บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2.1.ลักษณะทั่วไปของท้อ

ท้อมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Prunus persica (L.) Batsch (Salunkhe and Kadam, 1995; สุรินทร์, 2534; Westwood, 1978) จัดอยู่ในตระกูล Rosaceae ตระกูลย่อย Prunoideae พืชในสกุล *Prunus* มีสกุลย่อยที่สำคัญอยู่ 3 สกุลย่อยได้แก่ *Amygdalus* (L.) Focke ได้แก่ ท้อ อัลมอนด์ (almond) และ เนคทารีน (nectarine) *Prunophora* Focke ได้แก่ พลัมและบ๊วย และ *Cerasus* Pers ได้แก่ เชอรี่ ซึ่งพืชทั้ง 3 สกุลย่อยดังกล่าวมีผลแบบดรูพ (drupe) (Salunkhe and Kadam, 1995; Westwood, 1978)

ท้อมีจำนวนโครโมโซม 8 คู่ (2n=2x=16) (อัมพิกา, 2526; Janick and Moore, 1975; Westwood, 1978) และอาจจะพบยูพลอยดี (euploidy) ในสกุลย่อย *Prunophora* Focke และ *Cerasus* Pers ในระดับพลอยดีที่แตกต่างกัน เช่น ทริพลอยด์ (triploid;2n=3x=24) เทตระพลอยด์ (tetraploidy; 2n=4x=32) เฮซะพลอยด์ (hexaploid;2n=6x=48) และพลอยดีที่สูงกว่าได้ (Janick and Moore, 1975)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของท้อมีดังนี้คือ ตา ตาของท้อส่วนมากจะเกิดเป็นกลุ่มๆละ 3 ตา ตากลางเป็นตาใบ ตาข้าง 2 ตาเป็นตาดอก และจะมีใบที่ลดรูปเรียกเกล็ดหุ้มตา (bud scale) ทำหน้าที่ป้องกันอันตรายแก่ตาดังกล่าว ใบ ใบของท้อเป็นใบเดี่ยว มีการเรียงตัวแบบสลับ รูปทรงใบเรียวยาว ปลายใบแหลม ขอบใบหยักและมีหูใบ ดอก ดอกเป็นแบบดอกเดี่ยว ก้านดอกสั้น มีกลีบเลี้ยง 5 กลีบ และกลีบดอก 5 กลีบ กลีบดอกอาจจะมีสีชมพู แดง หรือขาว ในดอกๆหนึ่งจะมีเกสรตัวผู้จำนวนมาก มีรังไข่ 1 อันตั้งอยู่เหนืออวัยวะส่วนอื่นของดอก ผล ผลมีรูปทรงกลม หรือทรงรี ผิวของผลมีขนสั้นๆ เป็นจำนวนมาก ผลเป็นผลเดี่ยวแบบดรูพ (drupe) เมล็ด ท้อมีเมล็ด 1 เมล็ดต่อผล เปลือกชั้นในมีลักษณะแข็งเป็นหิน และผิวเมล็ดอาจจะเรียบหรือเป็นร่อง (Salunkhe and Kadam, 1995; Westwood, 1978)

ชนิดของท้อสามารถแบ่งได้หลายแบบคือ แบ่งตามลักษณะการล่อนของเนื้อผลกับเปลือกชั้นใน แบ่งตามแหล่งของสายพันธุ์ แบ่งตามความต้องการหินฟ้าอากาศ (สุรินทร์, 2534) และ แบ่งตามการสุกก่อนและหลังท้อพันธุ์อัลเบอตาซึ่งเป็นพันธุ์มาตรฐาน (Childers, 1983)

เมื่อพิจารณาลักษณะการแบ่งเพื่อจะนำมาใช้กับพื้นที่ที่มีชั่วโมงความเย็นน้อยในแถบร้อน เป็นการแบ่งตามความต้องการดินฟ้าอากาศ คือต้องการอุณหภูมิต่ำกว่า 7.2 องศาเซลเซียสเพื่อทำลายการพักตัวของตาดอก และตาใบ ซึ่งสามารถแบ่งท้อออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มต้องการจำนวนชั่วโมงความเย็นน้อย (low-chilling requirement) หมายถึงท้อที่ต้องการอุณหภูมิต่ำเป็นเวลายาวนานไม่เกิน 400 ชั่วโมง เช่น อ่างขางแดง เออลิแกรนด์ ฟลอดาซัน กลุ่มต้องการจำนวนชั่วโมงความเย็นปานกลาง (medium-chilling requirement) หมายถึงท้อที่ต้องการอุณหภูมิต่ำเป็นเวลายาวนาน 400-600 ชั่วโมง เช่น เวนทูรา (Ventura) และกลุ่มต้องการจำนวนชั่วโมงความเย็นมาก (high-chilling requirement) หมายถึงท้อที่ต้องการอุณหภูมิต่ำเป็นเวลายาวนานมากกว่า 600 ชั่วโมง เช่น อัลเบอตา (สุรินทร์, 2534; นรินทร์ชัย, 2536)

2.2.ท้อในประเทศไทย

เข้าใจว่าชาวเขาที่อพยพมาจากทางตอนใต้ของประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนเป็นผู้นำท้อเข้ามาในประเทศไทย (สุรินทร์, 2534) มีรายงานว่า ชนเผ่าเย้าอพยพเข้าไทยประมาณ 136 ปีที่ผ่านมา โดยผู้อพยพกลุ่มดอยอ่างขางเคยตั้งบ้านเรือนบริเวณอ่างขางเพื่อค้าฝิ่น จากการศึกษาพบว่า บริเวณดอยอ่างขางเป็นแหล่งที่พบท้อพื้นเมืองพันธุ์ อ่างขางแดง อ่างขางขาว ตั้งแต่เริ่มตั้งสถานีเกษตรหลวงอ่างขางเมื่อปี พ.ศ.2512 และก่อนที่กองพล 93 จะเคลื่อนพลมาประจำที่ดอยอ่างขาง ดังนั้นจึงยืนยันได้ว่าท้อพื้นเมืองที่อ่างขางนำมาโดยชนเผ่าเย้าเมื่อ 136 ปีก่อน (มงคล, 2534)

ม้งหรือแม้วพวกแรกอพยพเข้ามาไทยประมาณ พ.ศ.2393 (สุนทรี, 2526) หรือช่วง พ.ศ. 2383-2413 (เงาศิลป์, 2537) เป็นเวลานานแล้วที่ม้งหรือแม้วบางส่วนที่อพยพได้อยู่อาศัยที่ดอยปุย และดอยปุยเป็นแหล่งที่พบท้อพื้นเมืองพันธุ์ ดอยปุย ดังนั้นเป็นไปได้ว่า ม้งหรือแม้วเป็นผู้ที่นำท้อพื้นเมืองเข้ามาในประเทศไทยด้วย

ในปี พ.ศ. 2508 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้ตั้งสถานีวิจัยที่ดอยปุย เพื่อหาไม้ผลเขตหนาวทดแทนรายได้จากการปลูกฝิ่น ซึ่งเป็นการเพาะปลูกพืชแบบเลื่อนลอย เป็นผลทำให้ป่าไม้และต้นน้ำถูกทำลายเป็นจำนวนมาก ในปี พ.ศ. 2512 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชทรงเล็งเห็นปัญหาที่สำคัญดังกล่าว จึงได้ทรงก่อตั้งโครงการหลวงขึ้นเป็นโครงการส่วนพระองค์ โดยมี ม.จ.ภีศเดช รัชนี เป็นองค์ประธานมูลนิธิโครงการหลวง (นรินทร์ชัย, 2536) ในปี พ.ศ. 2535 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ได้โปรดเกล้าฯให้เปลี่ยนสถานภาพโครงการหลวงเป็นมูลนิธิโครงการหลวง โครงการหลวงมีลักษณะการดำเนินงาน 3 อย่างคือ งานวิจัย งานพัฒนา และกองทุนหมุนเวียน (ปวิณและคณะ, 2537) หลังจากที่ตั้งโครงการหลวงแล้ว โครงการหลวงได้นำไม้ผลเขตหนาวเข้ามาทดลองต่อเนื่องโดยตลอด ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าท้อพันธุ์ดีเข้ามาในปี พ.ศ.2512 จนกระทั่งปัจจุบันเป็นเวลานาน 28 ปีแล้ว

ท้อพื้นเมืองดั้งเดิม และท้อพันธุ์ดีที่นำเข้ามาทดลองปลูกเป็นท้อกลุ่มต้องการจำนวนชั่วโมงความเย็นน้อย ท้อพันธุ์ดีนั้นได้นำเข้ามาจากประเทศ อิสราเอล สหรัฐอเมริกา และไต้หวัน เช่น พันธุ์ฟลอดาซัน ฟลอดาแบลส์ ฟลอดาเร็ด อิง-กู (Ying-Ku) (สุรินทร์, 2534) โครงการหลวงได้มีการนำท้อพันธุ์ใหม่ ๆเข้ามาทดลองปลูกอย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันพันธุ์ที่สามารถส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกมีอยู่ 4 พันธุ์คือ ฟลอดาแบลส์ ฟลอดาซัน เออลิแกรนด์ และฟลอดาเร็ด ซึ่งสามารถปลูกได้ผลผลิตดี และขายได้ราคาสูง (สุรพลและคณะ, 2535 ; อมรและคณะ, 2532) ปัจจุบันเกษตรกรนิยมปลูกท้อพันธุ์เออลิแกรนด์มากที่สุด เนื่องจากมีความแข็งแรง ให้ผลผลิตสูง ผลขนาดใหญ่ และสีผิวสวยงาม ส่วนพันธุ์อื่น ๆปลูกกันน้อยมาก และบางพันธุ์ที่เคยส่งเสริมแต่เดิมมีการปลูกน้อยมากจนแทบจะไม่ปลูกกันแล้ว

