บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

บทบาทและหน้าที่ของไนโตรเจนในพืช

ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช รากพืชดูดไนโตรเจนจากดินมาใช้ในรูปของเกลือไนเตรต (NO_3^-) และเกลือแอมโมเนียม (NH_4^+) (สมบุญ, 2538) แต่พความสามารถในการดึงไนโตรเจนทั้ง 2 รูปแบบไปใช้ได้ต่างกันเนื่องจากข้อจำกัดทางชีวเคมีภายในต้นพืช (Haynes, 1986) รายงานของ King *et al.* (1995) กล่าวว่าความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนเปลงทางสัณฐานวิทยาและความต้องการไนโตรเจนที่ทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดเกิดจากการให้ไนโตรเจนในรูปที่เหมาะสมและตรงกับเวลาที่พืชต้องการ ในพืชบางชนิดจะมีจุลินทรีย์ช่วยตรึงไนโตรเจนจากอากาศและเปลี่ยนมาเป็นรูปเกลือไนเตรตที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ เช่น ในรากพืชตระกูลถั่วมีไรโซเบียมช่วยตรึงไนโตรเจนจากอากาศให้พืชนำไปใช้ได้ นอกจากนี้พืชอาจได้รับไนโตรเจนในรูปสารอินทรีย์ เช่น ยูเรีย เป็นต้น (สมบุญ, 2538)

ไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของ โปรตีน กรดอะมิโน กรดนิวคลีอิก คลอโรฟิลล์ พอร์ไฟริน โคเอนไซม์ ฮอร์โมนบางชนิด และสารประกอบอื่นๆ ไนโตรเจนในพืชประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในคลอโรพลาสต์

ไนโตรเจนในดินจะสูญเสียง่ายโดยถูกชะล้าง (leaching) ในรูปเกลือไนเตรต หรือเกิดการระเหย (volatilization) ในรูปแอมโมเนีย เนื่องจากไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารหลักที่พืชต้องการในปริมาณมาก เมื่อพืชขาดไนโตรเจนจะเกิดอาการคลอโรซิส (chlorosis) คือใบจะมีสีเหลืองเนื่องจากขาดคลอโรฟิลล์ โดยปรากฏในใบแก่ที่อยู่ส่วนล่างก่อน ไนโตรเจนเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ในท่ออาหารได้ดี ใบอ่อนในระยะแรกจะยังคงมีธาตุนี้อยู่โดยได้รับจากใบแก่ที่อยู่ด้านล่าง ถ้าไนโตรเจนมีอยู่น้อยมาก ใบด้านล่างที่เหลืองจะหลุดร่วงจากต้นและค่อยๆลุกลามไปยังใบอ่อนที่อยู่ด้านบน ทำให้ใบอ่อนมีสีเขียวซีดและเหลือง หลังจากนั้นการเจริญของส่วนยอดจะหยุดชะงัก ลำต้นแคระแกร็น ส่วนรากจะแผ่ขยายมาก และพืชจะตายในที่สุด

สำหรับพืชที่ได้รับไนโตรเจนมากเกินไป พืชจะมีการเจริญทางวัฒภาค (vegetative growth) มาก ใบจะมีสีเขียวเข้ม มีการขยายเพิ่มขนาดและปริมาณของเซลล์ทำให้ใบมีขนาดใหญ่ ปริมาณของใบมาก การออกดอกและผลจะช้าลง ในมันฝรั่งที่ได้รับไนโตรเจนมากเกินไปทำให้

เกิดการสร้างใบมาก ในขณะที่รากเจริญน้อยและการสร้างลำต้นใต้ดินที่สะสมอาหารลดลงด้วย แต่เป็นผลดีสำหรับพืชพวกผักที่ทำให้มีการเจริญของใบดี (สมบุญ, 2538)

ความต้องการธาตุไนโตรเจนของพืชขึ้นอยู่กับชนิดของพืช อายุของพืช และฤดูกาล นอกจากนี้เนื้อเยื่อแต่ละส่วนก็ต้องการปริมาณธาตุไนโตรเจนต่างกัน โดยเฉลี่ยธาตุไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบของพืชไม่เกิน 2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง รูปหลักของไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชคือ ไนเตรต (NO_3^-) และแอมโมเนียม (NH_4^+) ไนเตรตเป็นรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเด่นชัดกว่า

