้นที่ที่อาศัย จนกระทั่งมีการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม และมีการเจริญเติบโตให้ผลผลิตจนกลายเป็นพีชพันธุ์พื้นเมือง แต่พีชพันธุ์ดังกล่าวมีคุณภาพผล ไม่เหมาะกับการบริโภคสด คือ ขนาดผลเล็ก รสชาติเปรี้ยว และเนื้อนุ่มเละเมื่อสุก จากการรายงานของฝ่ายตลาดมูลนิธิโครงการหลวงปี 2548 จำหน่ายได้เพียงราคาเฉลี่ยกิโลกรัมละ 5 บาทเท่านั้น โครงการเกษตรที่สูง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และโครงการหลวง ได้นำเข้าพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับการรับประทานผลสดมาจากต่างประเทศ และพบว่าพีชบางพันธุ์สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของประเทศไทยได้ ซึ่งพันธุ์เหล่านี้เป็นพันธุ์ที่มีคุณภาพดีกว่าพีชพันธุ์พื้นเมือง และจากการรายงานของฝ่ายตลาดของมูลนิธิโครงการหลวงพบว่าสามารถจำหน่ายได้ราคาเฉลี่ยกิโลกรัมละ 51 บาท

พีชที่ปลูกเพื่อการค้าโดยทั่วไป ใช้การขยายพันธุ์โดยวิธีการนำกิ่งพันธุ์ของพันธุ์ดี (scion) มาเสียบบนต้นตอ (rootstock) ที่สามารถเข้ากับสภาพแวดล้อมที่ปลูกได้ มีการศึกษาอิทธิพลของต้นตอชนิดต่าง ๆ ต่อการแสดงออกของต้นพันธุ์ดี เช่นการเจริญเติบโตของต้นทั้งขนาดของลำต้นและทรงพุ่ม ผลผลิตและคุณภาพผลของพลัม พบว่าต้นตอที่ใช้มีอิทธิพลทำให้การเจริญเติบโตแตกต่างกัน (Grzyb *et al*., 1998a; Grzyb *et al*., 1998b; Kosina, 1998) มีการทดสอบอิทธิพลของต้นตอพีช พลัม และลูกผสมระหว่างอัลมอนด์และพีช กับการเจริญเติบโตของต้นพีชพันธุ์ ‘Catherine’ พบว่าการใช้ต้นตอต่างชนิด (species) กันมีผลต่อการเจริญเติบโตของขนาดลำต้นและทรงพุ่มของต้นพันธุ์ดี และการใช้ต้นตอชนิดเดียวกันแต่ต่างพันธุ์กันมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นพันธุ์ดีเช่นเดียวกัน (Carrera and Gomez-Aparasi, 1998) Westwood *et al.* (1973) รายงานว่า ในพลัมยุโรป

(European plum) ต้นตอต่างชนิดมีผลต่อการเจริญเติบโต การออกดอก ผลผลิตและคุณภาพของผลผลิตที่ต่างกัน นอกจากนี้พบว่าในพีชพันธุ์ ‘Flavorcrest’ และ ‘Loadel’ ที่ถูกขยายบนต้นตอต่างชนิดมีผลต่อการเจริญในระยะวัฒนภาค (vegetative phase) ที่แตกต่างกัน (Weibel *et al*., 2003) พีชพันธุ์ ‘Suncrest’ บนต้นตอต่างพันธุ์กันมีผลต่อความแข็งแรงของต้น ผลผลิต คุณภาพผล และคุณค่าทางอาหารที่แตกต่างกัน (Giorgi *et al*., 2005) พันธุ์ ‘MayCrest’ พบความแตกต่างของปริมาณผลผลิต คุณภาพผลผลิต และความทนทานต่อการถูกทำลายจากความหนาวเย็น (frost damage) (Tsipouridis and Thomidis, 2005) และยังพบว่าในพีชพันธุ์ ‘Redhaven’ ‘Loring’ และ ‘Loadel’ มีการเจริญเติบโตของขนาดลำต้น ทรงพุ่ม และให้ผลผลิตที่แตกต่างกันเมื่อใช้ต้นตอต่างชนิดกัน (Layne *et al*., 1976) และมีรายงานว่าการใช้ต้นตอต่างชนิดกัน มีผลให้มีน้ำหนักแห้ง การสะสมคาร์โบไฮเดรตที่แตกต่างกันในพีชพันธุ์ ‘Flordaprince’ (Caruso *et al*., 1997) มีการออกดอกและการสุกแก่ของผลผลิตที่ต่างกันในพีชพันธุ์ ‘Redhaven’ (Beckman *et al*., 1992) พบปริมาณธาตุอาหารสะสมในใบและดอก ขนาดลำต้นและผลผลิตที่ต่างกัน ในพีชพันธุ์ ‘Queen Giant’ และ ‘Tebana’ (Zarouk *et al*., 2005) ผลการศึกษาเหล่านี้พบว่าต้นตอมีผลต่อขนาดของต้น ปริมาณธาตุอาหารสะสม ช่วยลดระยะเวลาในการเจริญเติบโตที่จะออกดอก ติดผล แสดงให้เห็นว่าต้นตอมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของต้นพันธุ์ดี

ในประเทศไทยปัจจุบันต้นตอที่ใช้ในการปลูกมีเพียงพันธุ์พื้นเมือง ซึ่งเป็นพันธุ์ที่นำเข้าจากประเทศจีนมานานแล้ว ขณะที่ได้มีการนำเข้าพันธุ์ต้นตอใหม่ ๆ ซึ่งล้วนแต่เป็นพันธุ์ที่น่าจะปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมในประเทศไทยได้ ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบอิทธิพลระหว่างต้นตอต่างชนิดกันต่อการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิตของกิ่งพันธุ์ดีชนิดต่าง ๆ ทำทดลองเปรียบเทียบในพื้นที่ที่ต่างกัน 2 พื้นที่ โดยศึกษาลักษณะทางกายภาพของต้นพีช การเจริญเติบโตของต้น รวมถึงการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ซึ่งน่าจะเป็นตัวชี้บอกถึงลักษณะการเจริญเติบโตได้แก่ ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในส่วนต่าง ๆ ของต้นพีช ปริมาณคาร์โบไฮเดรตสะสมในรูปต่าง ๆ รวมถึงปริมาณผลผลิต เพื่อใช้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเป็นแนวทางในการพัฒนาและเลือกต้นตอที่เหมาะสมกับกิ่งพันธุ์ดี และพื้นที่ปลูกที่ต่างกัน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบอิทธิพลของต้นตอต่อการเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์ดีในพีช [*Prunus persica* (L.) Batsch]

2. เพื่อศึกษาความสำเร็จในการเข้ากันได้ระหว่างต้นตอพันธุ์ต่าง ๆ กับพีชพันธุ์ดี

3. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซึมธาตุอาหารของต้นตอชนิดต่าง ๆ

การตรวจเอกสาร

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

พีช (peach) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Prunus persica* (L.) Batsch (นพดล, 2537; ปวิณ, 2541; Hesse, 1975; Layne, 1987; Ogawa *et al*., 1995; Scorza and Sherman, 1996; Webster, 1997) เป็นไม้ผลใน วงศ์ Rosaceae สกุล *Prunus* สกุลย่อย Amygdalus จำแนกเป็นวงศ์ย่อย Prunoideae (Childers, 1973; Flore, 1994) มีถิ่นกำเนิดอยู่ที่ประเทศจีน (ปวิณ, 2541; Childers, 1973; Layne, 1987; Scorza and Sherman, 1996) และเป็นไม้ผลที่ปลูกอยู่ระหว่างละติจูดที่ 30 และ 45 องศาเหนือและใต้ (Layne, 1987; Scorza and Sherman, 1996) พีชมีจำนวนโครโมโซม 2 ชุดเป็น diploid 2n=16 (อัมพิกา, 2527; Layne, 1987; Scorza and Sherman, 1996) เป็นไม้ผลยืนต้นมีขนาดตั้งแต่เล็กถึงปานกลาง ความสูงเต็มที่ 8 เมตร (Rehder, 1949) ใบเป็นใบเดี่ยวแบบ lanceolate ชนิด oblong-lanceolate หรือ elliptic-lanceolate ลักษณะใบยาวแหลม มีขนาด 1.5-2.0 x 5.0-8.0 (ถึง 15.0) เซนติเมตร ขอบใบฟันเลื่อย (serrate) ก้านใบและผิวใบไม่มีขน และก้านใบมีความยาวประมาณ 1.0-1.5 เซนติเมตร (Rehder, 1949; Subhadrabandhu, 1991) ตาดอกเกิดบริเวณซอกใบ (leaf axil) บนกิ่งอายุ 1 ปี ดอกเป็นดอกเดี่ยว สมบูรณ์เพศ (perfect flower) โดยทั่วไปเป็นพวกผสมตัวเองภายในดอก (self fertile) ทำให้ติดผลได้ง่าย การปฏิสนธิจะเกิดขึ้นหลังจากถ่ายละอองเกสรประมาณ 24-48 ชั่วโมง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศโดยเฉพาะอุณหภูมิ (วสันต์, 2528; Hesse, 1975; Tayama, 1980; Baipo *et al*., 1989; Ogawa *et al*., 1995) ผลเป็นแบบผลเดี่ยวพวก drupe ชนิด typical drupe คือกลุ่มที่มีผนังผลชั้นใน (endocarp) แข็ง (stone fruit) และการพัฒนาของผลเป็นแบบ double sigmoid curve (Hesse, 1975; Pathak and Pathak, 1991)

สภาพอากาศและปัจจัยที่เหมาะสม

พีชซึ่งเป็นไม้ผลในกลุ่มไม้ผลเขตหนาว (temperate-zone fruit tree) ต้องการความหนาวเย็น (chilling requirement) ในช่วงฤดูหนาวเพื่อทำลายการพักตัวของตาดอกและตาใบ ระยะเวลายาวนานไม่เท่ากันในแต่ละพันธุ์ สำหรับพันธุ์ที่ปลูกในประเทศไทยเป็นพันธุ์ที่ต้องการระยะเวลาสะสมความหนาวเย็นน้อยคือไม่เกิน 400 ชั่วโมง พื้นที่ปลูกมีความสูงตั้งแต่ 1000 เมตร ขึ้นไป นอกจากสภาพความหนาวเย็นแล้ว ปัจจัยที่มีผลต่อการปลูกพีชมากคือ ปริมาณน้ำที่เพียงพอ จึงจะทำให้ผลผลิตมีคุณภาพ (ปวิณ, 2538)

การจำแนกพันธุ์พีช

พันธุ์พีชถูกจำแนกเป็นกลุ่มตามแหล่งของการกลายพันธุ์ในธรรมชาติจนได้ลักษณะที่มีความเฉพาะภายในกลุ่ม ดังนี้

1. South China Type ผลมีขนาดเล็ก ปลายผล (stylar end) แหลมเป็นจงอย แต่มีพันธุ์พิเศษที่มีผลแบนเรียกว่า peen-tao peach เนื้อสีขาว ปริมาณกรดและความแน่นเนื้อต่ำ ต้องการความหนาวเย็นระยะสั้นเพื่อพ้นการพักตัว พีชพื้นเมืองของประเทศไทยจัดอยู่ในประเภทนี้ แต่มีคุณภาพการบริโภคผลสดไม่ดี จึงถูกใช้เพื่อการแปรรูป เช่น การดองหรือใช้เป็นต้นตอ และอาจใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ในการผสมพันธุ์ต่อไป

2. North China Type ผลมีขนาดใหญ่เนื้อติดเมล็ด (cling stone) เนื้อมีทั้งสีขาวและสีเหลือง มีคุณภาพการบริโภคสดดีมาก ต้องการความหนาวเย็นมากเพื่อพ้นจากการพักตัว

3. European หรือ Persian Type มีความหลากหลายมากโดยแบ่งเป็นสองกลุ่มดังนี้ Spanish Type ขนาดผลเล็ก ปริมาณขนมาก เนื้อมีคุณภาพต่ำ และ Persian Type มีคุณภาพผลดี ผิวสีเข้มสวย เนื้อมีสีเหลืองใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมของพันธุ์การค้ามากมายโดยการผสมกับกลุ่ม North China Type หรือผสมกันเองภายในกลุ่ม (ปวิณ, 2541; Zai-long, 1984)

การขยายพันธุ์พีช

การขยายพันธุ์พีชทำได้หลายวิธี เช่น การเพาะเมล็ด การติดตา ต่อกิ่งและการปักชำ ปัจจุบันวิธีการขยายพันธุ์ที่นิยมปฏิบัติกันทั่วโลกรวมถึงในประเทศไทยคือ การใช้ต้นตอ (rootstock) กับกิ่งพันธุ์ดี (scion) ที่ต้องการเนื่องจากการเพาะเมล็ดเพื่อใช้เป็นต้นพันธุ์ใหม่จะใช้เวลานานและกลายพันธุ์ได้ (โอฬาร, 2542; Layne, 1987)

คำศัพท์ที่ใช้ในการต่อกิ่ง

การต่อกิ่ง เสียบกิ่ง เสียบยอด (grafting) คือศิลปะการต่อชิ้นเนื้อเยื่อของพืช 2 ชิ้นเข้าด้วยกัน ด้วยวิธีต่าง ๆ เมื่อรอยต่อ (graft union) เชื่อมกันสนิทแล้วแล้วจะเติบโตเป็นต้นเดียวกันได้ ชิ้นส่วนที่อยู่ข้างบนทำหน้าที่ลำต้นเรียกกิ่งพันธุ์ดี (scion) และชิ้นส่วนล่างทำหน้าที่ราก เรียกว่าต้นตอ (rootstock)

กิ่งพันธุ์ดี (scion) เป็นส่วนที่เจริญเป็นกิ่งหรือเป็นต้น หรือทั้ง 2 อย่าง ประกอบด้วยตาที่พักตัวมากกว่า 1 ตา กิ่งพันธุ์ดีควรมาจากพันธุ์ดีที่ต้องการและปลอดโรค

ต้นตอ (rootstock) เป็นส่วนล่างของรอยต่อที่ทำหน้าที่เป็นราก อาจได้มาจากการเพาะเมล็ด กิ่งชำหรือกิ่งตอนที่ออกรากแล้ว

การเข้ากันไม่ได้ในการต่อกิ่ง (grafting incompatibility) เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อทำการต่อกิ่งระหว่างต้นตอและกิ่งพันธุ์ดี แล้วรอยต่อไม่สามารถเชื่อมกันได้สำเร็จและได้ต้นที่เจริญเติบโตไม่ดี หรือกิ่งพันธุ์ดีอาจตายได้ (นันทิยา, 2542; Hartmann *et al*., 2002)

วัตถุประสงค์ของการใช้ต้นตอ

ในระบบการปลูกพืชมีการนำต้นตอมาใช้เพื่อให้ได้ประสิทธิผลที่สูงสุด ทั้งนี้มีการใช้ต้นตอที่มีความจำเพาะเจาะจงกับกิ่งพันธุ์ดีที่แตกต่างกันไป ตามวัตถุประสงค์การใช้ ดังนี้ (รวี, 2540)

1. ใช้ในการขยายพันธุ์ให้ได้จำนวนมาก
2. เพื่อการเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์ที่ดีและรวดเร็ว
3. เพื่อความทนทานต่อโรคเน่าและไส้เดือนฝอยของระบบราก
4. ส่งเสริมให้มีปริมาณผลผลิตสูงขึ้นจากอิทธิพลของต้นตอ
5. เพื่อความสามารถในการทนทานต่อสภาพดินที่ไม่เหมาะสม เช่น ดินเหนียว ดินมีปริมาณเกลือหรือธาตุอาหารบางชนิดสูง ดินมีน้ำขัง
6. ส่งเสริมให้กิ่งพันธุ์ดีมีการตกผลเร็ว
7. ใช้ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น แห้งแล้งหรือพื้นที่มีสภาพอากาศที่หนาวเย็น

8. เพื่อต้องการลักษณะทรงพุ่มที่ขนาดลดลงหรือต้นแคระ
9. หลีกเลี่ยงความอ่อนแอของต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีบางคู่ที่มีต่อไวรัสบางชนิด

ข้อจำกัดของการต่อกิ่ง

การต่อกิ่งจำเป็นต้องให้เนื้อเยื่อบริเวณแคมเบียมของกิ่งพันธุ์ดีและต้นตอแนบติดกัน การต่อกิ่งจึงจำกัดอยู่เฉพาะพืชใบเลี้ยงคู่จำพวก พืชมีดอก (angiosperm) และพืชจำพวกสน (gymnosprem) เท่านั้น เนื่องจากพืชทั้ง 2 จำพวกมีเนื้อเยื่อแคมเบียมต่อกันเป็นวงระหว่างเซลล์ท่อลำเลียงน้ำและเซลล์ท่อลำเลียงอาหาร ส่วนพืชมีดอกจำพวกใบเลี้ยงเดี่ยว ไม่มีเยื่อเจริญที่เจริญติดต่อกันเป็นวง จึงไม่นิยมขยายพันธุ์ด้วยการต่อกิ่ง แต่บางกรณีที่ขยายพันธุ์ด้วยวิธีดังกล่าวโดยอาศัย meristematic cell ที่พบในโคนปล้องเป็นส่วนของเนื้อเยื่อเจริญเรียกว่า intercalary tissue โดยวิธีดังกล่าวได้มีการใช้กับหญ้าบางชนิด และกล้วยไม้วานิลลา (สนั่น, 2526; นันทิยา, 2542)

การต่อกิ่งพืชประการแรกที่จะต้องทราบคือ ต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีสามารถต่อกันได้หรือไม่ หากพืชมีความใกล้ชิดกันทางพฤกษศาสตร์ยิ่งมีโอกาสที่จะต่อกิ่งได้สำเร็จมากขึ้น (สนั่น, 2526; นันทิยา, 2542; Hartmann *et al*., 2002) สำหรับหลักเกณฑ์ที่ยึดถือปฏิบัติในการต่อกิ่งมีดังนี้

1. การต่อกิ่งต้นพืชในพันธุ์เดียวกัน โดยกิ่งพันธุ์ดีของพืชชนิดใดชนิดหนึ่งสามารถต่อกับกิ่งอื่นที่มาจากต้นเดียวกันและสามารถที่จะต่อติดกับไปบนต้นพืชเดิมได้ และกิ่งพันธุ์ดีที่อยู่ในโคลน (clone) ใดโคลนหนึ่งก็สามารถต่อกลับบนพืชต้นใดก็ได้ในโคลนเดียวกัน เช่น ลำไยสีชมพูสามารถนำไปต่อกับลำไยสีชมพูต้นอื่น ๆได้ (นันทิยา, 2542)

2. การต่อกิ่งระหว่างพันธุ์ (cultivars) แต่อยู่ในชนิด (species) เดียวกันสามารถทำได้ และให้ต้นที่แข็งแรงดี ข้อยกเว้นคือ Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) มีปัญหาเรื่องเข้ากันไม่ได้กับพืชชนิดเดียวกัน (นันทิยา, 2542; Hartmann *et al*., 2002)

3. การต่อกิ่งระหว่างชนิด แต่อยู่ในสกุล (genus) เดียวกันสามารถต่อสำเร็จในบางกรณี แต่บางกรณีไม่สำเร็จ เช่น การต่อกิ่งในสกุลส้ม (*Citrus*) ทำได้สำเร็จและทำเป็นการค้าอย่างกว้างขวาง การต่อกิ่งพืชในสกุล *Prunus* เช่น การต่อกิ่งพีช (*P. persica*) สามารถใช้ต้นตอของอัลมอนด์

(*P. dulcis*) แอปริคอท (*P. armeniaca*) พลัมยุโรป (*P. domestica*) และพลัมญี่ปุ่น (*P. salicina*) ได้ดี (นันทิยา, 2542; Hartmann *et al*., 2002)

4. การต่อกิ่งระหว่างสกุล ในวงศ์ (family) เดียวกัน โอกาสประสบความสำเร็จมีน้อย แต่ก็มีบางกรณีสามารถทำได้ เช่น ควินซ์ (*Cydonia oblonga*) ใช้เป็นต้นตอแคระสำหรับแพร์ (*Pyrus communis*) บางพันธุ์ (นันทิยา, 2542; Hartmann *et al*., 2002) และในจังหวัดฉะเชิงเทรามีการนำมะนาวพันธุ์แป้นใหญ่ ด่านเกวียน แป้นไข่ มะนาวไม่มีเมล็ด มาต่อบนต้นตอมะขวิด (พันธุ์มะขวิดหม้อซึ่งมีรสฝาด) ได้ผลดีทุกพันธุ์ (เกษตรกลางกรุง, 2539)

5. การต่อกิ่งต่างวงศ์ โดยทั่วไปไม่ประสบผลสำเร็จ แต่มีประสบผลสำเร็จบ้าง เช่น โคลเวอร์ (*Melilotus alba*) ในวงศ์ Leguminosae ต่อกิ่งด้วยวิธีแบบเคลฟต์ (Cleft) บนต้นตอทานตะวัน (*Helianthus annuus*) ในวงศ์ Compositae (นันทิยา, 2542; Hartmann *et al*., 2002)

ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของการต่อกิ่ง

การต่อกิ่งจะประสบความสำเร็จหรือไม่ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายชนิดที่มีอิทธิพลต่อการสมานแผลของการต่อกิ่ง เช่น การเข้ากันไม่ได้ (incompatibility) ระหว่างต้นตอและกิ่งพันธุ์ดี ชนิดของพืชและพื้นฐานทางพันธุกรรม อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณออกซิเจนในอากาศ ความชำนาญของผู้ปฏิบัติและลักษณะทางกายวิภาคของพืชที่นำมาต่อกัน (สนั่น, 2526; จิรา, 2542; นันทิยา, 2542; Hartmann *et al*., 2002)

1. การเข้ากันไม่ได้ (incompatibility) ระหว่างต้นตอและกิ่งพันธุ์ดี การต่อกิ่งระหว่างพืชที่ไม่มีความใกล้ชิดกันทางพฤกษศาสตร์จะทำให้ไม่ประสบผลสำเร็จ หรือปริมาณการต่อติดต่ำมาก เช่น การติดตาพีชบนต้นตอพลัม Marianna เกิดลักษณะการเข้ากันไม่ได้ แม้ว่าในระยะแรกเติบโตได้ แต่ต่อมาเกิดอาการบวมเหนือรอยต่อใบเหี่ยวและตายในที่สุด จากการศึกษาทางกายวิภาคพบว่าท่อน้ำของพืชต่อกันได้ดีแต่ท่อลำเลียงอาหารไม่ต่อกัน ทำให้ต้นตอขาดอาหารและตายไป (Hartmann *et al*., 2002)

2. ชนิดของพืช กิ่งพันธุ์และต้นตอที่มีองค์ประกอบทางพันธุกรรมต่างกันย่อมมีความแตกต่างกันทั้งทางสรีระ ทางชีวเคมี และทางกายวิภาค ซึ่งมีผลทำให้ลักษณะการเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์และต้นตอแตกต่างกันคือ มีการเจริญเติบโตและการพักตัวไม่พร้อมกัน (นันทิยา, 2542)

3. อุณหภูมิ มีผลต่อการเกิดแคลลัสอย่างมาก ในสภาพที่อุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า 40 องศาเซลเซียสจะมีแคลลัสเกิดขึ้นน้อยและช้า สำหรับองุ่นมีรายงานว่า การต่อกิ่งแบบ bench grafting ถ้าอุณหภูมิประมาณ 20 องศาเซลเซียส จะเกิดแคลลัสช้า และไม่มีการสร้างแคลลัสถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียสหรือสูงกว่านั้นจะได้แคลลัสจำนวนมากแต่เซลล์บอบบางและได้รับอันตรายง่ายเมื่อนำต้นไปปลูก ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 24-27 องศาเซลเซียส (นันทิยา, 2542)

4. ความชื้น เนื่องจากเซลล์พาเรนไคมา ซึ่งประกอบขึ้นเป็นเนื้อเยื่อแคลลัส มีผนังบางและแห้งตายง่าย บริเวณรอยต่อจึงต้องมีความชื้นสูง เพื่อให้เกิดรอยต่อที่สมบูรณ์ จึงควรมีการป้องกันการสูญเสียน้ำจากเซลล์โดยการให้ร่มเงาสำหรับกิ่งที่ต่อแล้วหรือการใช้ขี้ผึ้งทารอบบริเวณรอยต่อ (นันทิยา, 2542; Hartmann *et al*., 2002)

5. ออกซิเจน มีความจำเป็นสำหรับเซลล์แคลลัสเนื่องจากมีการแบ่งเซลล์และอัตราการเจริญเติบโตสูง ในการใช้ขี้ผึ้งทาบริเวณรอยต่อเพื่อรักษาความชื้นก็จะมีผลต่อการจำกัดการเคลื่อนที่ของอากาศและอาจจำกัดออกซิเจนด้วยทำให้เกิดการยับยั้งการสร้างแคลลัส (นันทิยา, 2542)

6. วิธีปฏิบัติและความชำนาญของผู้ปฏิบัติเป็นปัจจัยที่สำคัญ เนื่องจากแผลที่เกิดจากการต่อกิ่งต้องช้ำน้อยและแนบสนิทกันมากที่สุด เพื่อให้กลุ่มเซลล์เยื่อเจริญเชื่อมต่อกันเร็ว ฉะนั้นถ้าผู้ปฏิบัติไม่มีความชำนาญ อาจทำให้เกิดการเจริญเติบโตช้าผิดปกติ หรือการต่อกิ่งจะไม่ประสบผลสำเร็จ (Hartmann *et al*., 2002)

ข้อดีของการขยายพันธุ์พืชโดยมีการใช้ต้นตอ

นันทิยา (2542) Layne (1987) และ Hartmann *et al*. (2002) ได้รายงานถึงประโยชน์ของต้นตอดังนี้

1. ไม้ผลหรือไม้เนื้อแข็งบางชนิดไม่สามารถขยายพันธุ์โดยวิธีปักชำ วิธีตอนกิ่ง หรือวิธีแบ่งกอ แต่สามารถใช้การขยายพันธุ์โดยวิธีการต่อกิ่งบนต้นตอได้ อีกทั้งเป็นการคงลักษณะบางประการ ที่การขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดไม่สามารถดำรงไว้ได้

2. การใช้ต้นตอที่เหมาะสมสามารถทนทานปัญหาดินที่มีสภาพที่ไม่เหมาะสม เช่น ดินที่เป็นกรดหรือด่างมากไป เนื้อดินแน่น ดินมีโรค แมลงและไส้เดือนฝอย

3. ต้นตอที่ปลูก สามารถเปลี่ยนยอดเป็นพันธุ์ดีชนิดใหม่ ที่มีลักษณะการเจริญเติบโตที่ดี ทนโรคและแมลง หรือให้ผลผลิตที่ดีกว่าพันธุ์เดิม

4. ต้นตอสามารถเร่งการเจริญหรือลดการเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์ดีได้ ทำให้ต้นโตเร็วขึ้นหรือแคระได้ตามต้องการ และอาจมีผลให้เกิดการออกดอกและติดผลเร็วขึ้น

5. ต้นตออาจทำให้ผลสุกเร็วขึ้นได้และอาจมีผลต่อคุณภาพผล โดยมีผลมาจากระบบรากของต้นตอที่มีประสิทธิภาพในการดูดซึมธาตุอาหารที่ดีกว่าพันธุ์เดิมของกิ่งพันธุ์ดี

6. การใช้ต้นตอในการเปลี่ยนรูปทรงของต้นพืชให้ได้รูปทรงที่แปลกใหม่ เช่น การทำ tree rose หรือ weeping cherry

7. ต้นพืชที่เกิดการเสียหาย สามารถใช้ต้นตอในการซ่อมแซมได้ เช่น การต่อกิ่งแบบสะพาน (bridge grafting) หรือการเสริมราก (inarching)

ความสัมพันธ์ของต้นตอกับกิ่งพันธุ์ดี

การต่อกิ่งซึ่งมีลักษณะทางพันธุกรรมต่างกันเข้าด้วยกัน โดยส่วนหนึ่งทำหน้าที่เป็นลำต้นและอีกส่วนทำหน้าที่เป็นราก จะส่งผลถึงการเจริญเติบโตที่แตกต่างไปจากเมื่อกิ่งพันธุ์ดีและต้นตอเจริญตามลักษณะเดิม ซึ่งลักษณะที่พบใหม่มีทั้งลักษณะที่ดีและลักษณะไม่เป็นที่ต้องการ ซึ่งผลดังกล่าวมาจากอิทธิพลที่แตกต่างกันดังนี้ (นันทิยา, 2542; Layne, 1987; Hartmann *et al*., 2002)

1. อิทธิพลของต้นตอที่มีต่อกิ่งพันธุ์ดี

อิทธิพลที่สำคัญของต้นตอที่มีต่อพันธุ์ดีคือเปลี่ยนขนาดรวมทั้งรูปทรงของต้นพืช เช่น เชอรี่หวาน (*Prunus avium*) ก็มีการใช้ต้นตอเพื่อบังคับขนาดของต้นตั้งแต่ศตวรรษที่ 18 และในแอปเปิล มีการใช้ต้นตอแคระ (dwarfting rootstock) เพื่อควบคุมทรงพุ่มของกิ่งพันธุ์ดีและมีผลให้ระยะเวลาในการออกดอก การติดผลสั้นลง (Ferree and Robert, 1987) ต้อตออาจมีอิทธิพลกับการให้ผล เช่น การให้ผลผลิต การออกดอก การติดผล และปริมาณของผลผลิต ซึ่งต้นตอแคระจะให้ผลผลิตเร็วกว่า ส่วนต้นตอที่แข็งแรงจะมีระบบรากที่ดีกว่า ส่งผลให้กิ่งพันธุ์ดีได้รับธาตุอาหารมากกว่า และอาจมีอิทธิพลถึงผลผลิต ทั้ง ขนาด คุณภาพผล และการแก่ของผล ทั้งนี้ก็แตกต่างกันไปตามชนิดพืช เช่น ต้นที่ต่อกิ่งบางต้น ไม่มีการถ่ายทอดลักษณะทางกายภาพของผลผลิตของต้นตอไปยังผลผลิตของกิ่งพันธุ์ดี เช่น ไม่ปรากฏลักษณะทางกายภาพของผลพีชในผลแอปริคอท เมื่อใช้พีชเป็นต้นตอของกิ่งพันธุ์แอปริคอท แต่ในพืชตระกูลส้ม (*Citrus*) ต้นตอมีอิทธิพลต่อลักษณะทางกายภาพของผลอย่างมาก เช่น ต้นตอ sweet orange (*C. aurantium*) ต่อกิ่งกับกิ่งพันธุ์ดีของ sweet orange, tangerine และ grapefruit จะได้ผลเกลี้ยง เปลือกบางมีน้ำมากและคุณภาพดี แต่ถ้าใช้ต้นตอ rough lemon (*C. limon*) จะได้ผลที่ผิวหยาบมีเปลือกหนา ผลใหญ่ คุณภาพของผลต่ำ มีปริมาณน้ำตาลและกรดในผลต่ำด้วย นอกจากนี้ต้นตอมีอิทธิพลต่อการทนทานอากาศหนาวและการทนทานต่อสภาพดินที่ไม่เหมาะสม (Chaplin and Schneider, 1974)

ความสัมพันธ์ของต้นตอกับปริมาณธาตุอาหารพืช Layne (1987) รายงานว่าระบบรากที่แข็งแรงของพืช ทำให้การดูดซึมน้ำและธาตุอาหารมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยเฉพาะไนโตรเจนที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (Barneix and Causin, 1987)

2. อิทธิพลของกิ่งพันธุ์ดีที่มีต่อต้นตอ

ความแข็งแรงเป็นอิทธิพลที่สำคัญที่กิ่งพันธุ์ดีมีต่อต้นตอ กิ่งพันธุ์ดีที่แข็งแรงมีอิทธิพลต่อต้นตอที่อ่อนแอทำให้แข็งแรงและมีขนาดใหญ่ขึ้นได้ แต่ถ้าใช้กิ่งพันธุ์ดีที่อ่อนแอต่อกิ่งบนต้นตอที่แข็งแรง อิทธิพลของกิ่งพันธุ์ดีจะชักนำให้ต้นตออ่อนแอลงได้ และกิ่งพันธุ์ดียังมีอิทธิพลต่อการทนทานอากาศหนาวของต้นตอที่ต่อกิ่งได้ โดยเป็นผลของการชักนำให้ต้นตอมีความแก่ของเนื้อไม้เพียงพอที่ทนต่อสภาพอากาศได้ (Layne, 1987; Hartmann *et al*., 2002)

การเข้ากันไม่ได้ระหว่างต้นตอและกิ่งพันธุ์ดี

การเข้ากันไม่ได้ (incompatibility) เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความสำเร็จในการต่อกิ่ง ลักษณะอาการหลัก 2 อาการของการเข้ากันไม่ได้ Simons (1987) รายงานว่า อาการแรกมีการเกิดปัญหาจากระบบลำเลียงแป้งในท่ออาหาร (phloem) โดยมีการสะสมไว้บริเวณเหนือรอยต่อ มีผลให้บริเวณเหนือรอยต่อมีขนาดต้นที่ใหญ่กว่าบริเวณต่ำกว่ารอยต่อ (overgrowth) และการเข้ากันไม่ได้ของแคมเบียม (cambium) และเนื้อเยื่อเจริญ (vascular) ในบริเวณรอยต่อของต้นตอและกิ่งพันธุ์ดี ลักษณะดังกล่าวจะแสดงออกโดยใช้ระยะเวลาหนึ่งและทำให้ต้นตายได้ในที่สุด อาการของ incompatibility มี 3 ลักษณะ (Castle, 1987; Andrews and Marquez, 1993; Hartmann *et al*., 2002; Zarrouk and Moreno, 2006) ได้แก่

1. localized incompatibility เป็นอาการเข้ากันไม่ได้ของรอยต่อที่มีสาเหตุที่เกิดอยู่บริเวณรอยต่อของกิ่งพันธุ์ดีและต้นตอ เกิดการเสื่อมสลายหรือผิดปกติของของเซลล์บริเวณรอยประสานเนื้อเยื่อแคมเบียมและระบบท่อลำเลียงเกิดการขาดตอน ทำให้ระบบรากขาดอาหารที่ควรได้รับจากต้นอาจสามารถแก้ไขได้โดยการใช้พันธุ์อื่นที่สามารถเข้ากับพันธุ์ต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีเป็น interstock

2. translocated incompatibility เป็นอาการเข้ากันไม่ได้ของรอยต่อที่มีสาเหตุจากสารบางอย่างที่เป็นพิษ มีผลให้ท่ออาหารเสียไป เกิดรอยสีน้ำตาลในเปลือกของต้นตออย่างชัดเจน ทำให้การลำเลียงแป้งจากกิ่งพันธุ์ดีถูกสะสมไว้บริเวณรอยต่อ

3. pathogen-induced incompatibility เป็นอาการเข้ากันไม่ได้ของรอยต่อที่สาเหตุหลักมาจากการเข้าทำลายของ ไวรัสและ phytoplasmas ที่มีผลทำให้เกิดการผิดปกติระหว่างรอยต่อ

ลักษณะอาการของ incompatibility

การเข้ากันไม่ได้ระหว่างต้นตอและกิ่งพันธุ์ดี อาจจะแสดงผลในทันทีที่ทำการขยายพันธุ์หรือใช้เวลานานหลายปี จึงแสดงอาการ ซึ่งอาการที่สังเกตได้จากภายนอกมีดังนี้ (นันทิยา, 2542; Hartmann *et al*., 2002)

1. ความสำเร็จในการติดตาหรือต่อกิ่งต่ำมาก

2. ช่วงของการเจริญเติบโต การเจริญเติบโตทางกิ่งลดลง เกิดอาการใบเหลืองและร่วงหล่นก่อนเวลา กิ่งแห้งตายจากปลายกิ่งเข้ามาโคนกิ่ง ต้นไม่เจริญเติบโต

3. ต้นมีอายุสั้น และตายเร็วกว่าปกติ

4. กิ่งพันธุ์ดีและต้นตอมีอัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกันมาก

5. กิ่งพันธุ์ดีและต้นตอมีช่วงในการเจริญเติบโตและพักตัวไม่พร้อมกัน

6. เกิดการแตกกิ่งข้าง หรือมี sucker มาก

7. เกิดการแตกของต้นบริเวณรอยต่อ

8. มีอาการผิดปกติเหนือและใต้รอยต่อ พบการเจริญเติบโตที่ไม่สมดุลกัน กิ่งพันธุ์ดีเจริญเติบโตมากกว่าเรียก overgrowth และถ้าต้นตอเจริญเติบโตมากกว่าเรียก undergrowth

ความกลมกลืนของรอยเชื่อมต่อ (congeneality of graft union)

รอยเชื่อมต่อจากการขยายพันธุ์โดยการติดต่อ เหรือเสียบกิ่ง (graft uion) แบ่งได้เป็น 4 ลักษณะ (รวี, 2540)