ปัจจุบันโครงการหลวงยังนำท้อพันธุ์ดีใหม่ ๆมาทดลองปลูกอย่างต่อเนื่อง นอกจากประเทศที่กล่าวในข้างต้นแล้ว ยังมีประเทศออสเตรเลีย แต่การนำเข้ามานั้นไม่มีรายงานที่แน่ชัดว่า มีการนำพันธุ์ใดเข้ามาทดลองปลูกบ้างแล้ว และท้อบางพันธุ์ยังใช้รหัสแทนพันธุ์ เช่นท้อพันธุ์ทีเอ-170 (TA-170) ภายหลังทราบว่าเป็นพันธุ์เออลิแกรนด์ อาจจะทำให้การเรียกชื่อสับสน ดังนั้นในการนำเข้ามาทดลองปลูกจึงควรใช้ชื่อพันธุ์ และควรมีการตีพิมพ์รายชื่อพันธุ์ที่เคยทดลองปลูก เพื่อมิให้เกิดการซ้ำซ้อนในการนำเข้ามาทดลองปลูก

ปัจจุบันมีการนำท้อมาปลูกในแถบกึ่งร้อนเป็นจำนวนมาก เพื่อให้สามารถผลิตท้อออกสู่ตลาดในเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม ซึ่งท้อที่นำมาปลูกนี้สุกก่อนท้อทั่ว ๆ ไปในแถบหนาว ประเทศที่มีการนำท้อมาปลูกในแถบกึ่งร้อน ได้แก่ สหรัฐอเมริกา (Rouse, 1989) อียิปส์ (Stino, 1995) ปากีสถาน (Panhwar, 1995) ไทย (โครงการหลวง, 2535) ออสเตรเลีย (George *et al.*, 1995) และประเทศอื่น ๆ โดยพันธุ์ท้อที่นำมาปลูกเป็นท้อกลุ่มต้องการจำนวนชั่วโมงความเย็นน้อย และมีพันธุ์ท้อเป็นจำนวนมากที่ปลูกแล้วประสบความสำเร็จ ปัจจุบันได้มีการพัฒนาพันธุ์ท้อที่สามารถปลูกในแถบกึ่งร้อนขึ้นมาเป็นจำนวนมาก ดังแสดงในตารางที่ 2.1 ซึ่งพันธุ์ท้อเหล่านี้น่าจะนำเข้ามาเพื่อทดลองปลูกในประเทศไทย และขณะเดียวกันควรมีการปรับปรุงพันธุ์ควบคู่กันไป ดังที่โครงการหลวงได้เริ่มทำแล้วในขณะนี้

ตารางที่ 2.1 รายชื่อพันธุ์ท้อที่ปรับปรุงพันธุ์ขึ้นเพื่อนำมาปลูกในสภาพดินฟ้าอากาศแบบกึ่งร้อน

พันธุ์ท้อ	ความเย็นที่ต้องการ (ชั่วโมง)	ดอกบาน-เก็บเกี่ยว (วัน)	น้ำหนักต่อผล (กรัม)
Flordagrande	75	100	98
Flordaglo	150	87	127
Newbelle	150	110	140
Rayon	150	105	100
Tropic Beauty	150	89	110
Desert Red	175	90	88
Tropic Snow	175	93	140
Tropic Sweet	175	95	111
Flordastar	200	69	82
Hermosillo	200	106	97
Maravilha	200	80	70
San Pedro	200	88	130
McRed	225	90	80
Flordagen	250	90	140

ที่มา : Sharpe *et al.* (1990) และ Rouse (1989).

2.3.ปริมาณผลผลิตและคุณภาพของท้อ

พื้นที่การผลิตท้อส่วนใหญ่นเขตทวีปยุโรปและอเมริกา เช่น ประเทศอิตาลี สเปน ฝรั่งเศส และสหรัฐอเมริกา ส่วนในทวีปอื่นมีการผลิตน้อย (Childers, 1983) สำหรับประเทศไทยมีการปลูกท้อทั้งหมด 23,000 ต้น คิดเป็นพื้นที่ 89.84 เฮกตาร์ มีผลผลิต 20.7 ตันต่อปี พันธุ์ที่ปลูกได้แก่ ฟลอดาแบลล์ ฟลอดาซัน และเออลิแกรนด์ (Chapman, 1990) พื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในเขตจังหวัดเชียงใหม่ ได้แก่ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ปูนหลวง (โครงการหลวง, 2535)

ตัวแปรที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตที่สำคัญมี 2 ตัวแปรคือ การติดผลและขนาดของผล สำหรับท้อที่นำมาปลูกในประเทศไทยส่วนใหญ่มาจากรัฐฟลอริดาจะไม่มีปัญหาเรื่องการติดผล เนื่องจากได้คัดเลือกลักษณะที่ติดผลสูงไว้ ปัจจัยอื่นที่อาจจะมีผลต่อปริมาณผลผลิตคือ การกระจายตัวของผลทั่วทรงพุ่ม ซึ่งเป็นปัจจัยจำกัดของปริมาณผลผลิต (limiting factor for yield) ปัญหานี้จะเกิดขึ้นถ้ามีการเจริญเติบโตทางกิ่งใบอย่างรวดเร็ว และทรงพุ่มเกิดการบังกัน ซึ่งมีผลต่อการสร้างตาดอก การบานของดอก และการติดผล (Campbell *et al.*, 1995)

ในประเทศออสเตรเลียจะปลูกท้อกลุ่มต้องการจำนวนชั่วโมงความเย็นน้อยเป็นหลัก เนื่องจากได้ราคาสูง เพราะผลผลิตของท้อในกลุ่มนี้จะออกสู่ตลาดก่อน (Campbell *et al.*, 1995) เช่นเดียวกับในประเทศไทยท้อจะออกสู่ตลาดในช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายน ซึ่งเป็นช่วงที่มีผลไม้อื่นออกสู่ท้องตลาดน้อย ทำให้ท้อมีราคาสูง (นรินทร์ชัย, 2536)

เนื่องจากการเจริญเติบโตของผลท้อกลุ่มต้องการจำนวนชั่วโมงความเย็นน้อย มีระยะเวลาการพัฒนาการของผลสั้น เมื่อเทียบกับท้อกลุ่มต้องการจำนวนชั่วโมงความเย็นมาก เมื่อระยะปลูกเท่ากันแล้ว ท้อกลุ่มต้องการจำนวนชั่วโมงความเย็นน้อยจะให้ปริมาณผลผลิตเพียงหนึ่งในสามของท้อกลุ่มต้องการจำนวนชั่วโมงความเย็นมาก โดยท้อกลุ่มต้องการจำนวนชั่วโมงความเย็นน้อยให้ผลผลิต 15-25 ตันต่อเฮกตาร์ ส่วนท้อกลุ่มต้องการจำนวนชั่วโมงความเย็นมากให้ผลผลิต 40-60 ตันต่อเฮกตาร์ (Campbell *et al.*, 1995) เมื่อผลผลิตต่ำประสิทธิภาพการผลิตก็จะต่ำไปด้วย เพราะพบว่าประสิทธิภาพการผลิตมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณผลผลิตต่อต้น แต่ผกผันกับน้ำหนักต่อผล หมายความว่าถ้าผลผลิตมากจะมีน้ำหนักผลต่อต้นมาก แต่ผลจะมีขนาดเล็ก (Rowe and Johnson, 1992)

เนื่องจากระยะการเจริญเติบโตของผลสั้น ท้อกลุ่มต้องการจำนวนชั่วโมงความเย็นน้อยจะมีปัญหามากที่สุดในเรื่องผลมีขนาดเล็ก นอกจากนี้ยังมีปัญหาสำคัญอื่นๆคือ รสชาติไม่ดี ความแน่นเนื้อน้อย ผลไม่ได้รูปทรงอันเนื่องมาจากความเย็นไม่เพียงพอ แต่อย่างไรก็ตามท้อเหล่านี้จะมีสีผิวสวยเป็นจุดเด่นในการขาย (Campbell *et al.*, 1995)

ปริมาณผลผลิตและคุณภาพของท้อขึ้นอยู่กับ กลุ่มของท้อ พันธุ์ท้อ การจัดการ สภาพดินฟ้าอากาศ น้ำ และความสมบูรณ์ของธาตุอาหารในดิน ท้อกลุ่มต้องการจำนวนชั่วโมงความเย็นมากให้ผลผลิตและคุณภาพสูงกว่าท้อกลุ่มต้องการจำนวนชั่วโมงความเย็นน้อย (George *et al.*, 1995) เช่น ท้อพันธุ์อัลเบอตาต้องการความเย็น 850 ชั่วโมงเพื่อการทำลายการพักตัว (Teskey and Shoemaker, 1978) ให้ผลผลิตเฉลี่ย 85 กิโลกรัมต่อต้น มีขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของผล 6.4 เซนติเมตร (Westwood, 1978) ส่วนท้อพันธุ์ ฟลอดากลอ (Flordaglo) ต้องการความเย็น 150 ชั่วโมง มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของผล 5.8 เซนติเมตร (Koffmann and Patten, 1992) ผลผลิตเฉลี่ย 54 กิโลกรัมต่อต้น (Panhwar, 1995)