ในพืชมีสารประกอบไนโตรเจนอยู่ปริมาณมากทั้งอยู่ในรูปสารอินทรีย์และอนินทรีย์ แต่ปกติมักอยู่ในรูปอนินทรีย์ในสัดส่วนที่ต่ำ ไนโตรเจนที่พืชดูดไปใช้ส่วนใหญ่เป็นรูปไนเตรต ซึ่งเป็นอนินทรีย์รูปเดียวที่อาจสะสมในพืชโดยไม่เกิดผลเสียหายแก่พืช พืชจะต้องรีดิวซ์ไนเตรตไปเป็นเอมโมเนียก่อนที่จะนำไปสร้างเป็นสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจน

สารประกอบไนโตรเจนชนิดต่างๆ ที่อยู่ในพืชส่วนใหญ่เป็นอินทรียสารและส่วนใหญ่อยู่ในรูปโปรตีนที่ต่อกันด้วยโมเลกุลของกรดอะมิโน กรดอะมิโนได้จากสารคาร์โบไฮเดรตที่ถูกออกซิไดซ์มาเป็นกรดอินทรีย์ เมื่อทำปฏิกิริยารวมกับแอมโมเนียมอิออน (NH_4^+) ในเซลล์พืชได้เป็นกรดอะมิโนซึ่งถูกลำเลียงไปใช้สังเคราะห์โปรตีนที่ไรโบโซม (นพดล, 2538)

โปรตีนเป็นสารประกอบที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ประกอบด้วยกรดอะมิโนชนิดต่างๆ ซึ่งยึดอยู่ที่ amino group ($-NH_2$) และ carboxyl group (-COOH) โปรตีนของพืชทั่วไปประกอบด้วยกรดอะมิโน 21 ชนิด นอกจากนี้ยังมีกรดอะมิโนชนิดพิเศษที่พบในพืชบางชนิดและกรดอะมิโนที่อยู่อย่างอิสระในพืช

โปรตีนเป็นองค์ประกอบหลักของโปรโตพลาสซึม โปรตีนหลายชนิดเป็นเอนไซม์ บางชนิดอยู่ในรูปนิวคลีโอโปรตีน บางส่วนของนิวคลีโอโปรตีนอยู่ในโครโมโซม ในนิวคลีโอโปรตีนไนโตรเจนอยู่ในรูปโปรตีนและกรดนิวคลีอิก ดังนั้นโปรตีนจึงทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นและตัวนำในกระบวนการเมตาโบลิซึม นอกจากไนโตรเจนจะมีบทบาทในโปรตีนแล้วยังเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ เป็นธาตุที่พบในฮอร์โมน และเป็นส่วนประกอบของสารพาพลังงานในกระบวนการหายใจที่มีชื่อว่า adenosinetriphosphate (ATP)

เนื่องจากไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบหลักของสารหลายๆอย่างในกระบวนการเมตาโบลิซึม ความต้องการไนโตรเจนในพืชจึงขึ้นกับการเจริญเติบโตของพืช ขั้นแรกของการรับเอาไนเตรตของพืชนั้น พืชจะต้องรีดิวซ์ไปเป็นแอมโมเนียม ในพืชหลายๆชนิดเกิดขึ้นในใบโดยอาศัยเอนไซม์ไนเตรตรีดักเตส (nitrate reductase) (อำนาจ, 2525)

บทบาทของไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของส้ม

ไนโตรเจนมีบทบาทที่สำคัญมากในการเจริญเติบโตและการผลิตส้ม ถ้ามีการขาดไนโตรเจนใบอ่อนจะมีขนาดเล็กและมีสีเขียวอ่อนถึงสีเหลืองอมเขียว การเจริญเติบโตโดยทั่วไปจะถูกยับยั้งและใบจะไม่ดก ต้นที่ขาดไนโตรเจนมากเป็นช่วงเวลายาวนานต่อเนื่องกันจะประสบความล้มเหลวที่จะผลิตได้ในเชิงการค้า อาการขาดไนโตรเจนที่เด่นชัดที่สุดบนส้มเกลี้ยงพันธุ์ Valencia คือ ใบจะบางและร่วงก่อนที่ใบจะแก่ ในรัฐฟลอริดาการให้ปุ๋ยไนโตรเจนประจำปีแก่ส้มเกลี้ยงใช้ 150-200 ปอนด์/เอเคอร์ พบว่า พอเพียงต่อการให้ผลผลิตสูงที่สุดและที่มีคุณภาพดี อัตราการให้ไนโตรเจนที่พอดีที่สุดสำหรับส้มเกลี้ยงพันธุ์ Navel ที่โตเต็มที่ควรให้ไนโตรเจนจำนวน 900 กรัม/ต้น โดยมีการให้ในฤดูหนาว ไนโตรเจนจากไนเตรตทำให้พืชนำไปใช้ได้อย่างรวดเร็ว และถ้าให้แอมโมเนียซัลเฟตจะทำให้ดินชั้นล่างเป็นกรด จากการศึกษาการปลูกส้มในดินเหนียวในรัฐแคลิฟอร์เนีย แสดงให้เห็นว่าไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียจะทำให้การเจริญเติบโตของพืชลดลงภายใต้สภาพของดินที่เป็นกรด และยังพบอีกว่าการให้ไนโตรเจนสูงในรูปของแอมโมเนียมไนเตรตจะลดความหนาแน่นของรากในสวนส้มที่อายุยังน้อย ไนโตรเจนอีกรูปแบบหนึ่งที่พืชต้องการควรจะเป็นไนโตรเจนในรูปของอินทรียวัตถุ และการให้ปุ๋ยยูเรียที่มีส่วนประกอบของไบยูเรตต่ำจะเป็นประโยชน์ในระดับหนึ่ง (สัมฤทธิ์, 2538)

Ghosh and Das (1999) รายงานว่า การให้ปุ๋ยกับต้น Kagzi lime อายุ 9 ปี โดยให้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 200, 300 และ 400 กรัม/ต้น ปุ๋ยโปแตสเซียมในอัตรา 100, 200 และ 300 กรัม/ต้น และปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราคงที่ 100 กรัม/ต้น ในรูปของ P_2O_5 พบว่า เมื่อใช้ไนโตรเจน 300 กรัม/ต้นร่วมกับโปแตสเซียม 200 กรัม/ต้น ทำให้มีการเจริญเติบโตดีที่สุด นอกจากนี้ยังพบอีกว่า เมื่อใช้ไนโตรเจน 400 กรัม/ต้น ร่วมกับโปแตสเซียม 200 กรัม/ต้น ทำให้มีจำนวนผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นสูงที่สุด เมื่อใช้ควบคู่กับการให้ปุ๋ยทางใบในอัตราไนโตรเจน 2.15% ฟอสฟอรัส 0.29% และ โปแตสเซียม 1.55% ทำให้ผลผลิตมีคุณภาพดีขึ้น โดยทำให้ได้ปริมาณน้ำคั้น 46.3% ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ (TSS) 8.4% ปริมาณกรด 5.7% และวิตามินซี 45.8 มิลลิกรัม/น้ำคั้น100 มิลลิลิตร

Shirqure *et al.* (1999) รายงานว่า การให้ปุ๋ยกับต้นมะนาวอายุ 3 ปี โดยให้ไนโตรเจนในอัตรา 60-80 และ 100% มีผลทำให้ ความสูง เส้นรอบวง และปริมาตรทรงพุ่ม เพิ่มขึ้นสูงที่สุด ส่วนที่อัตราไนโตรเจน 80 % มีการเพิ่มขึ้นของไนโตรเจนในใบมากที่สุด

Nakhlla *et al.* (1998) รายงานว่า การให้น้ำในอัตรา 1500, 3000, 4500 และ 6000 ลูกบาศก์เมตร/fedden และให้ไนโตรเจนในอัตรา 30, 60, 90 และ 120 กิโลกรัม/fedden กับต้น

Navel orange อายุ 7 ปี ที่ปลูกบนต้นตอ Sour orange ในดินทราย พบว่า อัตราการให้ปุ๋ย และอัตราการให้น้ำที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้น้ำหนักผล ปริมาณน้ำคั้น ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ อัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรด ปริมาณวิตามินซี และน้ำตาลเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

Ezz and Kobbia (1999) รายงานการพ่นไนโตรเจนทางใบว่า น้ำหนักแห้งของใบ และความยาวยอดของต้น Balady mandarin เพิ่มขึ้น เมื่อให้ไนโตรเจนเพิ่มขึ้น (ในรูปของแอมโมเนียมไนเตรต) ในอัตรา 400 หรือ 800 กรัม/ต้น 1 ปี และ โมลิบดินัม (Mo) 0, 1.0, 1.5, 2.0 หรือ 2.5 ส่วนต่อล้าน (ppm) (ในรูปของแอมโมเนียมโมลิบเดต) พบว่า ปริมาณไนโตรเจน และปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มอัตราการให้ไนโตรเจนและโมลิบดินัม พบว่า การเพิ่มไนโตรเจน และโมลิบดินัม มีผลทำให้จำนวนผลผลิต น้ำหนัก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผล ปริมาณน้ำคั้น และปริมาณวิตามินซีเพิ่มขึ้นอีกด้วย แต่พบว่าความหนาของเปลือกและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ลดลงเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของโมลิบดินัม

Sabbah *et al.* (1997) รายงานว่า ผลของแอมโมเนียมซัลเฟตหรือยูเรียในอัตราที่แตกต่างกัน (0, 250, 500, 750 หรือ 1000 กรัม/ต้น) ต่อปริมาณผลผลิต คุณภาพผลผลิต และปริมาณธาตุอาหารในใบของส้ม Valencia ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่จำนวนผลผลิต และคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของผล มีการตอบสนองไปในทางที่ดีขึ้นเมื่ออัตราของไนโตรเจนเพิ่มสูงขึ้น เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (control) และที่อัตราของไนโตรเจนที่ต่ำที่สุด การให้แอมโมเนียมซัลเฟตทำให้ปริมาณไนโตรเจนในใบสูงขึ้นเมื่อเทียบกับการให้ยูเรีย นอกจากนี้อัตราไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อปริมาณไนโตรเจนในใบที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และอัตราไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้แมกนีเซียม ทองแดง ในใบสูงขึ้นตามไปด้วย และมีผลทำให้เหล็กและแมงกานีสในใบสูงขึ้นอีกเล็กน้อย แต่จะทำให้โปแตสเซียมและโซเดียมในใบลดลง อย่างไรก็ตามอัตราการให้ไนโตรเจนที่ต่างกัน ไม่มีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัส แคลเซียม และสังกะสีในใบ

Kohli and Srivastava (1997) รายงานว่า ในส้มพันธุ์ที่ต่างกันต้องการ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม ในปริมาณที่ต่างกัน โดยอยู่ระหว่าง 300-500, 200-250, 100-400 กรัม/ต้น ตามลำดับ และยังพบว่า การพ่นซิงค์ซัลเฟต ($ZnSO_4$) เข้มข้น 0.25-0.5% ช่วยลดการขาดสังกะสีในส้ม

Govind *et al.* (1997) รายงานว่า การให้ไนโตรเจนในอัตรา 400, 600 หรือ 800 กรัม/ต้น ฟอสฟอรัสในอัตรา 300, 400 หรือ 500 กรัม/ต้น และโปแตสเซียม 400 หรือ 600 กรัม/ต้น แก่ต้น Khasi mandarins (*Citrus reticulata* (Blanco)) พบว่า เมื่อเพิ่มไนโตรเจนจะมีผลทำให้ปริมาณ

ผลผลิต น้ำหนักผล ขนาดผล และองค์ประกอบทางเคมีของน้ำคั้นมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนความแตกต่างกันของอัตราความเข้มข้นของฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมไม่มีผลต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิต แต่อย่างไรก็ตามความหนาของเปลือก และปริมาณวิตามินซีลดลงเมื่อมีการเพิ่มอัตราของโปแตสเซียม ความสัมพันธ์กันระหว่างไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม มีผลต่อน้ำหนักผล จำนวนเมล็ดต่อผล และเปอร์เซ็นต์ของเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์อย่างมีนัยสำคัญ ถึงแม้ว่า ในด้านปริมาณและคุณภาพไม่มีผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญก็ตาม

Cheng *et al.* (1999) ได้ศึกษาถึงผลกระทบของความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในสารละลายธาตุอาหาร กับการดูดซึมธาตุอาหาร และปริมาณธาตุอาหารสะสมในใบส้ม Navel orange ที่ปลูกในทราย พบว่า ระดับธาตุอาหารในพืชจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของธาตุอาหารในสารละลายธาตุอาหาร หากความเข้มข้นของธาตุอาหารในสารละลายธาตุอาหารเพิ่มขึ้น ก็จะทำให้ธาตุอาหารในพืชเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