1. smooth หรือ normal รอยต่อมีความกลมกลืนกันอย่างดี มักพบในคู่ของต้นตอและกิ่งพันธุ์ดี ที่มีลักษณะทางกรรมพันธุ์ใกล้คียงกันหรือเป็นพันธุ์เดียวกัน

2. rootstock overgrowth ต้นตอมีการเจริญเติบโตมากกว่ากิ่งพันธุ์ดี

3. rootstock undergrowth ส่วนของกิ่งพันธุ์ดีมีการเจริญเติบโตมากกว่าส่วนของต้นตอ กรณีที่พบ คือ lemon ที่ใช้ส้มชนิดอื่นเป็นต้นตอ เช่น citrange

4. graft union bulging อาการที่บริเวณส่วนของ gaft union เกิดอาการพองออก ลักษณะเช่นนี้ไม่ได้เป็นสิ่งก่อให้เกิดความล้มเหลว เช่น *Citrus ichangensis* บน rough lemon

การวิเคราะห์พืช

การวิเคราะห์พืชเป็นการประเมินหาปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารพืช ธาตุใดธาตุหนึ่งในตัวอย่างพืช มีจุดเริ่มต้นทางแถบยุโรปในต้นศตวรรษที่ 18 โดยผลงานของ De Saussure (1804) หลังจากนั้น Weinhold (1862) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์พืชเพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ธาตุอาหารกับต้นพืช จึงเกิดการพัฒนาทางด้านการวิเคราะห์พืช และเมื่อมีเครื่องมือที่ทันสมัย ทำให้วิเคราะห์ได้รวดเร็ว เช่น การใช้เครื่อง atomic absorption, emission spectrograph และ electron microscope งานทางด้านการวิเคราะห์พืชมีการพัฒนาและขยายตัวอย่างรวดเร็ว วิธีดังกล่าวเป็นวิธีหนึ่งในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน และปริมาณธาตุอาหารในพืช เป็นแนวทางในการจัดการเรื่องการให้ธาตุอาหารแก่พืช การวิเคราะห์พืชประกอบด้วย การเก็บตัวอย่างพืช (sampling) การเตรียมตัวอย่างพืช (preparation) การวิเคราะห์ (laboratory analysis) (จงรักษ์, 2536; จำเป็น, 2545; Harry and Jones, 1996)

การเก็บตัวอย่างพืช (sampling)

ชิ้นส่วนพืชที่เก็บต้องเป็นตัวแทนของกลุ่มพืชที่ต้องการวิเคราะห์ โดยคำนึงถึงธาตุอาหารว่ามีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช เทคนิคและช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่าง ก็เป็นอีกปัจจัยที่สำคัญ (Petersen and Calvin, 1996)

การเตรียมตัวอย่างพืช (preparation)

เมื่อเก็บตัวอย่างพืชแล้ว ทำความสะอาด (decontamination) เพื่อกำจัดการปนเปื้อน ทำให้แห้งเพื่อหยุดปฏิกิริยาของเอนไซม์ โดยอบที่อุณหภูมิ 65-80 องศาเซลเซียส ประมาณ 24 ชั่งโมง หรือจนน้ำหนักแห้งคงที่ บดให้มีขนาดเล็กลง ประมาณ 20-mesh อบให้แห้ง แล้วเก็บไว้ที่เย็น แห้ง และไม่มีแสง

การวิเคราะห์ (laboratory analysis)

วิเคราะห์ธาตุอาหารในพืช โดยวิเคราะห์ทางเคมี (chemical analysis) เป็นการย่อยตัวอย่างพืชแล้ววิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในตัวอย่างที่ทำการย่อย และการวิเคราะห์โดยใช้เครื่องมือ

(elemental analysis by X-ray emission spectrograph) ใช้หลักการปล่อยรังสี X ที่มีความยาวคลื่นและพลังงานที่เฉพาะแต่ละธาตุ และความเข้มแสงที่ปล่อยออกมาเป็นปฏิภาคโดยตรงกับปริมาณธาตุอาหารในตัวอย่างพืช หลังจากให้แสง X-ray ส่องผ่านตัวอย่างพืช (จงรักษ์, 2536)

การย่อยตัวอย่างพืช (digestion)

เป็นการย่อยสลายทำให้เนื้อเยื่อพืชมีขนาดเล็กลงเพื่อสะดวกในการวิเคราะห์ โดยทั่วไปมีอยู่ 2 วิธีได้แก่ การเผาที่อุณหภูมิสูง (high temperature combussion หรือ dry ashing) และการย่อยสลายด้วยกรด (wet acid digestion) (Mills and Jones, 1996)

ธาตุอาหารพืช

ธาตุอาหารพืช หมายถึง แร่ธาตุที่พืชจำเป็นเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต ถ้าพืชได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอก็จะชะงักการเจริญเติบโตหรือแคระแกร็น ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช จัดแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม นอกจากธาตุอาหารที่มีอิทธิพลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพืชแล้ว ลักษณะทางพันธุกรรมของพืช การจัดการเรื่องธาตุอาหาร และปัจจัยของการเจริญเติบโตอื่น ๆ เช่น น้ำ ก็มีอิทธิพลร่วมด้วย (Cakmak and Christof, 1999)

ธาตุอาหารหลัก เป็นธาตุอาหารประเภทที่พืชใช้ในการสร้างความเจริญเติบโตและให้ผลผลิต พืชต้องการในปริมาณมากและขาดไม่ได้ ปกติมีอยู่แล้วในดิน ได้แก่ ธาตุไนโตรเจน (N) ธาตุฟอสฟอรัส (P) และธาตุโพแทสเซียม (K) แต่เนื่องจากพื้นที่เกษตรทั่ว ๆ ไป มักจะเกิดการชะล้างธาตุไนโตรเจน (N) และ ธาตุโพแทสเซียม (K) ออกไปหมด จึงทำให้ธาตุอาหารหลักมีไม่เพียงพอต่อการนำไปใช้ของพืช จำเป็นต้องเติมธาตุอาหารหลักลงไปในดินในรูปของปุ๋ย N-P-K ชนิดต่าง ๆ ที่ประกอบด้วยธาตุอาหารหลักทั้ง 3 ธาตุ

ไนโตรเจน (nitrogen: N)

ค้นพบโดย Rutherford ในปี 1772 และ Saussure (1804) ตรวจพบว่าเป็นประโยชน์แก่ต้นพืช ดินมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ โดยทั่วไปมีระดับอยู่ที่ 0.02-2.5% พบในรูปสารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์ได้แก่ แอมโมเนียม (NH_4^+) ไนเตรต (NO_3^-) และไนไตรต์ (NO_2^-) ทั้งแอมโมเนียม ไนเตรต และไนไตรต์ เป็นรูปที่เป็นประโยชน์กับพืช เช่น ต้นมะเขือเทศ และมันฝรั่ง มีการเจริญของรากได้ดีเมื่อได้รับ N ในรูป NO_3^- และ NH_4^+ (Gerendas and Sattelmader, 1990) ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสำคัญของกรดอะมิโน โปรตีน เอนไซม์ต่าง ๆ คลอโรฟิลล์และหมู่เบสที่เป็นองค์ประกอบสำคัญในกรดนิวคลีอิก ในต้นพืชมีการสะสมในความเข้มข้นระดับสูง (> 1000 ppm) ในส่วน conductive tissue ของก้านใบและต้น ถ้ามีการขาดธาตุนี้ในช่วง vegetative ใบพืชแสดงอาการเล็ก เหลือง ใบร่วงก่อนเข้าระยะ mature ต้นอ่อนแอ โตช้า รากไม่มีการแผ่ขยาย อัตราส่วนระหว่าง ราก : ต้น ลดลง ส่งผลให้ปริมาณผลผลิตลดลงด้วย Dris (2002a) รายงานว่าควรมีการจัดการธาตุไนโตรเจนสำหรับต้นแอปเปิลในระดับความสำคัญใกล้เคียงกับน้ำ เพื่อการบานของดอกที่สม่ำเสมอและการติดผล ปริมาณไนโตรเจนในต้นพืชที่เจริญเติบโตอย่างปกติ ควรมีประมาณ 1.8-3.5 เปอร์เซ็นต์ (Johnson and Urine, 1989; Mills and Jones, 1996; Robinson *et al*., 1997)

ฟอสฟอรัส (phosphorus: P)

ค้นพบโดย Brand ในปี 1772 และตรวจสอบว่าเป็นประโยชน์แก่ต้นพืชในปี 1860 โดย Ville รูปที่เป็นประโยชน์ คือ $H_3PO_4^-$ ในพืชที่มีการเจริญเติบโตจะพบธาตุอาหารชนิดนี้ในปริมาณสูง เนื่องจากฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบของสารประกอบพลังงานสูง (ATP) ปัจจัยที่มีผลต่อการที่พืชนำธาตุนี้ไปใช้ในปริมาณสูง คือ ระดับความเป็นกรดและด่างของดิน อุณหภูมิของดิน ความชื้นในดิน และ Vegh *et al*. (1990) รายงานว่า ในข้าวบาร์เลย์มีปริมาณฟอสฟอรัสในต้นสูงขึ้น เมื่อดินมีความชื้นสูงขึ้น ฟอสฟอรัสในดินที่ระดับ 0.2% เป็นระดับที่ขาดแคลน ซึ่งต้นพืชจะเจริญเติบโตช้าลง อัตราส่วนระหว่าง ราก : ต้น ลดลง ผลผลิตลดลง เมล็ดและดอกมีคุณภาพต่ำลง ปริมาณฟอสฟอรัสในพืชที่เจริญเป็นปกติ ควรมีประมาณ 0.13-0.25 เปอร์เซ็นต์ (Johnson and Urine, 1989; Mills and Jones, 1996; Robinson *et al*., 1997)

โพแทสเซียม (potassium: K)

ตรวจสอบว่าเป็นประโยชน์แก่ต้นพืชในปี 1860 โดย Van Sachs and Knop ซึ่ง Davy ค้นพบตั้งแต่ปี 1807 โพแทสเซียมควบคุมระดับน้ำในเซลล์ การเปิดปิดของปากใบ มีบทบาทสำคัญในการลำเลียงคาร์โบไฮเดรตภายในต้น พบว่าเมื่อปริมาณโพแทสเซียมลด แป้งและน้ำตาลที่พืชสังเคราะห์ถูกสะสมที่บริเวณที่สังเคราะห์ไม่เกิดการลำเลียง มีผลทำให้การเจริญเติบโตของพืชลดลง ในต้นพืชที่มีปริมาณโพแทสเซียมสูง จะเกิดอาการ scorch พืชพวก grain มีดอกและผลลดลง คุณภาพลดลงเมื่อเก็บเป็นเวลายาว เช่น ในแอปเปิลเกิด leaf scorh คุณภาพผลหลังการเก็บเกี่ยวลดลง และเกิดแผลแตกหลังเก็บผลผลิตไว้ช่วงหนึ่ง (Dris, 2002b) ปริมาณโพแทสเซียมในพืชที่เจริญเป็นปกติ ควรมีประมาณ 1.75 -3.0 เปอร์เซ็นต์ (Johnson and Urine, 1989; Mills and Jones, 1996; Robinson *et al*., 1997)

การวิเคราะห์ดิน

การวิเคราะห์ดินเป็นตรวจสอบดินทางเคมีเพื่อประเมินปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินนั้น เนื่องจากธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชโดยส่วนมากจะพบอยู่ในดิน การวิเคราะห์ดินเป็นการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินอีกวิธี นอกเหนือไปจากการประเมินโดยการวิเคราะห์พืชและการสังเกตอาการผิดปกติจากต้นพืช การใช้ข้อมูลจากการวิเคราะห์ดินและพืชเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรื่องธาตุอาหาร ขั้นตอนของการวิเคราะห์ดินประกอบด้วย การเก็บตัวอย่างดิน การเตรียมดินตัวอย่าง การสกัดดินและการวิเคราะห์ การแปลผลลัพธ์ (จงรักษ์, 2536; David, 2000; Alina and Pendias, 2001)

การเก็บตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างดินทำการเก็บโดยสุ่มจากหลายตำแหน่ง (sample unit) ของพื้นที่ที่ทำการศึกษา แล้วนำมารวมเป็นดินตัวอย่างเดียวกัน (composite unit) โดยการแบ่งพื้นที่เป็นบริเวณย่อย ๆ แต่ละบริเวณจะมีดินที่มีคุณสมบัติและสิ่งแวดล้อมใกล้เคียงกัน ได้แก่ ชนิดดิน การใช้ดิน สภาพพื้นที่ และการจัดการดูแลรักษา ในการเก็บตัวอย่างควรเลี่ยงพื้นที่ลาดชันที่มีการชะล้าง พื้นที่ต่ำหรือเป็นหนองน้ำ พื้นที่ที่เป็นจอมปลวก ระดับความลึกของดินที่เก็บตัวอย่าง

โดยทั่วไปเก็บที่ระดับ 15.0 เซนติเมตร แต่สามารถเก็บได้ตามระดับความลึกของรากพืชที่มีกิจกรรมการใช้น้ำและปุ๋ยสูง (ทัศนีย์และจงรักษ์, 2542; Homer and Pratt, 1982)

การเตรียมดินตัวอย่าง

นำตัวอย่างดินที่เก็บไปตากให้แห้งในที่ร่ม บดตัวอย่างให้ละเอียดด้วยเครื่องบดหรือครกกระเบื้องเคลือบ ร่อนผ่านตะแกรงทองเหลืองขนาด 2.0 มิลลิเมตรและ 0.5 มิลลิเมตร เก็บไว้ในภาชนะที่แห้งและสะอาด

การสกัดดินและการวิเคราะห์

วิธีการวิเคราะห์ประกอบด้วยการสกัดโดยการใช้สารละลายเคมีหรือน้ำยาสกัดเข้าทำปฏิกิริยาเพื่อสกัดธาตุอาหารพืชที่เป็นประโยชน์ออกมา วัดปริมาณธาตุอาหารในสารละลายที่สกัด วิธีการและสารละลายเคมีที่ใช้ในการสกัดมีหลายชนิดขึ้นกับธาตุอาหารที่ต้องการศึกษา เช่น การวิเคราะห์หาฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus) มีวิธีและน้ำยาสกัดไม่ต่ำกว่า 40 ชนิด แต่วิธีที่นิยมในปัจจุบันได้แก่ วิธีของ Bray I, Bray II และ Olsen เป็นต้น

การแปลความหมายผล

การแปลผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ดิน จำเป็นต้องนำข้อมูลสภาพแวดล้อมและชนิดพืชมาประกอบการแปลผล เพื่อการหาความสัมพันธ์กับผลการวิเคราะห์ดิน พืชหลายชนิดมีการศึกษาและรายงานข้อมูลปริมาณธาตุอาหารในดินและต้นที่เหมาะสม (optimum level)

การวัดการเจริญเติบโต

การเติบโตในพืชหมายถึง การเพิ่มขึ้นโดยไม่มีการผันกลับของขนาด (size) ทั้งความกว้าง ความยาว และความหนา การเพิ่มความสูง (height) มวล (mass) ปริมาตร (volume) หรือ

น้ำหนัก (weight) เช่น การเพิ่มจำนวนเซลล์ การขยายขนาดเซลล์ การยืดตัวของเซลล์ ข้อ และปล้อง การเพิ่มน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง การเพิ่มขนาดของต้นพืช (ลิลลี่, 2546; Wilson, 1970; Meyer *et al*., 1973; Hunt, 1982; Sinha, 2004; Decoteau, 2005)

การวัดการเจริญเติบโตของพืชสามารถทำได้หลายวิธีโดยพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงของพืชด้านต่าง ๆ ได้แก่ การเพิ่มปริมาณโปรโตพลาส (protoplast) การเพิ่มจำนวนเซลล์ การเพิ่มขนาดเซลล์อย่างถาวร การเพิ่มน้ำหนักแห้ง วิธีการวัดการเจริญเติบโตที่เป็นที่นิยมและทำได้สะดวก ได้แก่ การหาน้ำหนักสด (fresh weight) การหาน้ำหนักแห้ง (dry weight) การวัดความกว้างหรือความยาว (width or length) การหาพื้นที่ (area) การหาปริมาณของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่อยู่ในรูปโครงสร้าง (TNC) (ลิลลี่, 2546; Hunt, 1978; Pearey *et al*., 1989; Salisbury and Ross, 1991; Larcher, 1995; Decoteau, 2005)

การหาน้ำหนักสด

การหาน้ำหนักสดส่วนของพืชเป็นวิธีที่ทำได้ง่ายและไม่เป็นอันตรายต่อส่วนของพืชหรือระบบการเจริญเติบโตของต้นทั้งหมด การหาน้ำหนักสดของพืชใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างจากต้นพืชมาเป็นส่วนจากต้นพืชทั้งหมด ชั่งน้ำหนักด้วยอุปกรณ์สำหรับการชั่งหาน้ำหนัก ควรชั่งและเก็บข้อมูลอย่างรวดเร็วเพื่อลดความแปรปรวนของข้อมูลเนื่องจากการสูญเสียน้ำจากส่วนที่ทำการศึกษา (Hunt, 1978; Salisbury and Ross, 1991; Decoteau, 2005)

การหาน้ำหนักแห้ง

การหาน้ำหนักแห้งของพืชเป็นการชั่งชิ้นส่วนของพืชที่ถูกทำให้แห้งสนิทโดยการนำไปอบที่อุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส 24-48 ชั่วโมง (Hunt, 1978; Pearey *et al*., 1989; Salisbury and Ross, 1991; Larcher, 1995; Decoteau, 2005) ผลของวิธีดังกล่าวน่าจะให้ผลดีกว่าการหาน้ำหนักสด เนื่องจากน้ำหนักสดของพืชที่เพิ่มขึ้นอาจเป็นผลมาจากการที่เซลล์ เนื้อเยื่อ หรือส่วนของพืชได้รับน้ำเข้าไปมากกว่ากว่าปกติ มีผลให้น้ำหนักสดที่วัดได้มีความแปรปรวนตามปริมาณ

น้ำที่พืชได้รับ แต่ในต้นอ่อนที่เพิ่งงอก พบว่าน้ำหนักแห้งของต้นที่กำลังเจริญเติบโตโดยปกติลดลงในขณะที่น้ำหนักสดมีค่าเพิ่มขึ้น (Baskin and Baskin, 2001; Fenner and Thompson, 2005)

การวัดความกว้างหรือความยาว

การวัดการเจริญเติบโตวิธีนี้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของส่วนของพืชที่มีการเจริญเติบโตไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง โดยมีการเพิ่มของขนาดอย่างสม่ำเสมอ เช่น การเพิ่มขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของต้น การเพิ่มความยาวของกิ่ง (ลิลลี่, 2546; Hunt, 1978)

การหาพื้นที่

วิธีการหาพื้นที่ใช้วัดการเจริญเติบโตที่เป็น 2 มิติ ทั้งความกว้างหรือยาว และความหนา เช่น การวัดการเจริญเติบโตของใบที่มีการเพิ่มขนาดหรือใบที่ขยายตัว (ลิลลี่, 2546; Hunt, 1978)

การหาปริมาณของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่อยู่ในรูปโครงสร้าง (total nonstructural carbohydrate; TNC)

ปริมาณ TNC คือคาร์โบไฮเดรตที่พืชสะสมไว้เป็นอาหารและแหล่งพลังงานในส่วนของกิ่ง เปลือก ราก และใบ ซึ่งเป็นข้อมูลที่แสดงความสมบูรณ์ของการเจริญเติบโตของต้นได้ (Kramer and Kozlowski, 1979; Oliverira and Priestley, 1988; Salisbury and Ross, 1992; Kozlowski and Pallardy, 1997) การปริมาณ TNC ทำโดยใช้วิธี Nelson's reducing sugar (วรภัทร, 2544; Hodge and Hofreiter, 1962)

การวัดการเจริญเติบโตข้างต้นเป็นหลักที่เหมาะสมสำหรับพืชชั้นสูงหรือพืชมีดอกทั่วไปที่มีหลายเซลล์ (multicellular) ในพืชที่มีขนาดเล็กหรือเนื้อเยื่อที่เพาะเลี้ยง การวัดการเจริญเติบโตด้วยวิธีอื่นที่เหมาะสม ได้แก่ การหาปริมาตรของเซลล์ (cell volume) การเพิ่มขึ้นของค่าความหนืดของเซลล์แขวนลอย (turbidity of cell suspension) การวัดจำนวนเซลล์ (cell number) การหาค่าอัตราการหายใจ (respiration rate) (ลิลลี่, 2546)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. พันธุ์พีชที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

1.1 พันธุ์ต้นตอ 9 พันธุ์ ได้แก่

1.1.1 “พื้นเมืองขุนวาง” (KW)	เป็นพันธุ์พีชพื้นเมืองในประเทศ
1.1.2 “อ่างขางขาว” (WAK)	เป็นพันธุ์พีชพื้นเมืองในประเทศ
1.1.3 “อ่างขางแดง” (RAK)	เป็นพันธุ์พีชพื้นเมืองในประเทศ
1.1.4 ‘Coastal Peach’ (CP)	เป็นพันธุ์พีชจากออสเตรเลีย
1.1.5 ‘Premier’ (PM)	เป็นพันธุ์พีชจากบราซิล
1.1.6 ‘Okinawa’ (OK)	เป็นพันธุ์พีชจากญี่ปุ่น
1.1.7 ‘In Je Taur’ (TW1)	เป็นพันธุ์พีชจากไต้หวัน
1.1.8 ‘Kuu Taur’ (TW2)	เป็นพันธุ์พีชจากไต้หวัน
1.1.9 ‘Flordaguard’ (FG)	เป็นพันธุ์พีชจากสหรัฐอเมริกา

ต้นตอทุกพันธุ์ เป็นพันธุ์ที่ต้องการความหนาวเย็นในการพักตัวน้อย (low chilling requirement) พันธุ์พื้นเมืองทั้ง 3 พันธุ์ เป็นพันธุ์ที่คาดว่าถูกนำเข้ามาปลูกโดยชาวเขาที่อพยพจากจีน และพันธุ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ เป็น seedling ที่เมล็ดได้จากต้นแม่พันธุ์ดังกล่าว ที่ได้รับการผสมแบบ open pollinated

1.2 พันธุ์ดี 3 พันธุ์ ได้แก่

1.2.1 ‘TropicBeauty’

1.2.2 TX2293-3

1.2.3 TXW1491-1

โดยลักษณะของแต่ละพันธุ์แสดงไว้ในภาคผนวก

2. เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการเก็บข้อมูลในแปลงและการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

2.1 เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์

2.2 ตลับเมตร

2.3 เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 2 ตำแหน่ง

2.4 เครื่องวิเคราะห์ไนโตรเจน (FB-528 Protein/Nitrogen Determinator, Leco, USA)

2.5 pH meter (PB 20, Sartorius, USA)

2.6 Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS vario 6, Analyticjena, German)

2.7 Spectrophotometer (Spectromic Genesys-5, Milton-Roy, Inc., USA)

2.8 ตะแกรงร่อนดิน ขนาด 0.5 และ 2 มิลลิเมตร

2.9 ตู้อบความร้อน

2.10 เครื่องบดชิ้นพืช

2.11 กระดาษกรอง (No. 42, Whatman, USA)

3. สารเคมี

3.1 0.1 N HCl + 0.03 N NH_4F (Bray II)

3.2 Ammonium acetate (NH_4OAc)

3.3 Standard potassium chloride solution

3.4 conc. HNO_3

3.5 conc. H_2SO_4

3.6 conc. $HClO_4$

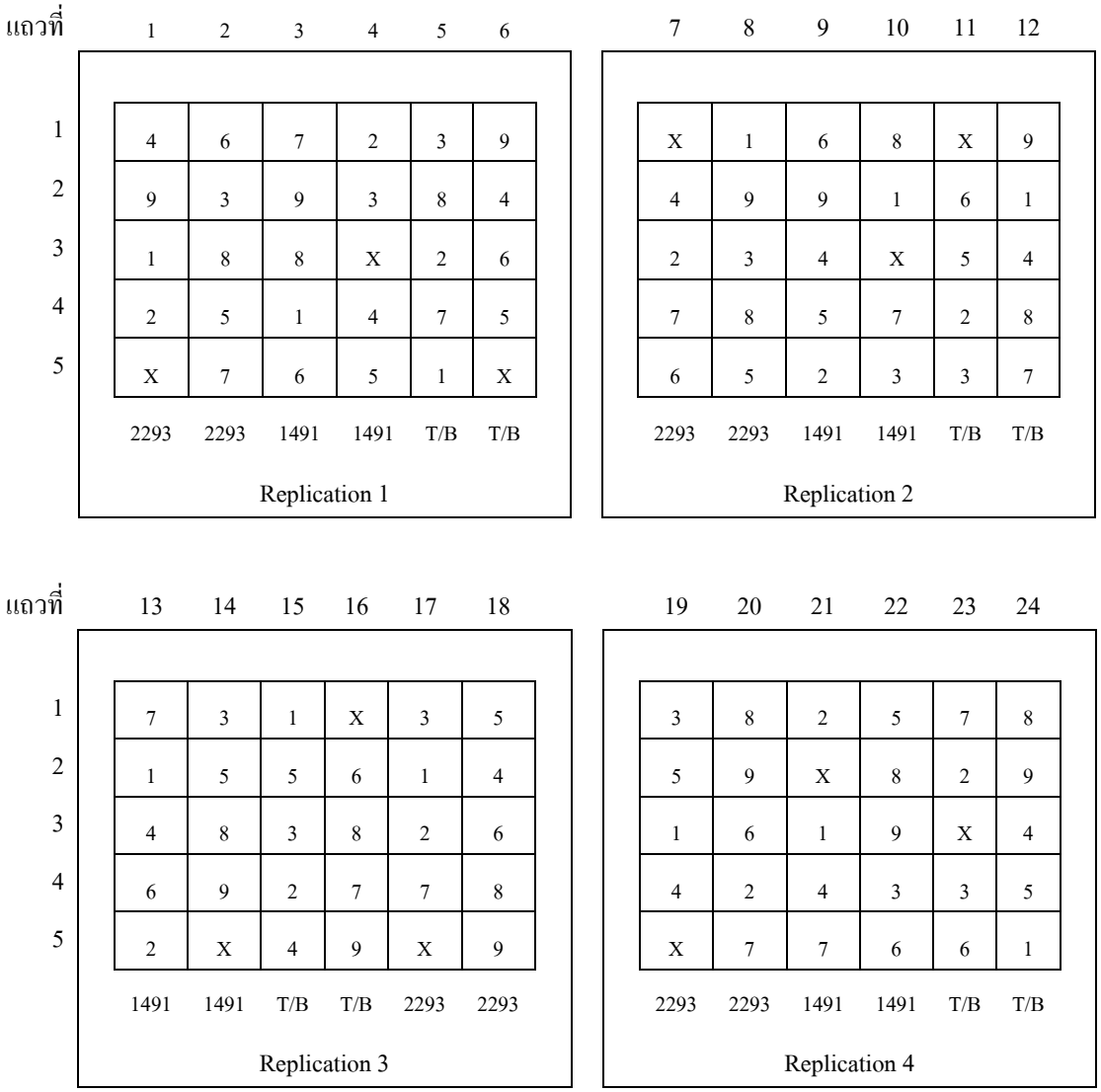
3.7 5% ammonium molybdate solution

3.8 0.25% ammonium metavanadate solution

3.9 antimony potassium tartrate

วิธีการ

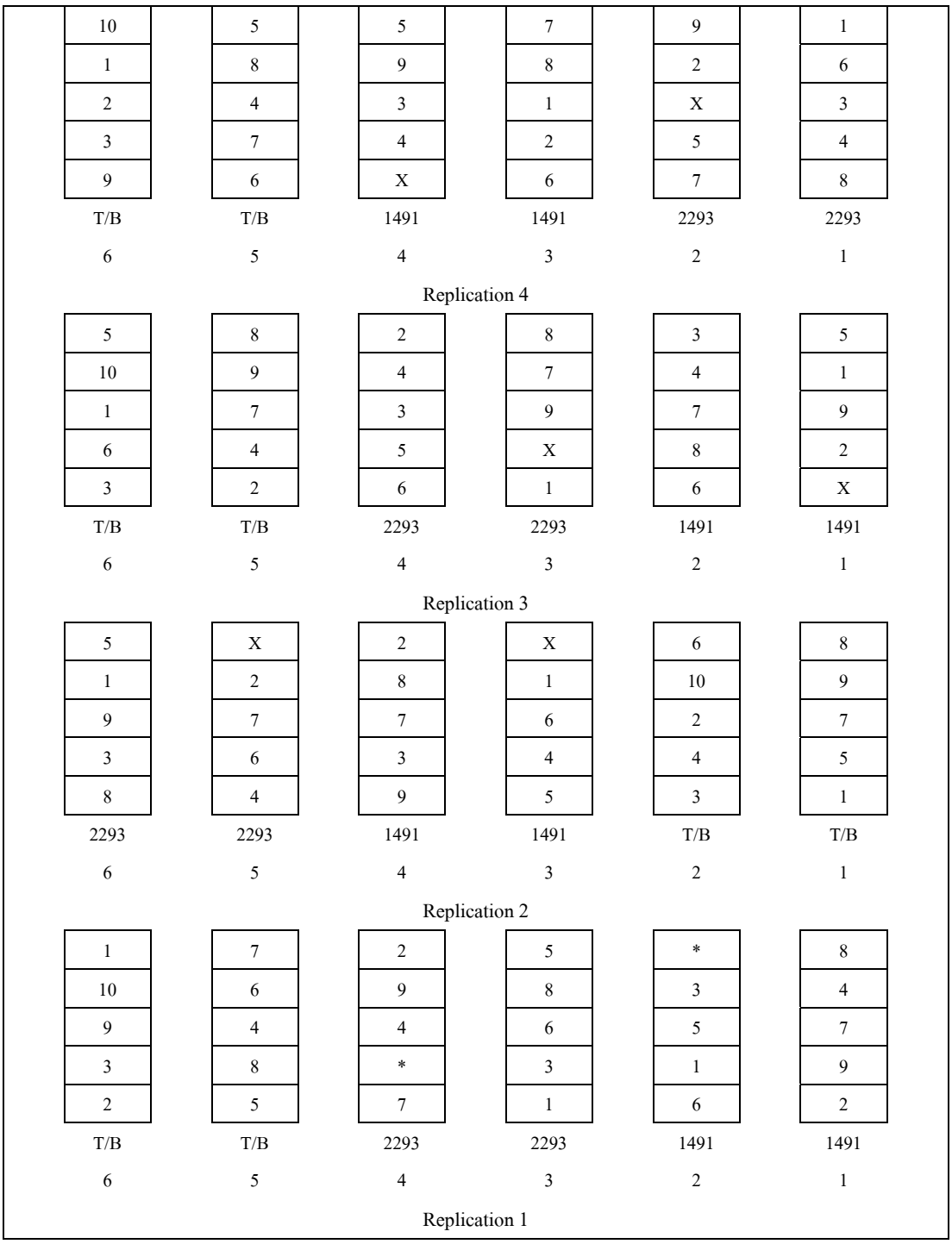
เตรียมต้นพืชเพื่อทดลองโดยการเพาะเมล็ดต้นตอด้วยวิธี stratification ใช้เวลาประมาณ 2-3 เดือน เมล็ดจึงงอกแล้วย้ายปลูกลงในถาดหลุมขนาด 24 หลุม สูง 8 นิ้ว เมื่อต้นตอมีอายุประมาณ 3-4 เดือนจึงย้ายลงถุงพลาสติกขนาด 4x6 นิ้ว เมื่อต้นตอมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.8-0.9 เซนติเมตร ติดตาด้วยกิ่งพันธุ์ดีตามข้อ 1.2 ด้วยวิธี modified chip budding เมื่อต้นที่ทำการติดตาเจริญเติบโตและรอยแผลเชื่อมกันสนิท เดือนตุลาคม พ.ศ. 2545 ปลูกต้นตอพืชที่ต่อยอดกับกิ่งพันธุ์ดี ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ตำบลม่อนปิน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งอยู่ที่เส้นละติจูด 19° 50′ ถึง 19° 57′ เหนือ และลองติจูดที่ 99° 01′ ถึง 99° 06′ ตะวันออก ความสูงของพื้นที่ 1,200 เมตรจากระดับน้ำทะเล และศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ตั้งอยู่ที่เส้นละติจูด 18° เหนือ และลองติจูดที่ 98° ตะวันออก ความสูงของพื้นที่ 1,220 เมตรจากระดับน้ำทะเล ระยะปลูกเท่ากับ 4 x 6 เมตร การปลูกได้ใช้แผนการทดลองแบบ split plot โดยมี main plot factor คือ พันธุ์ดี และ sub-plot factor คือ พันธุ์ต้นตอ การทดลองประกอบด้วยพืช 108 ต้น โดยเป็นต้นจากพันธุ์ดี 3 พันธุ์บนต้นตอ 9 พันธุ์ จำนวน 4 ซ้ำมีการปลูกต้นพืชโดยรอบแปลงทดลองเพื่อเป็น guard row



หมายเหตุ ตัวเลขในตารางคือต้นตอพันธุ์ต่าง ๆ ตามข้อ 1.1

เครื่องหมาย x แสดงหลุมปลูกที่ว่าง

ภาพที่ 1 แผนผังแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง



หมายเหตุ ตัวเลขในตารางคือต้นตอพันธุ์ต่าง ๆ ตามข้อ 1.1 และตัวเลข 10 คือต้น cutting
เครื่องหมาย x แสดงหลุมปลูกที่ว่าง

ภาพที่ 2 แผนผังแปลงทดลองที่ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง

1. อิทธิพลของต้นตอต่อการเจริญเติบโตในระยะวัฒนภาคของกิ่งพันธุ์ดี

เมื่อปลูกต้นพืชได้ประมาณปีกว่า (พ.ศ. 2547) จึงตัดแต่งทรงพุ่มให้เหลือเพียงลำต้นเดียว (single stem) และเมื่อพืชฟื้นจากการพักตัว (ก.พ. 2547) เริ่มเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตในระยะวัฒนภาค (juvenile phase) เมื่อต้นมีอายุ 3 ปี (พ.ศ. 2548) จัดแต่งทรงพุ่มให้เป็นแบบ open center ดูแลรักษาจัดการระบบน้ำและปุ๋ยตามระบบการผลิต เก็บข้อมูล 2 ปีโดย ช่วงปีที่ 1 ตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ. 2547 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548 และ ช่วงปีที่ 2 ตั้งแต่ เดือนเมษายน พ.ศ. 2548 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549 ดังนี้

1.1 ขนาดของลำต้น

วัดเส้นรอบวงของลำต้น (trunk circumference: TC) โดยใช้ตลับเมตรวัดในตำแหน่งเหนือรอยแผลติดตา และตำแหน่งต่ำกว่ารอยแผล 5 เซนติเมตร เก็บข้อมูลทุกเดือน แปลงข้อมูลเป็นพื้นที่หน้าตัดลำต้น (Trunk cross sectional area: TCSA) (Zekri, 2000) ดังนี้

$$TCSA = \frac{TC^2}{4\pi} \quad \text{(ตร.ซม.)}$$

1.2 ความสูงของต้น

วัดความสูงของต้นโดยใช้ตลับเมตรวัดจากโคนต้นเหนือพื้นดินจนถึงปลายกิ่ง เก็บข้อมูลปีละ 1 ครั้ง โดยเก็บหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิต

1.3 ความยาวของกิ่ง

หลังจากทำการตัดแต่งทรงพุ่ม ช่วงก่อนการพักตัวในเดือนตุลาคม คัดเลือกกิ่งอายุ 1 ปี ที่มีขนาดและความสมบูรณ์ใกล้เคียงกัน จำนวน 3 กิ่งต่อต้น วัดความยาวกิ่งจากส่วนปลายกิ่งและผูกป้ายไว้ที่ความยาว 15 เซนติเมตร และบันทึกความยาวกิ่งที่เพิ่มขึ้น หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิต ก่อนการตัดแต่งทรงพุ่ม

1.4 ความกว้างทรงพุ่ม

วัดความกว้างของทรงพุ่มโดยใช้ตลับเมตรวัดในแนวเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 แนวที่ทรงพุ่มมีขนาดกว้างที่สุด เก็บข้อมูลปีละ 1 ครั้ง โดยเก็บหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิต

1.5 ปริมาตรทรงพุ่ม

วัดความสูง และความกว้างทรงพุ่ม หลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตแปลงเป็นข้อมูลปริมาตรทรงพุ่ม (tree canopy volume) (Polat *et al*., 2004) ดังนี้

$$\text{Volume} = \frac{4\pi ab^2}{3} \quad \text{(ลบ.ม.)}$$

โดย π = 3.14

a = ½ ความสูงทรงพุ่ม (ม.)

b = ½ ความกว้างทรงพุ่ม (ม.)