พันธุ์ท้อที่ต่างกันให้ผลผลิตที่มีขนาดและคุณภาพที่แตกต่างกัน เช่นท้อพันธุ์เออลิแกรนด์มีขนาด 98 กรัมต่อผล ผิวแดง 40 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพันธุ์ทรอพปิคสโน (Tropicsnow) มีขนาด 140 กรัมต่อผล ผิวแดง 90 เปอร์เซ็นต์ (Rouse, 1989)

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการดูแลรักษาได้แก่ การปลิดผล การให้น้ำ การตัดแต่งกิ่ง การใส่ปุ๋ย และอื่นๆ ล้วนมีผลต่อปริมาณผลผลิตและคุณภาพของท้อ เช่น ท้อพันธุ์อัลเบอตาอายุ 7 ปี ถ้าตัดแต่งกิ่งน้อยจะให้ผลผลิต 119 กิโลกรัมต่อต้น มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผลของ 5.5 เซนติเมตร ถ้ามีการตัดแต่งมากจะให้ผลผลิต 50 กิโลกรัมต่อต้น มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผลของ 6.2 เซนติเมตร ถ้าปลิดผลออก 48 เปอร์เซ็นต์ จะให้ผลผลิต 50.9 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผล 6.38 เซนติเมตร แต่ถ้ามีการปลิดผลออก 61 เปอร์เซ็นต์จะได้ผลผลิต 35.9 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของผล 6.78 เซนติเมตร (Westwood, 1978)

ท้อมีรสชาติหอมหวาน อร่อย และปลูกกันมาก จนได้ชื่อว่าเป็นราชินีแห่งผลไม้ (สุรินทร์, 2534) และมีการผลิตเป็นจำนวนมาก จึงได้มีการกำหนดคุณภาพของท้อบริโภคสดโดยองค์การความร่วมมือและพัฒนาเศรษฐกิจระหว่างประเทศ (The Organization for Economic Co-operation and Development, OECD) โดยองค์กรดังกล่าวได้แบ่งท้อออกเป็น 3 เกรดคือ เกรดพิเศษ (extra class) เกรด 1 (class I) และเกรด 2 (class II) ถ้าแบ่งแยกตามขนาดจะได้ 7 ขนาดตามเส้นผ่าศูนย์กลางหรือเส้นรอบวง และจะมีอักษรใช้แทนแต่ละขนาด (Ratan, 1963) ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ขนาดของห้อรับประทานสด 7 เกรดและอักษรที่ใช้แทนแต่ละเกรด ตามวิธีขององค์กรความร่วมมือและพัฒนาเศรษฐกิจระหว่างประเทศ (OECD)

เส้นผ่าศูนย์กลางผล (มม.)	ตัวอักษรที่ใช้แทนขนาด	เส้นรอบวง (ซม.)
มากกว่า 90	AAAA	มากกว่า 28.0
81-89	AAA	25.0-27.9
74-80	AA	23.0-24.9
68-73	A	21.0-22.9
62-67	B	19.0-20.9
56-61	C	17.5-18.9
50-55	D	16.0-17.4

ที่มา : Ratan, 1963.

2.4.อิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผล

2.4.1.อุณหภูมิ

อุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดต่อการเจริญเติบโตของไม้ผลเขตหนาว โดยเฉพาะความแตกต่างของอุณหภูมิในเดือนที่หนาวที่สุด (Edwards, 1990) โดยอุณหภูมิมีผลต่อการพักตัว ซึ่งระหว่างการพักตัวท้อต้องการความเย็น (chilling requirement) เพื่อไปทำลายสารยับยั้งการเจริญเติบโต (growth inhibitor) และส่งเสริมสารกระตุ้นการเจริญเติบโต (growth promoter) โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 0-7.2 องศาเซลเซียส (สุรินทร์, 2534; Faust, 1989) จากการศึกษาพบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยในเดือนมกราคมมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับชั่วโมงความเย็น (chilling hours) ซึ่งหมายความว่า พื้นที่ที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยในเดือนมกราคมต่ำจะมีชั่วโมงความเย็นมาก และพื้นที่ที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงจะมีชั่วโมงความเย็นน้อย (Sharpe *et al.*, 1990) ซึ่งถ้าหากนำท้อไปปลูกในพื้นที่ความเย็นไม่เพียงพอ ท้อจะแสดงอาการตาดอกตาย ดอกร่วงก่อนบาน ดอกไม่สมประกอบ กลีบดอกสั้น ผลไม่เจริญเติบโต กิ่งแห้งตาย และเกิดใบเป็นกระจุกบริเวณปลายกิ่ง (Salunkhe and Kadam, 1995; สุรินทร์, 2534) โดยทั่วไปอุณหภูมิจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของท้อดังนี้

2.4.1.1.อุณหภูมิกับการติดผล อุณหภูมิมีอิทธิพลต่อการงอก และการเจริญเติบโตของหลอดละอองเรณู (pollen tube) อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหลอดละอองเรณูของอัลมอนด์อยู่ที่ 5 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิระดับนี้หลอดละอองเรณูจะงอกได้ 55-75 เปอร์เซ็นต์ หลังเวลาทดสอบ 24 ชั่วโมง (Godini *et al.*, 1987) นอกจากนี้ความต้องการอุณหภูมิเพื่อการงอกของหลอดละอองเรณูขึ้นอยู่กับชนิดและพันธุ์พืช การเจริญเติบโตของหลอดละอองเรณูมีความสัมพันธ์โดยตรงกับอุณหภูมิ โดยอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตของหลอดละอองเรณูเพิ่มขึ้น (Faust, 1989) ดังนั้นระหว่างการเจริญเติบโตของดอกหากได้รับอุณหภูมิต่ำจะทำให้การติดผลลดลง (Westwood, 1978)

2.4.1.2.อุณหภูมิกับช่วงเวลาการบานของดอก อุณหภูมิมีอิทธิพลทำให้ดอกบานก่อนหรือหลังกำหนดได้ เนื่องจากการเจริญเติบโตของดอกในแต่ละช่วงตอบสนองต่ออุณหภูมิไม่เท่ากัน เช่นในบ๊วย อุณหภูมิจะมีผลอย่างมากในระยะปลายดอกแดง (red tip stage) ไปเป็นระยะบอลลูน (balloon stage) อุณหภูมิที่แตกต่างกันในแต่ละปี ทำให้การบานของดอกเปลี่ยนแปลงไป (Faust, 1989) ในอัลมอนด์ หลังจากที่ดอกสิ้นสุดการพักตัวแล้ว ดอกที่ได้รับอุณหภูมิสูงจะบานได้เร็วกว่าดอกที่ได้รับอุณหภูมิต่ำ (Nieddu *et al.*, 1990)

2.4.1.3.อุณหภูมิกับระยะเวลาการเจริญเติบโตของผล อุณหภูมิมีอิทธิพลต่อระยะเวลาการเจริญเติบโตของผลตั้งแต่ดอกบานถึงเก็บเกี่ยวท้อ (Munoz *et al.*, 1986) ท้อในกลุ่มต้องการจำนวนชั่วโมงความเย็นน้อยมีช่วงเวลาการเจริญเติบโตของผลขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ โดยอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นทุก ๆ 1 องศาเซลเซียสระหว่างการเจริญเติบโตของผล มีผลทำให้ท้อสุกเร็วขึ้น 5 วัน (Topp and Sherman,1989) เช่นท้อที่เมืองโบแชนติ (Pozanti ซึ่งอยู่สูงจากระดับน้ำทะเล 1000 เมตร) สุกช้ากว่าท้อที่ปลูกที่เมืองอาดานา (Adana ซึ่งอยู่สูงจากระดับน้ำทะเล 50 เมตร) เป็นเวลานาน 20-40 วัน (Kurnaz and Kaska, 1992)

2.4.1.4.อุณหภูมิกับการทำลายตาดอกและตาใบ อุณหภูมิต่ำในฤดูใบไม้ผลิ ทำให้เกิดน้ำค้างแข็ง (spring frost) ไปทำลายตาดอกและตาใบที่กำลังผลิ (Westwood, 1978) เช่น อุณหภูมิ -3 องศาเซลเซียส ในฤดูใบไม้ผลิทำลายตาดอกเชอรี่ 2 ถึง 99 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่ทำลายตาใบที่กำลังผลิ (Iacobuta, 1989) ทำให้การติดผลลดลง (Scheer and Juedgenson, 1964) แต่ถ้าอุณหภูมิสูงจะกระตุ้นให้ผลร่วง (Fineto and Elward, 1990)

2.4.1.5.อุณหภูมิกับคุณภาพของผล อุณหภูมิมีอิทธิพลต่อขนาดและคุณภาพของผลท้อ พบว่าท้อที่ปลูกในพื้นที่ที่สูงกว่ามีขนาดของผลเล็กกว่าท้อที่ปลูกในพื้นที่ต่ำ แต่ท้อที่ปลูกในพื้นที่สูงมีการเปลี่ยนแปลงสีแดงบนผิวผลเร็วกว่าท้อที่ปลูกในพื้นที่ต่ำ (Kurnaz and Kaska, 1992) โดยที่ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิกลางวันและกลางคืนที่มากมีผลทำให้สีผิวเข้ม (Westwood, 1978) ฤดูที่หนาวเย็นทำให้อัตราการนิ่มของเนื้อผลเกิดได้เร็วขึ้น นอกจากนี้ท้อที่ปลูกในพื้นที่หนาวจะมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) มากกว่าท้อที่ปลูกในพื้นที่ต่ำ (Kurnaz and Kaska, 1992)