Koseoglu *et al.* (1995) รายงานถึงผลกระทบของปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม ที่มีผลต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตส้ม Satsuma mandarins บนต้นตอส้มสามใบ *(Poncirus trifoliata)* อายุ 7 ปี พบว่า ให้ผลผลิตสูงสุดเมื่อให้ไนโตรเจน 420 กรัม/ต้น ฟอสฟอรัส 323 กรัม/ต้น ในรูปของ P_2O_5 และโปแตสเซียม 355 กรัม/ต้น ในรูปของ K_2O และเมื่อเพิ่มอัตราของไนโตรเจนและโปแตสเซียม มีผลทำให้น้ำหนักผล ขนาดผล และความหนาของเปลือกเพิ่มขึ้น อัตราของโปแตสเซียมที่เพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) เพิ่มขึ้น แต่เมื่ออัตราของไนโตรเจนสูงขึ้นทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ลดลงเล็กน้อย

Ming (1999) รายงานว่า การให้ปุ๋ยยูเรีย 200 กรัมร่วมกับแคลเซียมซูเปอร์ฟอสเฟต 240 กรัมร่วมกับโปแตสเซียมคลอไรด์ 400 กรัม/ต้น แก่ต้น Satsuma mandarins อายุ 6 ปี พบว่าทำให้มีผลผลิตเพิ่มขึ้น และถ้าให้ยูเรีย 300 กรัม/ต้นร่วมกับแคลเซียมซูเปอร์ฟอสเฟต 285 กรัม/ต้นร่วมกับโปแตสเซียมคลอไรด์ 530 กรัม/ต้น ในระยะติดผลทำให้ค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น 0.93% และทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 18.6 กิโลกรัม/ต้น

Syvertsen and Smith (1996) ได้ศึกษาการให้ไนโตรเจนในอัตรา 79,108 และ 543 gN/tree ต่อปี และ 126,455 และ 868 gN/tree ในปีถัดมา กับต้น Redblush grapefruit บนต้นตอ Volkamer lemon และ sour orange พบว่า เมื่อเพิ่มอัตราของไนโตรเจนมีผลทำให้ปริมาตรทรงพุ่มเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งของราก และพบว่าเมื่ออัตราของไนโตรเจนสูงขึ้นบนต้นตอ Volkamer lemon มีผลผลิตเพิ่มขึ้น มีทรงพุ่มใหญ่กว่า และมีน้ำหนักแห้งของรากดีกว่า ให้ผลผลิตมากกว่าบนต้นตอ sour orange ส่วนต้นตอไม่มีผลต่อการสะสมไนโตรเจนในใบ

Lea – Cox and Syvertsen (1996) ได้ศึกษาการให้ไนโตรเจนในรูปของ แอมโมเนียมไนเตรต ในอัตรา 18 , 53 และ 105 mgN/สัปดาห์ กับต้น Volkamer lemon และ sour orange พบว่าปริมาณไนโตรเจนในใบเพิ่มมากขึ้น พื้นที่ใบ (LAI) เพิ่มขึ้นเมื่อให้ไนโตรเจนในอัตราที่สูงขึ้น ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์ไม่เพิ่มขึ้นเมื่อให้ไนโตรเจนเกิน 53 mgN/สัปดาห์

Huchche *et al.* (1998) รายงานว่า การให้ไนโตรเจนในอัตรา 200, 400, 600, และ 800 gN/plant ต่อปี กับต้น Napur mandarin อายุ 8 ปี พบว่ามีผลผลิตเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราของไนโตรเจนเพิ่มขึ้น

Martin *et al.* (1995) ศึกษาผลของอุณหภูมิกลางวันและกลางคืนต่อการเจริญเติบโตของต้น Eureka lemon โดยการเปรียบเทียบการปลูกในที่อุณหภูมิปกติ (29/21C day/night) และในที่อุณหภูมิสูง (42/32Cday/night) พบว่าในที่อุณหภูมิสูงต้นพืชต้นเล็กกว่า และมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ สูงกว่าในที่อุณหภูมิปกติ

Maust and Williamson (1994) ได้ศึกษาการให้ไนโตรเจนในรูปของ แอมโมเนียมไนเตรต ในอัตรา 0,12.5,25,50,100 และ 200 mg/liter หรือ ในอัตรา 0,3.13,6.25,12.5,25 และ 50 mg/liter กับต้น Hamlin orange บนต้นตอส้มหลายชนิด โดยให้ในปริมาณ 1 ลิตรต่อวัน พบว่าปริมาณไนโตรเจนในใบ ความยาวยอด ค่าดัชนีพื้นที่ใบ (LAI) น้ำหนักแห้งของราก กิ่งใบ และน้ำหนักแห้งรวมเพิ่มขึ้น เมื่อความเข้มข้นของไนโตรเจนเพิ่มขึ้นถึงค่าวิกฤติระดับหนึ่ง และหลังจากนั้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของไนโตรเจนขึ้นอีก ค่าการเจริญเติบโตต่างๆไม่มีค่าเพิ่มขึ้นอีก ซึ่งค่าวิกฤตินั้นจะอยู่ประมาณ 15-19 mg/liter