1.6 น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของกิ่งที่ตัดแต่ง

ตัดแต่งกิ่ง ในช่วงก่อนการพักตัว (เดือนตุลาคม) และหลังจากฤดูร้อน (เมื่อต้นยังไม่เข้าสู่ระยะสืบพันธุ์) หรือ เก็บเกี่ยวผลผลิต (เดือนพฤษภาคม) จัดแต่งทรงพุ่มให้เป็นแบบ open center โดยตัดกิ่งกระโดงหรือกิ่งที่การเจริญเติบโตจากกิ่งหลัก ให้ต้นมีขนาดและจำนวนกิ่งที่เหมาะสมในการเจริญในฤดูกาลผลิตต่อไปแล้วชั่งน้ำหนัก บันทึกผลเป็นค่าน้ำหนักสดของกิ่งที่ตัดแต่ง (fresh weight) นำกิ่งที่ชั่งน้ำหนักสดไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักแห้งคงที่ ชั่งน้ำหนักแล้วบันทึกผลเป็นค่าน้ำหนักแห้ง (dry weight)

1.7 ลักษณะของการเข้ากันได้ของต้นตอและกิ่งพันธุ์ดี

วัดเส้นรอบวงของลำต้นตำแหน่งเหนือรอยแผลติดตา และตำแหน่งต่ำกว่ารอยแผล 5 เซนติเมตร แปลงเป็นอัตราส่วนของขนาดลำต้นเหนือรอยแผลต่อขนาดลำต้นต่ำกว่ารอยแผล สังเกตุลักษณะของความกลมกลืนของต้นตอและกิ่งพันธุ์ดี (congeneality) เก็บข้อมูลทุกเดือน รายงานผลการเจริญเติบโตเป็นรอบปีการเจริญเติบโต

1.8 ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ได้อยู่ในรูปโครงสร้าง [total nonstructural carbohydrate (TNC)]

เก็บตัวอย่างใบที่เจริญเติบโตเต็มที่ก่อนทำการตัดแต่งทรงพุ่ม ก่อนการพักตัวและหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิต จากตำแหน่งข้อที่ 3-5 ของกิ่ง อบตัวอย่างใบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส บดให้ละเอียด ชั่งตัวอย่างพืช 0.05 กรัม เติม 0.2 N H_2SO_4 40 มิลลิลิตร ปิดปากภาชนะด้วยอลูมินัมฟอยล์ แล้วอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็น กรองด้วยกระดาษกรอง ปรับ pH ให้เป็นกลาง แล้วปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น ดูดสารละลายดังกล่าว 1 มิลลิลิตร นำไปวิเคราะห์หาปริมาณ TNC ด้วยวิธี Nelson's reducing sugar (วรภัทร, 2544; Hodge and Hofreiter, 1962)

2. อิทธิพลของต้นตอต่อการเจริญเติบโตในระยะสืบพันธุ์ของกิ่งพันธุ์ดี

เมื่อต้นมีอายุ 3 ปี (พ.ศ. 2548) จัดแต่งทรงพุ่มให้เป็นแบบ open center ดูแลรักษาจัดการระบบน้ำและปุ๋ยตามระบบการผลิต บันทึกข้อมูลจากต้นทั้งหมด 108 ต้น โดยเป็นต้นจากการติดตากิ่งพันธุ์ดี 3 พันธุ์ บนต้นตอ 9 พันธุ์ จำนวน 4 ซ้ำ เก็บข้อมูลในการเจริญเติบโต 2 ปี คือ ปีที่ 1 ช่วงตั้งแต่เดือนมกราคม - พฤษภาคม พ.ศ. 2548 และ ปีที่ 2 ช่วงเดือนมกราคม - พฤษภาคม พ.ศ. 2549

2.1 จำนวนตาใบ

หลังจากการตัดแต่งกิ่งในระยะพักตัว คัดเลือกกิ่งอายุ 1 ปีที่มีขนาดและความสมบูรณ์ใกล้เคียงกัน จำนวน 3 กิ่งต่อต้น วัดความยาวกิ่งจากปายกิ่งลงมา15 เซนติเมตรและผูกป้ายไว้ที่ นับจำนวนตาใบทั้งหมดบนกิ่ง บันทึกผล

2.2 จำนวนตาดอก

นับจำนวนตาดอกทั้งหมดโดยใช้กิ่งเดียวกับหัวข้อที่ 2.1 บันทึกผล

2.3 จำนวนตาที่ไม่พัฒนา

นับจำนวนตาดอกทั้งหมดโดยใช้กิ่งเดียวกับหัวข้อที่ 2.1 บันทึกผล

2.4 จำนวนข้อ

นับจำนวนข้อทั้งหมดโดยใช้กิ่งเดียวกับหัวข้อที่ 2.1 และ 2.2

2.5 ระยะเวลาในการบาน 50 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนดอกทั้งหมด

หลังจากมีการนับจำนวนตาใบ ตาดอกและข้อ ตรวจสอบการบานของดอกในแต่ละกิ่งที่คัดเลือกไว้ในหัวข้อที่ 2.1, 2.2, 2.3 และ 2.4 ทุก 2 วัน เมื่อดอกจำนวนครึ่งของดอกทั้งหมดในกิ่งบาน บันทึกเป็นวันที่ดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ แปลงข้อมูลเป็นจำนวนวันตามระบบ Julian date

2.6 ระยะเวลาในการบาน 100 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนดอกทั้งหมด

หลังจากมีการนับจำนวนตาใบ ตาดอกและข้อ ตรวจสอบการบานของดอกในแต่ละกิ่งที่คัดเลือกไว้ในการทดลองที่ 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 และ 2.5 ทุก 2 วัน เมื่อดอกทั้งหมดในกิ่งบาน บันทึกเป็นวันที่ดอกบาน 100 เปอร์เซ็นต์ แปลงข้อมูลเป็นจำนวนวันตามระบบ Julian date

2.7 ระยะเวลาในการติดผล

หลังจากดอกบาน 100 เปอร์เซ็นต์ นับระยะเวลาในการติดผล บันทึกข้อมูลในตาดอกที่พบว่า มีการผสมพันธุ์ กลีบดอกร่วง และส่วนรังไข่มีลักษณะโป่งพอง ขยายตัวเพื่อจะพัฒนาเป็นผลต่อไป ในแต่ละกิ่งที่คัดเลือกไว้ในข้างต้น แปลงข้อมูลเป็นจำนวนวันตามระบบ Julian date

2.8 ปริมาณผลผลิต

เมื่อติดผลในแต่ละต้น ปลิดผล และห่อผลตามระบบการผลิต เก็บเกี่ยวผลเมื่อถึงระยะเวลาผลสุก เก็บผลผลิตสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ชั่งน้ำหนักรวมของผล ในแต่ละต้น ชั่งน้ำหนักและ

บันทึกจำนวนผลในแต่ละชั้นมาตรฐาน ตามมาตรฐานคุณภาพพืชของมูลนิธิโครงการหลวง (2544) ได้แก่

2.8.1 ชั้นมาตรฐานพิเศษ (เกรดพิเศษ) น้ำหนักผลมากกว่า 166 กรัมต่อผล (2-3 ผลต่อ 500 กรัม) ผลมีลักษณะตรงตามพันธุ์ ไม่มีตำหนิโรคแมลง แผลช้ำและอื่น ๆ

2.8.2 ชั้นมาตรฐาน 1 (เกรด 1) น้ำหนักผล 125-165 กรัมต่อผล (4 ผล ต่อ 500 กรัม) ผลมีลักษณะตรงตามพันธุ์ ไม่มีตำหนิโรคแมลง แผลช้ำและอื่น ๆ

2.8.3 ชั้นมาตรฐาน 2 (เกรด 2) น้ำหนักผล 100-124 กรัมต่อผล (5 ผล ต่อ 500 กรัม) ผลมีลักษณะตรงตามพันธุ์ ไม่มีตำหนิโรคแมลง แผลช้ำและอื่น ๆ

2.8.4 ชั้นมาตรฐาน 3 (เกรด 3) น้ำหนักผล 84-99 กรัมต่อผล (6 ผล ต่อ 500 กรัม) ผลมีลักษณะตรงตามพันธุ์ ไม่มีตำหนิโรคแมลง แผลช้ำและอื่น ๆ

2.9 ประเมินระยะเวลาการสุกแก่ของผลผลิต

เก็บผลผลิตสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ชั่งน้ำหนักรวมของผลในแต่ละต้น บันทึกผล การประเมินช่วงเวลาสุกแก่ ประเมินจากวันเก็บผลผลิตที่ให้น้ำหนักผลผลิตสูงสุดเปรียบเทียบจากการเก็บเกี่ยวทุกวัน

3. ประเมินปริมาณธาตุอาหารในพืชและดิน

เก็บตัวอย่างใบที่เจริญเติบโตเต็มที่ จากตำแหน่งข้อที่ 3-5 ของกิ่ง ต้นละ 25-30 ใบ คัดเลือกตำแหน่งของกิ่งแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในต้น ปละกระจายตำแหน่งให้ทั่วทั้งต้น ในช่วงก่อนการพักตัวและหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต แยกตัวอย่างเป็นแต่ละต้น อบตัวอย่างใบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3-4 วัน บดให้ละเอียด เก็บตัวอย่างพืชไว้ที่แห้ง สุ่มเก็บตัวอย่างดินจากแปลงทดลองทั้ง 2 พื้นที่ เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร เก็บโดยสุ่มตำแหน่งให้กระจายทั่วทั้งพื้นที่ แยกเก็บเป็นบริเวณนอกหลุมปลูก และในบริเวณหลุมปลูก ผึ่งให้แห้ง บดและร่อนด้วยตะแกรงทองเหลืองขนาด 2.0 มิลลิเมตรและ 0.5 มิลลิเมตร เก็บตัวอย่างดินไว้ที่แห้ง เก็บตัวอย่างดินก่อนการพักตัว เดือนตุลาคม (พ.ศ. 2547 และ พ.ศ. 2548) หลังฤดูร้อน เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2548 และหลังการเก็บเกี่ยว เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2549

3.1 ธาตุไนโตรเจนในพืช

นำตัวอย่างพืชที่ผ่านการย่อยให้ละเอียด อบที่อุณหภูมิ 40-50 องศาเซลเซียสก่อนนำไปวิเคราะห์เพื่อกำจัดความชื้น วิเคราะห์ total nitrogen โดยระบบ dry combustion (Bremner, 1999) โดยชั่งตัวอย่าง 0.25 กรัม ห่อด้วย Tin Foil Cup บริษัท Leco (FP-528, Leco Crop., USA) นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องวิเคราะห์ไนโตรเจน รุ่น FB-528 Protein/Nitrogen Determinator (Leco, USA) ผลการวิเคราะห์แสดงเป็นรูปเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมดของน้ำหนักตัวอย่างแห้ง

3.2 ธาตุฟอสฟอรัสในพืช

ใช้ aliquot ที่ได้จากการย่อยพืชด้วย HNO_3 - $HClO_4$ acid mixture digestion จำนวน 5 มิลลิลิตร เติม 5% ammonium molybdate solution และ 0.25% ammonium metavanadate solution อย่างละ 5 มิลลิลิตร เขย่าแล้วตั้งทิ้งไว้ 30 นาที จึงนำไปวัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer (Spectonic Genesys 5; Milton Roy, USA) ที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร นำค่าที่บันทึกได้คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส (ศรีสม, 2544) ดังนี้

$$\text{ปริมาณ P (\%) ในพืช} = \frac{\text{mg } PL^{-1} \text{ from std. curve x Vf x Vd x } 10^{-4}}{\text{weight of plant sample x ml of aliquot}}$$

โดย Vf = ปริมาตรสุดท้าย (15 มล.)

Vd = ปริมาตรสารละลายตัวอย่างที่ได้จากการย่อยสลาย (100 มล.)

3.3 ธาตุโพแทสเซียมในพืช

ใช้ aliquot ที่ได้จากการย่อยพืชด้วย HNO_3- $HClO_4$ acid mixture digestion (Wright and Tomasz, 1999) วิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียม โดยใช้ Atomic Absorption Spectrophotometer รุ่น AAS vario 6 (Analytic Jena, German) ที่ความยาวคลื่น 766.5 นาโนเมตร เปรียบเทียบกับค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้กับกราฟมาตรฐาน คำนวณหาความเข้มข้นของโพแทสเซียม (ศรีสม, 2544) ดังนี้

$$\text{ปริมาณ K (\%) ในพืช} = \frac{(Cs - Cb) \times Vd \times 10^{-4}}{\text{weight of plant sample}}$$

โดย Cs = ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในสารละลายตัวอย่างจากกราฟมาตรฐาน (มก.โพแทสเซียมต่อลิตร)

Cb = ความเข้มข้นของโพแทสเซียมใน blank จากกราฟมาตรฐาน (มก.โพแทสเซียมต่อลิตร)

Vd = ปริมาตรสารละลายตัวอย่างที่ได้จากการย่อยสลาย (100 มล.)

3.4 อัตราส่วนระหว่างคาร์โบไฮเดรตและไนโตรเจน

ใช้ข้อมูลจากการคำนวณปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ได้อยู่ในรูปโครงสร้าง (TNC) และปริมาณไนโตรเจน หาอัตราส่วนระหว่างคาร์โบไฮเดรตและไนโตรเจน (CN ratio)

3.5 ธาตุไนโตรเจนในดิน

ใช้การวิเคราะห์ total nitrogen โดยวิธีของ Dumas Method: dry combustion (Bremner, 1999) โดยชั่งดิน 0.25 กรัม ห่อด้วย Tin Foil Cup บริษัท Leco (FP-528 Leco Crop. USA) นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องวิเคราะห์ไนโตรเจน รุ่น FB-528 Protein/Nitrogen Determinator (Leco, USA) ผลการวิเคราะห์แสดงเป็นรูปเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมดของน้ำหนักตัวอย่างแห้ง

3.6 ธาตุฟอสฟอรัสในดิน

ชั่งตัวอย่างดินที่บดร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร ปริมาณ 2 กรัม ใส่ใน erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำยาสกัด Bray II ลงไป 20 มิลลิลิตร เขย่านาน 60 วินาที แล้วกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 ดูดสารละลาย 5 มิลลิลิตรใส่ในหลอดทดลอง เติมน้ำกลั่น 15 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำยาเพื่อให้สารละลายเกิดสี 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 10 นาที จะได้สารละลายสีน้ำเงิน นำไปวัดความเข้มของสีโดยเทียบกับสารละลายมาตรฐาน ด้วยเครื่อง spectrophotometer (Spectonic Genesys 5; Milton Roy, USA) ที่ความยาวคลื่น 882 นาโนเมตร คำนวณหาฟอสฟอรัสจากสูตร (Kuo, 1999) ดังนี้

$$P\ (\text{มก.ต่อ กก.}) = \frac{Z \times Y \times \text{final volume (มล.)}}{\text{aliquot use (มล.)}}$$

โดย Y = อัตราส่วนระหว่าง สารละลาย Bray II : ดิน

Z = ค่า P (มก.ต่อลิตร) ที่อ่านได้จาก standard curve

3.7 ธาตุโพแทสเซียมในดิน

ชั่งดิน 5 กรัมใส่ใน Erlenmeyer flask ขนาด 125 มิลลิลิตร เติมน้ำยาสกัดแอมโมเนียมอะซิเตต (NH_4OAc) 50 มิลลิลิตร เขย่าติดต่อกัน 30 นาที กรองโดยใช้กระดาษกรอง ลงใน volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร โดยใช้ NH_4OAc นำสารละลายไปวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียม โดยใช้ atomic absorption spectrophotometer รุ่น AAS vario 6 (Analytic Jena, German) (Wright and Tomasz, 1999; Helmke and Sparker, 1999) คำนวณหาโพแทสเซียมจากสูตรดังนี้

$$K\ (\text{มก.ต่อ กก.}) = \frac{Z \times \text{final volume (มล.)}}{\text{soil weight (ก.)}}$$

โดย Z = ค่า K (มก.ต่อลิตร) ที่อ่านได้จากเครื่อง AAS

3.8 วิเคราะห์ pH ของดิน

ชั่งดิน 20 กรัม ผสมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร ผสมให้ดินและน้ำเข้ากัน ก่อนทำการวัด ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที ระหว่างที่ตั้งวางทิ้งไว้ คนดินเป็นครั้งคราว เมื่อครบ 30 นาที นำสารละลายไปวัดด้วย pH meter (PB 20, Sartorius, USA) ปรับค่ามาตรฐานของ pH meter ด้วย buffer solution pH 7.0 และ 4.0 ก่อนใช้ pH meter (Thomas, 1999)

3.9 วิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ clay ของดิน

ชั่งดิน 10 กรัมใช้วิธีการวิเคราะห์แบบ Pipette Method ตามวิธีของ Ray (1965)

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำข้อมูลด้านการเจริญเติบโต และปริมาณธาตุอาหารในพืชมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติวิธี analysis of variance (ANOVA) เพื่อหาอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์ต้นตอและพันธุ์ดี อิทธิพลของพันธุ์ต้นตอกับแผนการทดลองแบบ split plot และใช้ LSD เพื่อเปรียบเทียบหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ย และในส่วนค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนของขนาดลำต้น ใช้วิธี pair t-test เพื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ตั้งเป็นเกณฑ์มาตรฐาน

สถานที่และระยะเวลาการทดลอง

สถานที่ทำการทดลอง

สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง มูลนิธิโครงการหลวง ตำบลมอนปิ่น อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ตำบลแม่งอน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

ห้องปฏิบัติการสรีรวิทยา ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

ห้องปฏิบัติการปรับปรุงพันธุ์และเทคโนโลยีชีวภาพ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

ระยะเวลาทำการทดลอง

ศึกษาอิทธิพลของต้นตอต่อการเจริญเติบโตในระยะวัฒนภาคและระยะสืบพันธุ์ของกิ่งพันธุ์ดี เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2546 – พฤษภาคม พ.ศ. 2549

ศึกษาปริมาณธาตุอาหารในพืชและดิน เดือนเมษายน พ.ศ. 2548 – กรกฎาคม พ.ศ. 2549

ผลและวิจารณ์

ผล

1. อิทธิพลของต้นตอต่อการเจริญเติบโตในระยะวัฒนภาคของกิ่งพันธุ์ดี

การเจริญเติบโตในระยะวัฒนภาค (juvenile phase) ของต้นหลังจากพ้นจากการพักตัว (ก.พ. 2547) ประกอบด้วยการเจริญเติบโตในด้านความสูงของกิ่งพันธุ์ดี ขนาดพื้นที่หน้าตัดลำต้น ความยาวกิ่งอายุ 1 ปี ความกว้างและปริมาตรทรงพุ่ม น้ำหนักสดของกิ่งที่ตัดแต่ง เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของกิ่งที่ตัดแต่ง และปริมาณของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่อยู่ในรูปโครงสร้าง (TNC) รายงานผลการทดลองแยกตามพื้นที่ทำการทดลอง 2 พื้นที่ดังนี้

1.1 ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง

เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของการเจริญเติบโตด้านต่าง ๆ ตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ. 2547 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548 ตามแผนการทดลองแบบ split plot ในส่วนของอิทธิพลร่วมระหว่างกิ่งพันธุ์ดีและต้นตอไม่พบความแตกต่างทางสถิติในทุก ๆ ลักษณะที่ทำการศึกษา (ตารางผนวกที่ 3-12) จึงพิจารณาในส่วนอิทธิพลของต้นตอต่างๆ พบว่า ส่วนการเจริญเติบโตในด้านของขนาดของลำต้นของกิ่งพันธุ์ดีและต้นตอ ความสูงต้นของกิ่งพันธุ์ดี ปริมาณน้ำหนักแห้ง อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนหลังฤดูร้อน (พ.ค. 2548) ไม่แตกต่างทางสถิติระหว่างต้นตอทั้ง 9 พันธุ์ (ตารางที่ 1 และ 2)

ก่อนการพักตัว (ต.ค. 2547) ปริมาณ TNC และอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนของกิ่งพันธุ์ดีไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างต้นตอทั้ง 9 พันธุ์ (ตารางที่ 2) แต่หลังฤดูร้อน (พ.ค. 2548) ต้นตอแต่ละพันธุ์มีปริมาณ TNC แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Prob. < 0.05) โดยพันธุ์ “พื้นเมืองขุนวาง” (KW) มีปริมาณสูงสุดที่ 37.4 มก. ดี-กลูโคส/ก.นน.แห้ง และพันธุ์ ‘Coastal Peach’ (CP) มีปริมาณต่ำที่สุดที่ 16 มก. ดี-กลูโคส/ก.นน. แห้ง (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 ปริมาณการเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์ดีบนต้นตอต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง ระหว่างเดือนเมษายน พ.ศ. 2547 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548

ต้นตอ	นน.แห้ง (%)		ความสูงต้น	พื้นที่หน้าตัด (ตร.ซม.)		อัตราส่วนของ
	(ต.ค. 47)	(พ.ค. 48)	(ซม.)	กิ่งพันธุ์ดี	ต้นตอ	กิ่งพันธุ์ดีต่อต้นตอ
“พื้นเมืองขุนวาง”	45.89	69.91	29.40	3.93	3.05	1.01
“อ่างขางขาว”	52.58	72.71	60.58	5.87	5.19	1.02
“อ่างขาวแดง”	44.22	71.00	39.61	4.39	4.37	0.94
‘Coastal Peach’	51.32	72.43	30.99	3.67	3.71	0.96
‘Premier’	52.29	70.57	53.64	8.27	7.01	0.92
‘Okinawa’	49.00	70.17	36.14	4.22	4.37	0.97
‘In Je Taur’	49.70	69.68	59.01	5.37	6.27	0.91
‘Kuu Taur’	43.18	70.53	38.05	4.04	4.27	0.96
‘Flordaguard’	44.73	71.85	41.60	4.38	3.64	0.97
Prob. > F	0.61	0.56	0.31	0.19	0.42	0.51

ตารางที่ 2 ปริมาณ TNC และ CN ratio ของกิ่งพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง

ต้นตอ	ก่อนการพักตัว (ต.ค. 47)		หลังฤดูร้อน (พ.ค. 48)	
	TNC (มก./ก.นน.แห้ง)	CN ratio	TNC (มก./ก.นน.แห้ง)	CN ratio
“พื้นเมืองขุนวาง”	63.01	54.83	37.43	9.54
“อ่างขางขาว”	68.50	47.26	18.32	6.3
“อ่างขาวแดง”	66.81	38.81	26.75	6.85
‘Coastal Peach’	72.98	45.01	16.03	4.09
‘Premier’	75.44	53.24	31.42	6.95
‘Okinawa’	72.17	45.3	25.50	5.85
‘In Je Taur’	68.15	44.03	27.08	7.28
‘Kuu Taur’	72.01	60.52	22.75	6.15
‘Flordaguard’	72.30	56.52	16.57	4.18
Prob. > F	0.79	0.44	0.05	0.04

ในช่วงต้นของการศึกษา (ต้นอายุ 4 ปี) ไม่พบอาการเข้ากันไม่ได้ระหว่างกิ่งพันธุ์ดีกับต้นตอ ทั้งอาการต้นตายช่วงหลังจากขยายพันธุ์ หรือ อาการที่ต้นของกิ่งพันธุ์ดีหรือต้นตอเจริญเติบโตผิดปกติบริเวณรอยเชื่อมต่อ เช่น แผลแตกสมานไม่สนิท

ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนระหว่างของขนาดต้นส่วนเหนือและต่ำกว่ารอยต่อ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 1) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนแต่ละกิ่งพันธุ์ดีที่ต่อบนต้นตอแต่ละชนิดโดยวิธี paired t-test กับ 1 (ขนาดต้นเหนือและต่ำกว่ารอยแผลเท่ากัน) พบว่าไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 3) แสดงว่าขนาดของลำต้นไม่แสดงอาการผิดปกติบริเวณรอยเชื่อมต่อ

แต่เมื่อพิจารณาแยกเป็นต้นตอพันธุ์ต่าง ๆ พบว่า ต้นตอพันธุ์ ‘In Je Taur’ มีค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนแตกต่างทางสถิติจาก 1 พบค่าเฉลี่ยที่ 0.91 (ตารางที่ 4) แสดงว่าขนาดของต้นบริเวณต่ำกว่ารอยต่อมีขนาดใหญ่กว่า (rootstock overgrowth) ลำต้นเหนือรอยเชื่อมต่อ แต่ในต้นตอพันธุ์อื่น ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 3 อัตราส่วนขนาดลำต้นบริเวณเหนือและต่ำกว่ารอยเชื่อมต่อของกิ่งพันธุ์ดีที่ขยายพันธุ์บนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง ระหว่างเดือนเมษายน พ.ศ. 2547 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548

ต้นตอ	'TropicBeauty'		TX2293-3		TXW1491-1	
	ค่าเฉลี่ย	Prob.> t	ค่าเฉลี่ย	Prob.> t	ค่าเฉลี่ย	Prob.> t
"พื้นเมืองขุนวาง"	1.18	0.14	0.92	0.52	0.98	0.67
"อ่างขางขาว"	0.94	0.20	1.08	0.30	0.95	0.43
"อ่างขาวแดง"	1.01	0.93	0.94	0.17	0.87	0.07
'Coastal Peach'	0.84	0.20	1.04	0.18	1.03	0.42
'Premier'	0.81	0.13	1.05	0.64	0.92	0.60
'Okinawa'	1.01	0.83	0.96	0.49	0.94	0.08
'In Je Taur'	0.92	0.33	0.92	0.30	0.87	0.09
'Kuu Taur'	0.95	0.58	0.94	0.63	0.97	0.29
'Flordaguard'	0.95	0.64	1.04	0.18	0.92	0.06

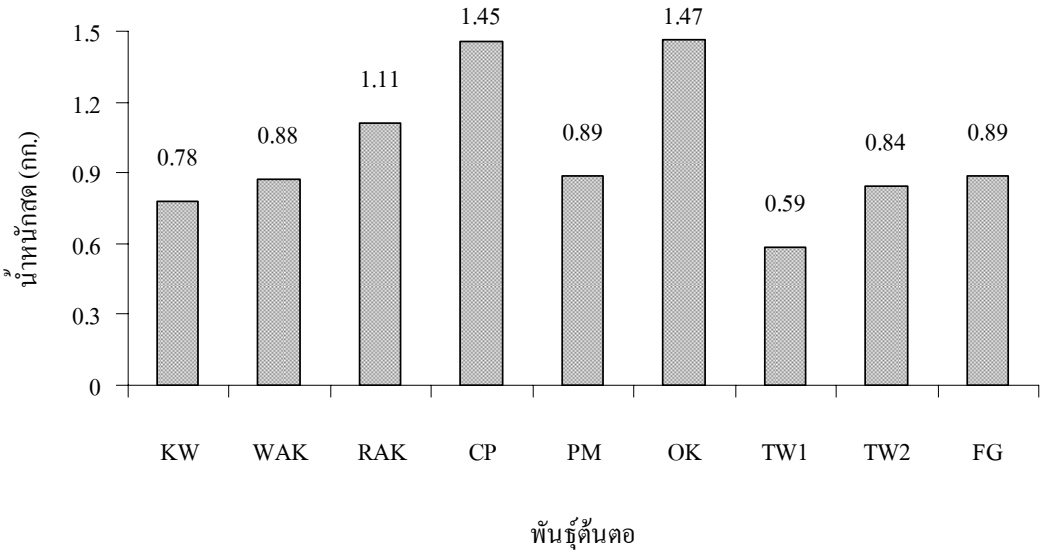
ตารางที่ 4 อัตราส่วนขนาดลำต้นของต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง ระหว่างเดือนเมษายน พ.ศ. 2547 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548

ต้นตอ	ค่าเฉลี่ย	Prob.> t
"พื้นเมืองขุนวาง"	1.01	0.80
"อ่างขางขาว"	0.99	0.80
"อ่างขาวแดง"	0.94	0.10
'Coastal Peach'	0.96	0.31
'Premier'	0.92	0.27
'Okinawa'	0.97	0.27
'In Je Taur'	0.91	0.02
'Kuu Taur'	0.96	0.25
'Flordaguard'	0.97	0.45

1.2 สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง

การเจริญเติบโตของต้นอายุ 2-3 ปี (ปีที่ 1 ของการเก็บข้อมูล ตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ. 2547 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548) ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในส่วนของอิทธิพลร่วมระหว่างกิ่งพันธุ์ดีและต้นตอทุก ๆ ลักษณะที่ทำการศึกษา (ตารางผนวกที่ 19, 20, 23, 24, 26, 28, 30, 32, 36, 37, 40, 41) เมื่อพิจารณาในส่วนอิทธิพลของต้นตอต่างๆ พบว่า ปริมาณ TNC ทั้งก่อนการพักตัว (ต.ค. 2547) และหลังฤดูร้อน (พ.ค. 2548) อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจน ขนาดของลำต้นของกิ่งพันธุ์ดีและต้นตอ ความสูงต้นของกิ่งพันธุ์ดี ปริมาณน้ำหนักแห้ง และปริมาณน้ำหนักสดของกิ่งที่ตัดแต่ง ช่วงก่อนการพักตัว (ต.ค. 2547) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ระหว่างต้นตอทั้ง 9 พันธุ์ (ตารางที่ 5, 8 และ 9)

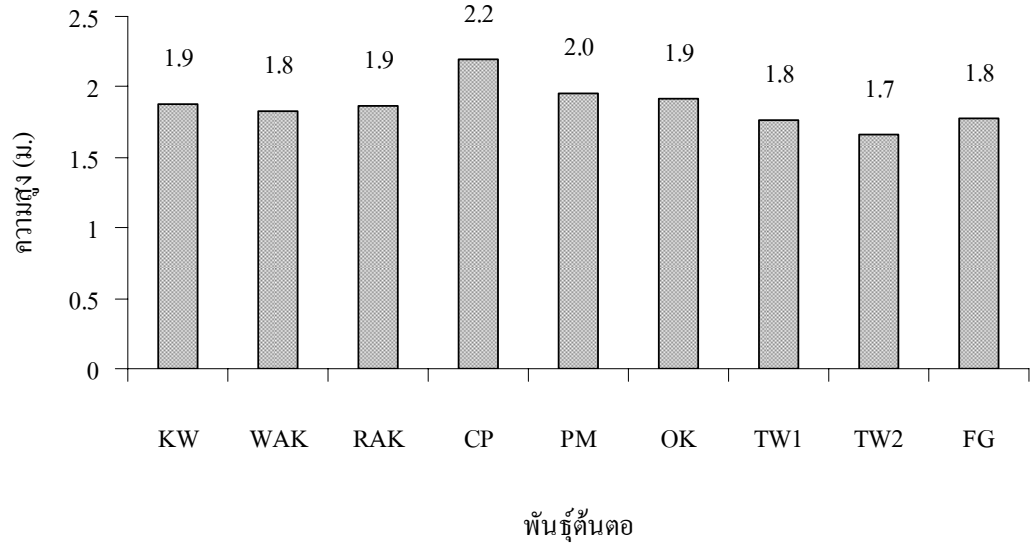
หลังฤดูร้อน (พ.ค. 2548) ต้นตอทั้ง 9 พันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Prob. < 0.02) ในปริมาณน้ำหนักสดของกิ่งที่ตัดแต่ง โดยพันธุ์ ‘Okinawa’ (OK) ให้ปริมาณสูงสุด คือ 1.47 กิโลกรัม และพันธุ์ ‘In Je Taur’ (TW1) ให้น้ำหนักสดต่ำที่สุดที่ 0.59 กิโลกรัม (ภาพที่ 3)



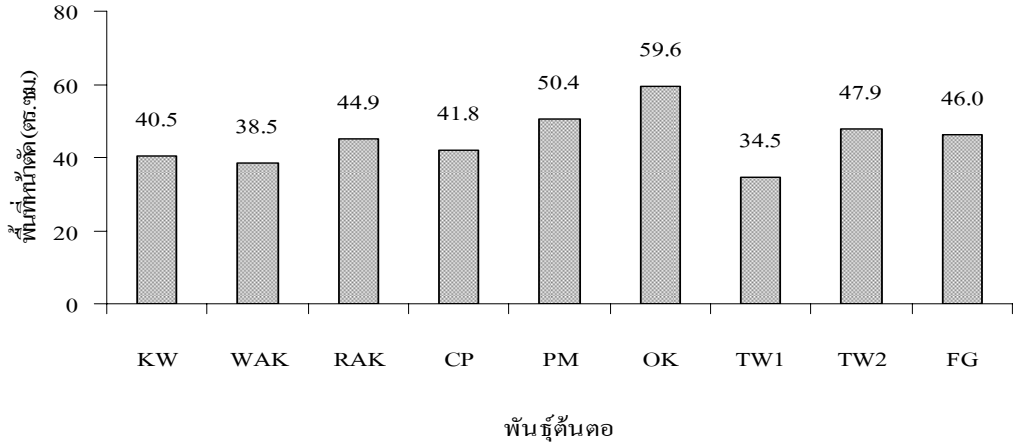
ภาพที่ 3 น้ำหนักสดกิ่งที่ตัดแต่ง ช่วงหลังฤดูร้อน (พ.ค. 2548) ของต้นอายุ 3 ปี ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ($LSD_{0.05}$ = 0.42)

การเจริญเติบโตของต้นอายุ 3-4 ปี (ปีที่ 2 ที่ศึกษาการเจริญเติบโต ตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ. 2548 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549) ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในส่วนของอิทธิพลร่วมระหว่างกิ่งพันธุ์ดีและต้นตอทุก ๆ ลักษณะที่ทำการศึกษา (ตารางผนวกที่ 21, 22, 25, 27, 29, 31, 33, 34, 35, 38, 39, 42, 43) เมื่อพิจารณาในส่วนอิทธิพลของต้นตอต่างๆ พบว่า ต้นตอทั้ง 9 พันธุ์มีผลต่อ ความสูงต้นของกิ่งพันธุ์ดีและพื้นที่หน้าตัดลำต้นของต้นตอที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยต้นตอพันธุ์ 'Coastal Peach' (CP) พบความสูงต้นสูงสุด คือ 2.20 เมตร และพันธุ์ 'In Je Taur' (TW1) พบความสูงน้อยที่สุดที่ 0.59 เมตร (ภาพที่ 4) ในขณะที่ขนาดลำต้นของต้นตอพบสูงสุดในพันธุ์ 'Okinawa' (OK) ที่ 59.56 ตารางเซนติเมตร และพบต่ำสุดในต้นตอพันธุ์ 'In Je Taur' (TW1) 34.54 ตารางเซนติเมตร (ภาพที่ 5)

สำหรับปริมาณน้ำหนักสดของกิ่งที่ตัดแต่ง ปริมาณน้ำหนักแห้ง ปริมาณ TNC อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจน ทั้งช่วงก่อนการพักตัว (ต.ค. 2548) และหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต(พ.ค. 2549) ขนาดของทรงพุ่ม ความยาวของกิ่ง ขนาดของลำต้นของกิ่งพันธุ์ดีไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ระหว่างต้นตอทั้ง 9 พันธุ์



ภาพที่ 4 ความสูงของกิ่งพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ช่วงปีที่ 2 (เม.ย. 2548 – พ.ค. 2549) ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ($LSD_{0.05}$ = 0.25)



ภาพที่ 5 ขนาดลำต้นของต้นตอชนิดต่าง ๆ ช่วงปีที่ 2 (เม.ย. 2548 – พ.ค. 2549) ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ($LSD_{0.05}$ = 9.6)

ตารางที่ 5 ปริมาณน้ำหนักสดกิ่งที่ตัดแต่ง และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง ของกิ่งพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง

	ปีที่ 1 (พ.ศ. 2548)				ปีที่ 2 (พ.ศ. 2549)		
	ก่อนพักตัว		หลังฤดูร้อน		ก่อนพักตัว	หลังเก็บเกี่ยว	
ต้นตอ	นน.สด (กก.)	นน. แห้ง(%)	นน.สด (กก.)	นน. แห้ง(%)	นน.สด (กก.)	นน.สด (กก.)	นน. แห้ง(%)
“พื้นเมืองขุนวาง”	0.38	53.97	0.78	72.31	46.25	6.28	71.7
“อ่างขางขาว”	0.82	52.07	0.88	72.43	49.15	5.45	70.67
“อ่างขาวแดง”	0.99	50.45	1.11	72.30	50.83	5.63	72.72
‘Coastal Peach’	0.77	51.24	1.45	72.86	54.93	6.45	71.76
‘Premier’	0.66	49.56	0.89	72.81	49.85	6.96	70.97
‘Okinawa’	0.81	51.76	1.46	73.45	49.07	7.92	72.14
‘In Je Taur’	0.31	47.59	0.59	73.30	51.13	5.19	71.78
‘Kuu Taur’	0.79	49.07	0.84	71.62	49.62	6.25	72.01
‘Flordaguard’	0.84	58.59	0.89	73.50	48.96	5.19	69.77
Prob. > F	0.48	0.39	0.02	0.19	0.83	0.24	0.68