2.4.1.6.อุณหภูมิกับอายุของต้นพืช อุณหภูมิที่สูงกว่า 100 องศาฟาเรนไฮต์ มีผลทำให้ต้นท้อมีอายุสั้น (short-life) (Scheer and Juergenson, 1964) ต้นท้อจะเหี่ยวแห้งและตายในที่สุด โดยลำต้นที่อยู่เหนือผิวดินจะตายก่อน และอาจจะมีน้ำกลิ่นเหม็นเปรี้ยว (sour sap odor) ไหลออกมา (Yadava, 1992)

2.4.2.แสง แสงมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของท้อดังนี้

2.4.2.1.แสงกับการสังเคราะห์แสง แสงมีบทบาทต่อการสร้างอาหารของพืชในกระบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งอาจจะจำแนกออกเป็น 3 ลักษณะคือ ความเข้มของแสง ความยาวของช่วงแสง และคุณภาพของแสง (สมบูรณ์, 2538) จากการศึกษาพืชในสกุลเดียวกับท้อพบว่ามีอัตราการสังเคราะห์แสงใกล้เคียงกัน ในท้อมีอัตราการแลกเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์ 13.3 $\pm$ 3.8 μmol CO_2 $m^{-1}s^{-1}$ โดยปัจจัยที่มีผลต่อสังเคราะห์แสงได้แก่ ชนิดและพันธุ์ อายุของใบ ฤดูกาล และกิจกรรมของซิงค์ (sink) (Schaffer and Anderson, 1994)

2.4.2.2.แสงกับการพัฒนาการของสีผล สีแดงในผลแอปเปิลพัฒนาดีที่สุดเมื่อได้รับแสงมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ และถ้าได้รับแสงน้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ สีแดงในผิวจะไม่เพียงพอ (Faust, 1989) เพราะพัฒนาการของสีต้องการแสงโดยตรง เพื่อสังเคราะห์แอนโธไซยานิน (Westwood, 1978)

2.4.2.3.แสงกับขนาดของผล จากการศึกษาพบว่า ผลแอปเปิลที่ได้รับแสงมากกว่าจะมีขนาดผลใหญ่กว่าผลแอปเปิลที่ได้รับแสงน้อย (Rom, 1990; Faust, 1989; Westwood, 1978) และปัจจัยที่มีผลต่อความเข้มของแสง ได้แก่ หมอก ควัน เมฆ และฝน (Westwood, 1978)

2.4.2.4.แสงกับคุณภาพของผล คุณภาพของผลจะสัมพันธ์โดยตรงกับการกระจายตัวของแสง พบว่า ผลที่อยู่ส่วนบนของทรงพุ่มมีขนาดใหญ่กว่า และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากกว่า แต่มีแป้ง ไนโตรเจน โปแตสเซียม และแคลเซียมน้อยกว่าผลที่อยู่ส่วนล่างของทรงพุ่ม (Rom, 1990)

2.4.2.5.แสงกับการผสมเกสร ในระหว่างที่ดอกท้อบาน ต้องการสภาพแวดล้อมที่มีแสงแดดจัด เพื่อทำให้ละอองเรณูสามารถปลิวไปได้สะดวก (Scheer and Juergenson, 1964)

2.4.3.ความชื้นในอากาศ

ความชื้นมีผลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของท้อดังนี้

2.4.3.1.ความชื้นในอากาศกับการติดผล ความชื้นในอากาศสูงจะไปขัดขวางการบานของดอก และกระตุ้นการเจริญเติบโตของเชื้อโรค ในระหว่างดอกบานต้องการสภาพดินฟ้าอากาศที่เหมาะสมต่อการผสมเกสร การมีหมอก ฝนตก และอุณหภูมิต่ำจะไปขัดขวางการผสมเกสร และอาจจะทำให้เกิดโรคดอกเน่า (blossom rots) สภาพที่เหมาะสมต่อการถ่ายละอองเกสรควรมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 80-95 องศาฟาเรนไฮต์ แสงแดดจัด และความชื้นต่ำ (Scheer and Juergenson, 1964) ในสภาพนี้ละอองเรณูจะงอกได้ภายในเวลา 1 ชั่วโมง และจะแทงเข้าไปในเกสรตัวเมียภายใน 2 ชั่วโมง ถ้าสภาพอากาศเปียกชื้นมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การงอก และความยาวของหลอดละอองเรณูลดลง แต่เกสรตัวเมียจะมีช่วงเวลาการผสม (receptive) ยาวนานขึ้น 4-6 วัน (Wang *et al.*, 1989)

2.4.3.2.ความชื้นในอากาศกับธาตุอาหาร ความชื้นในอากาศสูงทำให้ปริมาณแคลเซียมในใบแตงกวาลดลง (Bakker and Sonneveld, 1988) เพราะความชื้นในอากาศที่สูงทำให้การคายน้ำของพืชลดลงนั้น มีผลทำให้การเคลื่อนที่ของแคลเซียมลดลงไปด้วย (Mengel and Kirkby, 1987)

2.4.3.3.ความชื้นในอากาศกับคุณภาพผล ในสภาพพื้นที่ปลูกที่มีปริมาณน้ำฝนมาก ท้อกลุ่มต้องการจำนวนชั่วโมงความเย็นน้อยจะมีปัญหาระดับน้ำตาล และรสชาติของผลไม่ดี จากการศึกษาพบว่า ในระยะ 3 สัปดาห์ช่วงการเจริญเติบโตของผลในระยะที่ 3 ปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้นเป็นแบบพีชคณิต สภาพฟ้าอากาศช่วงนี้จะเป็นช่วงวิกฤติต่อปริมาณน้ำตาล โดยพบว่าถ้าปริมาณน้ำฝนมากจะทำให้ปริมาณน้ำตาลลดลง 1.5 องศาบริกซ์ ซึ่งปริมาณน้ำตาลต่ำสุดที่ตลาดยอมรับไม่ควรต่ำกว่า 9.5 องศาบริกซ์ (Campbell *et al.*, 1995)

2.4.4.น้ำและน้ำฝน

2.4.4.1.ความต้องการน้ำของท้อ น้ำมีความสำคัญมากต่อการเจริญเติบโตทางลำต้น ปริมาณผลผลิต และคุณภาพ ไม่เฉพาะปริมาณน้ำเท่านั้น แต่ระยะเวลาที่ให้น้ำยังมีความสำคัญมากด้วย (Chalmers *et al.*, 1981) ท้อต้องการน้ำอย่างต่อเนื่อง ถ้าขาดน้ำท้อจะชะงักการเจริญเติบโต และจะเจริญใหม่อีกครั้งเมื่อได้รับน้ำ (Scheer and Juergenson, 1964)

ปริมาณน้ำที่ท้อต้องการนั้นสามารถวัดจากการระเหยของน้ำและการคายน้ำของพืชร่วมกัน (evapotranspiration) การระเหยของน้ำวัดจากเครื่องวัดการระเหยของน้ำ (evaporimeter) ชนิดที่นิยมได้แก่ ถาดระเหยน้ำชนิดเอ (class-A pan evaporimeter) ของสหรัฐอเมริกา การคายน้ำหรือการใช้น้ำของพืชสามารถวัดได้จากไลซิมิเตอร์ (lysimeter) ในรูปของสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (crop coefficient, *Kc*) ดังนั้นความต้องการน้ำของพืชซึ่งมีความสัมพันธ์กับการระเหยของน้ำและการคายน้ำของพืชจึงเป็นดังสมการ (Faust, 1989)

$$ET = K_c\, ET_p$$

โดยที่ค่า ET คือ การใช้น้ำของพืช

K_c คือ ค่าสัมประสิทธิการใช้น้ำของพืช

ET_p คือ การใช้น้ำของพืชอ้างอิง

สัมประสิทธิ์การใช้น้ำขึ้นอยู่กับระยะการเจริญเติบโตของผลและกิ่งใบ สัมประสิทธิ์การใช้น้ำในระยะการพัฒนาของผลในระยะที่ 1 เท่ากับ 0.69 ระยะที่ 2 เท่ากับ 1.0 ในระยะที่ 3 เท่ากับ 1.26 และหลังการเก็บเกี่ยวเท่ากับ 1.24 ส่วนสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของกิ่งใบจะเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลา เนื่องจากเมื่อพืชมีการเจริญเติบโตมากขึ้นปริมาตรของทรงพุ่มมีมากขึ้น (Faust, 1989)

จากการศึกษาปริมาณน้ำที่ท้อต้องการพบว่า ความจุความชื้นที่สนาม (field capacity) ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของท้ออยู่ที่ 80 เปอร์เซ็นต์ การที่จะคงระดับความชื้นดังกล่าวจะต้องให้น้ำ 500 ลิตรต่อต้นต่อฤดู ควรแบ่งการให้ออกเป็น 8-14 ครั้ง (Storchus and Kosykh, 1983) หรือให้ 500 ลิตรต่อต้นต่อฤดู แบ่งการให้ออกเป็น 9 ครั้ง หรือจะต้องให้ 1,200 ลิตรต่อต้นต่อฤดู แบ่งการให้ออกเป็น 16 ครั้งในปีที่อากาศแห้งแล้ง (Storchous, 1986) เวลาที่ให้น้ำควรเป็นตอนเช้าที่ศักย์ของน้ำในใบ (leaf water potential) ของท้ออยู่ที่ระดับ -113.8 บาร์ เพราะที่ศักย์ความชื้นดังกล่าวในดินจะมีความชื้นสนาม 7 บาร์ (Acevedo *et al.*, 1973)

2.4.4.2.อิทธิพลของน้ำที่มีต่อผลผลิต การให้น้ำสามารถไปเพิ่มผลผลิตของท้อได้ (Ninkovski *et al.*, 1974) เนื่องจากน้ำมีอิทธิพลต่อการแบ่งเซลล์และการขยายขนาดของเซลล์ ผลต่อการพัฒนาของดอก และการติดผล (Natali *et al.*, 1985; Faust, 1989) การให้ผลที่กำลังเจริญเติบโตได้รับความเครียดทางน้ำ พบว่าในช่วงการเจริญเติบโตต่างกันมีผลกระทบที่ไม่เหมือนกัน นั่นคือในระยะที่ 1 มีผลทำให้ขนาดของผลท้อเพิ่มขึ้น ในระยะที่ 2 ไม่มีผลต่อขนาดของผลท้อ และในระยะที่ 3 มีผลทำให้ผลร่วงในเดือนมิถุนายน (June drop) ลดลง (Li *et al.*, 1989) อย่างไรก็ตามอัตราการเจริญเติบโตของผลจะลดลงเมื่อเกิดความเครียดทางน้ำ (Xiloyannis *et al.*, 1986) ซึ่งเป็นเหตุทำให้ท้อที่ได้รับความเครียดทางน้ำมีขนาดของผลที่เล็กกว่าท้อที่ได้รับน้ำปกติ (Natali *et al.*, 1985)

2.4.4.3.อิทธิพลของน้ำที่มีต่อคุณภาพของผล น้ำมีอิทธิพลต่อคุณภาพของผลของท้อ (Xiloyannis *et al.*, 1986) โดยเฉพาะกับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ซึ่งเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงการเจริญเติบโตของผลในระยะที่ 3 ซึ่งในระยะดังกล่าวถ้าท้อได้รับปริมาณน้ำมากจะมีผลทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ลดลง 1.5 องศาบริกซ์ (Campbell *et al.*, 1995) แต่ถ้าท้อเกิดความเครียดทางน้ำจะมีผลทำให้การดูดธาตุโปแตสเซียมลดลง (Rabia, 1994) ซึ่งธาตุดังกล่าวมีความสัมพันธ์โดยตรงต่อขนาดของผลของท้อ (Childers, 1983) นอกจากนี้ในสภาวะที่แห้งแล้งมีผลทำให้ส่วนประกอบของน้ำตาลกลูโคสลดลง น้ำตาลฟรุคโตส (fructose) เพิ่มขึ้น และพบน้ำตาลราฟิโนส (raffinose) ในส่วนของเนื้อผล (Grigorenko *et al.*, 1974)

2.5.ผลของการดูแลรักษาต่อปริมาณผลผลิตและคุณภาพของท้อ

การเจริญเติบโตของท้อกลุ่มต้องการจำนวนชั่วโมงความเย็นน้อยแตกต่างจากกลุ่มต้องการจำนวนชั่วโมงความเย็นมาก (George *et al.*, 1995) ดังนั้นวิธีการดูแลรักษาที่ศึกษามาเป็นเวลานานในท้อกลุ่มต้องการจำนวนชั่วโมงความเย็นมาก จึงนำมาใช้กับท้อกลุ่มต้องการจำนวนชั่วโมงความเย็นน้อยไม่ได้ผล (Campbell *et al.*, 1995)

2.5.1. การตัดแต่ง

การตัดแต่งกิ่งมี 2 ชนิดคือ การตัดแต่งกิ่งในฤดูร้อน (summer pruning) และการตัดแต่งกิ่งในฤดูการพักตัว (domant pruning) (สุรินทร์, 2534; Teskey and Shoemaker,1978; Faust, 1989) วิธีการตัดแต่งกิ่งมีอยู่ 4 อย่างคือคอเรคทิฟ (corrective) คือการตัดแต่งเฉพาะกิ่งที่ได้รับความเสียหาย กิ่งตาย และกิ่งที่ชนกันมากๆออก เทรนนิ่งเอาท์ (trainning-out) คือ การตัดแต่งกิ่งที่อยู่ส่วนกลางและกิ่งที่อ่อนแอต่อการติดผล คอนเวนชันนอล (conventional) คือการตัดแต่งกิ่งเหมือนกับเทรนนิ่งเอาท์ ร่วมกับการตัดครึ่งของกิ่งที่สามารถให้ผลออกให้หมด และซีเวีย (severe) คือ การตัดแต่งกิ่งที่

อ่อนแอหรือกิ่งติดผลออกประมาณ 50-75 เปอร์เซ็นต์ของกิ่งทั้งหมด กิ่งที่เหลือตัดปลายทิ้ง 10-15 เซนติเมตร (Westwood, 1978)

ในการตัดแต่งกิ่งนอกจากจะรักษาขนาดทรงพุ่มไว้แล้ว ยังมีการตัดแต่งกิ่งแบบควบคุมทรงพุ่มให้เป็นรูปทรงต่างๆ ดังนี้ คือโอเพนเซ็นเตอร์ (open center) เป็นการตัดแต่งเพื่อให้ทรงพุ่มแผ่ออกสามารถรับแสงเต็มที่ (สุรินทร์, 2534) ซึ่งเกษตรกรไทยจะตัดแต่งกิ่งโดยใช้วิธีนี้ (นรินทร์ชัย, 2536) และจะให้ผลผลิตสูงสุดเมื่อตัดแต่งกับท้อพันธุ์ฟลอดาปรินซ์ (Fallahi, 1992) เซ็นทรัลลีดเดอร์ (central leader) เป็นการตัดแต่งกิ่งเพื่อให้ทรงพุ่มสูงและมีกิ่งแขนงแยกออกจากกิ่งใหญ่ที่อยู่ส่วนกลาง ใช้ในสวนที่มีการปลูกท้อแบบหนาแน่น (Furukawa *et al.*, 1992) โอเพนวาซ (open vase) เป็นการตัดแต่งกิ่งเพื่อให้แสงเข้าส่วนกลางทรงพุ่มในสวนที่มีการปลูกท้อแบบหนาแน่น และแบบรูปตัวอักษรวี (v-shape) เป็นการตัดแต่งกิ่งให้มีรูปทรงแบบตัวอักษรวีในสวนท้อที่มีการปลูกท้อแบบหนาแน่น โดยระยะระหว่างต้น 1 เมตร ระหว่างแถว 6 เมตร และมีการนำเครื่องจักรเข้ามาช่วยในการตัดแต่งผสมกับแรงงานคน (George *et al.*, 1995)

การตัดแต่งกิ่งในฤดูพักตัว ฤดูใบไม้ผลิ และฤดูร้อน เพื่อลดการปิดบังแสงซึ่งกันและกัน ยิ่งในสภาพภูมิอากาศแบบกึ่งร้อนต้นท้อจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ต้นท้อควรจะต้องได้รับการตัดแต่งกิ่งอย่างน้อย 2-3 ครั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว ท้อจึงจะมีปริมาณผลผลิตสูงและมีคุณภาพดี (Campbell *et al.*, 1995) นอกจากนี้การตัดแต่งกิ่งยังมีวัตถุประสงค์เพื่อรักษาทรงพุ่ม ทำให้ผลติดมากขึ้น ให้ผลมีขนาดใหญ่ ให้กำเนิดกิ่งอายุ 1 ปี ลดการติดผลแบบไม่สม่ำเสมอทุกปี ลดการเจริญเติบโตทางลำต้น 30-40 เปอร์เซ็นต์ วิธีการตัดแต่งกิ่งที่ดีที่สุดคือ การตัดแต่งกิ่งแบบเทรนนิ่งเอาท์ ซึ่งเป็นวิธีการที่ให้ผลผลิตที่ยอมรับได้สูงที่สุด และสีผลสวยงาม (Westwood, 1978)

โดยทั่วไปแล้วการตัดแต่งกิ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของท้อดังนี้

2.5.1.1.การตัดแต่งกิ่งกับการเจริญเติบโต การตัดแต่งกิ่งในฤดูพักตัวเป็นการเพิ่มความแข็งแรงในการเจริญเติบโตของลำต้น ส่วนการตัดแต่งกิ่งในฤดูร้อนเป็นการลดความแข็งแรงในการเจริญเติบโตของลำต้น การตัดแต่งกิ่งทำให้การเจริญเติบโตสมดุลขึ้น โดยต้นที่มีการตัดแต่งกิ่งมีกิ่งที่สั้น แข็งแรง ต้นที่ไม่มีการตัดแต่งกิ่งจะมีกิ่งยาว ไม่แข็งแรง การตัดแต่งกิ่งในฤดูร้อนทำให้การเจริญเติบโตของกิ่งก้านและการเจริญเติบโตของรากลดลง แต่สามารถเพิ่มจำนวนตาดอกให้มากขึ้นได้ (Faust, 1989) มีผลต่อการเจริญเติบโตของกิ่งในฤดู ลดความกว้าง ความสูงของทรงพุ่ม และลดการเจริญเติบโตของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (นิรันดร์, 2524)