การศึกษาการเข้ากันได้ระหว่างต้นตอและกิ่งพันธุ์ดี พบว่า ตั้งแต่ทำการขยายพันธุ์ (พ.ศ. 2545) จนถึงต้นอายุ 4 ปี (พฤษภาคม พ.ศ. 2549) ไม่พบทั้งอาการต้นตายหลังจากทำการขยายพันธุ์ และ อาการที่กิ่งพันธุ์ดีหรือต้นตอมีการเจริญเติบโตบริเวณรอยเชื่อมต่อผิดปกติ เช่น อาการแผลแตกหรือต้นแตก

เมื่อต้นอายุ 2-3 ปี (ตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ. 2547 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548) พบว่า อัตราส่วนระหว่างของขนาดต้นส่วนเหนือและต่ำกว่ารอยต่อ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 8) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนแต่ละกิ่งพันธุ์ดีที่ต่อบนต้นตอแต่ละชนิดโดยวิธี paired t-test กับ 1 (ขนาดต้นเหนือและต่ำกว่ารอยแผลเท่ากัน) พบว่าไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 7) แสดงว่าขนาดของลำต้นไม่แสดงอาการผิดปกติบริเวณรอยเชื่อมต่อ แต่เมื่อพิจารณาแยกเป็นต้นตอพันธุ์ต่าง ๆ โดยวิธี paired t-test พบว่า ต้นตอพันธุ์ “พื้นเมืองขุนวาง” มีค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนที่แตกต่างทางสถิติจาก 1 โดยพบค่าเฉลี่ยที่ 1.26 (ตารางที่ 6) แสดงว่าขนาดลำต้นต้นของกิ่งพันธุ์ดีที่ขยายพันธุ์บนต้อตอนี้มีขนาดใหญ่กว่า (scion overgrowth)

เมื่อต้นอายุ 3-4 ปี (ตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ. 2548 ถึง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2549) พบว่าอัตราส่วนระหว่างของขนาดต้นส่วนเหนือและต่ำกว่ารอยต่อ แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 8; $LSD_{0.05} = 0.11$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนแต่ละกิ่งพันธุ์ดีที่ต่อบนต้นตอแต่ละชนิดโดยวิธี paired t-test กับ 1 (ขนาดของลำต้นเหนือและต่ำกว่ารอยแผลเท่ากัน) พบว่า ‘TropicBeauty’ บน ‘In Je Taur’ และ TXW1491-1 บน ‘Premier’ มีขนาดลำต้นส่วนต่ำกว่ารอยต่อใหญ่กว่าส่วนเหนือรอยแผล (rootstock overgrowth) และ TX2293-3 บน “พื้นเมืองขุนวาง” มีขนาดลำต้นของต้นตอใหญ่กว่าลำต้นของกิ่งพันธุ์ดี (ตารางที่ 7)

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาแยกเป็นต้นตอพันธุ์ต่าง ๆ โดยวิธี paired t-test พบว่า ในต้นตอพันธุ์ “พื้นเมืองขุนวาง” “อ่างขางขาว” และ ‘Coastal Peach’ มีขนาดลำต้นของกิ่งพันธุ์ดีใหญ่กว่าลำต้นของต้นตอ (scion overgrowth) แต่ไม่พบในต้นตอพันธุ์อื่น ๆ

ตารางที่ 6 อัตราส่วนขนาดลำต้นบริเวณเหนือและต่ำกว่ารอยเชื่อมต่อของต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง

ต้นตอ	ปีที่ 1 (พ.ศ. 2548)		ปีที่ 2 (พ.ศ. 2549)	
	ค่าเฉลี่ย	Prob > t	ค่าเฉลี่ย	Prob > t
“พื้นเมืองขุนวาง”	1.26	0.02	1.08	0.03
“อ่างขางขาว”	0.84	0.55	1.08	0.05
“อ่างขาวแดง”	1.02	0.79	1.03	0.25
‘Coastal Peach’	1.06	0.37	1.18	0.02
‘Premier’	0.98	0.69	0.99	0.75
‘Okinawa’	0.96	0.66	1.05	0.48
‘In Je Taur’	0.01	0.86	1.01	0.77
‘Kuu Taur’	0.99	0.85	0.97	0.20
‘Flordaguard’	0.99	0.92	0.99	0.46

ตารางที่ 7 อัตราส่วนขนาดลำต้นบริเวณเหนือและต่ำกว่ารอยเชื่อมต่อของกิ่งพันธุ์ดีที่ขยายพันธุ์บนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง

	ปีที่ 1 (พ.ศ. 2548)						ปีที่ 2 (พ.ศ. 2549)					
	'TropicBeauty'		TX2293-3		TXW1491-1		'TropicBeauty'		TX2293-3		TXW1491-1	
ต้นตอ	เฉลี่ย	Prob.> t	เฉลี่ย	Prob.> t	เฉลี่ย	Prob.> t	เฉลี่ย	Prob.> t	เฉลี่ย	Prob.> t	เฉลี่ย	Prob.> t
"พื้นเมืองขุนวาง"	1.18	0.50	1.40	0.03	1.03	0.39	1.08	0.54	1.16	0.01	1.01	0.90
"อ่างขางขาว"	0.83	0.88	0.99	0.87	0.95	0.62	1.02	0.63	1.18	0.13	1.04	0.27
"อ่างขาวแดง"	0.84	0.24	1.14	0.30	1.12	0.55	1.07	0.33	1.02	0.66	1.10	1.00
'Coastal Peach'	1.07	0.13	1.14	0.37	0.93	0.67	1.11	0.08	1.22	0.26	1.21	0.27
'Premier'	1.02	0.86	1.02	0.89	0.89	0.06	0.96	0.07	1.13	0.50	0.92	0.02
'Okinawa'	1.00	0.98	0.86	0.12	1.04	0.86	0.95	0.35	0.98	0.59	1.19	0.33
'In Je Taur'	0.93	0.09	1.22	0.47	0.94	0.41	0.93	0.00	1.10	0.28	1.03	0.82
'Kuu Taur'	1.03	0.68	0.96	0.46	1.00	0.94	1.03	0.30	0.90	0.43	0.99	0.42
'Flordaguard'	1.10	0.44	0.93	0.59	0.98	0.77	0.95	0.12	0.92	0.22	1.03	0.73

ตารางที่ 8 ปริมาณการเจริญเติบโตด้านต่าง ๆ ของกิ่งพันธุ์ดีบนต้นตอ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง

	ปีที่ 1 (2548)				ปีที่ 2 (2549)					
ต้นตอ	ความสูง (ม.)	พื้นที่หน้าตัดของกิ่งพันธุ์ดี (ตร.ซม.)	พื้นที่หน้าตัดของต้นตอ (ตร.ซม.)	อัตราส่วนของกิ่งพันธุ์ดีต่อต้นตอ	ความสูง (ม.)	พื้นที่หน้าตัดของกิ่งพันธุ์ดี (ตร.ซม.)	พื้นที่หน้าตัดของต้นตอ (ตร.ซม.)	อัตราส่วนของกิ่งพันธุ์ดีต่อต้นตอ	ปริมาตรทรงพุ่ม $(ม.)^3$	ความยาวกิ่ง (ม.)
“พื้นเมืองขุนวาง”	1.58	14.17	11.76	1.20	1.87	46.48	40.50	1.08	7.50	2.37
“อ่างขางขาว”	1.42	12.65	14.17	0.91	1.83	45.46	38.52	1.08	7.26	2.24
“อ่างขาวแดง”	1.83	17.59	18.27	1.02	1.86	49.87	44.87	1.02	7.88	2.42
‘Coastal Peach’	1.68	15.25	13.94	1.05	2.20	53.36	41.81	1.18	8.27	2.41
‘Premier’	1.57	16.71	16.31	0.98	1.95	46.02	50.42	0.99	9.51	2.48
‘Okinawa’	1.73	17.03	18.36	0.96	1.91	60.18	59.56	1.05	8.69	2.54
‘In Je Taur’	1.56	11.86	11.51	1.01	1.76	36.44	34.54	1.01	6.16	2.26
‘Kuu Taur’	1.64	16.63	16.13	1.00	1.66	46.65	47.91	0.97	7.39	2.44
‘Flordaguard’	1.87	19.09	18.38	0.99	1.78	44.21	46.03	0.97	8.46	2.36
Prob. > F	0.52	0.44	0.18	0.38	0.04	0.22	0.04	0.02	0.40	0.96

ตารางที่ 9 ปริมาณ TNC และ CN ratio ของกิ่งพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง

ต้นตอ	ก่อนการพักตัว				หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต			
	(ต.ค. 2547)		(ต.ค. 2548)		(พ.ค. 2548)		(พ.ค. 2549)	
	TNC (มก./ก.นน.แห้ง)	CN ratio	TNC (มก./ก.นน.แห้ง)	CN ratio	TNC (มก./ก.นน.แห้ง)	CN ratio	TNC (มก./ก.นน.แห้ง)	CN ratio
“พื้นเมืองขุนวาง”	50.23	37.23	71.06	18.52	66.08	15.15	81.37	21.26
“อ่างขางขาว”	57.13	48.31	87.75	21.23	52.09	11.97	83.93	22.22
“อ่างขาวแดง”	49.80	41.23	66.83	17.61	52.40	12.66	85.05	22.11
‘Coastal Peach’	52.09	43.77	68.65	16.21	58.32	6.89	90.52	24.44
‘Premier’	55.28	48.66	65.03	16.42	60.56	6.91	90.16	23.98
‘Okinawa’	52.97	39.80	63.38	15.40	72.22	20.77	83.93	21.47
‘In Je Taur’	53.63	41.19	69.22	17.89	58.95	13.39	81.62	21.35
‘Kuu Taur’	50.20	41.66	63.39	16.12	49.23	11.28	79.29	21.23
‘Flordaguard’	26.57	38.32	72.47	17.40	33.33	7.40	80.31	19.27
Prob. > F	0.90	0.73	0.73	0.86	0.13	0.07	0.58	0.64

2. อิทธิพลของต้นตอต่อการเจริญเติบโตในระยะสืบพันธุ์ของกิ่งพันธุ์ดี

เมื่อต้นอายุ 3 ปี จึงเริ่มเก็บข้อมูลลักษณะสืบพันธุ์ ประกอบด้วยจำนวนตาดอก ตาใบ ตาที่ไม่พัฒนา จำนวนข้อ ผลผลิต ระยะเวลาในการบานของดอก และช่วงเวลาในการเก็บเกี่ยวผลผลิต เนื่องจากแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง ถูกสัตว์เลี้ยงเข้ากัดกินเสียหายจึงยกเลิกการทดลองของพื้นที่นี้ ส่วนการทดลอง ณ สถานีเกษตรหลวงอ่าง เก็บข้อมูลจำนวน 2 ปี คือ ปีที่ 1 เมื่อต้นอายุ 3 ปีเก็บข้อมูล ตั้งแต่เดือนมกราคม - พฤษภาคม พ.ศ. 2548 และ ปีที่ 2 เมื่อต้นอายุ 4 ปี ช่วงเดือนมกราคม - พฤษภาคม พ.ศ. 2549

ตารางที่ 10 จำนวนข้อและตาชนิดต่าง ๆ ของกิ่งพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ต่อความยาวกิ่ง 15 ซม. ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง

	ต้นอายุ 3 ปี (พ.ศ. 2548)					ต้นอายุ 4 ปี (พ.ศ. 2549)				
ต้นตอ	ข้อ	ตาดอก	ตาใบ	ตาไม่พัฒนา	ติดผล (%)	ข้อ	ตาดอก	ตาใบ	ตาไม่พัฒนา	ติดผล (%)
“พื้นเมืองขุนวาง”	10.2	6.4	5.4	0.7	28.7	12.2	14.4	9.0	0.9	39.4
“อ่างขางขาว”	9.8	6.3	5.7	0.9	45.6	12.6	15.1	9.3	0.8	37.9
“อ่างขาวแดง”	9.3	8.3	5.9	0.5	33.4	12.0	14.8	8.1	1.0	40.8
‘Coastal Peach’	10.3	7.2	5.9	1.0	60.9	12.1	15.7	10.1	1.0	46.2
‘Premier’	9.3	8.2	5.4	0.9	60.1	12.8	15.1	9.7	0.8	46.9
‘Okinawa’	9.3	6.5	5.0	0.6	47.8	13.4	17.3	9.7	1.2	39.9
‘In Je Taur’	10.0	9.3	6.1	0.9	31.4	12.3	16.0	9.9	1.1	42.5
‘Kuu Taur’	10.6	9.4	6.1	1.1	35.1	12.9	15.6	9.7	1.2	49.0
‘Flordaguard’	9.6	7.4	6.2	1.0	50.6	12.2	13.6	9.1	1.0	35.1
Prob. > F	0.06	0.85	0.67	0.90	0.42	0.63	0.01	0.09	0.99	0.95

ในต้นอายุ 3 ปีไม่พบความแตกต่างทางสถิติในส่วนของอิทธิพลร่วมระหว่างกิ่งพันธุ์ดีและต้นตอทุก ๆ ลักษณะที่ทำการศึกษา (ตารางผนวกที่ 56, 58, 60, 62, 64, 66, 68, 71, 73) เมื่อพิจารณาในส่วนอิทธิพลของต้นตอต่าง ๆ พบว่า จำนวนตาดอก ตาใบ ตาที่ไม่พัฒนา และจำนวนข้อไม่พบความแตกต่างระหว่างต้นตอที่ทำการศึกษาทั้งหมด (ตารางที่ 10)

สำหรับลักษณะของระยะเวลาดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาดอกบานทั้งหมด ระยะเวลาในการติดผล (ตารางที่ 11) ปริมาณการติดผล (ตารางที่ 10) และปริมาณผลผลิต ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างต้นตอทั้ง 9 พันธุ์

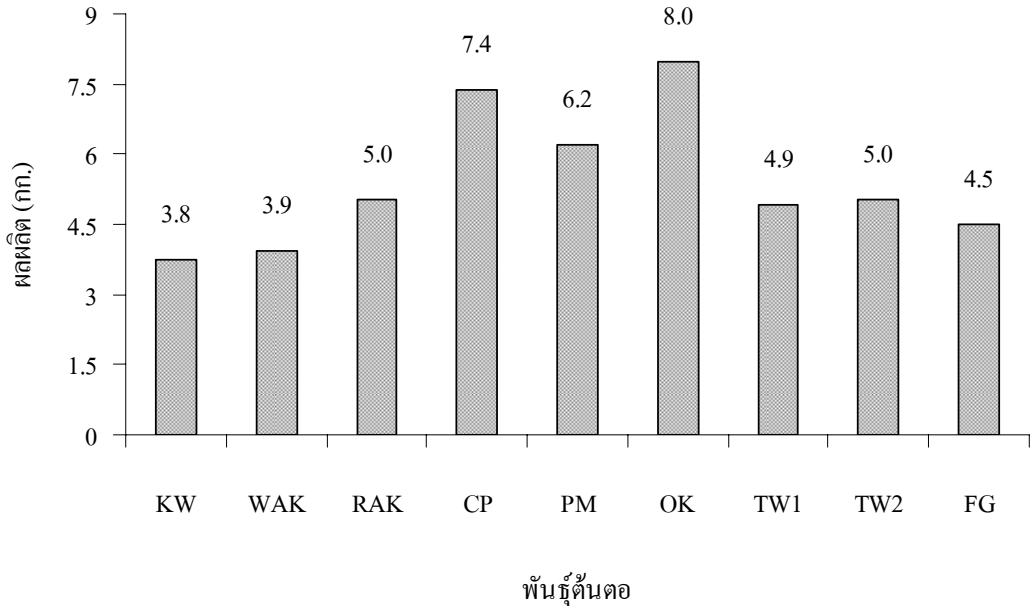
ปีที่ 2 ของการเก็บข้อมูล เมื่อต้นอายุ 4 ปี ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในส่วนของอิทธิพลร่วมระหว่างกิ่งพันธุ์ดีและต้นตอทุก ๆ ลักษณะที่ทำการศึกษา (ตารางผนวกที่ 57, 59, 61, 63, 65, 67, 69, 70, 72, 74-85) เมื่อพิจารณาในส่วนอิทธิพลของต้นตอต่างๆ พบว่าจำนวนตาดอกและปริมาณผลผลิตมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (Prob. < 0.01 และ Prob. < 0.02 ตามลำดับ) โดยต้นตอพันธุ์ ‘Okinawa’ (OK) มีจำนวนตาดอกเฉลี่ย 17.3 ตาดอก (ตารางที่ 10) และปริมาณผลผลิตสูงสุดเฉลี่ย 8.0 กิโลกรัม (ภาพที่ 6) ในขณะที่พันธุ์ ‘Flordagaurd’ (FG) มีจำนวนตาดอกต่ำที่สุดเฉลี่ย 13.6 ตาดอก และพันธุ์พื้นเมืองขุนวาง (KW) มีผลผลิตต่ำสุดเฉลี่ย 3.8 กิโลกรัม

ระยะเวลาดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาดอกบานทั้งหมด ระยะเวลาในการติดผล ปริมาณการติดผล และช่วงเวลาการเก็บเกี่ยวผลผลิตของต้นอายุ 4 ปี ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 11)

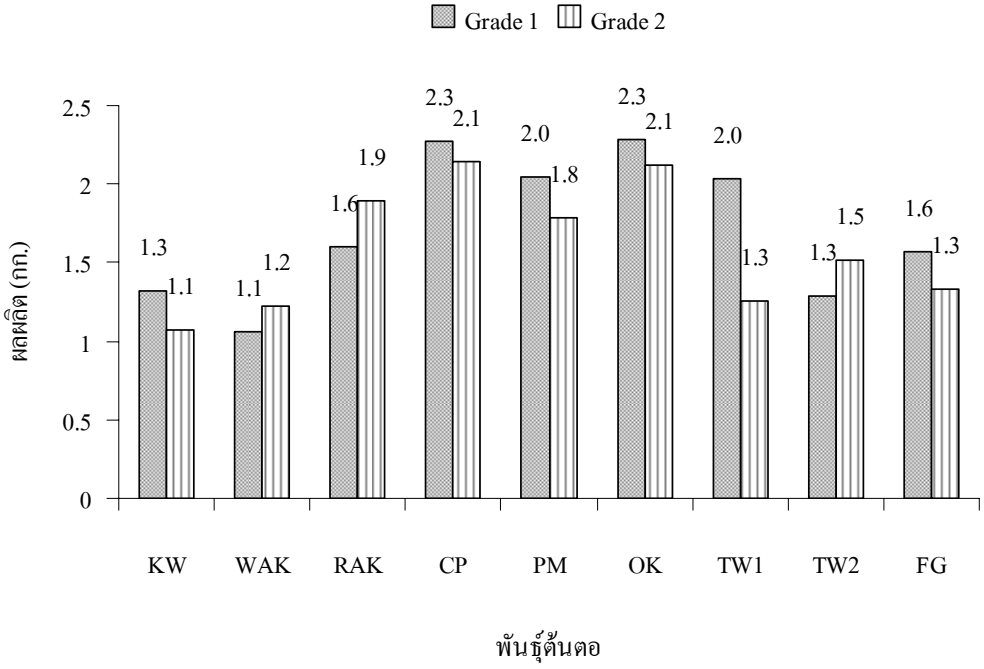
ตารางที่ 11 ระยะเวลาในการบานของดอกและการติดผลของกิ่งพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง

ต้นตอ	ต้นอายุ 3 ปี (พ.ศ. 2548) ระยะเวลา (วัน)			ต้นอายุ 4 ปี (พ.ศ. 2549) ระยะเวลา (วัน)			
	บาน 50%	บาน 100%	ติดผล	บาน 50%	บาน 100%	ติดผล	เก็บเกี่ยว
“พื้นเมืองขุนวาง”	3.0	6.7	22.4	16.7	26.1	36.2	127.7
“อ่างขางขาว”	2.6	6.7	20.6	12.1	21.0	29.4	127.2
“อ่างขาวแดง”	3.0	6.7	19.7	12.3	19.6	29.0	126.6
‘Coastal Peach’	2.9	6.5	26.4	13.3	24.1	34.4	124.8
‘Premier’	4.0	6.5	21.3	12.6	20.9	30.5	127.1
‘Okinawa’	2.7	6.0	20.3	12.8	21.6	29.6	124.1
‘In Je Taur’	3.0	6.5	20.3	12.2	21.9	30.9	126.2
‘Kuu Taur’	2.4	6.3	21.0	14.8	22.7	30.9	128.0
‘Flordaguard’	2.6	5.8	19.4	13.8	22.9	30.9	125.0
Prob. > F	0.89	0.80	0.22	0.69	0.60	0.26	0.96

เมื่อวิเคราะห์ในส่วนของคุณภาพผลผลิตโดยทำการคัดแยกน้ำหนักในแต่ละชั้นมาตรฐาน ตามมาตรฐานคุณภาพพืช ของมูลนิธิโครงการหลวง พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(Prob. < 0.03 และ Prob. < 0.03 ตามลำดับ) ของปริมาณผลผลผลิตชั้นมาตรฐานที่ 1 โดยพบผลผลิตสูงสุดในต้นตอพันธุ์ ‘Okinawa’ 2.28 กิโลกรัม และชั้นมาตรฐานที่ 2 พบผลิตสูงสุดในพันธุ์ ‘Coastal Peach’ 2.15 กิโลกรัม (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 6 ปริมาณผลผลิตของกิ่งพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ของต้นอายุ 4 ปี ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ($LSD_{0.05}$ = 1.9)



ภาพที่ 7 ปริมาณผลผลิต ชั้นมาตรฐานที่ 1 และ 2 ในต้นอายุ 4 ปี ของกิ่งพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ของต้นอายุ 4 ปี ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ($LSD_{0.05}$ = 0.7 และ 0.6 ตามลำดับ)

ตารางที่ 12 ปริมาณผลผลิตของกิ่งพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ของต้นอายุ 4 ปี (พ.ศ. 2549) ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง

ต้นตอ	ปริมาณผลผลิต (กก.)					
	ผลผลิตรวม	ชั้นพิเศษ	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3	ตกชั้น
“พื้นเมืองขุนวาง”	3.76	0.53	1.32	1.07	0.74	0.48
“อ่างขางขาว”	3.95	0.29	1.06	1.23	0.64	0.36
“อ่างขาวแดง”	5.05	0.33	1.61	1.89	0.56	0.39
‘Coastal Peach’	7.36	0.63	2.28	2.15	0.99	0.54
‘Premier’	6.20	0.30	2.05	1.79	0.69	0.64
‘Okinawa’	7.99	0.91	2.28	2.12	0.80	0.49
‘In Je Taur’	4.93	0.36	2.04	1.26	0.53	0.33
‘Kuu Taur’	5.02	0.22	1.29	1.52	0.74	0.56
‘Flordaguard’	4.49	0.23	1.57	1.33	0.81	0.50
Prob. > F	0.02	0.07	0.03	0.03	0.35	0.85

ปริมาณผลผลิตชั้นพิเศษ ชั้นมาตรฐานที่ 3 และผลผลิตที่ต่ำกว่าชั้นมาตรฐานที่ 3 ไม่พบความแตกต่างของน้ำหนักระหว่างต้นตอชนิดต่าง ๆ และไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างกิ่งพันธุ์ดีและต้นตอ (ตารางที่ 12)

การประเมินระยะเวลาการเก็บเกี่ยวของผลผลิตพบว่า พืชพันธุ์ ‘TropicBeauty’ และ TX2293-3 มีผลผลิตเก็บเกี่ยวสูงสุด วันที่ 26 เมษายน พ.ศ. 2549 (116 วัน Julian date) ส่วนของพันธุ์ TXW1491-1 ผลผลิตเก็บเกี่ยวสูงสุด วันที่ 24 พฤษภาคม พ.ศ. 2549 (144 วัน Julian date)

ตารางที่ 13 สัดส่วนของผลผลิตในชั้นมาตรฐานต่าง ๆ ของกิ่งพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ของต้นอายุ 4 ปี (พ.ศ. 2549) ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง

ต้นตอ	ผลผลิต (%)				
	ชั้นพิเศษ	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3	ตกชั้น
พื้นเมืองขุนวาง	20.06	33.76	33.74	16.75	15.98
อ่างขางขาว	8.97	28.81	41.87	18.68	14.38
อ่างขาวแดง	12.24	31.65	39.05	12.54	9.02
CoastalPeach	6.73	35.77	30.65	17.76	11.11
Premeir	10.15	37.84	28.80	14.44	13.38
Okinawa	17.23	34.53	30.81	15.11	16.96
In Je Taur	13.43	43.56	35.88	13.53	6.73
Kuu Taur	8.02	38.87	32.54	18.02	13.13
Flodaguard	6.81	34.77	35.00	17.56	14.50
Prob. > F	0.06	0.35	0.48	0.22	0.64

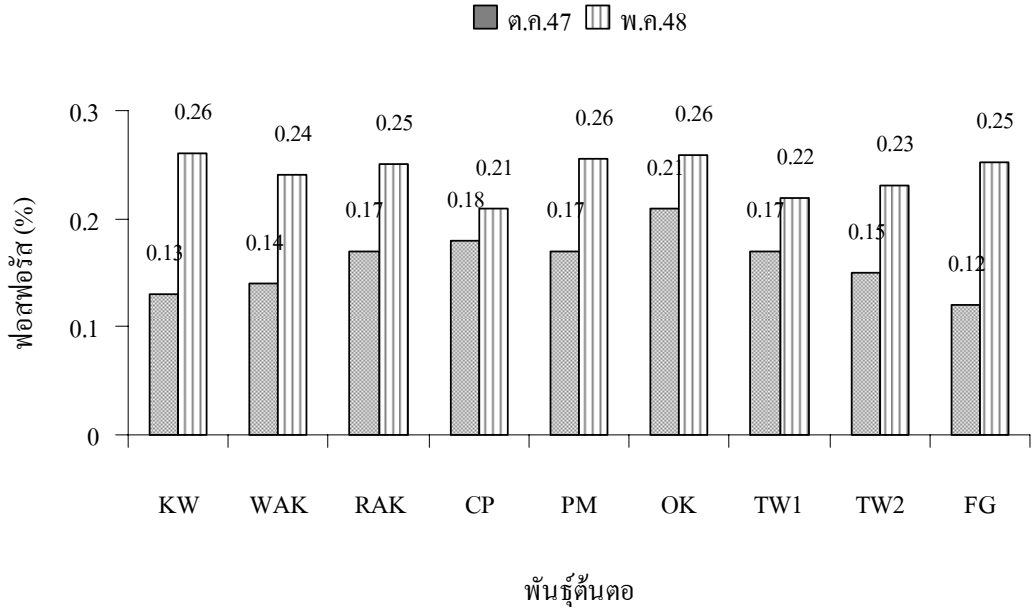
3. ปริมาณธาตุอาหารในพืช

การศึกษาธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม จากตัวอย่าง 2 ชุด คือ ก่อนการพักตัว (ตุลาคม) และ หลังฤดูร้อน (ปีที่ต้นยังไม่ได้เข้าสู่ระยะสืบพันธุ์) หรือหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต เดือนพฤษภาคม (เมื่อต้นให้ผลผลิต) รายงานผลการทดลองตามพื้นที่การทดลองเป็น 2 พื้นที่ดังนี้

3.1 ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง

จากการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารหลักในตัวอย่างของกิ่งพันธุ์ดี ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในส่วนของอิทธิพลร่วมระหว่างกิ่งพันธุ์ดีและต้นตอ ในทุกธาตุอาหารที่ศึกษา (ตารางผนวกที่ 13-17) เมื่อพิจารณาในส่วนของอิทธิพลของต้นตอพบว่า ต้นตอทั้ง 9 พันธุ์มีผลต่อการสะสมของปริมาณธาตุฟอสฟอรัสและอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนแตกต่างอย่าง

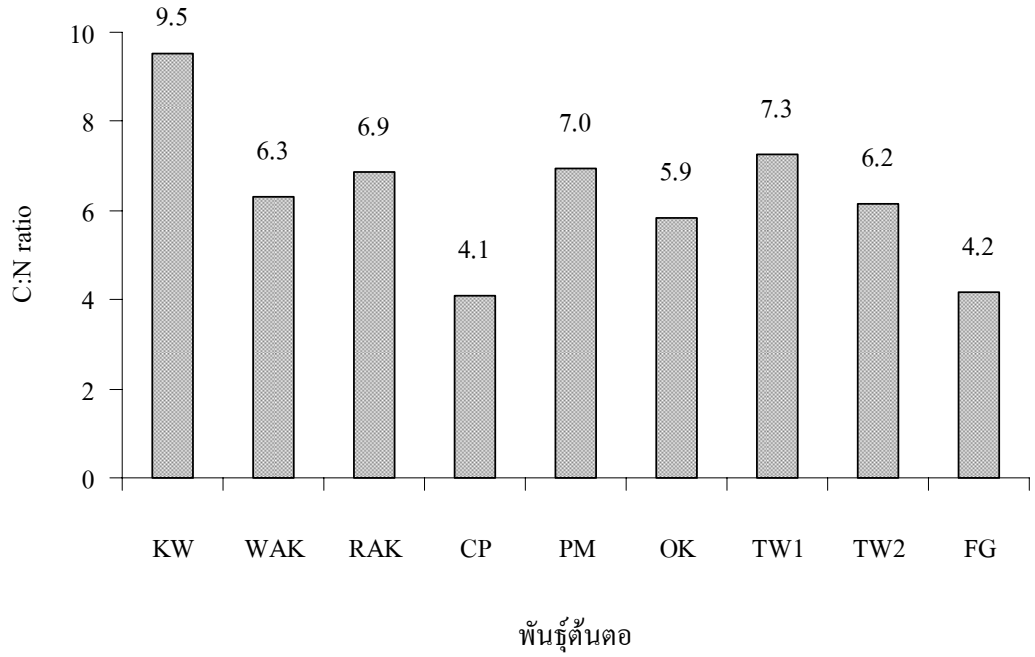
มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบปริมาณฟอสฟอรัสสูงสุดในต้นตอพันธุ์ ‘Okinawa’ (OK) ทั้งก่อนการพักตัว (ต.ค. 2547: Prob. < 0.01) และหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต (พ.ค. 2548; Prob. < 0.01) 0.21 และ 0.26 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ก่อนการพักตัวพบต่ำสุดในต้นตอพันธุ์ ‘Flordaguard’ (FG) ที่ 0.12 เปอร์เซ็นต์ หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตพบต่ำสุดในต้นตอพันธุ์ ‘Coastal Peach’ (CP) ที่ 0.21 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 8 ปริมาณฟอสฟอรัสช่วงก่อนการพักตัว (ต.ค. 2547; $LSD_{0.05}$ = 0.04) และหลังฤดูร้อน (พ.ค. 2548; $LSD_{0.05}$ = 0.03) ของกิ่งพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง

หลังฤดูร้อน (พ.ค. 2548) ต้นตอพันธุ์พื้นเมืองขุนวางมีอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนสูงสุดเท่ากับ 9.5 และพันธุ์ ‘Coastal Peach’ (CP) มีอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนต่ำสุดที่ 4.1 (ภาพที่ 9)

ในส่วนของปริมาณธาตุไนโตรเจน และโพแทสเซียม ทั้งก่อนการพักตัวและหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต รวมถึงอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนก่อนการพักตัว ไม่พบความแตกต่างของการดูดขึ้นไปใช้และสะสมของแต่ละต้นตอ (ตารางที่ 14)



ภาพที่ 11 อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจน (CN ratio) หลังฤดูร้อน (พ.ค. 2548) ของกิ่งพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง ($LSD_{0.05}$ = 2.9)

ตารางที่ 14 ปริมาณธาตุอาหารในใบของต้นพีช ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง

ต้นตอ	ก่อนการพักตัว (ต.ค. 2547)			หลังการเก็บเกี่ยว (พ.ค. 2548)		
	N (%)	P (%)	K (%)	N (%)	P (%)	K (%)
“พื้นเมืองขุนวาง”	1.29	0.13	0.46	3.99	0.26	1.67
“อ่างขางขาว”	1.76	0.14	0.47	3.87	0.24	1.75
“อ่างขาวแดง”	1.54	0.17	0.53	3.97	0.25	1.62
‘Coastal Peach’	1.81	0.18	0.59	4.23	0.21	1.68
‘Premier’	1.61	0.17	0.57	3.79	0.26	2.45
‘Okinawa’	1.64	0.21	0.79	3.88	0.26	1.63
‘In Je Taur’	1.62	0.17	0.57	3.78	0.22	1.95
‘Kuu Taur’	1.31	0.15	0.55	3.81	0.23	1.67
‘Flordaguard’	1.37	0.12	0.42	4.02	0.26	1.83
Prob. > F	0.3	< 0.01	0.25	0.44	< 0.01	0.55

หมายเหตุ ปริมาณที่เหมาะสมในต้นพีช คือ N ≈ 1.8-3.5 % , P ≈ 0.13- 0.25 % , K ≈ 1.75 -3.0 %

3.2 สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง

ผลการทดลองพบว่าต้นตอทั้ง 9 พันธุ์ มีประสิทธิภาพการดูดธาตุอาหารขึ้นมาใช้และสะสม ทั้งไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมและอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 15) ทั้งนี้ไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างต้นตอและกิ่งพันธุ์ดี ในปริมาณธาตุอาหารหลักและอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจน

ตารางที่ 15 ปริมาณธาตุอาหารในใบของต้นพีช ที่สถานีเกษตรหลวงอ่าง

ต้นตอ	ก่อนการพักตัว (ต.ค. 47)			หลังฤดูร้อน (พ.ค. 48)			ก่อนการพักตัว (ต.ค. 48)			หลังการเก็บเกี่ยว (พ.ค. 49)		
	N (%)	P (%)	K (%)	N (%)	P (%)	K (%)	N (%)	P (%)	K (%)	N (%)	P (%)	K (%)
“พื้นเมืองขุนวาง”	1.37	0.12	0.62	4.33	0.29	1.73	3.89	0.17	1.65	3.87	0.16	1.39
“อ่างขางขาว”	1.19	0.23	0.70	4.35	0.29	1.82	4.04	0.21	2.00	3.85	0.16	1.45
“อ่างขาวแดง”	1.28	0.11	0.67	4.14	0.31	1.88	3.86	0.19	1.98	3.93	0.16	1.37
‘Coastal Peach’	1.23	0.10	0.65	5.13	0.31	1.63	4.07	0.19	1.96	3.95	0.19	1.30
‘Premier’	1.21	0.13	0.66	4.45	0.33	1.81	3.96	0.19	2.09	3.84	0.18	1.38
‘Okinawa’	1.36	0.12	0.70	4.62	0.33	1.69	4.90	0.19	1.91	3.98	0.17	1.52
‘In Je Taur’	1.31	0.21	0.71	4.55	0.33	1.83	3.91	0.19	2.05	3.88	0.17	1.58
‘Kuu Taur’	1.25	0.16	0.73	4.33	0.30	1.89	3.91	0.16	1.98	3.84	0.14	1.44
‘Flordaguard’	1.32	0.13	0.71	4.42	0.32	1.85	4.01	0.19	1.90	3.85	0.16	1.22
Prob. > F	0.54	0.11	0.91	0.11	0.29	0.67	0.70	0.50	0.25	0.77	0.65	0.79

หมายเหตุ ปริมาณที่เหมาะสมในต้นพีช คือ N ≈ 1.8-3.5 % , P ≈ 0.13- 0.25 % , K ≈ 1.75 -3.0 %

4. ลักษณะทางกายภาพ และเคมีในดิน

ผลการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อดิน ความเป็นกรด - ด่าง และธาตุอาหารหลักในดิน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม รายงานข้อมูล 2 ปี ปีละ 2 ช่วง คือ ก่อนการพักตัว (ตุลาคม พ.ศ. 2547 และ 2548) และ หลังฤดูร้อน (พฤษภาคม พ.ศ. 2548) หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต (พฤษภาคม พ.ศ. 2549) แยกเป็น 2 พื้นที่ดังนี้

4.1 ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง

การวิเคราะห์เนื้อดินพบสัดส่วนโดยมวลเป็นเปอร์เซ็นต์ของ ทราย ทรายแป้งและดินเหนียว ในปริมาณ 17.97, 39.40 และ 42.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จัดเนื้อดินอยู่ในกลุ่ม clay ที่มีเนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนเหนียว ดินมีสีแดง

องค์ประกอบทางเคมีของดิน ทั้งความเป็นกรด - ด่างและปริมาณธาตุอาหารหลัก พบว่า ก่อนต้นพืชพักตัว (ต.ค. 2547) ดินในบริเวณทรงพุ่มมีความเป็นกรด - ด่าง เท่ากับ 5.29 และปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียม เท่ากับ 0.30 เปอร์เซ็นต์ 16.30 มก./กก. และ 84.58 มก./กก. ตามลำดับ ดินภายนอกทรงพุ่ม ความเป็นกรด - ด่าง เท่ากับ 5.31 ปริมาณ ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียม เท่ากับ 0.27 เปอร์เซ็นต์ 44.33 มก./กก. และ 76.69 มก./กก. ตามลำดับ (ตารางที่ 16)

แต่หลังฤดูร้อน (พ.ค. 2548) พบว่าดินในบริเวณทรงพุ่มของต้นพืช มีความเป็นกรด - ด่าง เท่ากับ 6.12 และปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียม เท่ากับ 0.16 เปอร์เซ็นต์ 70.29 มก./กก. และ 143.59 มก./กก. ตามลำดับ ดินภายนอกทรงพุ่ม มีความเป็นกรด - ด่าง เท่ากับ 5.51 ปริมาณ ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียม เท่ากับ 0.20 เปอร์เซ็นต์ 28.44 มก./กก. และ 64.05 มก./กก. ตามลำดับ (ตารางที่ 16)

ตารางที่ 16 ปริมาณธาตุอาหารและความเป็นกรดและด่างของตัวอย่างดิน ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง ระหว่างเดือนเมษายน พ.ศ. 2547 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548

แหล่งดิน		pH	ปริมาณธาตุอาหาร		
			N (%)	P (มก./กก.)	K (มก./กก.)
ก่อนการพักตัว	ในทรงพุ่ม	5.29	0.30	16.30	84.58
	นอกทรงพุ่ม	5.31	0.27	44.33	76.69
ฤดูร้อน	ในทรงพุ่ม	6.12	0.16	70.29	143.59
	นอกทรงพุ่ม	5.51	0.20	28.44	64.05

หมายเหตุ ระดับความเป็นกรดและด่าง ปริมาณที่เหมาะสม คือ pH ≈ 6-7, N ≈ 0.13-0.18 % , P ≈ 25-45 มก./กก., K ≈ 90-120 มก./กก.