2.5.1.2.การตัดแต่งกิ่งกับการสังเคราะห์แสง การตัดแต่งกิ่งในฤดูพักตัวสามารถเพิ่มขนาดของใบ ขนาดของมีโซฟิลล์ (mesophyll) และปริมาณคลอโรฟิลล์ (chlorophyll) การตัดปลายยอดของกิ่งในฤดูร้อน เป็นการลดแหล่งใช้อาหาร และมีผลทำให้ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของใบที่อยู่ถัดลงมาให้สูงขึ้น เนื่องมาจากว่าแสงสามารถผ่านเข้าไปในทรงพุ่มได้มากขึ้น (Faust, 1989) ท้อกลุ่มต้องการจำนวนชั่วโมงความเย็นน้อยจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในฤดูร้อน อาจทำให้ทรงพุ่มเกิดการบังกัน ถ้าไม่มีการตัดแต่งกิ่ง จะทำให้การสังเคราะห์แสงลดลง โดยเฉพาะระยะที่ 3 ของการเจริญเติบโตของผล เป็นจุดวิกฤติในการพัฒนาของผลมากกว่าระยะที่ 1 และ 2 (Campbell *et al.*, 1995)

2.5.1.3.การตัดแต่งกิ่งกับปริมาณคาร์โบไฮเดรต การตัดแต่งกิ่งในฤดูพักตัวมีผลทำให้ปริมาณแป้งและน้ำตาลลดลง ในช่วงการเจริญเติบโตอาหารที่สูญเสียไปนี้จะถูกสร้างขึ้นมาทดแทนมากกว่าเดิม ในท้อและสาลี่ต้นที่มีการตัดแต่งกิ่งมีปริมาณการสะสมแป้งและน้ำตาลสูงกว่าต้นที่ไม่มีการตัดแต่งกิ่ง ส่วนในต้นแอปเปิลไม่มีความแตกต่าง (Faust, 1989) การตัดแต่งกิ่งกระโดง (water sprout) ในช่วงฤดูใบไม้ผลิและฤดูร้อน จะมีผลไปเพิ่มปริมาณน้ำตาลในผล (Campbell *et al.*, 1995) นอกจากนี้ยังไปเพิ่มอัตราส่วนระหว่างปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้างรวมต่อปริมาณไนโตรเจนรวม (TNC/TN) ในกิ่ง (นิรันดร์, 2524)

2.5.1.4.การตัดแต่งกิ่งกับการติดผล การตัดแต่งกิ่งในฤดูพักตัวทำให้เพิ่มความแข็งแรงในการเจริญเติบโต ทำให้จำนวนดอกและการติดผลในฤดูถัดมามีมากกว่าต้นที่ไม่ได้ตัดแต่งกิ่ง การตัดแต่งกิ่งในฤดูร้อนโดยการตัดปลายยอดออก เป็นการตัดแหล่งการใช้อาหารออก ทำให้การสร้างตาดอกในฤดูการเจริญเติบโต และการติดผลในฤดูกาลถัดมามีมากขึ้น (Faust, 1989) อย่างไรก็ตามการตัดแต่งกิ่งทำให้ปริมาณผลทั้งหมดต่อต้นลดลง (นิรันดร์, 2524)

2.5.1.5.การตัดแต่งกิ่งกับปริมาณผลผลิต และการติดผลไม่สม่ำเสมอทุกปี (alternative bearing) การตัดแต่งกิ่งมากๆ จะทำให้ปริมาณผลผลิตลดลง แต่ถ้าไม่ตัดแต่งกิ่งจะทำให้ผลมีขนาดเล็ก และจะทำให้เกิดการติดผลเว้นปี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอายุ สภาวะการเจริญเติบโตของต้นท้อขณะตัดแต่งกิ่ง และรูปแบบของการตัดแต่งกิ่ง เช่น การตัดแต่งกิ่งในฤดูพักตัวกับท้ออายุน้อยจะลดผลผลิตต่อต้น และไปเพิ่มการเจริญเติบโตทางลำต้น (Faust, 1989) การตัดแต่งกิ่งจะต้องเลือกเวลาที่เหมาะสม ถ้าไม่เหมาะสมอาจจะทำให้ผลผลิตลดลง โดยถ้าตัดแต่งกิ่งในเดือนพฤษภาคมจะไปเพิ่มผลผลิต แต่ถ้าตัดแต่งกิ่งในเดือนสิงหาคมหรือเดือนตุลาคมจะทำให้ผลผลิตลดลง (นิรันดร์, 2524)

2.5.1.6.การตัดแต่งกิ่งกับคุณภาพของผล การตัดแต่งกิ่งจะมีผลต่อ ขนาด สีผล และคุณภาพการเก็บรักษา (Faust, 1989) การตัดแต่งกิ่งทำให้ขนาดผลใหญ่ขึ้น (นิรันดร์, 2524; Day *et al.*, 1989; Young and Crocker, 1982) ถ้าตัดแต่งกิ่งในฤดูร้อนกับท้อกลุ่มต้องการจำนวนชั่วโมงความเย็นมาก ช่วง 3 สัปดาห์ก่อนการเก็บเกี่ยวสามารถเพิ่มขนาดของผลได้ 20 เปอร์เซ็นต์ (Day *et al.*, 1989) การตัดปลายกิ่งหลังการเก็บเกี่ยว (postharvest topping) สามารถเพิ่มขนาดของท้อพันธุ์ฟลอดาซันได้ 15 เปอร์เซ็นต์ (Young and Crocker, 1982)

2.5.2.การปลิดผล

การปลิดผลเพื่อเพิ่มขนาดของผล เนื่องจากจะไปลดการแข่งขันระหว่างผล (Johnson and Handley, 1989; Johnson and Rusmussen, 1990) นอกจากนี้ผลยังต้องแข่งขันกับอวัยวะส่วนอื่นๆที่ต้องการใช้อาหาร โดยเฉพาะการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ (Rowe and Johnson, 1992) ท้อกลุ่มต้องการจำนวนชั่วโมงความเย็นน้อย มีระยะเวลาการเจริญเติบโตของผลสั้นเพียง 70-110 วัน มีการติดผลมาก มีการเจริญเติบโตทางกิ่งใบอย่างรวดเร็ว ทำให้ขนาดของผลเล็ก (Campbell *et al.*, 1995)

การปลิดผลจะต้องพิจารณาหลายปัจจัย ได้แก่ ขนาดผลที่ตลาดต้องการ ขนาดของลำต้น ระยะเวลาที่ปลิดผล และต้องหลีกเลี่ยงจำนวนผลต่อต้นที่มากเกินไป เพื่อรักษาความสมบูรณ์ของลำต้น การปลิดผลน้อยทำให้ประสิทธิภาพการผลิตมาก มีผลดีต่อการตลาด แต่มีผลทำให้ปริมาณแป้งในลำต้นและรากซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตในปีถัดไปลดลง การปลิดผลทำได้หลายช่วงได้แก่ การปลิดดอก (blossom thinning) โดยจะปลิดดอกออกประมาณ 50-90 เปอร์เซ็นต์ หรือไว้ 4-8 ดอกต่อความยาวกิ่ง 30 เซนติเมตร ซึ่งครึ่งหนึ่งของดอกที่ไว้จะติดผล ทำให้การติดผลจึงเพียงพอต่อความต้องการ การปลิดแบบตัดปลายกิ่ง (stub-thinning) เป็นการตัดปลายกิ่งออก 50-70 เปอร์เซ็นต์ โดยจะต้องไว้กิ่งให้มีดอกเพียงพอต่อการติดผล (Campbell *et al.*, 1995) การปลิดผลหลังจากติดผลแล้ว 2-3 สัปดาห์ โดยจะไว้ผล 1 ผลต่อความยาวของกิ่ง 30 เซนติเมตร ซึ่งวิธีนี้ทำกันทั่วไปในประเทศไทย (นรินทร์ชัย, 2536)

ถึงแม้การปลิดผลทำได้ในหลายช่วง แต่ระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการปลิดผลคือ ช่วงแรกของการเจริญเติบโตของผล เพราะระยะการเจริญเติบโตช่วงนี้จะไปมีผลต่อการลดปริมาณแป้งในลำต้น กิ่งและใบมากที่สุด (Campbell *et al.*, 1995)

ปริมาณการปลิดผลที่เหมาะสมอาจพิจารณาได้จากลักษณะหลายประการ เช่น จำนวนผลต่อต้น จำนวนผลต่อพื้นที่หน้าตัดลำต้น จำนวนกิ่งที่ให้ผลต่อพื้นที่หน้าตัดลำต้น จำนวนกิ่งแขนงที่ให้ผลต่อปริมาตรทรงพุ่ม จำนวนผลต่อกิ่งแขนง โดยไม่มีลักษณะใดลักษณะหนึ่งที่เหมาะสมที่สุด จากการศึกษาพบว่า ข้อพิจารณาอย่างน้อย 3 ประการที่จะทำให้การปลิดผลเหมาะสมคือ กิ่งแขนงที่ยาวน้อยกว่า 30

เซนติเมตรไว้ผล 1 ผล กิ่งแขนงที่ยาวมากกว่า 30 เซนติเมตรไว้ผล 2 ผล ปริมาณผลมากที่สุดต่อต้นไม่ควรเกิน 300-400 ผล และกิ่งที่มีความสมบูรณ์เท่านั้นที่จะให้มีผลไว้

ปริมาณผลหลังการปลิดผลยังขึ้นอยู่กับ การจัดการ ระยะเวลาที่เก็บเกี่ยว และขนาดของผลที่ต้องการ (Campbell *et al.*, 1995)

2.6.อิทธิพลของธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโต

ท้อชอบดินที่มีชั้นดินหนา ระบายน้ำดี และค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 5.8-6.8 ท้อไม่ชอบดินที่ชื้นแฉะ โดยเฉพาะช่วงที่กำลังมีการเจริญเติบโต ซึ่งจะทำให้ระบบรากตาย ดังนั้นควรหลีกเลี่ยงน้ำในปริมาณมากและติดต่อกันยาวนาน ซึ่งอาจจะทำให้ใบเหลือง ใบร่วงก่อนแก่ และอาจจะทำให้ต้นตายเนื่องจากขาดออกซิเจน (Salunkha and Kadam, 1995)

ธาตุอาหารเป็นปัจจัยสำคัญในการผลิตท้อ ทำให้มีผลผลิตที่มีปริมาณและคุณภาพดี โดยเฉพาะท้อกลุ่มต้องการจำนวนชั่วโมงความเย็นน้อย เพราะมีช่วงการพัฒนาของผลสั้น ประมาณ 80-100 วัน จากการศึกษาพบว่า การให้โปแตสเซียมกับท้อพันธุ์ฟลอราดาวน์ (Floradawn) สามารถเพิ่มผลผลิตได้ 5-10 เปอร์เซ็นต์ (George *et al.*, 1990) การให้ไนโตรเจนร่วมกับพาโคลบิวทาโซล (paclobutrazol) เพิ่มการติดผล 48 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มขนาดผล 39 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต (yield efficiency) 60 เปอร์เซ็นต์ (George and Nissen, 1992)

การเจริญเติบโตของท้อกลุ่มต้องการจำนวนชั่วโมงความเย็นน้อย และกลุ่มต้องการจำนวนชั่วโมงความเย็นมากมีความแตกต่างกัน ท้อกลุ่มต้องการจำนวนชั่วโมงความเย็นน้อยมีการเจริญเติบโตของกิ่งก้านสาขาอย่างรวดเร็วในช่วงใกล้ และหลังการพัฒนาการของผลขั้นสุดท้าย หลังจากเก็บเกี่ยวแล้วจะมีการแตกกิ่งใบใหม่ (flush) อีกอย่างน้อย 3 ครั้ง ส่วนกลุ่มต้องการจำนวนชั่วโมงความเย็นมากมีการเจริญเติบโตทางลำต้นอย่างสมบูรณ์ก่อนการพัฒนาการของผลขั้นสุดท้าย และหลังการเก็บเกี่ยวจะมีการแตกกิ่งใบใหม่ เพียง 1 ครั้งเท่านั้น พัฒนาการที่แตกต่างทำให้การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในใบแตกต่างไปด้วย ความต้องการธาตุอาหารของท้อกลุ่มต้องการจำนวนชั่วโมงความเย็นมากซึ่งศึกษามาเป็นเวลานานแล้ว มาใช้กับท้อกลุ่มต้องการจำนวนชั่วโมงความเย็นน้อยจึงไม่เหมาะสม และไม่ได้ผล (George *et al.*, 1995) ดังนั้นในปัจจุบันจึงมีการศึกษาความต้องการธาตุอาหารของท้อในกลุ่มต้องการจำนวนชั่วโมงความเย็นน้อยขึ้น (George *et al.*, 1995; Leece *et al.*, 1977) แต่อย่างไรก็ตามไม่สามารถตอบได้ว่า ธาตุอาหารที่ศึกษาในต่างประเทศที่มีสภาพภูมิอากาศแบบกึ่งร้อนจะสามารถใช้กับสภาพภูมิอากาศในประเทศไทยได้หรือไม่ เนื่องจากยังไม่มีการทดลอง มีเพียงแต่การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบท้อพันธุ์ เซมิ-ลูเย (Semi-Luyeh) ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง โดยพบว่า ธาตุฟอสฟอรัส โปแตสเซียม แคลเซียม และ แมกเนเซียมอยู่ในระดับที่เหมาะสม โดยมี 0.22-0.4, 0.2-

3.7, 0.2-3.7 และ 0.3-4.7 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แต่มีปริมาณไนโตรเจนในใบมาก โดยมี 4.2-5.5 เปอร์เซ็นต์ (กัลยา, 2528)

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ธาตุอาหารมีผลต่อการเจริญเติบโตของท้อดังนี้

2.6.1.ไนโตรเจน

ไนโตรเจน เป็นปัจจัยจำกัดการเจริญเติบโต ท้อเป็นพืชที่ต้องการไนโตรเจนมาก เมื่อปัจจัยอื่นสมบูรณ์ ท้อที่มีไนโตรเจนเพียงพอจะมีการเจริญเติบโตอย่างสมบูรณ์ โดยทั่วไปแล้วกิ่งและใบจะเจริญอย่างหนาแน่น ใบเขียวเข้มและมีขนาดใหญ่ ท้อที่ได้รับไนโตรเจนต่ำผลจะมีขนาดเล็ก ผิวผลแดง และแก่ก่อน จำนวนครั้งในการเก็บเกี่ยวน้อยมีเพียง 1-2 ครั้ง แต่ถ้าไนโตรเจนเพียงพอ ครั้งแรกจะเก็บเกี่ยวผลผลิตได้น้อย ครั้งที่ 2 และ 3 จะเก็บเกี่ยวได้มาก (Teskey and Shoemaker, 1978) ส่วนท้อที่ได้รับไนโตรเจนมาก การสุกแก่จะล่าช้าออกไป ผลจะนุ่ม มีสีเหลืองหรือแดงค่อนข้างน้อย สีผิวไม่สวย ผลไม่หวาน แต่จะให้ผลผลิตปริมาณมาก (Marcelle, 1995) นอกจากนี้ยังพบว่า ถ้าไนโตรเจนต่ำการติดผลจะลดลง และถ้าให้ไนโตรเจนกับต้นท้อที่ขาด การติดผลจะเพิ่มขึ้น 48 เปอร์เซ็นต์ (George and Nissen,1992) การให้ไนโตรเจนมาก ทำให้การเจริญเติบโตทางกิ่งใบอย่างรวดเร็ว ทำให้ทรงพุ่มบังกัน ทำให้กิ่งแขนงลดการเจริญเติบโต (Campbell *et al.*, 1995) และการให้ปุ๋ยไนโตรเจนควรจะให้เพียงครั้งเดียว เพราะการแบ่งให้หลาย ๆครั้ง มีผลทำให้ได้ผลผลิตน้อยกว่าการให้เพียงครั้งเดียว (Meheriuk *et al.*, 1995)

2.6.2.ฟอสฟอรัส

ท้อที่ขาดฟอสฟอรัสมีอาการใบแก่จะลายเป็นทาง บริเวณแผ่นใบมีสีเขียวอ่อน แต่เส้นใบมีสีเขียวเข้ม ใบจะร่วงก่อนกำหนด โดยจะร่วงจากโคนกิ่งไปสู่ปลายกิ่ง และถ้าอุณหภูมิต่ำทำให้ก้านใบมีสีม่วง ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการดูดธาตุฟอสฟอรัส ได้แก่ อุณหภูมิ แสง และออกซิเจน โดยอุณหภูมิต่ำมีผลทำให้การดูดธาตุฟอสฟอรัสลดน้อยลง ในกลุ่มธาตุอาหารหลัก อัตราการดูดธาตุฟอสฟอรัสจะน้อยที่สุด การให้ฟอสฟอรัสจะไปเพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุไนโตรเจนในรูปแอมโมเนีย ฟอสฟอรัสที่มากเกินไปจะไปลดการดูดธาตุเหล็กและสังกะสี ดินที่มีสภาพเป็นกรดจะตรึงธาตุฟอสฟอรัสไว้จะมีเหล็กและธาตุอะลูมิเนียมละลายออกมามาก นอกจากนี้ดินสภาพเป็นกรดมักจะขาดแมกนีเซียม และแคลเซียม ดังนั้นดินที่ขาดแมกนีเซียมและแคลเซียมมักจะขาดฟอสฟอรัสไปด้วย (Teskey and Shoemaker, 1978) ปริมาณฟอสฟอรัสจะสัมพันธ์โดยตรงกับคุณภาพของผล ได้แก่ ปริมาณกรดและน้ำตาล แต่ผกผันกับการต้านทานความเย็นของผล (Marcelle, 1995)

ปริมาณฟอสฟอรัสในชั้นดินระดับ 0-15 เซนติเมตรจะลดลงอย่างรวดเร็ว ตามด้วยระดับ 16-30 เซนติเมตร ส่วนชั้นดินที่ลึกกว่า 30 เซนติเมตร มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก และการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของฟอสฟอรัสจะเกิดขึ้นในอัตราสูงในช่วงที่มีการเจริญเติบโตทางกิ่งใบและผลอย่างรวดเร็ว เป็นผลทำให้เกิดการขาดฟอสฟอรัสในเดือนกรกฎาคม (Sandhu and Kanwar, 1987)