4.2 สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง

ผลการวิเคราะห์ดินในแปลงทดลองพบสัดส่วนโดยมวลเป็นเปอร์เซ็นต์ของ ทราย ทรายแป้งและดินเหนียวในดิน คือ 20.42, 37.58 และ 42.0 เปอร์เซ็นต์จัดเนื้อดินอยู่ในกลุ่ม clay ดินมีสีแดง เนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนเหนียว

ตารางที่ 17 แสดงลักษณะความเป็นกรด - ด่าง และปริมาณธาตุอาหารในดิน ก่อนต้นพืชพักตัว (ต.ค. 2547) พบว่าดินในบริเวณทรงพุ่มของต้นพืช มีความเป็นกรด - ด่าง เท่ากับ 4.68 และปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียม เท่ากับ 0.31 เปอร์เซ็นต์ 32.92 มก./กก. และ 107.86 มก./กก. ตามลำดับ ดินภายนอกทรงพุ่ม ความเป็นกรด - ด่าง เท่ากับ 4.68 ปริมาณ ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียม เท่ากับ 0.28 เปอร์เซ็นต์ 20.26 มก./กก. และ 78.64 มก./กก. ตามลำดับ

หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต (พ.ค. 2548) พบความเป็นกรด - ด่างของดินในบริเวณทรงพุ่มเป็น 5.03 นอกบริเวณทรงพุ่มเป็น 4.99 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม บริเวณในและนอกทรงพุ่ม เท่ากับ 0.21 และ 0.24 เปอร์เซ็นต์ 22.64 และ 23.30 มก./กก. 275.02 และ 51.13 มก./กก. ตามลำดับ (ตารางที่ 17)

ก่อนการพักตัวของต้น (ต.ค. 2548) ความเป็นกรด – ด่างของดิน พบปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม บริเวณในและนอกทรงพุ่ม เท่ากับ 5.49 และ 4.99, 0.33 และ 0.28 เปอร์เซ็นต์, 22.61 และ 23.30 มก./กก., 259.34 และ 177.50 มก./กก. ตามลำดับ (ตารางที่ 17) หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2549 พบดินบริเวณในและนอกพื้นที่ทรงพุ่ม พบความเป็นกรด – ด่าง ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากับ 5.94 และ 4.72, 0.24 และ 0.31 เปอร์เซ็นต์, 23.34 และ 18.36 มก./กก., 484.60 และ 79.98 มก./กก. (ตารางที่ 17)

ตารางที่ 17 ปริมาณธาตุอาหารและความเป็นกรดและด่างของดิน ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง

ระยะเวลา	แหล่งดิน	pH	ปริมาณธาตุอาหาร		
			N (%)	P (มก./กก.)	K (มก./กก.)
		พ.ศ. 2547-2548			
ก่อนการพักตัว	ในทรงพุ่ม	4.68	0.31	32.92	107.86
	นอกทรงพุ่ม	4.68	0.28	20.26	78.64
ฤดูร้อน	ในทรงพุ่ม	5.03	0.21	22.64	275.02
	นอกทรงพุ่ม	4.99	0.24	23.30	51.13
		พ.ศ. 2548-2549			
ก่อนการพักตัว	ในทรงพุ่ม	5.49	0.33	22.61	259.34
	นอกทรงพุ่ม	4.99	0.28	23.30	177.50
หลังเก็บเกี่ยว	ในทรงพุ่ม	5.94	0.24	23.34	484.60
	นอกทรงพุ่ม	4.72	0.31	18.36	79.98

หมายเหตุ ระดับความเป็นกรดและด่าง ปริมาณที่เหมาะสม คือ pH ≈ 6-7, N ≈ 0.13-0.18 % , P ≈ 25-45 มก./กก., K ≈ 90-120 มก./กก.

วิจารณ์

1. อิทธิพลของต้นตอต่อการเจริญเติบโตในระยะวัฒนภาคของกิ่งพันธุ์ดี

1.1 การเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์ดี

การเจริญเติบโตของต้นหลังจากการต่อกิ่ง 2 ปี พบว่าต้นตอพันธุ์ “พื้นเมืองขุนวาง” มีปริมาณ TNC ในระยะหลังฤดูร้อน ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง มากกว่าพันธุ์อื่น (ตารางที่ 2) ซึ่งสัมพันธ์ไปทิศทางเดียวกันกับอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจน ที่พบสูงสุดที่พันธุ์เดียวกันนี้ (ภาพที่ 11) โดยปกติก่อนการพักตัวพบว่าปริมาณ TNC มีมาก ในขณะที่ปริมาณไนโตรเจนมีค่าน้อย อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนมีค่าสูง เมื่อเทียบกับภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตซึ่งปริมาณไนโตรเจนมีค่าสูง และปริมาณ TNC ลดต่ำลงจึงทำให้อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนมีค่าน้อยกว่า (ตารางที่ 2 และ 11) ปริมาณ TNC มีความสัมพันธ์กับปริมาณไนโตรเจน คือเมื่อมีปริมาณไนโตรเจนสูงปริมาณ TNC จะลดลงในทางกลับกันเมื่อปริมาณไนโตรเจนลดลงปริมาณ TNC ก็จะสูงขึ้น ทั้งนี้ถ้าพืชมีไนโตรเจนมาก ส่งผลให้อัตราการสังเคราะห์โปรตีนหรือสารที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบจะมีมากขึ้น ทำให้คาร์โบไฮเดรตที่ได้จากการสังเคราะห์แสงถูกเปลี่ยนเป็นโปรตีนและสารประกอบไนโตรเจนเกือบทั้งหมด จึงไม่เกิดการสะสมคาร์โบไฮเดรตตามโครงสร้างของต้น แต่ถ้าหากถ้าพืชมีไนโตรเจนน้อยจะส่งผลให้การสังเคราะห์โปรตีนลดลงและทำให้คาร์โบไฮเดรตที่ได้จากการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น ทำให้มีการสะสมในเนื่อเยื่อพืชมากขึ้น แต่ทั้งนี้หากไนโตรเจนสูงจนถึงระดับเพียงพอ การสังเคราะห์สารประกอบไนโตรเจน จะไม่ไปลดกระบวนการเมตาบอลิซึมที่เกี่ยวกับคาร์โบไฮเดรต การสะสมไขมัน (ยงยุทธ 2546; Moing *et al*., 1994)

การทดลองกับว่าต้นตอมะม่วงพันธุ์ป่าพบว่ามีปริมาณ TNC สูงกว่าพันธุ์อื่น ๆ ดังนั้นเมื่อนำมาใช้เป็นต้นตอกับพันธุ์ “น้ำดอกไม้” จึงส่งเสริมให้เจริญเติบโตดีขึ้น (จรุงศักดิ์, 2541) พืชพันธุ์ “พื้นเมืองขุนวาง” ก็เป็นพันธุ์ท้องถิ่น ที่ระบบรากน่าจะพัฒนาและปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของพื้นที่ดังกล่าวได้ดี ทำให้ประสิทธิภาพในการดูดซึมและการลำเลียงไปสะสมสูงกว่าพันธุ์อื่น ๆ และการเจริญเติบโตของต้นส่วนเหนือดินมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของระบบราก เมื่อมีสัดส่วนที่เหมาะสมทำให้การเจริญเติบโตของพืชเป็นปกติ (Iwasa and Roughgarden, 1984) ในต้นพืชพบว่าปริมาณ TNC และ reducing sugar เพิ่มขึ้นในระยะแรกของ

การพักตัวและลดลงมากในระยะช่วงกลางของการพักตัว หลังจากนั้นปริมาณสารจะเพิ่มขึ้นจนถึงระยะสุดท้ายของการพักตัวและลดลงเมื่อถึงระยะของการแตกตาดอก (วสันติ์, 2528) ในระยะก่อนการพักตัวปริมาณไนโตรเจน TNC และอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2) น่าจะมีผลจากในระยะแรกของพัฒนาการของต้น พืชมีการนำธาตุไนโตรเจนและคาร์โบไฮเดรตไปใช้ในการเจริญเติบโตมาก นอกจากนี้ในระยะก่อนการพักตัวพืชจะมีการส่งปริมาณสารไปสะสมที่ลำต้น จึงทำให้ระดับสารในใบมีน้อยลง (Gomez and Faurobert, 2002) นอกจากนี้การกระจายตัวและสะสมของปริมาณ TNC มากหรือน้อยในส่วนใดส่วนหนึ่ง ระหว่างกิ่งพันธุ์ดีและต้นตอขึ้นอยู่กับชนิดและพันธุ์ของกิ่งพันธุ์และต้นตอที่นำมาขยายพันธุ์ด้วยกัน (Brown *et al*., 1985) สำหรับการทดลองนี้ใช้ตัวอย่างใบในการศึกษา ซึ่งต่างจากการทดลองอื่น ๆ ที่ใช้ตัวอย่างกิ่ง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ TNC ในใบเกิดขึ้นได้เร็วกว่ามาก การใช้ข้อมูลนี้เป็นเกณฑ์ต้องพิจารณาอย่างระมัดระวัง

การทดลองที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางไม่พบความแตกต่างของปริมาณ TNC ระหว่างต้นตอตลอดการทดลอง (ตารางที่ 9) แสดงว่าต้นตอทุกพันธุ์มีการสะสมคาร์โบไฮเดรตในใบได้พอ ๆ กัน พืชมีการสะสมของคาร์โบไฮเดรตที่ต้นสูงในช่วงการพักตัว (Caruso, 1997) แต่ปริมาณที่แสดงให้เห็นนั้นมาจากตัวอย่างใบ ซึ่งเป็นไปได้ว่าปริมาณของคาร์โบไฮเดรตรวมทั้งหมดในต้นของต้นตอแต่ละพันธุ์อาจมีแตกต่างกัน เพราะในบางต้นตอ กิ่งพันธุ์ดีมีการเจริญเติบโตที่มากกว่าพันธุ์อื่น ๆ ทั้งขนาดทรงพุ่มและจำนวนใบ ฉะนั้นปริมาณรวมสะสมในต้นย่อมมีมากกว่า และความสัมพันธ์ของปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจน ยังเป็นแบบผกผันคือเมื่อปริมาณไนโตรเจนสูง ปริมาณ TNC จะลดลง ในทางกลับกันเมื่อปริมาณไนโตรเจนลดลง ปริมาณ TNC ก็จะสูงขึ้น (ยงยุทธ 2546; Moing *et al*., 1994) และสอดคล้องกับการศึกษาของ Graham (2002) ที่พบว่าปริมาณแป้งในใบลดลง แต่พบสะสมในต้นมากขึ้น เมื่อ NH_4^+ สูงขึ้น ทั้งนี้ปริมาณของ TNC และธาตุอาหารอื่นมีผลให้การเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน

การเจริญเติบโตทางด้านลำต้น ทั้งขนาดของลำต้นของกิ่งพันธุ์ดีและต้นตอ ความสูงต้นของกิ่งพันธุ์ดี และปริมาณน้ำหนักแห้ง ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างต้นตอ ในระยะแรกหลังจากที่ปลูกต้น (ตารางที่ 1) การเจริญเติบโตของต้นที่ขุนวางเป็นไปอย่างรวดเร็ว แต่หลังจากการพักตัว (ต.ค. 2547) พบว่าการเจริญเติบโตของต้นเป็นไปอย่างช้า ต้นมีอาการ stunt มีการแตกกิ่งน้อยลง การเข้าทำลายของแมลงและสัตว์กินพืช การเติบโตของวัชพืชที่มีมากในแปลงทดลอง มีผลต่อการเจริญเติบโตเนื่องจากเกิดภาวะการแข่งขันในเรื่อง

ของการลำเลียงน้ำและอาหารขึ้นไปใช้ ทำให้ต้นพืชมีอัตราการเจริญเติบโตลดลง หรือ การเจริญเติบโตเกิดการชะงัก (Orcutt and Nilsen, 2000) นอกจากนี้ในพื้นที่ทำการศึกษาดังกล่าว มีการขาดแคลนน้ำ เมื่อต้นพ้นจากการพักตัวและการเจริญเติบโตต่อในสภาพที่มีน้ำใช้อย่างจำกัด และการขาดน้ำช่วงที่ต้นมีการเจริญเติบโตมีผลต่อการแตกกิ่ง และการเติบโตของต้น (Hopkins, 1995; Nobel, 1999) ประสิทธิภาพในการดูดซึมธาตุอาหารและการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนบริเวณรากจะลดลง (Loughman and Ferrari, 1999) อีกทั้งน้ำเป็นตัวทำละลายที่ดีช่วยละลายธาตุอาหารในดินและเป็นตัวกลางในการลำเลียงธาตุอาหาร สารละลายต่าง ๆ (สมบุญ, 2535; Sinha, 2004) จากการวิเคราะห์ดินพบว่าดินในพื้นที่ดังกล่าว มีปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตมากเกินพอ (ตารางที่ 16) แต่ปริมาณไนโตรเจนในต้น ก่อนการพักตัว และโพแทสเซียมทั้งก่อนการพักตัวและหลังฤดูร้อน ที่วิเคราะห์ได้ในต้นพืชมีปริมาณต่ำกว่าระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต (ตารางที่ 14) โดยช่วงของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ที่เหมาะสมในพืช ได้แก่ 3.0-3.5, 0.14-0.25 และ 2.0-3.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Robison *et al*., 1997) โพแทสเซียมมีความสำคัญในกระบวนการเมตาบอลิซึมต่าง ๆ ในพืช อาทิ การสังเคราะห์แสง กระบวนการหายใจ การลำเลียง กระบวนการกำจัดไนเตรต การสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ การแบ่งตัวของเซลล์ และมีบทบาทสำคัญในการควบคุม osmotic potential ของเซลล์ นอกจากนี้ยังมีบทบาทร่วมในการทำงานของเอมไซม์อีกกว่า 40 ชนิด และไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสำคัญของโปรตีน กรดอะมิโน เอมไซม์ ฮอร์โมนพืชบางชนิด มีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของพืช (Sinha, 2004) ผลจากการขาดน้ำน่าจะมีผลต่อการนำธาตุอาหารในดินขึ้นไปใช้ได้ เมื่อขาดธาตุอาหารร่วมกับภาวะการณ์แย่งอาหารจากวัชพืช การเข้าทำลายของแมลงและสัตว์กินพืชบางชนิด ที่มีผลต่อพัฒนาการ ส่งผลให้ต้นมีการชะงักการเจริญเติบโต

การเจริญเติบโตของต้นอายุ 2-3 ปี (ปีที่ 1 ของการเก็บข้อมูล ตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ. 2547 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548) ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง พบว่าหลังฤดูร้อน ต้นตอทั้งหมดมีความแตกต่างกันในปริมาณน้ำหนักสดของกิ่งที่ตัดแต่ง ซึ่งต้นตอพันธุ์ ‘Okinawa’ มีปริมาณสูงสุด (ภาพที่ 3) มีค่ามากกว่าพันธุ์ ‘In Je Taur’ ที่ให้ปริมาณน้อยสุดถึง 147 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 5) น้ำหนักสดที่รวบรวมได้นี้เป็นการวัดส่วนต่าง ๆของพืชที่ตัดออกจากต้น (Hunt, 1978; Salisbury and Ross, 1991; Öpik and Rolfe, 2005) เมื่อพิจารณาจากผลของการเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์ดีในด้านต่าง ๆ แล้ว พบว่าความสูงของกิ่งพันธุ์ดี และขนาดพื้นที่หน้าตัดลำต้นของต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 8 และตารางผนวกที่ 26, 28, 30) เป็นไปได้ว่าปริมาณน้ำหนักสดที่แตกต่างกันนี้ มาจากปริมาณการสร้างกิ่งใหม่ที่แตกต่างกัน

ซึ่งต้นตอพันธุ์ ‘Okinawa’ มีการสร้างกิ่งใหม่ได้ดีการพันธุ์อื่น จึงมีผลให้มีปริมาณน้ำหนักสดของกิ่งที่ตัดแต่งสูงกว่าต้นตอพันธุ์อื่น ทั้งนี้ต้นตอที่มีค่าความสูงและพื้นที่หน้าตัดลำต้นเฉลี่ยมากอาจจะไม่มีการพัฒนาต้นในด้านการสร้างกิ่งใหม่ขึ้นมามาก เมื่อทำการตัดแต่งกิ่งให้ทรงพุ่มอยู่ในรูปทรงตามที่ต้องการหลังการเก็บเกี่ยว ปริมาณน้ำหนักสดของส่วนที่ตัดออกจากต้นจึงมีค่าน้อย นอกจากนี้ปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความแปรปรวนของปริมาณน้ำหนักสดคือ ปริมาณน้ำที่ประกอบอยู่ในส่วนที่ตัดออกมา (Öpik and Rolfe, 2005) ส่วนของพืชที่ตัดออกจากต้นมีการสะสมน้ำไว้ต่างกันน่าจะมีผลทำให้น้ำหนักสดที่วัดได้มีค่าแตกต่างกัน

ตลอดการทดลองต้นพืชที่ทำการศึกษามีการเจริญเติบโตอย่างปกติ ไม่มีอาการแคระแกร็นหรือหยุดการเจริญเติบโต แสดงว่าพืชมีปริมาณธาตุอาหารใช้ในการเติบโตอย่างเพียงพอ ปริมาณน้ำหนักแห้งของใบพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตลอดที่ทำการศึกษา แต่พบค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกัน โดยพบว่าการพักตัวของตาหรือต้นในพืชหลายชนิดตอบสนองกับอุณหภูมิที่ต่ำลง หรือช่วงความยาวของวัน (day length) (Salisbury and Ross, 1991) พืชจะลดการสังเคราะห์แสง การสังเคราะห์โปรตีน และลำเลียงธาตุอาหารและสารประกอบที่สำคัญจากใบเข้ามาสะสมไว้ที่รากและลำต้น (Sexton and Woolhouse, 1985; Taiz and Zeiger, 1998) น่าจะมีผลให้ ปริมาณน้ำหนักแห้งก่อนการพักตัวมีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าหลังฤดูร้อน (ตารางที่ 5)

การเจริญเติบโตของต้นอายุ 2-3 ปี พบว่าต้นตอพันธุ์ ‘Okinawa’ มีค่าเฉลี่ยของความสูงต้น ขนาดของลำต้น (ตารางที่ 8) ในระดับที่ดีกว่าอีกหลายพันธุ์ และจากการสังเกตุลักษณะของต้นในแปลงทดลองพบว่าให้การแสดงออกของการเจริญเติบโตที่สมบูรณ์กว่าพันธุ์อื่น และพันธุ์ ‘In Je Taur’ มีค่าเฉลี่ยของความสูงต้นและขนาดของลำต้นน้อยกว่าพันธุ์อื่น (ตารางที่ 8)

การเจริญเติบโตของต้นอายุ 3-4 ปี (ตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ. 2548 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549) พบว่าการเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์ดีบนต้นตอต่าง ๆ มีการเจริญเติบโตของความสูงและพื้นที่หน้าตัดลำต้นที่แตกต่างกัน จากการศึกษาอิทธิพลของต้นตอต่อการเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์ดี พบการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันของความสูงต้น ขนาดทรงพุ่ม และพื้นที่หน้าตัดลำต้นของ apricot (Kappel, 2003) พื้นที่หน้าตัดลำต้นและขนาดทรงพุ่มของ loquat (Polat *et al*., 2004) พื้นที่หน้าตัดลำต้นลำต้นและความยาวกิ่งของพีช (Weibel *et al*., 2003) พื้นที่หน้าตัดลำต้นและขนาดทรงพุ่มของส้ม (Zekri, 2000) พื้นที่หน้าตัดลำต้นและขนาดทรงพุ่มของ sweet cherry

(Hrotkó *et al*., 1997) การเจริญเติบโตของพืชที่แตกต่างกันนี้ น่าจะมีผลมาจากปริมาณธาตุอาหารที่พืชได้รับอย่างเพียงพอ โดยเปรียบเทียบจากผลของปริมาณธาตุอาหารหลักที่ได้จากการวิเคราะห์ใบและดิน (ตารางที่ 15 และ 17) ถ้าพืชได้รับไนโตรเจนมาก อัตราการสังเคราะห์โปรตีนหรือสารที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบจะมีมากขึ้น (ยงยุทธ, 2546; Moing *et al*., 1994) ซึ่งสารประกอบโปรตีนเหล่านี้ถูกนำไปใช้ในการเจริญเติบโตของต้น Rettke *et al*., (2006) พบว่าการให้ปุ๋ยไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนเตรต) ในปริมาณต่างกัน กับ apricot พันธุ์ ‘Moorpark’ ทำให้มีการเติบโตที่ดีขึ้น ปริมาณปุ๋ย 750 และ 1000 กรัมต่อต้น มีขนาดของต้นใหญ่สุด ปริมาณปุ๋ยที่ 750-1000 กรัมต่อต้น ให้น้ำหนักสดกิ่งที่ตัดแต่งสูงสุด และที่ 1000 กรัมต่อต้นให้ผลผลิตสูงสุด และการให้ปุ๋ยยูเรีย 500 กรัม ร่วมกับการ พ่นทางใบในอัตรา 5 เปอร์เซ็นต์ มีผลให้ almond มีการเจริญทางกิ่ง มีพื้นที่ใบและผลผลิตสูงสุด (Joolka and Sharma, 2000) นอกจากนี้ธาตุฟอสฟอรัสที่มีบทบาทในการเป็นองค์ประกอบของสารให้พลังงานสำคัญ (ATP) ที่ถูกนำไปใช้ในกระบวนการต่าง ๆ ของการเจริญเติบโต และโพแทสเซียมที่มีบทบาทในกระบวนการต่าง ๆ อาทิ การสังเคราะห์แสง การสังเคราะห์โปรตีน และการควบคุมศักย์ออสโมซิส (ยงยุทธ, 2546) การเจริญเติบโตนี้มีผลมาจากการที่พืชมีประสิทธิภาพในการดึงอาหารจากดินขึ้นไปให้ได้ Jimenez *et al*., (2004) พบว่าต้นตอที่นำมาใช้ขยายพันธุ์กับ sweet cherry ทุกพันธุ์มีประสิทธิภาพในการดึงธาตุอาหารจากดินขึ้นไปใช้ โดยสามารถตรวจพบธาตุเหล่านั้นได้ในใบและดอก นอกจากนี้การทำงานของฮอร์โมนพืชที่สร้างจากรากยังมีต่อการเจริญเติบโตของต้น (Sorce *et al*., 2002)

การทดลองพบว่าการเจริญเติบโตในด้านพื้นที่หน้าตัดของกิ่งพันธุ์ดี ปริมาตรของทรงพุ่ม และความยาวกิ่ง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ หากพิจารณาในต้นตอพันธุ์ ‘Okinawa’ พบว่ามีสูงกว่าพันธุ์อื่น ๆ (ตารางที่ 8) และจากการสังเกตุในแปลงทดลอง พบว่ากิ่งพันธุ์ดีที่ขยายพันธุ์บนต้นตอพันธุ์นี้มีลักษณะของทรงพุ่มที่สมบูรณ์กว่าพันธุ์อื่น ๆ นอกจากนี้ปริมาตรทรงพุ่มและความยาวกิ่ง น่าจะมีผลต่อจำนวนใบที่มากกว่าซึ่งมีผลให้การสังเคราะห์แสงที่สูงกว่าพันธุ์อื่น มีผลให้มีการเจริญเติบโตที่มากกว่า ขนาดของพื้นที่หน้าตัดลำต้นนอกจากบ่งชี้ในการเจริญเติบโตในระยะวัฒนภาคยังเป็นการแสดงการเจริญเติบโตในรอบปีของต้นได้ด้วย (Weibel *et al*., 2003) ปีที่ 2 ของการศึกษา พบว่าต้นตอพันธุ์ ‘Okinawa’ให้ลักษณะการเจริญเติบโตด้านต่าง ๆ ที่สูงกว่าพันธุ์อื่น เช่น ขนาดลำต้นของต้นตอพบ (ภาพที่ 5) และความสูงของกิ่งพันธุ์ดี ต้นตอพันธุ์ ‘Okinawa’ (1.91ม.) มีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าต้นตอพันธุ์ ‘Coastal Peach’ (2.2 ม.) ประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 4) ในขณะที่ พันธุ์ ‘In Je Taur’ ให้ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตที่ต่ำกว่าพันธุ์อื่น

ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา พบต้นตอสร้าง sucker ภายหลังเก็บเกี่ยวและเริ่มเข้าสู่ฤดูฝน เนื่องจากเป็นช่วงที่มีการเจริญเติบโตก่อนเข้าสู่การพักตัวอีกครั้ง ต้นอายุ 1-2 ปี มีการเกิด sucker ของต้นตอทุกพันธุ์ประมาณ 1-3 กิ่ง แต่เมื่อต้นอายุ 3-4 ปี พบเฉพาะในต้นตอพันธุ์ ‘In Je Taur’ และ พันธุ์ ‘FlordaGuard’ โดยทั่วไป sucker จะดึงอาหารมาจากต้นหลักเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตมีผลทำให้ต้นพันธุ์ดีมีปริมาณธาตุอาหารต่าง ๆ เพื่อใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ลดลงได้ (นันทิยา, 2542; Hartmann *et al*., 2002)

1.2 ความสำเร็จในการเข้ากันได้ระหว่างต้นตอและกิ่งพันธุ์ดี

การต่อกิ่งพันธุ์ดี 3 พันธุ์ กับต้นตอทั้ง 9 พันธุ์ไม่พบแสดงเข้ากันไม่ได้ตลอดช่วงที่ทำการทดลอง พบว่าเป็นไปตามทฤษฎีที่ว่า การต่อกิ่งระหว่างพันธุ์ (cultivars) แต่อยู่ในชนิด (species) เดียวกันสามารถทำได้ และให้ต้นที่แข็งแรงดี ข้อยกเว้นคือ Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) มีปัญหาเรื่องเข้ากันไม่ได้กับพืชชนิดเดียวกัน (นันทิยา, 2542; Hartmann *et al*., 2002) โดยสอดคล้องกับงานทดลองของ Tsipouridis and Thomidis (2005) พบว่ากิ่งพืชพันธุ์ ‘Maycrest’ ที่ต่อบนต้นตอพืชทั้ง 14 พันธุ์ไม่แสดงอาการเข้ากันไม่ได้ ทั้งยังมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้น ปริมาณผลผลิต คุณภาพผลที่ดี ในพืชพันธุ์ ‘Catherine’ พบว่าการใช้ต้นตอชนิดเดียวกันแต่ต่างพันธุ์กันมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นพันธุ์ดีเช่นเดียวกัน แต่ไม่แสดงอาการเข้ากันไม่ได้กับต้นตอพืชที่นำมาขยายพันธุ์ (Carrera and Gomez-Aparasi, 1998) นอกจากนี้พบว่าในพืชพันธุ์ ‘Flavorcrest’ และ ‘Loadel’ ที่ใช้ต้นตอพืชต่างพันธุ์ ไม่แสดงอาการเข้ากันไม่ได้และมีผลต่อการเจริญในระยะวัฒนภาคที่แตกต่างกัน (Weibel *et al*., 2003) ในพืชพันธุ์ ‘Redhaven’ ‘Loring’ และ ‘Loadel’ มีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันเมื่อใช้ต้นตอพืชต่างชนิดกัน (Layne *et al*., 1976) และมีรายงานว่าการใช้ต้นตอพืชต่างชนิดกัน มีผลให้มีน้ำหนักแห้ง การสะสมคาร์โบไฮเดรตที่แตกต่างกันในพืชพันธุ์ ‘Flordaprince’ (Caruso *et al*., 1997) มีการออกดอกและการสุกแก่ของผลผลิตที่ต่างกันในพืชพันธุ์ ‘Redhaven’ (Beckman *et al*., 1992) แต่ไม่พบอาการหรือแสดงการเข้ากันไม่ได้ เมื่อขยายพันธุ์กับต้นตอพืชเหมือนกัน แต่เมื่อต่อเข้ากันต้นตอต่างชนิดพบว่า แสดงอาการเข้ากันไม่ได้ เช่น การต่อพืชพันธุ์ ‘Catherina’ และ ‘Tebana’ บน PM 140 AD (*P. insititia*) พบว่าเนื้อไม้และระบบท่อลำเลียงมีอาการไม่เชื่อมต่อกันในบางส่วน และในเนื้อเยื่อภายในเปลือกไม้มีแถบเซลล์สีน้ำตาลที่แยกส่วนระหว่างต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีอย่างชัดเจน (Zarrouk *et al*., 2006)

การทดลองพบว่า เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่างขนาดลำต้นของกิ่งพันธุ์ดีและต้นตอ ในต้นอายุ 2-3 ปี โดยวิธี paired t-test กับค่า 1 ที่ให้เป็นตัวแทนของต้นที่มีขนาดลำต้นบริเวณเหนือและต่ำกว่ารอยต่อเท่ากัน พบว่ามีอาการทั้งต้นตอมีขนาดใหญ่กว่า (rootstock overgrowth) และ กิ่งพันธุ์ดีมีขนาดต้นใหญ่กว่า (scion overgrowth) ทั้งพันธุ์ “พื้นเมืองขุนวาง” และ ‘In Je Taur’ (ตารางที่ 4 และ 7) สอดคล้องกับในต้นอายุ 3-4 ปี ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ที่พบว่า ‘TropicBeauty’ บน ‘In Je Taur’ มีขนาดลำต้นส่วนต่ำกว่ารอยต่อใหญ่กว่าส่วนเหนือรอยแผล และ TX2293-3 บน “พื้นเมืองขุนวาง” มีขนาดลำต้นของต้นตอใหญ่กว่าลำต้นของกิ่งพันธุ์ดี (ตารางที่ 7) ซึ่งแสดงถึงแนวโน้มว่าในต้นตอพันธุ์ดังกล่าวอาจจะมีโอกาสเกิดอาการที่ต้นเจริญเติบโตผิดปกติได้

แม้ว่าในระยะ 4 ปีแรกที่ทำการศึกษาไม่พบอาการเข้ากันไม่ได้ แต่ในอนาคตต้นตออาจจะแสดงอาการดังกล่าวได้ เนื่องจากความแตกต่างทางพันธุกรรมของต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีและการสะสมสารต่าง ๆ ในระบบท่อลำเลียง หากมีการสะสมสารประกอบ phenolic บริเวณรอยต่อ จะมีผลในการขัดขวางการทำงานของระบบท่อลำเลียง (Gebhardt and Feucht, 1982; Errea, 1998) ทำให้เกิดการสะสมไว้ที่บริเวณเหนือหรือต่ำกว่ารอยต่อจนแสดงอาการผิดปกติทั้ง overgrowth หรือ undergrowth จนทำให้ต้นตายได้ในที่สุด

2. อิทธิพลของต้นตอต่อการเจริญเติบโตในระยะสืบพันธุ์ของกิ่งพันธุ์ดี

การเจริญทางกิ่งใบและการสร้างส่วนสืบพันธุ์ของพืชต้องการสารประกอบคาร์โบไฮเดรตและธาตุอาหาร (Oliveira and Priesley, 1988) การออกดอกของพืชหลายชนิดขึ้นอยู่กับสมดุลของการเจริญทางกิ่งใบ (vegetative growth) กับการเจริญทางด้านการสืบพันธุ์ (reproductive growth) หมายความว่าเมื่อใดก็ตามที่การเจริญทางกิ่งใบของพืชลดต่ำลงถึงระดับหนึ่ง จะมีการเปลี่ยนแปลงเป็นการเจริญทางด้านสืบพันธุ์ทันที โดยสมดุลของการเจริญนั้นส่วนหนึ่งเกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างระดับของคาร์โบไฮเดรตและธาตุไนโตรเจนในเนื้อเยื่อพืช หากพืชสร้างและสะสมสารประกอบคาร์โบไฮเดรตไว้มาก จะส่งเสริมและสนับสนุนการออกดอก แต่ถ้าปริมาณธาตุไนโตรเจนสูงมีผลต่อการยับยั้งการพัฒนาด้านสืบพันธุ์และส่งเสริมการเจริญทางด้านกิ่งใบ (Childers, 1983) คาร์โบไฮเดรตมีบทบาทสำคัญในการสร้างตาดอกและการติดผล โดยพบปริมาณของ glucose, fructose, sucrose, soluble carbohydrates และแป้งในตาดอกสูงในช่วงพัฒนาการของตาดอกพืช (Vitagliano *et al*., 2001) นอกจากนี้คาร์โบไฮเดรตยังมีบทบาทที่ช่วยป้องกันความเสียหายของตาพืชจากสภาพอากาศที่หนาวเย็นในช่วงที่มีการพักตัว โดยการสังเคราะห์ซูโครส

(sucrose synthesis) จากแป้งที่สะสมในต้น และเปลี่ยนซูโครสเป็น sorbital, stachyose+raffinose ก่อนการแตกตาเพื่อใช้ในกระบวนการเจริญเติบโตของตา (Marquat *et al*., 1999)

จากการศึกษาในต้นพีชอายุ 3 ปีพบว่า จำนวนตาดอก ตาใบ ตาที่ไม่พัฒนา และจำนวนข้อในความยาวกิ่ง 15 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างต้นตอ (ตารางผนวกที่ 56, 58, 60 และ 62) เป็นที่น่าสังเกตุว่าจำนวนของตาชนิดต่าง ๆ ที่ศึกษามีจำนวนน้อย จึงน่ารายงานได้ว่าในต้นอายุ 3 ปี เป็นระยะที่ต้นมีการเปลี่ยนแปลงจาก juvenile phase เข้าสู่ reproductive phase โดยพิจารณาร่วมกับปริมาณ TNC ที่ต่ำ ก่อนการพักตัว (ตารางที่ 9) นอกจากนี้จำนวนตาดอกที่มีน้อยมีผลทำให้ปริมาณผลผลิตในปีที่ 3 (ปีแรกของการเก็บผลผลิต) มีปริมาณน้อย ประกอบกับความแปรปรวนของภูมิอากาศในช่วงการพักตัว มีผลทำให้ตาดอกหยุดการพักตัวและดอกบานได้บางส่วน ดอกที่บานในช่วงที่อุณหภูมิยังไม่สูงเกิดความเสียหาย เพราะส่วนของเกสรตัวเมียถูกทำลายเมื่อกระทบอุณหภูมิที่ต่ำ (Durner and Goffreda, 1992) ทำให้ผลผลิตมีปริมาณน้อย การลำเลียงไอออนต่ำลงเมื่ออุณหภูมิลดต่ำลง โพแทสเซียมเป็นไอออนที่มีบทบาทสำคัญในการลำเลียงอาหารในระบบท่อลำเลียง (ยงยุทธ, 2546) และช่วงพักตัวของพีชจะมีการสะสมของคาร์โบไฮเดรตที่ต้นสูง (Caruso, 1997) มีผลให้สารอาหารที่จะส่งไปใช้ในการเจริญเติบโตของผลน้อยลง จึงทำให้ผลอ่อนหลุดร่วง และมีผลต่อการนับช่วงเวลาที่ดอกบาน ทำให้จำนวนวันที่นับได้มีค่าสั้นลง