2.6.3. โปแตสเซียม

ปริมาณโปแตสเซียมในใบจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับขนาดของผล โดยปริมาณโปแตสเซียมในใบน้อยมีผลทำให้ขนาดของผลเล็กลง เมื่อโปแตสเซียมในใบมากผลจะมีขนาดใหญ่ และโปแตสเซียมในใบที่ระดับ 1.2 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลขนาดใหญ่ที่สุด จากนั้นขนาดของผลจะคงที่ (Childers, 1983) นอกจากนี้ยังสัมพันธ์โดยตรงกับอัตราการบานของดอก การเจริญเติบโตของลำต้น ปริมาณผลผลิต (Szucs, 1986) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Marcelle, 1995)

การให้โปแทชจะแก้ไขปัญหาการขาดธาตุโปแตสเซียม โดยพบว่าการให้โปแทชในดินที่ขาดธาตุโปแตสเซียมจะสามารถเพิ่มขนาดของผลได้ 8 เปอร์เซ็นต์ และการให้โปแทชทางใบกับต้นท้อที่ปลูกในดินที่มีปริมาณโปแตสเซียมเพียงพอในช่วงดอกบานถึงเก็บเกี่ยวจะไม่ส่งผลต่อขนาดของผลท้อ (Campbell *et al.*, 1995)

2.6.4.โบรอน

ปริมาณโบรอนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของท้ออยู่ระหว่าง 26-50 มก./ก.ก. ถ้าในเดือนพฤษภาคมใบมีปริมาณโบรอนมากกว่า 130 มก./ก.ก. ในเดือนกรกฎาคมมีระหว่าง 50-80 มก./ก.ก. ต้นท้อจะแสดงอาการเป็นพิษ (Neilsen *et al.*, 1985) อาการที่ท้อได้รับโบรอนมากเกินไปคือ ใบผิดรูป กิ่งลีบ ปลายกิ่งแห้ง มีแผลตามกิ่ง และมียางไหล โดยเฉพาะตามง่าม เปลือกหยาบและขรุขระ เลนติเซล (lenticel) จะชัดเจน บริเวณเนื้อเยื่อใกล้ตาจะโป่นออก มีการพัฒนาของตาข้างเป็นจำนวนมาก ทำให้การเจริญเติบโตเป็นกระจุก ทำให้ผลผลิตลดลง (Dye *et al.*, 1985) นอกจากนี้การเจริญเติบโตของดอกจะลดลง ตาดอกร่วง (Okino and Toyota, 1986) อาการอื่นๆที่พบจากการขาดธาตุโบรอนคือ การทำลายการพักตัวจะล้มเหลว เนื้อไม้ตาย และมีจุดสีน้ำตาลดำในเนื้อผล เนื้อเยื่อในใบในชั้นพาลิเสตมีโซฟิลล์ (palisade mesophyll) และสปองจีมีโซฟิลล์ (spongy mesophyll) จะมีขนาดเล็ก มีอาการด่างที่เนื้อเยื่อลำเลียงอาหารทั้งที่ลำต้นและใบ เปลือกและกิ่งจะแตก ทำให้ผลมีลักษณะเป็นคอร์ก (corky) เนื่องจากเกิดการสร้างซูเบอลิน (suberin) ในผนังเซลล์ และมีผลต่อการติดผล (Teskey and Shoemaker, 1978)

ปริมาณโบรอนที่ใบจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับอาการที่แสดงออกของท้อ ท้อจะแสดงอาการขาดรุนแรงถ้าในใบมีโบรอนน้อยกว่า 10 ส่วนต่อล้านส่วน (สตล) แสดงอาการขาดเมื่อมีโบรอน 10-17 สตล ปริมาณต่ำเมื่อมีโบรอน 18-30 สตล ปริมาณเหมาะสมเมื่อมีโบรอน 31-59 สตล สูงเกินเมื่อมีโบรอน 60-80 สตล และถ้าวิเคราะห์โบรอนในผล ปริมาณโบรอนก็จะมีความสัมพันธ์กับอาการเช่นกัน โดยท้อจะแสดงอาการขาดถ้าในผลมีโบรอนน้อยกว่า 10 สตล อาการปกติเมื่อมีโบรอน 11-22 สตล และมากเกินไป เมื่อมีโบรอน 44-124 สตล (Teskey and Shoemaker, 1978)

2.6.5.สังกะสี

ท้อที่ขาดสังกะสีมีอาการใบม้วนงอ ผิวใบเป็นคลื่น ใบปลายกิ่งจะด่าง ถ้าขาดอย่างรุนแรง ใบเป็นกระจุกที่ปลายกิ่ง ใบเล็ก แข็ง และไม่มีก้านใบ จากการวิเคราะห์พบว่า ท้อจะแสดงอาการขาดสังกะสี ถ้าในใบมีสังกะสี 10.3 สตล เมื่อเปรียบเทียบกับสังกะสีในใบท้อที่ปกติ 19.2 สตล (Teskey and Shoemaker, 1978)

2.6.6.แมกนีเซียม

แมกนีเซียมเป็นธาตุอาหารเพียงธาตุเดียวที่เป็นส่วนประกอบของคลอโรฟิลล์ มีส่วนช่วยให้พืชดูดธาตุฟอสฟอรัส และธาตุอื่นที่ดูดยากดูดได้ดีขึ้น พบว่าพืชที่มีแมกนีเซียมเพียงพอมักจะไม่ขาดฟอสฟอรัส ท้อที่ขาดแมกนีเซียมจะมีอาการผิดปกติคือ ขอบใบด่างและแผ่นใบเป็นจุดด่าง (Teskey and Shoemaker, 1978)

2.6.7.แมงกานีส

ท้อที่ขาดแมงกานีสแสดงอาการแผ่นใบเป็นจุดด่าง ซึ่งอาการนี้สามารถแก้ไขได้โดยการฉีดพ่นแมงกานีสซัลเฟต ในฤดูร้อนอาการขาดแมงกานีสจะรุนแรงขึ้น ถ้าดินมีสภาพเป็นกรดเป็นด่างมากกว่า 6.5 และมีสภาพแห้งแล้ง (Teskey and Shoemaker, 1978)

2.6.8.เหล็ก

ในสภาพดินเป็นด่างท้อจะแสดงอาการขาดธาตุเหล็ก โดยใบอ่อนจะมีสีเขียวอ่อน เส้นใบมีสีเขียว ใบอาจจะเหลืองทั้งใบ หรือมีสีขาว และอาจจะตาย โดยทั่วไปแล้วอาการขาดจะเกิดขึ้นกับบางส่วนของทรงพุ่มเท่านั้น ในสภาพดินเป็นกรดและมีธาตุเหล็กน้อย และดินกรดที่มีแมงกานีสและทองแดงมาก จะไปชัดขวางการใช้ธาตุเหล็กถึงแม้ในดินจะมีธาตุเหล็กมากก็ตาม ท้อก็จะแสดงอาการขาดธาตุเหล็กได้ (Teskey and Shoemaker, 1978) การพ่นเหล็กคีเลทกับต้นท้อที่แสดงอาการใบด่างจากการขาดธาตุเหล็กจะสามารถลดอาการนี้ได้ มีผลทำให้คุณภาพของผลของท้อดีขึ้น (Singh *et al.*,1986) จากการวิเคราะห์ใบในท้อพันธุ์ฟลอดาซัน ท้อจะแสดงอาการขาดถ้าในใบมีปริมาณเหล็กน้อยกว่า 51

สตล. และท้อที่ขาดธาตุเหล็กในใบจะมีส่วนประกอบของปริมาณธาตุทองแดงและแมงกานีสมากกว่าต้นท้อที่ปกติ (Potalia *et al.*, 1986)

2.6.9.แคลเซียม

อาการที่ท้อได้รับแคลเซียมในปริมาณต่ำ ได้แก่ การเจริญเติบโตของรากจะจำกัด ปลายยอดตาย ใบเป็นจุดด่างน้ำตาล กลางใบเป็นจุดน้ำตาลใหญ่ ใบปลายกิ่งม้วนงอ และเป็นสีอมเหลือง ผลจะมีเลนติเซล ขนาดใหญ่ และอาจจะแตก เสียหายได้ง่ายเมื่อนำไปเก็บรักษา อาจจะเกิดซันสคอลด์ (sunscald) คอร์ค (cork) สคอลด์ (scald) และ บิทเทอร์พิท (bitter pit) ได้มากกว่า (Childers, 1983) แต่ถ้ามีปริมาณแคลเซียมมากท้อจะแสดงอาการใบด่าง (Fineto and Elward, 1990) การพ่นสารละลายแคลเซียม 300 สตล ก่อนการเก็บเกี่ยวมีผลไปเพิ่มความแน่นเนื้อ แต่ทำให้ขนาดของผลลดลง (Facteau, 1986) มีผลทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ลดลง เพราะแคลเซียมมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Marcelle, 1995)

2.6.10.กำมะถัน

อาการที่ท้อได้รับปริมาณในปริมาณต่ำได้แก่ ใบปลายกิ่งจะเหลืองก่อน จากนั้นอาการใบเหลืองจะเกิดกับพืชทั้งต้น การเจริญเติบโตจะลดลง การติดผลและคุณภาพผลจะลดลง (Childers, 1983)