การศึกษาอิทธิพลของต้นตอต่อลักษณะของการสืบพันธุ์ของกิ่งพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ใน ต้นอายุ 4 ปี พบจำนวนตาดอกมีมากที่สุดบนต้นตอพันธุ์ ‘Okinawa’ ซึ่งมากกว่าพันธุ์ ‘Flordaguard’ 27 % (ภาพที่ 7) และต้นตอพันธุ์ ‘Okinawa’ ให้ปริมาณผลผลิตสูงสุด ซึ่งมากกว่าพันธุ์ “พื้นเมืองขุนวาง” ที่น้อยที่สุดอยู่ถึง 112 % (ตารางที่ 12) เมื่อพืชสร้างและสะสมสารประกอบคาร์โบไฮเดรตไว้มาก จะส่งเสริมและสนับสนุนการออกดอก (Childers, 1983) ถึงแม้ว่าระยะก่อนการพักตัว (ต.ค. 2548) ในตารางที่ 9 ต้นตอพันธุ์ ‘Flordaguard’ และ “พื้นเมืองขุนวาง” จะมีปริมาณ TNC สูงกว่า พันธุ์ ‘Okinawa’ แต่ปริมาณที่ทำการศึกษาเป็นการวิเคราะห์ TNC จากใบ เป็นไปได้ว่าในต้นตอพันธุ์ ‘Okinawa’ มีการสร้างและสะสมไว้ในต้นสูงกว่า ทำให้มีสารตั้งต้นในการเปลี่ยนเป็นน้ำตาลต่าง ๆ ที่ใช้ในพัฒนาการของดอกสูง การแตกตาดอกของพีชต้องการการสะสมอุณหภูมิต่ำเพื่อทำลายการพักตัวอย่างอย่างเพียงพอ (Young and Werner, 1984) ระยะเวลาที่ใช้ในพัฒนาการจนถึงดอกบานที่แตกต่างกันในต้นตอพันธุ์ต่าง ๆ และสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปของแต่ละปีมีผลต่อระยะเวลาที่ดอกบาน (Beckman *et al*., 1992) ช่วงเวลาการบานในทุกต้นตอใกล้เคียง

กัน ทำให้มีผลต่อเวลาการเก็บเกี่ยวที่ไม่แตกต่างกัน มีผลดีต่อการทำงานในแปลงปลูก ที่ไม่ต้องเข้าเก็บเกี่ยวหลายรอบทำให้เสียเวลาในการเก็บเกี่ยวผลผลิตในแปลงอื่น

ปริมาณผลผลิตของพันธุ์ดีบนต้นตอพันธุ์ 'Okinawa' มากกว่าพันธุ์ "พื้นเมืองขุนวาง" 112 % ถึงแม้ว่าปริมาณการติดผลแตกต่างกัน 1 % และปริมาณผลผลิตยังมากกว่าในพันธุ์ 'Kuu Taur' ที่มีเปอร์เซ็นต์การติดผลสูงสุด (การติดผลต่างกัน 22 %) ประมาณ 59 % แสดงให้เห็นว่า ปริมาณการติดผลมีอย่างเพียงพอบนต้นตอทั้ง 9 พันธุ์ แต่ความแตกต่างของผลผลิตเกิดขึ้นในช่วงพัฒนาของผล โดยในระหว่างการพัฒนาของผล ต้นพืชมีความต้องการใช้คาร์โบไฮเดรตเพื่อการเจริญเติบโตและการหายใจ (Ryugo, 1988; DeJong and Goudriaan, 1989) พืชที่พื้นที่หน้าตัดลำต้นมากกว่า ให้ผลผลิตต่อต้นสูงกว่า (Renaud *et al*., 1988) และสอดคล้องกับรายงานของ Layne *et al*. (1976) ที่พบว่าถ้าพื้นที่หน้าตัดลำต้น ความสูงต้น ปริมาตรทรงพุ่มมีค่ามาก ปริมาณผลผลิตจะสูงขึ้น และพบว่าค่าพื้นที่หน้าตัดลำต้นเป็นตัวแปรที่เหมาะสมในการแสดงความสัมพันธ์กับปริมาณผลผลิตมากกว่าตัวแปรอื่น ๆ ต้นตอพันธุ์ 'Okinawa' มีการเจริญเติบโตของขนาดลำต้น ความสูงและความยาวกิ่งที่มากกว่า มีผลทำให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์อื่น จำนวนใบมีผลต่อขนาดของผลเมื่อมีจำนวนใบที่เหมาะสม (20-40 ใบต่อผล) ในพืชพันธุ์ 'Elberta' เพื่อให้ได้ขนาดผลที่เหมาะสมกับตลาด ควรมีจำนวนใบต่อผล ช่วง 50-70ใบ (Ryugo, 1988) ปริมาณธาตุอาหารที่พืชได้รับมีผลต่อพัฒนาการของผล โดยระดับของคาร์โบไฮเดรตในผลพืชมีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณโพแทสเซียม และ fruit firmness (Faust, 1989) ผลผลิต 66 % ของต้นตอพันธุ์ 'Okinawa' อยู่ในชั้นมาตรฐานพิเศษ ชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2 ทำให้ราคาผลผลิตจะสูงกว่าชั้นมาตรฐานอื่น จึงให้ผลตอบแทนในการผลิตสูงกว่าผลผลิตที่อยู่ในชั้นอื่น ๆ

การเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชมีปัจจัยควบคุม 3 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยทางพันธุกรรม ปัจจัยเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม และปัจจัยภายในต้นพืช เช่นสารเคมีหรือฮอร์โมนที่พืชสร้างขึ้น ปัจจัยทั้งหมดมีอิทธิพลร่วมกัน โดยพันธุกรรมเป็นตัวกำหนดขอบเขตของการเจริญเติบโต ส่วนสภาพแวดล้อมภายนอกและภายในต้นพืช กำหนดระดับของการเจริญ ส่งผลให้พืชมีการเจริญเติบโตและพัฒนาแตกต่างกันไป (สมบุญ, 2537) สุทิน (2545) รายงานว่า ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง มีอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า และมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงกว่าที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง อุณหภูมิมีอิทธิพลโดยตรงต่อพัฒนาการของตาดอกและดอก รวมทั้งการติดผล (Faust, 1989; Jackson, 1999) ความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณน้ำมีผลต่อการบานของดอก การผสมเกสร รวมถึงการติดผลของพืช (Jackson, 1999) และอุณหภูมิ แสง ปริมาณน้ำที่พืชได้รับ

ต่างกัน มีผลต่อการเจริญเติบโตที่ต่างกันออกไป (สมบุญ, 2537; Westwood, 1993) จากพื้นที่ตั้ง สภาพภูมิอากาศ และปัจจัยต่าง ๆ ข้างต้น ส่งผลให้การเจริญเติบโตของต้นในแต่ละพื้นที่แตกต่างกันออกไป

การเจริญเติบโตทั้งระยะวัฒนภาคและระยะสืบพันธุ์ของกิ่งพันธุ์ดี ในช่วงที่ทำการศึกษาสามารถบอกประสิทธิภาพของต้นตอได้ในช่วงเวลาตั้งแต่ปลูกจนถึงช่วงต้นอายุ 4 ปี ผลการทดลองพบว่าต้นตอที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์ดี ในเบื้องต้นพบว่าต้นตอที่มีอิทธิพลดีที่สุดคือพันธุ์ ‘Okinawa’ นอกจากนั้นพบว่าต้นตอที่ให้ปริมาณผลผลิตสูงและมีการเจริญเติบโตของต้นที่ดี รองลงมาได้แก่พันธุ์ ‘Coastal Peach’ ส่วนต้นตอพันธุ์ ‘In Je Taur’ ให้การเจริญเติบโตที่ต่ำกว่าพันธุ์อื่น ๆ

3. ปริมาณธาตุอาหารในพืช

การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม กับตัวอย่างใบ พบว่า ต้นตอพันธุ์ ‘Okinawa’ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสสะสมสูงสุด ทั้งในระยะก่อนการพักตัว และหลังฤดูร้อน (ภาพที่ 8) จากตารางที่ 14 แสดงปริมาณของฟอสฟอรัสมีค่าในระดับที่เหมาะสมเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานของพืช ปริมาณฟอสฟอรัสในระยะก่อนการพักตัว (ต.ค. 2547) มีปริมาณต่ำกว่าระยะหลังการเก็บเกี่ยว (พ.ค. 2548) อาจเนื่องมาจากในระยะของการเจริญเติบโตตั้งแต่ปลูกจนถึงก่อนการพักตัว ต้นมีการดึงธาตุขึ้นมาใช้เพื่อสังเคราะห์เป็นสารสำคัญในโครงสร้างและกระบวนการเมตาบอลิซึมต่าง ๆ อาทิ กรดนิวคลีอิก (nucleic acid) ฟอสโฟลิปิด สารพลังงานสูง (ATP) และโคเอนไซม์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการเจริญเติบโตในระยะดังกล่าว นอกจากนี้ก่อนการทิ้งใบ และเข้าสู่การพักตัวต้นพืชมีการดึงธาตุอาหารและสารประกอบที่สำคัญจากใบ เข้ามาสะสมไว้ที่รากและลำต้น (Sexton and Woolhouse, 1985) ทำให้พบปริมาณฟอสฟอรัสต่ำกว่าในระยะหลังการเก็บเกี่ยว ที่ในระยะการติดผลมีการบำรุงดูแลต้น และใส่ปุ๋ย (ตารางผนวกที่ 2) ซึ่งทำให้ปริมาณธาตุในดินสูงขึ้น (ตารางที่ 16) ต้นสามารถนำไปใช้ได้อย่างเพียงพอและมีการสะสมในระดับที่สูงกว่า

ปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมดและโพแทสเซียมอยู่ในระดับที่เหมาะสมเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานของพืช ไนโตรเจนเป็นธาตุที่มีการเคลื่อนที่ได้ดีมากในต้นพืชในรูปไนเตรต รวมทั้งยังมีการเคลื่อนที่ย้ายกลับลงมายังราก ประมาณ 79 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณที่มีในยอด (ยงยุทธ, 2546) มี

การเคลื่อนย้ายจากใบแก่ไปใบอ่อนก่อนการทิ้งใบเพื่อเข้าสู่การพักตัวต้น (สรสิทธิ์และคณะ, 2527) ตัวอย่างใบที่เก็บมาศึกษาใช้ใบที่แก่เต็มที่แล้ว ทำให้การวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดแตกต่างกันไม่เด่นชัด และระดับของไนโตรเจนและโพแทสเซียมที่มีอยู่สูงในระยะหลังการเก็บเกี่ยว น่าจะมีผลมาจาก ปริมาณของระดับไนโตรเจนและโพแทสเซียมที่ต้นได้รับอย่างเพียงพอจากการใส่ปุ๋ย ทั้งสูตร 15-0-0 สูตร 15-5-20 สูตร 0-0-60 ปุ๋ยยูเรีย และปุ๋ยคอก (ตารางผนวกที่ 2) ปริมาณของธาตุที่มีให้พืชนำไปใช้อย่างเพียงพอ จึงมีผลให้มีการสะสมในต้นสูงกว่าในระยะที่ไม่ได้รับปุ๋ย

การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักในใบพืชที่ปลูกทดลองในพื้นที่ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง พบว่าต้นตอทุกพันธุ์มีปริมาณธาตุอาหารหลักไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานของปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสมในใบพืช พบว่าระยะก่อนการพักตัว (ต.ค. 2547) มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ในระดับปานกลาง (ตารางที่15) แต่สัณนิษฐานได้ว่าพืชมีการนำธาตุไนโตรเจนไปใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อการเจริญเติบโตได้อย่างเพียงพอ เนื่องจากไม่มีอาการใบเขียวซีด ใบเหลือง (chlorosis) ต้นแคระแกร็น ซึ่งเป็นอาการแสดงออกที่ใบแก่เมื่อพืชขาดไนโตรเจน (Cooke, 1982; Mortvedt *et al*., 1999) โดยปริมาณธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้ปริมาณน้อยและแตกต่างกันอย่างไม่ชัดเจน น่าจะมีผลมาจากการเคลื่อนย้ายของไนโตรเจนจากใบแก่ ไปใบอ่อนและจากยอดลงมายังรากก่อนใบพืชเข้าสู่ระยะชราภาพ (สรสิทธิ์และคณะ, 2527; ยงยุทธ, 2546) อีกทั้งปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส มีการลดลงในช่วงก่อนเข้าฤดูหนาว (Westwood, 1993) หากพิจารณาร่วมกับปริมาณของธาตุไนโตรเจนที่มีการตรวจวัดจากดินในพื้นที่ปลูกที่พบว่า มีปริมาณอยู่มากเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช (ตารางที่ 17) สำหรับระยะอื่น ๆ ที่ทำการวิเคราะห์พบว่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ในระดับที่เหมาะสมเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานของพืช ทั้งนี้ปริมาณที่มีมากเพียงพอนี้น่าจะมาจาก ปริมาณของไนโตรเจนที่พืชได้รับอย่างเพียงพอจากการให้ปุ๋ยที่มีอัตราส่วนของไนโตรเจนที่สูง (ตารางผนวกที่ 2)

ปริมาณฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์ ก่อนการพักตัว (ต.ค. 2547) พบว่ามีปริมาณต่ำกว่าระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช เมื่อพิจารณาปริมาณที่ตรวจพบในดินก็พบว่ามีต่ำกว่าระดับที่เพียงพอต่อการนำขึ้นไปใช้ของพืช และดินมีระดับความเป็นกรดและด่างค่อนข้างต่ำ ทำให้ปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่าน้อย (ยงยุทธ, 2546; Brandy and Weil, 1999) ทั้งนี้ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่สามารถเคลื่อนที่ได้ดีในพืช และยังมีการเคลื่อนย้ายจากใบแก่ไปใบอ่อนและผล (ศรีสม, 2544; Joiner, 1983) ระยะการสร้างตาดอกมีการใช้พลังงานสูง ซึ่งฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบของสารพลังงานสูง (ATP) (วงค์จันทร์, 2535 และ ยงยุทธ, 2546) จึงอาจมีผลทำให้

ระดับฟอสฟอรัสลดลงได้ Faust (1989) รายงานว่าพืชตอบสนองต่อการขาดแคลนธาตุนี้เร็วกว่าแอปเปิล และในสภาพที่ดินมีฟอสฟอรัสในปริมาณสูงมากต้นก็มีการเจริญเติบโตลดลง แต่ต้นพืชที่ทำการศึกษาตลอดการทดลองไม่มีอาการใบแก่และก้านใบมีสีม่วง ใบมีขนาดเล็กลง ซึ่งเป็นอาการที่พืชแสดงเมื่อระดับของฟอสฟอรัสในต้นพืชอยู่ในระดับที่ขาดแคลน (Cooke,1982; Mortvedt *et al*., 1999) หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต ปี 2548 ปริมาณฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์ได้มีปริมาณสูงกว่าที่ตรวจพบได้ในปี 2549 ปริมาณที่วัดได้มีความสัมพันธ์กับผลผลิตของปี 2548 มีน้อยกว่าปี 2549 โดยต้นมีการลำเลียงฟอสฟอรัสไปที่ผลอ่อนน้อยกว่ามีผลให้ปริมาณสะสมในใบมีสูงกว่า

โพแทสเซียมที่ศึกษามีปริมาณต่ำกว่าระดับที่เหมาะสมเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานในพืชระยะก่อนการพักตัว (ต.ค. 2547) ต้นพืชมีอายุของต้นน้อยและอยู่ในช่วงการเจริญเติบโต โพแทสเซียมเป็นธาตุที่มีบทบาทในกระบวนการต่าง ๆ อาทิ การสังเคราะห์แสง การสังเคราะห์โปรตีน และการควบคุมศักย์ออสโมซิส (ยงยุทธ, 2546) เมื่อพิจารณาปริมาณที่พบในดิน พบว่ามีปริมาณธาตุมากพอที่พืชจะนำไปใช้ได้ แสดงว่าพืชมีการนำไปใช้ธาตุนี้มากจึงทำให้ปริมาณที่สะสมมีน้อยนอกจากนี้โพแทสเซียมมีบทบาทต่อการดูดธาตุอาหารของรากคือ รักษา osmotic potential ของเซลล์และยังเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยเป็นสารช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของเอนไซม์ (Mrtin-Prevel *et al*., 1984) และเนื่องจากโพแทสเซียมมีบทบาทเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายของคาร์โบไฮเดรตภายในต้นพืช (Mengel, 1985) ในระยะออกดอก ติดผลเป็นระยะที่มีการใช้คาร์โบไฮเดรตในการพัฒนาดอกและผลจึงต้องมีการใช้โพแทสเซียมเพื่อช่วยในการเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรตจาก source มายังดอกและผลทำให้ปริมาณมีน้อยลง และมีระดับที่ไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ไม่พบอาการใบแก่เหลืองไหม้ (necrosis) และมีอาการปลายใบไหม้ ซึ่งเป็นอาการที่พืชแสดงออกเมื่อมีการขาดธาตุโพแทสเซียม (Mortvedt *et al*., 1999)

4. ลักษณะทางกายภาพ และเคมีในดิน

ดินของแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง พบสัดส่วนของดินเหนียวสูงสุดซึ่งจัดอยู่ในกลุ่ม clay ดินมีสภาพเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5.2-6.1) ปริมาณธาตุอาหารหลักอยู่ในช่วงที่หมาะสมกับการนำไปใช้ของพืช (ตารางที่ 15) สอดคล้องกับการศึกษาของนิวัติ (2546) ที่สำรวจดินในบริเวณดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่พบว่า เนื้อดินพบหลายประเภท ทั้งดินเหนียว ดินร่วนปนเหนียว ดินร่วนปนทราย ในพื้นที่ของการปลูกผักและไม้ผลมีปริมาณไนโตรเจนรวม (1.45-2.89 ก./กก.) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (14.50-50.00 มก./กก.) และโพแทสเซียมที่

แลกเปลี่ยนได้ (122.50-372.00 มก./กก.) ซึ่งในช่วงปานกลางถึงสูงมาก และพบความเป็นกรดรุนแรงมากถึงขั้นปานกลาง (pH 4.3-5.7)

ระดับความเป็นด่างที่เพิ่มขึ้นของดินในพื้นที่ มีผลมาจากการใช้ปูนขาวเพื่อยกระดับความเป็นกรด-ด่างให้สูงขึ้น โดยแคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) หรือ แมกนีเซียมไอออน (Mg^{2+}) จะเข้าแทนที่ประจุ Al^{3+} ทำให้ระดับของความเป็นกรด-ด่างเปลี่ยนแปลงไป (Havlin *et al*., 1999) ระดับความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมมีผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารต่าง ๆ (จงรักษ์, 2536; ยงยุทธ, 2544) เช่น ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสขึ้นอยู่กับระดับความเป็นกรด- ด่างของดิน ถ้าดินอยู่ในช่วงเป็นกรด ฟอสเฟตจะถูกตรึงโดยไอออนบวกที่ละลายได้คือ Fe^{2+}, Al^{3+} และไฮดรัสออกไซด์ของเหล็ก อะลูมินัม และแมงกานีส เกิดเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำได้ยากของสารประกอบเหล็กฟอสเฟต และสารประกอบอะลูมินัมฟอสเฟต มีผลทำให้ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสต่ำลง (Brandy and Weil, 1999) นอกจากนี้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ยังสัมพันธ์กับปริมาณอินทรียวัตถุในดินที่อยู่ในรูปอินทรีฟอสเฟต ทำให้ดินมีปริมาณฟอสฟอรัสสูง (Sanchez, 1976)

ปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ อยู่ในระดับที่เหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ของพืช ไอออนบวกของธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ส่วนหนึ่งมาจากดินในพื้นที่ปลูกที่มีอนุภาคดินเหนียวเป็นองค์ประกอบหลัก โดยอนุภาคดินเหนียวในดินเป็นส่วนของอนินทรีย์สารรูปร่างแบนบางและมีขนาดอนุภาคเล็กที่สุด จึงมีพื้นที่ผิวต่อหน่วยน้ำหนักมากที่สุด (สุนทรี, 2536) และอนุภาคดังกล่าวมีประจุเป็นลบ ที่เกิดจากการแตกหักที่ขอบของผลึก หรือการแทนที่กันของธาตุบางตัว ทำให้อนุภาคเหล่านี้สามารถดูดยึดไอออนบวกไว้ที่ผิวของมันได้ โดยไอออนบวกเหล่านี้ เป็นไอออนบวกที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable cation) และรากพืชสามารถดึงไอออนเหล่านี้ขึ้นไปใช้ประโยชน์ได้ง่ายเช่นเดียวกับไอออนที่กระจายอย่างอิสระใน soil solution (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2530) อนุภาคเหล่านี้มีผลต่อปริมาณธาตุอาหารหลักบางตัวที่มีการเข้าจับที่ผิวของอนุภาค เช่น ฟอสฟอรัสที่ถูกดูดซึมไว้ที่ผิวของผลึก (Krishna, 2002a) หรือโพแสเซียมที่มีการแลกเปลี่ยนได้ พบว่าดินที่มีปริมาณอนุภาคดินเหนียวมากขึ้นพบปริมาณโพแทสเซียมสูงขึ้นด้วย (Krishna, 2002b) และมีระดับที่สูงจากการใส่ปุ๋ยจากตารางการดูแลรักษาในรอบปีของระบบการผลิต (ตารางผนวกที่ 2)

ดินที่แปลงทดลองของสถานีเกษตรหลวงอ่างขางมีลักษณะองค์ประกอบเนื้อดินส่วนใหญ่เป็นเนื้อดินเหนียว จัดอยู่ในกลุ่ม clay กรมพัฒนาที่ดิน (2543) รายงานผลการวิเคราะห์ดินที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางว่า ดินมีองค์ประกอบของเนื้อดินเหนียวในสัดส่วนที่สูง ดินมีสภาพเป็นกรดปานกลางถึงกรดจัด (pH 4.5-5.7) ปริมาณธาตุอาหารหลักสูง ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินมีปานกลางถึงสูง สอดคล้องกับ ดุสิตและคณะ (2528) ที่ทำการศึกษาคุณสมบัติของดิน 28 แหล่งในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และตาก ในพื้นที่ภูเขาที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลระหว่าง 700-1600 เมตร พบว่าดินส่วนใหญ่มีคุณสมบัติทางกายภาพที่คล้ายคลึงกัน แต่จะแตกต่างกันออกไปในด้านลักษณะทางเคมีและความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยการศึกษาที่พื้นที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง พบว่า ดินมีความเป็นกรดมากกว่า (pH 4.7-5.9) ปริมาณธาตุไนโตรเจนรวม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับที่มากพอ และฟอสฟอรัสก็มีปริมาณต่ำกว่าระดับที่เหมาะสมเล็กน้อย ซึ่งปริมาณฟอสฟอรัสที่วัดได้น้อยอาจมีผลมาจากระดับความเป็นกรดของดิน ทำให้ฟอสฟอรัสรูปที่เป็นประโยชน์ตรวจพบได้น้อยหรือมีผลจากการนำขึ้นไปใช้ของพืช แต่ระดับที่มีน้อยนี้ไม่มีผลที่ต้นแสดงออกถึงอาการขาดธาตุนี้ แสดงว่าปริมาณที่พืชได้รับยังเพียงพอต่อการเจริญเติบโต ปริมาณของไนโตรเจนที่สูงน่ามีผลจากการสะสมของอินทรียวัตถุในดินที่สูงร่วมกับการให้ปุ๋ยที่มีส่วนประกอบของไนโตรเจนสูง โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ที่ตรวจพบในปริมาณที่สูงมา น่าจะมาจากองค์ประกอบของดินที่มีเนื้อดินเหนียวเป็นองค์ประกอบหลัก จึงมีการปลดปล่อยไอออนออกมาได้มากกว่า และการใช้ปุ๋ยทำให้มีระดับของธาตุนี้สูง

ดินของแปลงทดลองที่ทำการศึกษาทั้ง 2 พื้นที่พบว่าระดับของความอุดมสมบูรณ์ของดินมีปานกลางถึงสูง ปริมาณของธาตุอาหารพืชมีอย่างเพียงพอ การใส่ปุ๋ยเพื่อเพิ่มความสมบูรณ์ของดินควรพิจารณาให้เหมาะสมโดยเทียบกับผลการวิเคราะห์ดินและพืช การใส่ปุ๋ยควรให้ใกล้หรืออยู่ในระบบรากของพืช เพื่อเป็นการส่งเสริมให้พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้สูงสุด นอกจากนี้ยังเป็นการลดปริมาณที่ใช้ลง ทำให้มีผลในการลดต้นทุนการผลิตลงไปได้

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การศึกษาอิทธิพลของต้นตอพีช 9 พันธุ์คือ “พื้นเมืองขุนวาง” “อ่างขางขาว” “อ่างขางแดง” ‘Coastal Peach’ ‘Flordaguard’ ‘In Je Taur’ ‘Kuu Taur’ ‘Okinawa’ และ ‘Premier’ ต่อการเจริญเติบโตของกิ่งพีชพันธุ์ ‘TropicBeauty’ TX2293-3 และ TXW1491-1 สามารถสรุปได้ดังนี้

1. การเจริญเติบโตในระยะวัฒนภาคของกิ่งพันธุ์ดี หลังฤดูร้อน (พ.ค. 2548) ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง พบว่าต้นตอพันธุ์ “พื้นเมืองขุนวาง” มีปริมาณ TNC ในใบสูงสุด คือ 37.43 มก. ดีกลูโคส/ก. นน. แห้ง ในขณะที่ข้อมูลการเจริญเติบโตด้านอื่น ๆ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ส่วนที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง พบว่าหลังฤดูร้อน (พ.ค. 2548) มีปริมาณน้ำหนักสดของกิ่งที่ตัดแต่งสูงสุดถึง 1.47 กก. ในต้นตอพันธุ์ ‘Okinawa’ และเมื่อต้นอายุ 3-4 ปี (เม.ย. 2548 – พ.ค. 2549) ต้นตอพันธุ์ ‘Coastal Peach’ มีความสูงต้นสูงสุด คือ 2.2 ม. ส่วนขนาดของลำต้นของต้นตอพบสูงสูงสุดในพันธุ์ ‘Okinawa’ ได้แก่ 59.56 ตร.ซม. และไม่พบความแตกต่างทางสถิติในส่วนของข้อมูลการเจริญเติบโตด้านอื่น ๆ

2. การเจริญเติบโตระยะสืบพันธุ์ของกิ่งพันธุ์ดี ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง พบว่าเมื่อต้นอายุ 4 ปี (ม.ค. – พ.ค. 2549) ต้นตอพันธุ์ ‘Okinawa’ มีจำนวนตาดอก (17 ดอก) และปริมาณผลผลิตสูงสุด (7.99 กก.) และพบปริมาณผลผลิตในชั้นมาตรฐานที่ 1 สูงสุดในต้นตอพันธุ์ ‘Okinawa’ ปริมาณ 2.28 กก. และชั้นมาตรฐานที่ 2 พบสูงสุดในต้นตอพันธุ์ ‘Coastal Peach’ ปริมาณ 2.15 กก.

3. หลังจากทำการขยายพันธุ์ถึงต้นพีชอายุ 5 ปี ไม่พบอาการเข้ากันไม่ได้ระหว่างกิ่งพันธุ์ดีและต้นตอ

4. การศึกษาปริมาณธาตุอาหารหลัก พบว่า ต้นตอพันธุ์ ‘Okinawa’ มีการสะสมฟอสฟอรัสในใบสูงสุดทั้งก่อนการพักตัวและหลังการเก็บเกี่ยวที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง ในขณะที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางพบว่าประสิทธิภาพการนำธาตุอาหารขึ้นไปใช้และสะสมของต้นตอทั้ง 9 พันธุ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

5. ดินของแปลงทดลองที่ทำการศึกษาทั้ง 2 พื้นที่ มีเนื้อดินอยู่ในกลุ่ม clay ระดับความเป็นกรดและด่างของดินที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง อยู่ในช่วง 5.29 – 6.12 ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อยู่ในช่วง 4.68 – 5.94 และระดับของปริมาณธาตุอาหารหลักในดิน พบปริมาณอยู่ในช่วงเหมาะสมต่อการนำไปใช้ของพืชทั้ง 2 พื้นที่

ข้อเสนอแนะ

1. ต้นตอที่ส่งเสริมให้กิ่งพันธุ์ดีเจริญเติบโตได้ดีในช่วงแรกของการเจริญเติบโต คือ พันธุ์ ‘Okinawa’ และ ‘Coastal Peach’

2. ต้นตอพันธุ์ “พื้นเมืองขุนวาง” และ ‘In Je Taur’ มีแนวโน้มในการเกิดลักษณะ overgrowth ของลำต้นในส่วนบริเวณเหนือและต่ำกว่ารอยต่อ ควรพิจารณาก่อนการนำต้นตอทั้ง 2 พันธุ์ดังกล่าวไปใช้เป็นต้นตอในระบบการผลิต

3. การใส่ปุ๋ยตามตารางในรอบปีการผลิต ควรพิจารณาร่วมกับผลการวิเคราะห์ดิน เพื่อลดต้นทุนในการผลิตในกรณีที่ธาตุอาหารบางชนิดตรวจพบในดินปริมาณที่สูง

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2543. **รายงายผลการวิเคราะห์ดินในพื้นที่โครงการสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ตำบลม่อนปิ่น อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่**. ม.ป.ท.

เกษตรกลางกรุง (นามแฝง). 2539. ปลูกมะนาวบนต้นตอมะขวิดสู้ดินเหนียวกรดจัดของเกษตรกร อ. บ้านโพธิ์ จ. ฉะเชิงเทรา. **เทคโนโลยีชาวบ้าน** 2, 11.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2530. **คู่มือปฏิบัติการวิชาปฐพีวิทยาเบื้องต้นโดยใช้ระบบโสตทัศนูปกรณ์**. โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, กรุงเทพฯ.

งานไม้ผล มูลนิธิโครงการหลวง, กองพัฒนาเกษตรที่สูง และโครงการไต้หวัน (TM-R.O.C.). 2544. **การเก็บเกี่ยวและมาตรฐานคุณภาพผลผลิตไม้ผล**. ม.ป.ท.

จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. 2536. **การวิเคราะห์ดินและพืชทางเคมี: Chemical Analysis of Soil and Plant Material**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จรุงศักดิ์ พิกุลทอง. 2541. **การศึกษาการเจริญเติบโตของต้นตอชนิดต่าง ๆ และการเจริญเติบโตของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ทะวายเบอร์ 4 ที่ต่อบนต้นตอชนิดต่าง ๆ**. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จิรา ณ หนองคาย. 2542. **หลักและเทคโนโลยีการขยายพันธุ์พืชในประเทศไทย (2): การขยายพันธุ์พืชแบบไม่ใช้เพศ**. สำนักพิมพ์นายสุข, กรุงเทพฯ.

จำเป็น อ่อนทอง. 2545. **คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช**. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

ดุสิต มานะจุติ, บุญวาทย์ ลำเพาพงศ์ และ จรูญ สุขเกษม. 2528. **การศึกษาคุณสมบัติของดินที่ใช้ปลูกกาแฟในภาคเหนือของประเทศไทย**. ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษ์ศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์ และ จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. 2542. **แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการการวิเคราะห์ดินและพืช: Soil and Plant Analysis**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ธวัชชัย ไชยตระกูลทรัพย์. 2524. **การเปลี่ยนแปลงปริมาณของไนโตรเจนและคาร์โบไฮเดรตในใบและยอดของลิ้นจี่พันธุ์ "ฮงฮวย" ในรอบปี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิยาลัยเกษตรศาสตร์.

นพดล จรัสสัมฤทธิ์. 2537. **ไม้ผลเขตหนาว**. สำนักพิมพ์รั้วเขียว, กรุงเทพฯ. 105 น.

นันทิยา วรรธนะภูติ. 2542. **การขยายพันธุ์พืช**. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

นิวัติ อนงค์รักษ์. 2546. **ลำดับดินบนพื้นที่สูงที่ได้รับอิทธิพลจากการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในบริเวณดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปวิณ ปุณศรี, สุรนันต์ สุภัทรพันธุ์, โอฬาร ตัณฑวิรุฬห์, นพชัย ธำรงเลาหพันธุ์ และ สิริกุล วะสี. 2525. **คู่มือนักส่งเสริมเรื่องไม้ผลสำหรับที่สูง (ชนิดผลัดใบ)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____, โอฬาร ตัณฑวิรุฬห์, ธีระ จารุจินดา, นุชนารถ จงเลขา, จิตติ ปิ่นทอง, พูนสุข ธัญญาภา, สมโภชน์ ป้านสุวรรณ และอัจฉรา วาสิกานนท์. 2538. **คู่มือการปลูกไม้ผลเขตหนาวที่สำคัญ 5 ชนิด: บ๊วย ท้อ พลัม สาลี่ พลับ**. กองพัฒนาเกษตรที่สูง, สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2541. กว่าจะมาเป็นพีช (peach). **วารสาร ส.ก.ว.** 5(1): 1-9.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2546. **ธาตุอาหารพืช**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

รวี เสรฐภักดี. 2540. ต้นตอส้ม, น. 1-21. *ใน* **วิทยาการส้ม: ทางเลือกปัจจุบันสู่อนาคต**. สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

_____. 2542. The pummelos and grapefruit, น. 24-25. *ใน* เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตร **"วิทยาการส้ม: ทางเลือกปัจจุบันสู่อนาคต"** 7-11 กรกฎาคม 2542. โรงแรมมารวยการ์เดน, กรุงเทพฯ.

ลิลลี่ กาวีต๊ะ. 2546. **การเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานและพัฒนาการของพืช**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วงจันทร์ วงศ์แก้ว. 2537. **หลักสรีรวิทยาของพืช**. ฟันนี่พลับลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ.

วรภัทร ลัคนทินวงศ์. 2544. **บทปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว**. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วสันต์ ผ่องสมบูรณ์. 2528. **ความสัมพันธ์ของระดับของสารยับยั้งการเจริญในตาดอกและปริมาณคาร์โบไฮเดรตในกิ่งกับการพักตัวของตาท้อบางพันธุ์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วุฒิศักดิ์ ศรีพาเพลิน, วิรัตน์ ปรานทุกข์, ปรีชา เพชรเม็ด, กิตติพันธ์ จันทาศรี, นัส เสียงก้อง และประภัสสร เทพทอง. 2543. **การปลูกไม้ผลไม้ยืนต้นบนที่สูง**. ฝ่ายส่งเสริมการเกษตรที่สูง กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ศรีสม สุวรรณวงศ์. 2544. **การวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สนั่น ขำเลิศ. 2526. **หลักและวิธีการขยายพันธุ์พืช**. ฟันนี่พับลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2535. **สรีรวิทยาของพืช**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สรสิทธิ์ วัชโรทยาน, ถวิล ครุฑกุล, ไพบูลย์ ประพฤติธรรม และ อำนาจ สุวรรณฤทธิ์. 2527. **ความอุดมสมบูรณ์ของดิน**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุทิน พรหมโชติ. **ปฏิกิริยาร่วมระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมของพีช [*Prunus persica* (L.) BATSCH.] และเนคทารีน [*Prunus presica* var. nectarina] บนที่สูงทางภาคเหนือของประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุนทรี ยิ่งชัชวาล. 2536. **บทปฏิบัติการปฐพีวิทยามูลฐาน**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อัมพิกา ปุณณจิต. 2527. **ชีววิทยาของดอกและโครโมโซมของท้อเก้าพันธุ์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

โอฬาร ตัณฑวิรุฬห์, 2542. **แนวทางการวิจัยพีช (peach)**. จุลสารไม้ผล 2(3): 7-8.

Alina, K.P. and H. Pendias. 2001. **Trace Elements in Soils and Plants**. CRC Press, Florida.

Anderws, P.K. and C.S. Maquez. 1993. Graft incompatibility. **Hort. Rev.** 15: 183 – 218.

Baineix, K. and H.F. Causin. 1996. The central role of amino acids on nitrogen utilization and growth. **J. Plant Physiol.** 149, 358-362.

Baipo, W., Q. Yincai, Z Yongfa and C. Hua. 1989. The effect of meteorological factors on the pollination, fertilization and fruit setting of peach (in Chinese). **Acta Hort.** 16: 11-15.

Baskin, C.C. and J.M. Baskin. 2001. **Seeds: Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination**. Academic Press, California.

Beckman, T.G., W.R. Okie and S.C. Meyers. 1992. Rootstocks affect bloom date and fruit maturation. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 117(3): 377-379.

Brandy, N.C. and R.R. Weil. 1999. **The Nature and Properties of Soils**. 12th ed. Prentice Hall, Inc., New Jersey.

Bremner, J.M. 1999. Nitrogen-total, pp. 1085-1121. *In* J.M. Bigham, ed. **Method of Soil Analysis Part 3: Chemical Method**. Soil Science Society of America, Inc., Wisconsin.

Brown, C.S., E. Young and D.M. Pharr. 1985. Rootstock and scion effects on the seasonal distribution of dry weight and carbohydrate in young apple tree. **J. Amer Soc. Hort. Sci.** 110: 696-701.

Cakmak, I. and C. Engels. 1999. Role of mineral nutrients in photosynthesis and yield formation, pp. 141-168. *In* Zdenko Rengel, ed. **Mineral Nutrition of Crops: Fundamental Mechanism and Implications**. Food Product Press, New York.

Carrera, M. and J. Gomezz-Aparasi. 1998. Rootstock influence on the performance of the peach variety 'Catherine'. **Acta Hort.** 465: 573-576.

Caruso, T., P. Inglese, M. Sidari and F. Sottile. 1997. Rootstocks influence seasonal dry matter and carbohydrate content and partitioning in above-ground components of 'Flordaprince' peach trees. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 122(5): 673-679.

Castle, W. S. 1987. Citrus rootstocks, pp. 361-399. *In* R. C. Rom and R. F. Carlson, eds. **Rootstocks for Fruit Crops**. John Wiley & Sons, New York.

Chaplin, C.E. and G.W. Schneider. 1974. Peach rootstock/scion hardiness effects. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 99(3): 231-234.

Childers, N.F. 1973. **Modern Fruit Science**. Horticultural Publications, New Jersey.

Cooke, G.W. 1982. **Fertilizing for Maximum Yield**. MacMillan Publishing Co., Inc., New York.

Decoteau, D.R. 2005. **Principles of Plant Science: Environmental Factors and Technology in Growing Plants**. Pearson Education Inc., New Jersey.

David, C.W. 2000. **Nutrient Elements in Grassland: Soil-Plant-Animal Relationships**. CABI Publishing, London.

DeJong, T.M. and J. Goudrian. 1989. Modeling peach fruit growth and carbohydrate requirement: reevaluation of the double-sigmoid growth pattern. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 114(5): 800-804.

Dris, R. 2002a. Influence of mineral nutrition on yield and quality of apples, pp. 1-13. *In* R. Dris, F. H. Abdelaziz and S. M. Jain, eds. **Plant Nutrition: Growth and Diagnosis**. Science Publishers, Inc., Enfield, New Hampshire, USA.

Dris, R. 2002b. Influence of potassium nutrition in commercial apple orchards, pp. 195-202. *In* R. Dris, F. H. Abdelaziz and S. M.Jain, eds. **Plant Nutrition: Growth and Diagnosis**. Science Publishers, Inc., Enfield, New Hampshire, USA.

Durner, E.F. and J.C. Goffreda. 1992. Rootstock-induced differences in flower bud phenology in peach. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 117(5): 690-697.

Errea, P. 1998. Implications of phenolic compounds in graft incompatibility in fruit tree species. **Scientia Horticulturae** 81: 133-123.

Faust, M. 1989. **Physiology of Temperate Zone Fruit Trees**. John Wiley&Sons, New York.

Fenner, M. and K. Thompson. 2005. **The Ecology of Seeds**. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.

Ferree, D.C. and R.F. Carlson. 1987. Apple rootstocks, pp. 107-143. *In* R.C. Rom and R. F. Carlson, eds. **Rootstocks for Fruit Crops**. Jonh Wiley & Sons, New York

Flore, J.A. 1994. Stone fruit, pp. 233-270. *In* B. Schaffer and P.C. Andersen, eds. **Handbook of Environmental Physiology of Fruit Crops. Volume I: Temperate Crops**. CRC Press, Florida.

Gebhardt, K. and W. Feucht. 1982. Polyphenol changes at the union of *Prunus avium*/*Prunus cerasus* graft. **J. Hort. Sci.** 57: 253-258.

Gerendas, J. and B. Satelmader. 1990. Influence of nitrogen form and concentration on growth and ionic balance of tomato (*Lycopersicon esculentum*) and potato (*Solanum tuberosum*), pp. 33-37. *In* M.L. Van Beusichem, ed. **Plant Nutrition Physiology and Applications: Proceedings of the Eleventh International Plant Nutrition Colloquium, 30 July-4August 1989, Wageningen, The Netherlands**. Kluwer Acedemic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

Giorgi, M., F. Capocasa, J. Scalzo, G. Murri, M. Battino and B. Mezzetti. 2005. The rootstock effects on plant adaptability, production, fruit quality and nutrition in the peach (cv. 'Suncrest'). **Scientia Horticulturae** 107: 36-42.

Gomez, L. and M. Faurobert. 2002. Contribution of vegetative storage proteins to seasonal nitrogen variation in the young shoots of peach trees (*Prunus persica* L. Batsch). **J. Expt. Bot.** 53(379): 2431-2439.

Graham, C.J. 2002. Nonstructural carbohydrate and prunasin composition of peach seedlings fertilized with different nitrogen sources and aluminum. **Scientia Horticulturae** 94: 21-32.

Grzyb, Z.S., M. Sitarek and B. Kozinski. 1998a. Effect of different rootstocks on growth, yield and fruit quality of four plum cultivars (in central of Poland). **Acta Hort.** 487: 239-242.

_____, _____ and P. Kolodziejczak. 1998b. Growth and yield of three plum cultivars grafted on four rootstocks in Piedmont area. **Acta Hort.** 487: 87-90.

Hartmann, H.T., D.E. Kester and F.T. Davies. 2002. **Plant Propagation: Principles and Practices**. 7th ed. Prentice-Hall, Inc., Englewood, California.

Havlin, J.L., J.D. Beaton, S.L. Tisdale and W.L. Nelson. 1999. **Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management**. Practice Hall, New Jersey.

Helmke, P.A. and D.L. Sparks. 1999. Lithium, sodium, potassium, rubidium and cesium, pp. 551-574. *In* J.M. Bigham, ed. **Method of Soil Analysis Part 3: Chemical Method**. Soil Science Society of America, Inc., Wisconsin.

Hesse, C.O. 1975. Peaches, pp 285-355. *In* J. Janick and J.N. Moore, eds. **Advance in Fruit Breeding**. Purdue University Press, West Lafayette.

Hodge, J.E. and B.T. Hofreiter. 1962. Determination of reducing sugar carbohydrate, *In* R.L. Whistler and M.L. Wotform, eds. **Method in Carbohydrate Chemistry**. Academic Press, New York.

Homer, D.C. and P.F. Pratt. 1982. **Methods of Analysis for Soils, Plants and Waters**. PRICED Publication, California.

Hopkins, W.G. 1995. **Introduction to Plant Physiology**. John Wiley & Sons, New York.

Hrotkó, K., L. Magyar, G. Simon and B. Hanusz. 1997. Effect of rootstock and interstocks on growth and yield of sweet cherry trees. **Acta Hort.** 451: 231-236.

Hunt, R. 1978. **Plant Growth Analysis**. The Camelot Press Ltd., Southampton.

_____. 1982. **Plant Growth Curves: The Functional Approach to Plant Growth Analysis**. Thomson Litho Ltd, Scotland.

Iwasa, Y. and J. Roughgarden. 1984. Shoot/root balance of plant: Optimal growth of a system with many vegetative organs. **Theo. Population Biol.** 25(1): 78-105.

Jackson, D. 1999. Flowers and fruit, pp. 33-43. *In* D.I. Jackson and N.E. Looney, eds. **Temperate and Subtropical Fruit Production**. CABI publishing, Wallingford.

Jimenez, S., A. Garin, Y. Gogorcena, J.A. Betran and M.A. Moreno. 2004. Flower and foliar analysis for prognosis of sweet cherry nutrition: influence of different rootstocks. **J. Plant Nutrition**. 27(4): 701-712.

Johnson, R.S. and K. Urine. 1989. Mineral nutrition, pp. 68-81. *In* J.H. Laraue and R.S. Johnson, eds. **Peaches, Plums and Nectarines: Growing and Handling for Fresh Market**. Univ California, Division: Agr. Nat. Resource.

Joiner, J.N. 1983. Nutrition and fertilization of ornamental greenhouse crops. **Hort. Rev.** 5: 317-401.

Joolka, N.K. and L.K. Sharma. 2000. Effect of soil and foliar application of nitrogen on growth and productivity of almond cv. Merced. **Har. J. Hort. Sci.** 29(3/4): 189-190.

Kappel, F. 2003. Influence of pruning and interspecific *Prunus* hybrid rootstocks on tree growth, yield and fruit size of apricot. **J. Amer. Pomo. Soc.** 57(3): 100-105.

Kosina, J. 1998. Growth and cropping of three cultivars of plums on clonal rootstocks. **Acta Hort.** 478: 243-246.

Kozlowski, T.T. and S.G. Pallardy. 1997. **Physiology of Woody Plants**. 2nd ed. Acedemic Press, San Diego.

Kramer, P.J. and T.T. Kozlowski. 1979. **Physiology of Woody Plants**. Acedemic Press, New York.

Krishna, K.R. 2002a. Soil phosphorus, its tramsformations and their relevance to crop productivity, pp. 109-140. *In* K.R. Krishna, ed. **Soil Fertility and Crop Production**. Science Publishers Inc., New Hampshire, USA.

Krishna, K.R. 2002b. Potassium in soil and its influence on crop growth and yield, pp. 141-153. *In* K.R. Krishna, ed. **Soil Fertility and Crop Production**. Science Publishers Inc., New Hampshire, USA.

Kuo, S. 1999. Phosphorus, pp. 869-919. *In* J.M. Bigham, ed. **Method of Soil Analysis Part 3: Chemical Method**. Soil Science Society of America, Inc., Wisconsin.

Larcher, W. 1995. **Physiological Plant Ecology**. Springer, Germany.

Layne, R.C.E., G.M. Weaver, H.O. Jackson and F.D. Stroud. 1976. Influence of peach seedling rootstocks on growth, yield and survival of peach scion cultivars. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 101(5): 586-572.

_____. 1987. Peach rootstocks, pp. 185-216. *In* R. C. Rom and R. F. Carlson, eds. **Rootstocks for Fruit Crops**. A Wiley-Interscience, New York.

Loughman, B.C. and G. Ferrari. 1999. Some effects of environmental factors on the aquistion of inorganic ions by higher plants, pp. 395-411. *In* H.R. Lerner, ed. **Plant Responses to Environmental Stresses**. Marcel Dekker, Inc., New York.

Marquat, C., M. Vandamme, M. Gendraud and G. Pétel. 1999. Dormancy in vegetative buds of peach: relation between carbohydrate absorption potentials and carbohydrate concentration in the bud during dormancy and its release. **Scientia Horticulturae** 79: 151-162.

Mengel, K. 1985. Potassium movement within plant and its importance in assimilate transport, pp. 397-409. *In* R.D. Munson, ed. **Potassium in Agriculture**. Amer. Soc. Agron. Inc., Wisconsin.

Meyer, B.S., D.B. Anderson, R.H. Bohning, D.G. Fratianne. 1973. **Introduction to Plant Physiology**. D. Van Nostrand Company, New York.

Mills, H.A., J.B. Jones, Jr. 1996. **Plant Analysis Handbook II: A Practical Sampling, Preparation and Interpretation Guide**. MicroMacro Publishing, Inc., Athens.

Moing, A., B. Lafargue, J.M. Lespinasse and J.P. Gaudillère. 1994. Carbon and nitrogen reserves in prune tree shoots: effect of training system. **Scientia Horticulturae** 57(1-2): 99-110.

Mortvedt, J.J., L.S. Murphy and R.H. Follett. **Fertilizer Technology and Application**. Meister Plublishing Co., Ohio.

Mrtin-Prevel, P., P.J. Gagnard and P. Gauiter. 1984. **Plant Analysis: As a Guide to the Nutrient of Temperate and Tropical Crops**. Lavoisier, New York.

Nobel, P.S. 1999. **Physicochemical & Environmental: Plant Physiology**. Academic Press, San Diego.

Ogawa, J.M., E.I. Zehr, G.W. Bird, D.F. Ritchie, K. Uriu and J.K. Uyemoto. 1995. **Compendium of Stone Fruit Diseases**. APS Press, Minnesota.

Oliveira, C.M. and C.A. Priestley. 1988. Carbohydrate reserves in deciduous fruit trees. **Hort. Rev.** 10: 403-430.

Öpik, H. and S.A. Rolfe. 2005. **The Physiology of Flowering Plants.** Cambridge University Press, Cambridge.

Orcutt, D.M. and E.T. Nelson. 2000. **The Physiology of Plants under Stress: Soil and Biotic Factors**. John Wiley & Sons, New York.

Pathak, R.K. and R.A. Pathak. 1991. Peaches, p. 179. *In* S.K. Mitra, D.S. Rathore and T.K. Bose, eds. **Temperate Fruits**. Horticulture Allied Publishers, Calcutta.

Pearey, R.W., J. Ehleringer, H.A. Mooney and P.W. Rundel. 1989**. Plant Physiological Ecology**. Chapman & Hall, India.

Petersen, R.G. and L.D. Calvin. 1996. Sampling, pp. 1-17. *In* J.M. Bigham, ed. **Method of Soil Analysis Part 3: Chemical Method**. Soil Science Society of America, Inc., Wisconsin.

Polat, A.A., C. Durgac, O. Kamiloglu and O. Caliskan. 2004. Effects of different planting densities on the vegetative growth, yield and fruit quality of loquat. **Acta Hort.** 632: 189-195.

Ray, P.R. 1965. Particle fractionation and particle-size analysis , pp. 545-567. *In* C.A. Black, ed. **Methods of Soil Analysis Part I: Physical and Mineralogical Properties, Including Statistic of Measurement and Samples**. Academic Press, New York.

Rehder, A. 1949. **Manual of Cultivated Trees and Shrubs Hardy in North America, Exclusive of the Subtropical and Warmer Temperate Regions**. The Macmilian Company, New York.

_____. 1949. **Manual of Cultivated Trees and Shrubs**. The Macmilian Company, New York.

Renaud, R., R. Bernhard, Ch. Grasselly and F. Dosba. 1988. Diploid plum x peach hybid rootstocks for stone fruit trees. **HortScience** 23(1): 115-117.

Rettke, M.A., T.R. Pit, M.R. Maier and J.R. Jones. 2006. Growth and yield responses of apricot (cv. Moorpark) to soil-applied nitrogen. **Australian Journal Experimental Agriculture** 46(1): 115-122.

Robinson J.B., M. Treeby and R.A. Stephenson. 1997. Fruits, vines and nuts, pp. 347-382. In D.J. Rueter and J.B. Robinson, eds. **Plants Analysis: An Interpretation Manual**. CSIRO Publishing, Australia.

Ryugo, K. 1988. **Fruit Culture: Its Science and Art**. John Wiley & Sons, New York.

Salisbury, F.B. and C.W. Ross. 1991. **Plant Physiology**. Wadsworth Publishing Company, California.

_____ and _____. 1992. **Plant Physiology**. 4th ed. Wadsworth Publishing Company, California.

Sanchez, P.A. 1976. **Properties and Management of Soils in the Tropics**. John Wiley and Sons, Inc., New York.

Scorza, R. and W.B. Sherman. 1996. Peach, pp. 262-266. *In* J. Janick and J.N. Moore, eds. **Fruit Breeding. Volume I: Trees and Tropical Fruits**. John Wiley & Sons, NewYork.

Sexton, R. and H.W. Woolhouse. 1985. Senescence and abscission, pp. 469-497. *In* M.B. Wilkins, ed. **Advanced Plant Physiology**. Pitman Press, London.

Simon, R.K. 1987. Compatibility and stock-scion interactions as related to dwarfing, pp. 79-106. *In* R. C. Rom and R. F. Carlson, eds. **Rootstocks for Fruit Crops**. John Wiley & Sons, New York

Sinha, R.K. 2004. **Modern Plant Physiology**. Alpha Science International Ltd, India.

Smith, D., G.M. Paulsen and C.A. Raguse. 1964. Extraction of total available carbohydrates from grass and regume tissues. **Plant Physiol.** 39: 960-962.

Sorce, C., R. Massai, P. Picciarelli and R. Lorenzi. 2002. Hormonal relationships in xylem sap of grafted and ungrafted *Prunus* rootstocks. **Scientia Horticulturae** 93: 333-342.

Subhadrabundhu, S. 1991. *Prunus* L, pp. 262-266. *In* E.W.M. Verheij and R.E. Colonel, eds. **Plant Resource of South-East Asia No.2: Edible Fruit and Nuts**. Pudoc-DLO, Wagenigen, The Netherlands.

Tamaya, T.K. 1980. The pollen receptivity period and its relation to fruit setting in the stone fruits. **Fruit Var. J.** 34: 2-4.

Taiz, L. and E. Zeiger. 1998. **Plant Physiology**. Sinauer Assosiates, Inc., Massachusetts.

Thomas, G.W. 1999. Soil pH and soil acidity, pp. 475-490. *In* J.M. Bigham, ed. **Method of Soil Analysis Part 3: Chemical Method**. Soil Science Society of America, Inc., Wisconsin.

Tsipouridis, C. and T. Thomidis. 2005. Effect of 14 peach rootstocks on the yield, fruit quality, mortality, girth expansion and resistance to frost damage of May Crest peach variety and their susceptibility on *Phytophthora citrophthora*. **Scientia Horticulturae** 103: 421-428.

Vegh, K.R., G.Y. Fuleky and T. Varro. 1990. Phosphorus diffusion to barley (*Hardeum vulgare*) root as influence by moisture and phosphorus content of soil, pp. 147-151. *In* M.L. Van Beusichem, ed. **Plant Nutrition Physiology and Applications: Proceedings of the Eleventh International Plant Nutrition Colloquium, 30 July-4August 1989, Wageningen, The Natherlands**. Kluwer Acedemic Publishers, Dordrecht, The Natherlands.

Vitagliana, C., S. Bartolini and M. Catania. 2001. Summer pruning increases sugar and starch content of peach flower buds, fruit retention and size. **Acta Hort.** 565: 93-101.

Webster, A.D. 1997. A review of fruit tree rootstock research and development. **Acta Hort.** 451: 53-72.

Weibel, A., R.C. Johnson and T.M. Dejong. 2003. Comparative vegetative growth response of two peach cultivars grown on size-controlling versus standard rotstocks. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 128(4): 463-471.

Westwood, M.N., M.H. Chaplin and A.N. Roberts. 1973. Effects of rootstock on growth, bloom, yield, maturity and fruit quality of prune (*Prunus demestica* L.). **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 98(4): 352-357.

_____, 1993. **Temperate-Zone Pomology: Physiology and Culture**. Timber Press, Oregon.

Wilson, B.F. 1970. **The Growing Tree.** The university of Massachusetts Press, Massachusetts.

Young, E. and D.J. Werner. 1984. Effect of rootstock and scion chilling during rest on resumption of growth in apple and peach. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 190(4): 548-551.

Zai-long, L. 1984. Peach germplasm and breeding in China. **HortScience** 19(3): 348-351.

Zarrouk, O., Y. Gogorcena, J. Gomez-Aparisi, J.A. Betran and M.A. Moreno. 2005. Influence of almond x peach hybrid rootstocks on flower and leaf mineral concentration, yield and vigour of two peach cultivars. **Scientia Horticulturae** 106: 502 – 514.

_____, _____ and M.A. Moreno. 2006. Graft compatibility between peach cultivars and *Prunus* rootstocks. **HortScience** 41(16): 1389-1394.

Zekri, M. 2000. Citrus rootstocks affect scion nutrition, fruit quanlity, growth, yield and economical return. **Fruits** 55: 231-239.

ภาคผนวก

การย่อยสลายตัวอย่างพืช

ชั่งตัวอย่างพืชที่ผ่านการบดและร่อนแล้ว 1.000 กรัม ใส่ลงในหลอดย่อยตัวอย่างขนาด 75 มิลลิลิตร เติมกรดผสม HNO_3 และ $HClO_4$ อัตราส่วน 2:1 จำนวน 20 มิลลิลิตร pre-digest โดยอุ่นในเครื่องย่อยสลายตัวอย่างพืช (VELP Scientifica, DK20, Usmate, Italy) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง แล้วเพิ่มอุณหภูมิเป็น 150 องศาเซลเซียส ย่อยต่อไป 1 ชั่วโมง จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิเป็น 200 องศาเซลเซียส ย่อยต่อไปอีก 1 ชั่วโมง เมื่อครบเวลา ยกตัวอย่างลงจากเครื่องย่อยสลายตัวอย่างพืช ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น นำสารละลายที่ได้มาปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 100 มิลลิลิตร โดยใช้ volumetric flask แล้วกรองสารละลายด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42 เก็บสารละลายในขวดพลาสติกสำหรับนำไปวิเคราะห์ต่อไป

การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดที่ไม่ได้อยู่ในรูปโครงสร้าง (total non-structural carbohydrate; TNC)

การเตรียมสารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ TNC

1. Nelson's alkaline copper reagent

1.1 ละลาย anhydrous sodium carbodrate (Na_2CO_3) 25 กรัม ในน้ำ 250 มิลลิลิตร แล้วเติม potassium sodium tartate ($C_4H_4KNaO_6.4H_2O$) 12 กรัม จากนั้นเติม copper sulfate 10 เปอร์เซ็นต์ 40 มิลลิลิตร (เตรียมจาก $CuSO_4.5H_2O$ 4 กรัม ละลายน้ำจนครบ 40 มิลลิลิตร) เติม sodium hydrogencarbonate ($NaHCO_3$) 16 กรัม (สารละลาย I)

1.2 ละลาย anhydrous sodium sulfate (Na_2SO_4) 180 กรัม ในน้ำ 500 มิลลิลิตร (สารละลาย II)

1.3 ผสมสารละลาย I และ II เข้าด้วยกัน ปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร หลังจากนั้น 1 สัปดาห์ กรองแล้วเก็บไว้ในขวดสีชาที่อุณหภูมิห้อง

2. arsenomolybdic acid reagent

2.1 ละลาย ammonium molybdate [$(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$] 50 กรัม ในน้ำ 900 มิลลิลิตร เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น (H_2SO_4) 42 มิลลิลิตร (สารละลาย III)

2.2 ละลาย disodium hydrogen arsenate ($Na_2\ HAsO_4.7H_2O$) 6 กรัม ในน้ำ 50 มิลลิลิตร (สารละลาย IV)

2.3 เติมสารละลาย IV ลงในสารละลาย III ทีละน้อย แล้วปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร เก็บไว้ในขวดสีชาที่อุณหภูมิห้อง

การวิเคราะห์ปริมาณ TNC

1. สกัดตัวอย่างพืชตามวิธีของ Smith และคณะ (1964) ดัดแปลงโดยธวัชชัย (2524) ชั่งตัวอย่างแห้งที่บดละเอียด 0.05 กรัม ใส่ลงขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติม 0.2 N H_2SO_4 40 มิลลิลิตร ปิดขวดด้วยอลูมินัมฟอยด์ นำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศา เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็น กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42 ปรับความเป็นกรด-ด่างให้เป็นกลาง (pH = 7) ด้วย 0.1 และ 1 N NaOH และ 50 เปอร์เซ็นต์ HCl แล้วปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

2. การวิเคราะห์ปริมาณ TNC โดยวิธีของ Nelson's reducing procedure (Hode and Horfreiter, 1962) นำสารละลายตัวอย่างที่สกัดได้ และ สารละลายมาตรฐาน D-glucose ความเข้มข้น 0, 0.005, 0.01, 0.015, 0.02 และ 0.025 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองขนาด 25 x 200 มิลลิลิตร เติม Nelson' s alkaline copper reagent 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ปิดด้วยอลูมินัมฟอยด์ นำไปต้มใน water bath อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที ตั้งให้เย็นแล้วเติม arsenomolybdic acid reagent 1 มิลลิลิตร เขย่าให้ตะกอนสีแดงของ Cu_2O ละลายจนหมด ปรับปริมาตรเป็น 12.5 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) จากเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร โดยใช้สารละลายมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นเปรียบเทียบ ผลที่ได้แสดงเป็น มิลลิกรัมดี-กลูโคส/กรัมน้ำหนักแห้ง (mg D-glucose/g-DW.)

การคำนวณ

ปริมาณกลูโคส = 10000 x (mg D-glucose/g dw.)

โดย x = ค่าที่อ่านได้จาก standard curve (%)

จากค่าที่อ่านได้จาก standard curve (%)

แสดงว่า 100 มิลลิลิตร พบกลูโคส x กรัม

จากสารละลายตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร พบกลูโคส $\frac{x}{100}$ กรัม

ปริมาตรสุดท้าย 50 มิลลิลิตร พบกลูโคส $\frac{50x}{100}$ กรัม

เพราะฉะนั้น จากตัวอย่าง 0.05 กรัม พบกลูโคส $\frac{50x}{100}$ กรัม

ตัวอย่าง 1 กรัม พบกลูโคส $\frac{50x}{0.05 * 100}$ กรัม

แสดงเป็นมิลลิกรัม-กลูโคส/กรัมน้ำหนักแห้ง (1 กรัม = 1000 มิลลิกรัม)

$\frac{50x}{0.05 * 100}$ กรัม ➔ $\frac{1000 * 50x}{0.05 * 100}$ = 10000 x mg D-glucose/g dw.

การประเมินเนื้อดินด้วย pipette method

การเตรียมสารเคมีสำหรับการวิเคราะห์

1. hydrogenperoxide (H_2O_2) ความเข้มข้น 1 : 5

ตวง hydrogenperoxide 100 มิลลิลิตร ในกระบวกตวงขนาด 1000 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน เก็บในขวดสีชาที่อุณหภูมิห้อง

2. calgon solution ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์

ละลาย sodium hexametaphosphate $(NaPO_3)_6$ 50 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร จนหมดแล้วเติม sodium carbonate (Na_2CO_3) 8.3 กรัม ปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร

การประเมินเนื้อดิน

1. ชั่งดินที่แห้งและร่อนผ่านตะแกรงทองเหลืองขนาด 2.0 มิลลิเมตร 180 กรัม ในบีกเกอร์ขนาด 800 มิลลิลิตร กำจัดอินทรียวัตถุ (organic matter) โดยเติม hydrogenperoxide ครั้งละ 10 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน เมื่อ hydrogenperoxide ทำปฏิกิริยาจะเกิดฟอง เติม hydrogenperoxide คนให้เข้ากัน จนไม่มีฟองเกิดขึ้น นำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสจนดินแห้ง บดดินให้ละเอียด ชั่งดิน 100 กรัม ผสมกับ calgon solution 100 มิลลิลิตร ในกระบอกตวงขนาด 1000 มิลลิลิตร ปั่นให้เข้ากัน ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 1000 มิลลิลิตร

2. จุ่มแท่งกวน (plunger) ลงในกระบอกตวงที่บรรจุสารแขวนลอยจนถึงก้นภาชนะ ยกแท่งกวนขึ้นลง จนอนุภาคดินแพร่กระจายอย่างสม่ำเสมอ ยกแท่งกวนขึ้น เริ่มจับเวลา ก่อนถึงเวลาที่กำหนด 5 วินาที จุ่ม pipette ที่วัดระยะจากปลาย pipette 10 เซนติเมตร ทำเครื่องหมายโดยใช้ปากกาเคมีขีดระดับไว้ ให้ตำแหน่งเครื่องหมายเสมอผิวสารแขวนลอย ที่เวลา 3 นาที 41 วินาที ดูดสารแขวนลอยเต็มความจุ ถ่ายตัวอย่างสารแขวนลอยลงในบีกเกอร์ที่ทราบน้ำหนัก ดูด calgon solution เพื่อล้างอนุภาคดินใน pipette ชั่งน้ำหนักบีกเกอร์บรรจุสารผสม คำนวณน้ำหนักสุทธิของสารผสมที่บรรจุในบีกเกอร์ (S_1)

3. ล้าง pipette ให้สะอาดดูดสาร 1 ความจุ ถ่ายลงบีกเกอร์ที่ทราบน้ำหนัก นำไปชั่งแล้วคำนวณน้ำหนักสุทธิของสารฟุ้งกระจายที่บรรจุในบีกเกอร์ (A)

4. ล้าง pipette ให้สะอาด ดูดน้ำกรอง 1 ความจุถ่ายลงบีกเกอร์ที่ทราบน้ำหนัก ชั่งและคำนวณน้ำหนักสุทธิของน้ำที่บรรจุในบิกเกอร์ (B) ใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิน้ำเพื่อประเมินความหนาแน่นของน้ำ (ρ_w)

5. จุ่มแท่งกวน (plunger) ลงในกระบอกตวงที่บรรจุสารแขวนลอยจนถึงก้นภาชนะ ยกแท่งกวนขึ้นลง จนอนุภาคดินแพร่กระจายอย่างสม่ำเสมอ ยกแท่งกวนขึ้น เริ่มจับเวลา ก่อนถึงเวลาที่กำหนด 5 วินาที จุ่ม pipette ที่วัดระยะจากปลาย pipette 10 เซนติเมตร ทำเครื่องหมายโดยใช้ปากกาเคมีขีดระดับไว้ ให้ตำแหน่งเครื่องหมายเสมอผิวสารแขวนลอย ที่เวลา 6 ชั่วโมง 8 นาที ดูดสารแขวนลอยเต็มความจุ ถ่ายตัวอย่างสารแขวนลอยลงในบีกเกอร์ที่ทราบน้ำหนัก ดูด calgon solution

เพื่อล้างอนุภาคดินใน pipette ชั่งน้ำหนักบีกเกอร์บรรจุสารผสม คำนวณน้ำหนักสุทธิของสารผสมที่บรรจุในบีกเกอร์ (S_2)

6. คำนวณความจุของ pipette (V) ดังนี้

$V = B / \rho_w$ cm^2

B คือ มวลน้ำเต็มความจุ (g) และ ρ_w คือ ความหนาแน่นของน้ำ (g/cm^3)

7. คำนวณความหนาแน่นของสารแขวนลอย (ρ_A)

$\rho_A = A / V$ g/cm^3

A คือ มวลสารแขวนลอยเต็มความจุ

8. คำนวณมวลรวมของอนุภาคทรายแป้งและดินเหนียวใน pipette (y)

$y = (S_1-2A) / [1-(\rho_A / \rho_S)]$ g

ρ_S คือ ความหนาแน่นของอนุภาคดิน = 2.65 g/cm^3

9. คำนวณมวลรวมของดินเหนียวใน pipette (z)

$Z = (S_2-2A) / [1-(\rho_A / \rho_S)]$ g

10. คำนวณมวลทั้งหมดของอนุภาคทรายแป้งและดินเหนียวในดินตัวอย่าง (Y)

$Y = 1000\ y / V$ g

11. คำนวณมวลทั้งหมดของอนุภาคดินเหนียวในดินตัวอย่าง (Z)

$Z = 1000\ z / V$ g

12. คำนวณสัดส่วนโดยมวลเป็นเปอร์เซ็นต์ของ ทราย ทรายแป้งและดินเหนียวในดิน

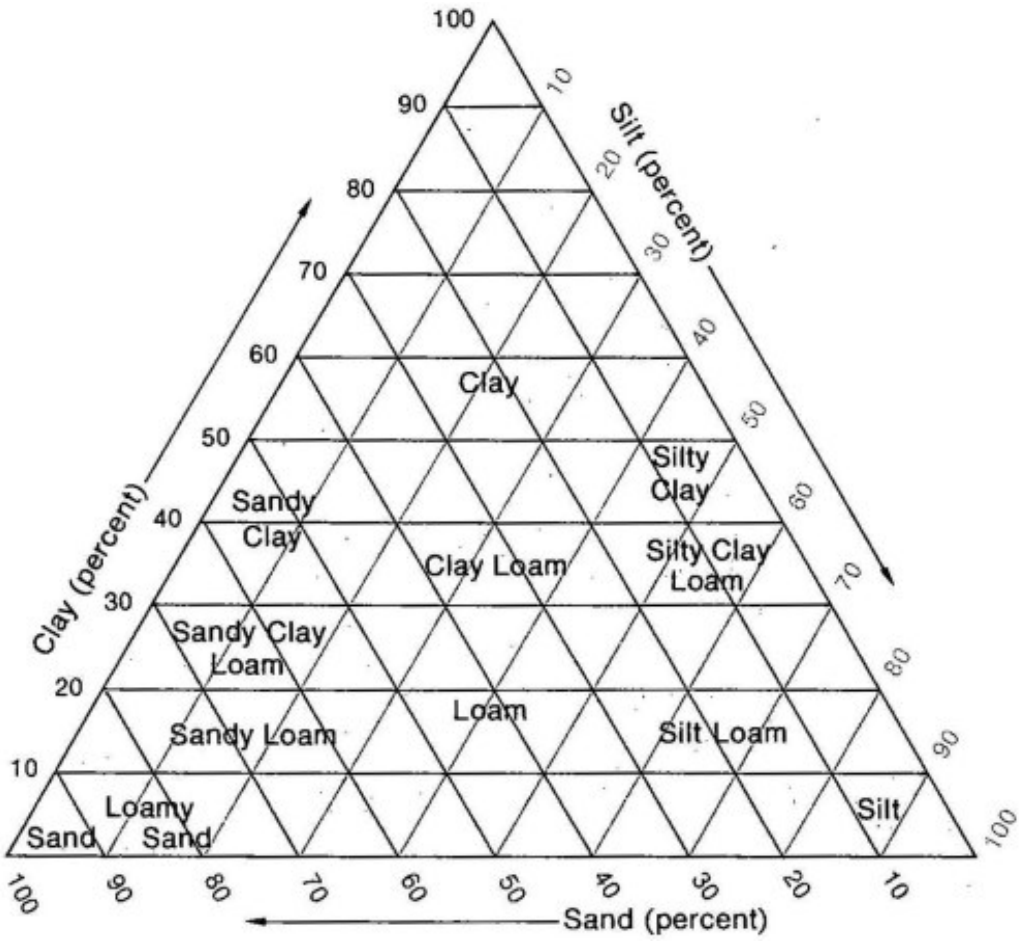
% sand = $100 [1- (Y / X)]$

% silt = $100 (Y – Z) / X$

% clay = $100 Z / X$

X คือ น้ำหนักแห้งของอนุภาคเดี่ยวของดินไร้อินทรียวัตถุ

13. ประเมินประเภทเนื้อดินร่วมกับไดอะแกรมจำแนกประเภทเนื้อดิน



ภาพผนวกที่ 1 ไดอะแกรมจำแนกประเภทเนื้อดิน

ข้อมูลและลักษณะประจำพันธุ์ของกิ่งพันธุ์ดีที่ใช้ในการศึกษา

1. 'TropicBeauty'

เนื้อผลสีเหลือง เนื้อผลกึ่งติดเมล็ด (semi-freestone) ผลผลมขนาดปานกลาง ขนน้อย ให้ผลผลิตดี chilling unit 150 ชั่วโมง เก็บเกี่ยวในช่วงกลางเดือนเมษายน

2. TX2293-3

เนื้อผลสีเหลือง แต่เนื้อผลส่วนรอบเมล็ดมีสีแดง เนื้อผลติดเมล็ด (cling stone) ผลกลมขนาดใหญ่ มีขนน้อย ให้ผลผลิตดี chilling unit 450 ชั่วโมง เก็บเกี่ยวในช่วงกลางเดือนเมษายน

3. TXW1491-1

เนื้อผลสีเหลือง เนื้อผลกึ่งติดเมล็ด (semi-freestone) ผลกลมขนาดใหญ่ ขนน้อย ให้ผลผลิตดี chilling unit 150 ชั่วโมง เก็บเกี่ยวในช่วงต้นเดือนพฤษภาคม

ตารางผนวกที่ 1 สภาพอากาศและอุณหภูมิอากาศโดยเฉลี่ยตั้งแต่ปี 2547 – 2549

	Air Temperature (°C)			Humidity (%)			Rain	Sun.
เดือน	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	(mm.)	(hrs.)
2547								
เม.ย.	28.7	12.3	20.5	24.5	6.2	15.4	3.0	6.8
พ.ค.	25.8	17.5	21.7	.	.	.	16.6	4.2
มิ.ย.	23.9	18.1	21.0	40.4	36.0	38.2	10.6	1.1
ก.ค.	23.4	17.4	20.4	94.0	86.8	90.4	9.6	1.4
ส.ค.	23.9	17.6	20.8	89.1	87.4	88.2	11.1	2.1
ก.ย.	23.6	16.3	20.0	91.6	82.4	87.0	15.3	2.7
ต.ค.	22.6	13.4	18.0	91.3	78.9	85.1	6.0	4.2
พ.ย.	22.0	10.3	16.2	94.3	81.5	87.9	1.4	4.0
ธ.ค.	19.6	4.2	11.9	71.9	55.9	63.9	0.0	7.6
2548								
ม.ค.	22.1	4.8	13.5	97.9	83.4	90.7	0.0	7.9
ก.พ.	26.0	7.3	16.6	51.6	44.2	47.9	0.0	8.9
มี.ค.	26.4	9.6	18.0	42.2	29.4	35.8	1.5	7.5
เม.ย.	28.3	13.0	20.7	89.9	69.7	79.8	1.4	6.8
พ.ค.	26.7	16.7	21.7	91.5	76.1	129.5	5.2	6.0
มิ.ย.	24.9	17.8	21.4	62.3	55.9	90.2	10.9	1.4
ก.ค.	24.7	18.0	21.3	86.2	75.1	123.7	8.6	2.6
ส.ค.	23.2	18.4	20.8	90.4	82.5	86.4	9.2	2.1
ก.ย.	23.9	16.7	20.3	72.7	64.2	68.5	25.6	3.0
ต.ค.	23.0	14.6	18.8	99.1	84.7	91.9	5.8	4.7
พ.ย.	21.6	11.2	16.4	92.6	81.4	87.0	1.8	5.5
ธ.ค.	16.7	9.6	13.2	93.6	82.5	88.0	1.7	4.4

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

เดือน	Air Temperature (°C)			Humidity (%)			Rain	Sun.
	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	(mm.)	(hrs.)
2549								
ม.ค.	19.3	5.2	12.2	98.0	80.5	89.3	0.0	7.6
ก.พ.	21.4	6.7	14.1	97.3	80.9	89.1	0.0	8.1
มี.ค.	24.7	10.2	17.5	99.7	81.8	40.0	0.5	7.8
เม.ย.	23.9	14.4	19.2	98.8	81.4	90.1	6.2	6.0
พ.ค.	22.4	15.9	19.2	95.2	81.0	88.1	8.6	4.0
มิ.ย.	22.6	17.8	20.2	93.1	82.3	87.7	9.4	2.0

ตารางผนวกที่ 2 ช่วงเวลาการให้ปุ๋ยและอัตราที่ให้ต่อต้น ของระบบการผลิตพืชในรอบปี

เดือน	ชนิดปุ๋ยและปริมาณที่ใช้ต่อต้น (กก.)						
	15-0-0	46-0-0	15-5-20	0-0-60	ธาตุรอง	ปุ๋ยคอก	ปูนขาว
มกราคม	0.5						
กุมภาพันธ์			0.5	0.5			
มีนาคม	0.5			0.5			
เมษายน			0.5	1.0	0.1		
พฤษภาคม	0.5	0.5				25.0	3.0
มิถุนายน		0.5	0.5				
กรกฎาคม		0.5					
สิงหาคม							
กันยายน							
ตุลาคม							
พฤศจิกายน							
ธันวาคม			0.5		0.1	25.0	3.0

ตารางผนวกที่ 3 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำหนักแห้งของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง ก่อนการพักตัว เดือนตุลาคม พ.ศ. 2547

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	0.006	0.019	0.28
Scion	2	0.023	0.011	0.46
Scion * rep	6	0.053	0.009	0.70
Stock	8	0.084	0.011	0.62
Scion * stock	16	0.184	0.012	0.66
Error	49	0.694	0.014	
Total	84			

Missing data = 23

ตารางผนวกที่ 4 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำหนักแห้งของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง หลังฤดูร้อน เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2548

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	0.008	0.003	0.16
Scion	2	0.007	0.003	0.11
Scion * rep	6	0.030	0.005	0.01
Stock	8	0.010	0.001	0.56
Scion * stock	16	0.026	0.002	0.32
Error	54	0.076	0.001	
Total	89			

Missing data = 18

ตารางผนวกที่ 5 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสูงของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง เดือนเมษายน พ.ศ. 2547 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	0.251	0.084	0.56
Scion	2	0.487	0.243	0.
Scion * rep	6	0.797	0.132	0.38
Stock	8	1.189	0.149	0.30
Scion * stock	16	1.240	0.077	0.84
Error	56	6.822	0.122	
Total	91			

Missing data = 16

ตารางผนวกที่ 6 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของพื้นที่หน้าตัดลำต้นของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง เดือนเมษายน พ.ศ. 2547 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	112.41	37.47	0.16
Scion	2	62.04	31.02	0.24
Scion * rep	6	45.43	7.57	0.90
Stock	8	173.63	21.70	0.42
Scion * stock	16	240.24	15.02	0.77
Error	57	1195.17	20.97	
Total	92			

Missing data = 15

ตารางผนวกที่ 7 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของพื้นที่หน้าตัดลำต้นของต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง เดือนเมษายน พ.ศ. 2547 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	80.99	27.00	0.09
Scion	2	66.92	33.46	0.07
Scion * rep	6	41.75	6.96	0.74
Stock	8	137.21	17.15	0.19
Scion * stock	16	156.47	9.78	0.65
Error	55	647.68	11.78	
Total	90			

Missing data = 17

ตารางผนวกที่ 8 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราส่วนขนาดลำต้นบริเวณเหนือและต่ำกว่ารอยเชื่อมต่อของกิ่งพันธุ์ดีที่ขยายพันธุ์บนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง เดือนเมษายน พ.ศ. 2547 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	0.052	0.017	0.42
Scion	2	0.037	0.018	0.37
Scion * rep	6	0.058	0.009	0.78
Stock	8	0.114	0.014	0.62
Scion * stock	16	0.379	0.024	0.23
Error	67	7.878	0.018	
Total	102			

Missing data = 5

ตารางผนวกที่ 9 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ TNC ของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง ก่อนการพักตัว เดือนตุลาคม พ.ศ. 2547

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	705.46	235.15	0.28
Scion	2	5450.27	2725.11	<.0001
Scion * rep	6	983.22	63.87	0.90
Stock	8	818.21	102.28	0.79
Scion * stock	16	3505.98	219.12	0.27
Error	52	9218.45	177.28	
Total	87			

Missing data = 20

ตารางผนวกที่ 10 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ TNC ของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง หลังฤดูร้อน เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2548

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	259.08	686.36	0.02
Scion	2	3051.20	1525.60	0.001
Scion * rep	6	1538.65	256.44	0.24
Stock	8	349.27	436.28	0.03
Scion * stock	16	4710.25	294.39	0.10
Error	52	9589.39	184.41	
Total	87			

Missing data = 20

ตารางผนวกที่ 11 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง ก่อนการพักตัว เดือนตุลาคม พ.ศ. 2547

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	672.26	224.09	0.58
Scion	2	2039.52	1019.76	0.06
Scion * rep	6	1799.52	229.92	0.51
Stock	8	2705.72	338.21	0.44
Scion * stock	16	4680.69	292.54	0.60
Error	52	17442.01	335.43	
Total	87			

Missing data = 20

ตารางผนวกที่ 12 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง หลังฤดูร้อน เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2548

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	135.34	45.11	0.02
Scion	2	210.07	105.03	0.001
Scion * rep	6	177.71	29.61	0.05
Stock	8	231.28	28.91	0.04
Scion * stock	16	305.95	19.12	0.14
Error	48	609.45	12.70	
Total	83			

Missing data = 24

ตารางผนวกที่ 13 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโพแทสเซียมของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง ก่อนการพักตัว เดือนตุลาคม พ.ศ. 2547

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	0.28	0.09	0.35
Scion	2	0.27	0.14	0.20
Scion * rep	6	0.10	0.02	0.97
Stock	8	0.87	0.11	0.25
Scion * stock	16	0.83	0.05	0.84
Error	52	4.24	0.08	
Total	87			

Missing data = 20

ตารางผนวกที่ 14 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโพแทสเซียมของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง หลังฤดูร้อน เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2548

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	0.55	0.18	0.47
Scion	2	13.75	6.87	<.0001
Scion * rep	6	7.51	1.25	<.0001
Stock	8	1.48	0.19	0.58
Scion * stock	16	2.24	0.14	0.82
Error	52	11.07	0.21	
Total	87			

Missing data = 20

ตารางผนวกที่ 15 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณฟอสฟอรัสของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง ก่อนการพักตัว เดือนตุลาคม พ.ศ. 2547

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	0.008	0.003	0.30
Scion	2	0.010	0.005	0.12
Scion * rep	6	0.003	0.001	0.95
Stock	8	0.056	0.007	0.005
Scion * stock	16	0.024	0.001	0.79
Error	51	0.110	0.002	
Total	86			

Missing data = 21

ตารางผนวกที่ 16 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณฟอสฟอรัสของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง หลังฤดูร้อน เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2548

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	0.013	0.004	0.05
Scion	2	0.013	0.006	0.02
Scion * rep	6	0.007	0.001	0.61
Stock	8	0.044	0.006	0.002
Scion * stock	16	0.017	0.001	0.61
Error	51	0.77	0.001	
Total	86			

Missing data = 21

ตารางผนวกที่ 17 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจนของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง ก่อนการพักตัว เดือนตุลาคม พ.ศ. 2547

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	0.60	0.20	0.43
Scion	2	1.21	0.61	0.07
Scion * rep	6	1.23	0.20	0.47
Stock	8	2.11	0.26	0.30
Scion * stock	16	2.48	0.16	0.76
Error	52	11.15	0.21	
Total	87			

Missing data = 20

ตารางผนวกที่ 18 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณฟอสฟอรัสของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ขุนวาง หลังหลังฤดูร้อน เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2548

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	0.72	0.24	0.08
Scion	2	0.25	0.14	0.30
Scion * rep	6	0.82	0.14	0.26
Stock	8	0.84	0.11	0.43
Scion * stock	16	2.48	0.16	0.14
Error	53	5.48	0.10	
Total	88			

Missing data = 19

ตารางผนวกที่ 19 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำหนักแห้งของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ก่อนการพักตัว เดือนตุลาคม พ.ศ. 2547

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	0.018	0.006	0.56
Scion	2	0.004	0.002	0.80
Scion * rep	6	0.042	0.007	0.59
Stock	8	0.089	0.011	0.30
Scion * stock	16	0.104	0.006	0.76
Error	54	0.485	0.009	
Total	89			

Missing data = 18

ตารางผนวกที่ 20 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำหนักแห้งของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง หลังหลังฤดูร้อน เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2548

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	0.007	0.002	0.004
Scion	2	0.008	0.003	0.001
Scion * rep	6	0.026	0.003	<.0001
Stock	8	0.005	0.001	0.352
Scion * stock	16	0.055	0.001	0.052
Error	62	0.022	0.001	
Total	97			

Missing data = 10

ตารางผนวกที่ 21 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำหนักแห้งของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ก่อนการพักตัว เดือนตุลาคม พ.ศ. 2548

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	0.023	0.008	0.58
Scion	2	0.103	0.052	0.02
Scion * rep	6	0.141	0.024	0.07
Stock	8	0.042	0.005	0.88
Scion * stock	16	0.124	0.007	0.81
Error	55	0.630	0.011	
Total	90			

Missing data = 17

ตารางผนวกที่ 22 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำหนักแห้งของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง หลังหลังฤดูร้อน เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2549

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	0.007	0.002	0.08
Scion	2	0.001	0.001	0.52
Scion * rep	6	0.003	0.001	0.77
Stock	8	0.006	0.001	0.68
Scion * stock	16	0.016	0.001	0.49
Error	52	0.053	0.001	
Total	87			

Missing data = 20

ตารางผนวกที่ 23 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำหนักสดของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ก่อนการพักตัว เดือนตุลาคม พ.ศ. 2547

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	0.30	0.10	0.80
Scion	2	14.82	7.49	<.0001
Scion * rep	6	14.60	0.08	0.95
Stock	8	2.44	0.31	0.41
Scion * stock	16	2.37	0.15	0.93
Error	51	14.96	0.29	
Total	86			

Missing data = 21

ตารางผนวกที่ 24 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำหนักสดของพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง หลังหลังฤดูร้อน เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2548

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	0.19	0.06	0.08
Scion	2	12.49	6.24	0.52
Scion * rep	6	6.12	1.02	0.77
Stock	8	4.66	0.58	0.68
Scion * stock	16	4.81	0.26	0.49
Error	60	15.64	0.26	
Total	95			

Missing data = 12

ตารางผนวกที่ 25 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำหนักสดของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2549

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	59.46	19.82	0.01
Scion	2	338.06	169.03	<.0001
Scion * rep	6	54.91	9.15	0.10
Stock	8	51.68	6.46	0.24
Scion * stock	16	76.84	4.80	0.47
Error	56	268.67	4.78	
Total	91			

Missing data = 16

ตารางผนวกที่ 26 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสูงของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนเมษายน พ.ศ. 2547 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	0.57	0.19	0.46
Scion	2	3.77	1.88	0.001
Scion * rep	6	0.54	0.91	0.86
Stock	8	1.49	0.19	0.55
Scion * stock	16	2.38	0.15	0.79
Error	54	11.65	0.22	
Total	89			

Missing data = 18

ตารางผนวกที่ 27 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสูงของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนเมษายน พ.ศ. 2548 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	0.30	0.10	0.35
Scion	2	2.88	1.43	<.0001
Scion * rep	6	2.22	0.37	0.002
Stock	8	1.60	0.20	0.04
Scion * stock	16	1.90	0.12	0.22
Error	52	4.65	0.09	
Total	87			

Missing data = 20

ตารางผนวกที่ 28 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของพื้นที่หน้าตัดลำต้นของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนเมษายน พ.ศ. 2547 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	231.82	77.27	0.16
Scion	2	1307.97	653.98	<.0001
Scion * rep	6	120.80	20.13	0.83
Stock	8	351.63	43.95	0.44
Scion * stock	16	393.01	24.56	0.90
Error	56	2261.46	43.49	
Total	91			

Missing data = 20

ตารางผนวกที่ 29 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของพื้นที่หน้าตัดลำต้นของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนเมษายน พ.ศ. 2548 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	251.23	71.74	0.84
Scion	2	7589.76	3793.38	<.0001
Scion * rep	6	2967.54	494.59	0.09
Stock	8	2921.48	324.61	0.26
Scion * stock	16	4445.20	277.82	0.37
Error	52	12533.14	250.66	
Total	87			

Missing data = 20

ตารางผนวกที่ 30 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของพื้นที่หน้าตัดลำต้นของต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนเมษายน พ.ศ. 2547 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	235.14	78.38	0.12
Scion	2	1303.62	651.81	<.0001
Scion * rep	6	185.35	30.89	0.57
Stock	8	462.69	57.84	0.18
Scion * stock	16	394.52	24.66	0.84
Error	52	2008.36	38.62	
Total	87			

Missing data = 20

ตารางผนวกที่ 31 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของพื้นที่หน้าตัดลำต้นของต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนเมษายน พ.ศ. 2548 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	243.46	81.15	0.62
Scion	2	8964.08	4482.04	<.0001
Scion * rep	6	1595.71	265.95	0.09
Stock	8	2420.24	302.59	0.04
Scion * stock	16	5660.40	341.28	0.007
Error	49	6679.48	136.32	
Total	84			

Missing data = 23

ตารางผนวกที่ 32 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราส่วนขนาดลำต้นบริเวณเหนือและต่ำกว่ารอยเชื่อมต่อของกิ่งพันธุ์ดีที่ขยายพันธุ์บนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนเมษายน พ.ศ. 2547 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	0.052	0.017	0.42
Scion	2	0.036	0.018	0.37
Scion * rep	6	0.058	0.010	0.78
Stock	8	0.114	0.064	0.62
Scion * stock	16	0.379	0.023	0.23
Error	62	1.878	0.018	
Total	97			

Missing data = 10

ตารางผนวกที่ 33 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราส่วนขนาดลำต้นบริเวณเหนือและต่ำกว่ารอยเชื่อมต่อของกิ่งพันธุ์ดีที่ขยายพันธุ์บนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนเมษายน พ.ศ. 2548 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	0.036	0.012	0.61
Scion	2	0.042	0.021	0.34
Scion * rep	6	0.119	0.020	0.42
Stock	8	0.377	0.047	0.02
Scion * stock	16	0.416	0.260	0.21
Error	60	1.167	0.091	
Total	95		0.021	

Missing data = 12

ตารางผนวกที่ 34 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาตรทรงพุ่มของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนเมษายน พ.ศ. 2548 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	13.33	4.44	0.64
Scion	2	307.14	153.57	<.0001
Scion * rep	6	211.11	35.19	0.001
Stock	8	67.32	7.48	0.48
Scion * stock	16	136.00	8.50	0.38
Error	54	418.61	7.75	
Total	90			

Missing data = 17

ตารางผนวกที่ 35 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยาวของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนเมษายน พ.ศ. 2548 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	0.43	0.15	0.70
Scion	2	7.66	3.83	<.0001
Scion * rep	6	2.95	0.49	0.16
Stock	8	1.65	0.21	0.72
Scion * stock	16	1.67	0.10	0.99
Error	60	18.45	0.31	
Total	95			

Missing data = 12

ตารางผนวกที่ 36 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ TNC ของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตร หลวงอ่างขาง ก่อนการพักตัว เดือนตุลาคม พ.ศ. 2547

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	2520.95	840.31	0.007
Scion	2	1238.26	619.28	0.04
Scion * rep	6	889.69	148.28	0.57
Stock	8	614.27	76.78	0.90
Scion * stock	16	789.16	49.32	0.10
Error	49	8968.03	183.02	
Total	84			

Missing data = 23

ตารางผนวกที่ 37 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ TNC ของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง หลังฤดูร้อน เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2548

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	554.27	284.76	0.15
Scion	2	1684.74	842.37	0.007
Scion * rep	6	1913.57	318.93	0.13
Stock	8	2684.73	335.59	0.04
Scion * stock	15	1373.39	91.56	0.86
Error	48	7315.25	152.40	
Total	82			

Missing data = 25

ตารางผนวกที่ 38 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ TNC ของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ก่อนการพักตัว เดือนตุลาคม พ.ศ. 2548

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	16589	5529	0.0001
Scion	2	49752	24876	<.0001
Scion * rep	6	15666	2611	0.002
Stock	8	3248	406	0.76
Scion * stock	16	8519	532	0.67
Error	57	37655	660	
Total	92			

Missing data = 15

ตารางผนวกที่ 39 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ TNC ของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2549

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	3436	1145	0.06
Scion	2	186966	93483	<.0001
Scion * rep	6	4217	702	0.17
Stock	8	2937	367	0.58
Scion * stock	16	6953	434	0.49
Error	52	23133	444	
Total	87			

Missing data = 23

ตารางผนวกที่ 40 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ก่อนการพักตัว เดือนตุลาคม พ.ศ. 2547

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	495.78	165.26	0.39
Scion	2	1769.79	884.89	0.007
Scion * rep	6	1178.93	196.49	0.31
Stock	8	840.51	105.06	0.73
Scion * stock	16	1895.07	118.44	0.74
Error	49	7833.10	159.86	
Total	84			

Missing data = 23

ตารางผนวกที่ 41 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง หลังฤดูร้อน เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2548

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	30.37	12.79	0.19
Scion	2	85.51	42.75	0.007
Scion * rep	6	95.35	15.89	0.08
Stock	8	122.31	15.29	0.07
Scion * stock	15	67.36	4.49	0.87
Error	48	372.15	7.75	
Total	82			

Missing data = 25

ตารางผนวกที่ 42 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ก่อนการพักตัว เดือนตุลาคม พ.ศ. 2548

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	808.49	269.09	0.001
Scion	2	3250.83	2154.14	<.0001
Scion * rep	6	990.04	168.63	0.002
Stock	8	161.33	15.01	0.86
Scion * stock	16	581.10	36.32	0.60
Error	56	2326.33	41.54	
Total	91			

Missing data = 16

ตารางผนวกที่ 43 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2549

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	357.27	119.09	0.02
Scion	2	13773.70	6886.85	<.0001
Scion * rep	6	381.46	63.58	0.11
Stock	8	212.38	26.55	0.63
Scion * stock	16	563.12	35.19	0.46
Error	51	1774.21	34.79	
Total	86			

Missing data = 22

ตารางผนวกที่ 44 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโพแทสเซียมของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ก่อนการพักตัว เดือนตุลาคม พ.ศ. 2547

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	0.22	0.07	0.05
Scion	2	0.42	0.21	0.001
Scion * rep	6	0.21	0.03	0.27
Stock	8	0.09	0.01	0.91
Scion * stock	16	0.39	0.02	0.54
Error	47	1.22	0.03	
Total	82			

Missing data = 25

ตารางผนวกที่ 45 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโพแทสเซียมของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง หลังฤดูร้อน เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2548

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	2.74	0.91	0.01
Scion	2	3.52	1.76	0.001
Scion * rep	6	5.53	0.92	0.001
Stock	8	1.28	0.16	0.67
Scion * stock	16	4.64	0.29	0.23
Error	60	13.39	0.22	
Total	95			

Missing data = 12

ตารางผนวกที่ 46 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโพแทสเซียมของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ก่อนการพักตัว เดือนตุลาคม พ.ศ. 2548

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	0.49	0.16	0.13
Scion	2	2.28	1.14	<.0001
Scion * rep	6	7.91	1.32	<.0001
Stock	8	0.88	0.11	0.25
Scion * stock	16	1.28	0.08	0.50
Error	58	1.76	0.08	
Total	93			

Missing data = 14

ตารางผนวกที่ 47 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโพแทสเซียมของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2549

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	0.51	0.17	0.61
Scion	2	0.54	0.27	0.39
Scion * rep	6	5.86	0.98	0.01
Stock	8	1.50	0.17	0.79
Scion * stock	16	3.10	0.19	0.78
Error	48	13.32	0.28	
Total	84			

Missing data = 23

ตารางผนวกที่ 48 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจนของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ก่อนการพักตัว เดือนตุลาคม พ.ศ. 2547

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	0.08	0.03	0.66
Scion	2	0.35	0.18	0.03
Scion * rep	6	0.20	0.03	0.65
Stock	8	0.34	0.04	0.54
Scion * stock	16	1.07	0.07	0.19
Error	49	2.38	0.05	
Total	84			

Missing data = 23

ตารางผนวกที่ 49 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจนของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง หลังฤดูร้อน เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2548

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	1.47	0.49	0.32
Scion	2	0.43	0.22	0.59
Scion * rep	6	2.08	0.35	0.53
Stock	8	6.23	0.69	0.11
Scion * stock	16	3.91	0.24	0.87
Error	63	25.63	0.41	
Total	99			

Missing data = 8

ตารางผนวกที่ 50 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจนของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ก่อนการพักตัว เดือนตุลาคม พ.ศ. 2548

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	0.35	0.12	0.24
Scion	2	0.25	0.13	0.22
Scion * rep	6	0.22	0.04	0.84
Stock	8	0.06	0.06	0.70
Scion * stock	16	1.87	0.12	0.17
Error	57	4.68	0.08	
Total	92			

Missing data = 15

ตารางผนวกที่ 51 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจนของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2549

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	0.24	0.08	0.36
Scion	2	0.81	0.40	0.01
Scion * rep	6	0.36	0.06	0.56
Stock	8	0.27	0.03	0.87
Scion * stock	16	0.85	0.05	0.74
Error	51	3.70	0.07	
Total	87			

Missing data = 20

ตารางผนวกที่ 52 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณฟอสฟอรัสของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ก่อนการพักตัว เดือนตุลาคม พ.ศ. 2547

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	0.04	0.01	0.36
Scion	2	0.08	0.04	0.01
Scion * rep	6	0.10	0.02	0.56
Stock	8	0.20	0.03	0.87
Scion * stock	16	0.37	0.02	0.09
Error	48	0.67	0.01	
Total	83			

Missing data = 24

ตารางผนวกที่ 53 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณฟอสฟอรัสของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง หลังฤดูร้อน เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2548

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	0.004	0.001	0.59
Scion	2	0.024	0.012	0.009
Scion * rep	6	0.035	0.006	0.03
Stock	8	0.023	0.003	0.29
Scion * stock	16	0.027	0.002	0.77
Error	61	0.144	0.002	
Total	96			

Missing data = 11

ตารางผนวกที่ 54 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณฟอสฟอรัสของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ก่อนการพักตัว เดือนตุลาคม พ.ศ. 2548

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	0.010	0.003	0.07
Scion	2	0.005	0.003	0.15
Scion * rep	6	0.018	0.003	0.06
Stock	8	0.010	0.001	0.50
Scion * stock	16	0.023	0.001	0.42
Error	58	0.080	0.001	
Total	93			

Missing data = 14

ตารางผนวกที่ 55 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณฟอสฟอรัสของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2549

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	0.003	0.001	0.61
Scion	2	0.027	0.013	0.39
Scion * rep	6	0.013	0.002	0.01
Stock	8	0.012	0.001	0.79
Scion * stock	16	0.025	0.002	0.78
Error	48	0.091	0.002	
Total	84			

Missing data = 23

ตารางผนวกที่ 56 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนตาดอกของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	185.96	61.99	0.01
Scion	2	781.56	390.78	<.0001
Scion * rep	6	585.23	97.54	<.0001
Stock	8	56.37	7.05	0.85
Scion * stock	16	225.84	14.11	0.45
Error	57	791.76	13.89	
Total	92			

Missing data = 15

ตารางผนวกที่ 57 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนตาดอกของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	6.98	2.33	0.69
Scion	2	167.07	83.53	<.0001
Scion * rep	6	30.69	5.11	0.38
Stock	8	105.44	13.18	0.01
Scion * stock	16	155.63	9.73	0.02
Error	62	291.13	4.70	
Total	97			

Missing data = 10

ตารางผนวกที่ 58 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนตาใบของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	201.27	67.09	<.0001
Scion	2	42.65	21.34	0.001
Scion * rep	6	298.33	49.72	<.0001
Stock	8	17.19	2.15	0.68
Scion * stock	16	57.19	3.57	0.30
Error	57	170.99	3.00	
Total	92			

Missing data = 15

ตารางผนวกที่ 59 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนตาใบของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	202.14	67.38	<.0001
Scion	2	66.91	33.46	0.0002
Scion * rep	6	330.29	55.04	<.0001
Stock	8	29.25	3.66	0.39
Scion * stock	16	66.93	4.18	0.27
Error	61	205.84	3.37	
Total	96			

Missing data = 11

ตารางผนวกที่ 60 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนข้อของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	1.99	0.66	0.69
Scion	2	0.06	0.03	0.98
Scion * rep	6	10.08	1.68	0.29
Stock	8	22.04	2.76	0.06
Scion * stock	16	33.01	2.06	0.12
Error	51	68.18	1.34	
Total	86			

Missing data = 21

ตารางผนวกที่ 61 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนข้อของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	20.95	6.99	0.06
Scion	2	17.79	8.89	0.04
Scion * rep	6	16.00	2.67	0.43
Stock	8	26.28	3.29	0.29
Scion * stock	16	22.23	1.39	0.92
Error	63	167.24	2.65	
Total	98			

Missing data = 9

ตารางผนวกที่ 62 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนตาที่ไม่พัฒนาของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	4.15	1.39	0.26
Scion	2	2.62	1.31	0.28
Scion * rep	6	0.96	1.60	0.99
Stock	8	3.43	0.43	0.90
Scion * stock	16	14.40	0.90	0.58
Error	54	51.46	1.01	
Total	89			

Missing data = 18

ตารางผนวกที่ 63 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนตาที่ไม่พัฒนาของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	1.84	0.61	0.58
Scion	2	0.66	0.33	0.70
Scion * rep	6	5.63	0.94	0.43
Stock	8	1.15	0.14	0.99
Scion * stock	16	8.02	0.50	0.91
Error	58	50.89	0.93	
Total	93			

Missing data = 14

ตารางผนวกที่ 64 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของช่วงเวลาดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	3.33	1.11	0.87
Scion	2	10.53	5.26	0.34
Scion * rep	6	13.96	2.32	0.81
Stock	8	19.22	2.40	0.84
Scion * stock	16	33.98	2.12	0.96
Error	32	152.76	4.77	
Total	67			

Missing data = 40

ตารางผนวกที่ 65 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของช่วงเวลาดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2549

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	177.75	59.25	0.17
Scion	2	208.20	69.40	0.12
Scion * rep	6	316.26	45.18	0.26
Stock	8	365.13	40.57	0.33
Scion * stock	16	347.31	23.15	0.80
Error	56	1928.12	34.43	
Total	93			

Missing data = 14

ตารางผนวกที่ 66 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของช่วงเวลาดอกบาน 100 เปอร์เซ็นต์ของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2548

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	20.70	6.90	0.32
Scion	2	24.08	12.04	0.14
Scion * rep	6	35.81	5.97	0.42
Stock	8	14.17	1.77	0.96
Scion * stock	16	28.35	1.77	0.99
Error	33	189.47	5.74	
Total	68			

Missing data = 39

ตารางผนวกที่ 67 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของช่วงเวลาดอกบาน 100 เปอร์เซ็นต์ของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	159.88	53.29	0.006
Scion	2	321.90	160.95	<.0001
Scion * rep	6	80.07	13.34	0.35
Stock	8	76.54	9.57	0.59
Scion * stock	16	76.54	17.98	0.12
Error	60	287.71	17.68	
Total	95			

Missing data = 12

ตารางผนวกที่ 68 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของช่วงเวลาติดผลของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	14.42	4.81	0.90
Scion	2	78.46	39.23	0.22
Scion * rep	6	168.51	42.13	0.17
Stock	8	182.93	22.87	0.51
Scion * stock	16	431.30	35.94	0.20
Error	30	740.76	24.69	
Total	59			

Missing data = 48

ตารางผนวกที่ 69 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของช่วงเวลาติดผลของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	35.61	11.87	0.33
Scion	2	199.05	99.52	0.0002
Scion * rep	6	40.19	6.70	0.68
Stock	8	71.29	7.92	0.63
Scion * stock	16	213.24	13.33	0.22
Error	60	608.95	10.15	
Total	96			

Missing data = 11

ตารางผนวกที่ 70 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของช่วงเวลาการเก็บเกี่ยวของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	440.82	146.94	0.02
Scion	2	7528.14	3764.07	<.0001
Scion * rep	6	321.80	53.63	0.27
Stock	8	110.06	13.76	0.95
Scion * stock	16	263.32	14.46	0.98
Error	56	2315.62	16.46	
Total	91			

Missing data = 16

ตารางผนวกที่ 71 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์การติดผลของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	1.80	0.60	0.0001
Scion	2	4.25	2.12	<.0001
Scion * rep	6	2.31	0.39	0.0002
Stock	8	0.80	0.10	0.230
Scion * stock	16	1.31	0.08	0.36
Error	59	4.31	0.07	
Total	94			

Missing data = 13

ตารางผนวกที่ 72 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์การติดผลของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	0.15	0.05	0.25
Scion	2	1.34	0.67	<.0001
Scion * rep	6	0.43	0.07	0.07
Stock	8	0.09	0.01	0.95
Scion * stock	16	0.40	0.03	0.75
Error	62	2.15	0.03	
Total	97			

Missing data = 10

ตารางผนวกที่ 73 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลผลิตของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2548

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	1.06	0.35	0.24
Scion	2	0.87	0.43	0.18
Scion * rep	6	0.54	0.91	0.88
Stock	8	1.12	0.15	0.73
Scion * stock	15	2.57	0.17	0.74
Error	27	6.13	0.24	
Total	61			

Missing data = 46

ตารางผนวกที่ 74 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลผลิตของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	53.46	17.82	0.03
Scion	2	1101.68	550.96	<.0001
Scion * rep	6	103.17	17.20	0.01
Stock	8	111.69	13.96	0.02
Scion * stock	15	138.35	8.65	0.01
Error	56	300.87	5.37	
Total	91			

Missing data = 16

ตารางผนวกที่ 75 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของช่วงเวลาการสุกแก่ของผลผลิตของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆปลูกที่สถานีเกษตรหลวง อ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	413.90	137.97	0.03
Scion	2	7355.63	3677.82	<.0001
Scion * rep	6	414.92	69.15	0.17
Stock	8	118.24	14.78	0.95
Scion * stock	15	310.15	19.38	0.96
Error	57	2495.30	43.78	
Total	92			

Missing data = 15

ตารางผนวกที่ 76 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณผลผลิตชั้นมาตรฐานพิเศษของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2549

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	0.41	0.14	0.41
Scion	2	0.28	0.14	0.39
Scion * rep	6	1.08	0.18	0.30
Stock	8	2.60	0.32	0.06
Scion * stock	15	1.91	0.12	0.60
Error	26	3.50	0.14	
Total	60			

Missing data = 47

ตารางผนวกที่ 77 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณผลผลิตชั้นมาตรฐานที่ 1 ของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2549

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	7.63	2.54	0.02
Scion	2	72.72	36.36	<.0001
Scion * rep	6	11.79	1.97	0.02
Stock	8	12.86	1.61	0.03
Scion * stock	16	18.12	1.13	0.08
Error	54	36.55	0.68	
Total	89			

Missing data = 18

ตารางผนวกที่ 78 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณผลผลิตชั้นมาตรฐานที่ 2 ของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2549

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	9.04	3.02	0.001
Scion	2	92.26	46.13	0.002
Scion * rep	6	12.98	2.16	0.001
Stock	8	9.26	1.16	0.03
Scion * stock	16	15.34	0.96	0.06
Error	56	27.31	0.47	
Total	91			

Missing data = 16

ตารางผนวกที่ 79 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณผลผลิตชั้นมาตรฐานที่ 3 ของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2549

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	0.40	0.13	0.37
Scion	2	11.81	5.90	<.0001
Scion * rep	6	0.48	0.08	0.70
Stock	8	1.36	0.17	0.24
Scion * stock	16	2.36	0.15	0.31
Error	48	5.98	0.13	
Total	83			

Missing data = 24

ตารางผนวกที่ 80 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณผลผลิตที่ตกชั้นมาตรฐานของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2549

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	0.08	0.03	0.86
Scion	2	2.78	1.39	<.0001
Scion * rep	6	0.41	0.07	0.69
Stock	8	0.59	0.07	0.69
Scion * stock	15	0.97	0.06	0.89
Error	44	4.64	0.11	
Total	79			

Missing data = 28

ตารางผนวกที่ 81 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์ผลผลิตชั้นมาตรฐานพิเศษของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2549

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	0.04	0.01	0.37
Scion	2	0.26	0.13	0.0002
Scion * rep	6	0.03	0.01	0.69
Stock	8	0.19	0.02	0.06
Scion * stock	15	0.16	0.01	0.48
Error	28	0.27	0.01	
Total	62			

Missing data = 45

ตารางผนวกที่ 82 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์ผลผลิตชั้นมาตรฐานที่ 1 ของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2549

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	0.010	0.003	0.94
Scion	2	0.006	0.003	0.89
Scion * rep	6	0.257	0.043	0.18
Stock	8	0.252	0.032	0.35
Scion * stock	16	0.182	0.011	0.97
Error	53	1.456	0.027	
Total	88			

Missing data = 17

ตารางผนวกที่ 83 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์ผลิตชั้นมาตรฐานที่ 2 ของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2549

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	0.051	0.017	0.59
Scion	2	0.090	0.045	0.19
Scion * rep	6	0.164	0.027	0.41
Stock	8	0.203	0.025	0.48
Scion * stock	16	0.196	0.012	0.95
Error	56	1.480	0.026	
Total	91			

Missing data = 16

ตารางผนวกที่ 84 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์ผลผลิตชั้นมาตรฐานที่ 3 ของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2549

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	0.086	0.029	0.011
Scion	2	0.033	0.016	0.12
Scion * rep	6	0.073	0.012	0.15
Stock	8	0.083	0.010	0.22
Scion * stock	15	0.081	0.005	0.80
Error	48	0.354	0.007	
Total	83			

Missing data = 24

ตารางผนวกที่ 85 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์ผลผลิตที่ตกชั้นมาตรฐานของกิ่งพืชพันธุ์ดีบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เดือนมกราคม ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2549

Source of variation	df	SS	MS	Prob. > F
Rep	3	0.031	0.016	0.79
Scion	2	0.106	0.053	0.18
Scion * rep	6	0.326	0.054	0.12
Stock	8	0.183	0.022	0.64
Scion * stock	15	0.773	0.048	0.12
Error	45	1.353	0.036	
Total	80			

Missing data = 27

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	เดชา วงค์ทะเนตร
วัน เดือน ปี ที่เกิด	13 มกราคม 2525
สถานที่เกิด	อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (พฤกษศาสตร์) มหาวิทยาลัยมหิดล
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนผู้ช่วยสอนจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (พ.ศ. 2547 และ พ.ศ. 2548) ทุนสนับสนุนงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาเพื่อการตีพิมพ์ในวารสารระดับชาติและนานาชาติ ประจำปีงบประมาณ 2549 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (พ.ศ. 2549)