Intrigliolo and Intelisano (1997) ได้ศึกษาผลของไนโตรเจนที่อัตรา 0,60,80,120, และ 240 gN/tree ต่อปี กับต้น มะนาวฝรั่งพันธุ์ Femminello siracusano บนต้นตอ sour orange พบว่าปริมาณไนโตรเจนในใบสูงขึ้นเมื่อระดับความเข้มข้นของไนโตรเจนเพิ่มขึ้นและมีผลทำให้ปริมาณ ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม ในใบลดลง แต่ทำให้แมงกานีสในใบเพิ่มขึ้น และปริมาณไนโตรเจนในใบมีค่าอยู่ประมาณ 2.1 –2.4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งปริมาณไนโตรเจนในใบที่เหมาะสมของมะนาวมีค่าต่ำกว่าในใบส้ม และยังพบว่าการให้ไนโตรเจนในอัตราที่สูงขึ้นทำให้ปริมาณกรดและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณไนโตรเจนที่สูงเกินไปมีผลทำให้ยับยั้งการเจริญเติบโตทางกิ่งใบในต้นมะนาวที่อายุน้อย

Graves *et al.* (1989) ศึกษาผลของอุณหภูมิรากระหว่าง 18-36 องศาเซลเซียส กับต้น Red maple พบว่า ที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ความยาวยอดลดลงกว่าที่อุณหภูมิต่ำกว่า และน้ำหนักแห้งของกิ่งและรากลดลง 57 และ 68 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และยังมีผลไปยับยั้งการ

เจริญเติบโตของต้นตลอดจนการพัฒนาพื้นที่ใบและน้ำหนักแห้ง ค่าดัชนีพื้นที่ใบมีค่าดีที่สุดที่อุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส

ในมะม่วง การให้ไนโตรเจนอย่างพอเพียงจะชักนำการผลิใบได้เร็วขึ้น ซึ่งกระตุ้นให้เกิดการออกดอกในภายหลัง และการเพิ่มไนโตรเจนให้เป็น 9-10 เท่าแก่มะม่วงพันธุ์ Kent ที่เจริญเติบโตในดินทรายในฟลอริดาทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 3 เท่า การเพิ่มไนโตรเจนเพียงอย่างเดียวมีผลต่อการเพิ่มผลผลิตได้ดีเท่ากับเมื่อให้ไนโตรเจนร่วมกับ ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม และแมกนีเซียม และการให้ไนโตรเจนยังช่วยปรับปรุงคุณภาพของผลโดยการเพิ่มเปอร์เซ็นต์เนื้อของผลของมะม่วงพันธุ์ Bombay และพันธุ์ Alphonso การพ่นยูเรียเข้มข้น 4-6 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ขนาดความยาวของยอดมะม่วงพันธุ์ Langra และพันธุ์ Chausa เพิ่มขึ้น และยังทำให้จำนวนใบต่อกิ่ง พื้นที่ใบต่อยอดรวมถึงปริมาณไนโตรเจนในใบเพิ่มขึ้นด้วย การพ่นยูเรียเข้มข้น 2-4 เปอร์เซ็นต์ทุกๆ 4 เดือนทำให้ขนาดผล ปริมาณกรด ปริมาณวิตามินซี ปริมาณน้ำตาล และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะม่วงพันธุ์ Chausa เพิ่มขึ้น การให้ยูเรียในอัตรา 200 หรือ 400 กรัม/ต้น หรือพ่นยูเรียในอัตรา 1-2 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เพิ่มขนาดผล น้ำหนักผล ปริมาณน้ำตาล และปริมาณวิตามินซีของมะม่วงพันธุ์ Langra การพ่นยูเรียเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ผลมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นจาก 113 กรัม เป็น 143 กรัม ปริมาณวิตามินซีเพิ่มจาก 187 เป็น 202 mg/100g และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มจาก 11.9 เป็น 14.1 เปอร์เซ็นต์ การให้ไนโตรเจนในอัตราที่สูงถึง 600 กรัม/ต้น ส่งเสริมอย่างเด่นชัดในด้านความสูง เส้นรอบวงของลำต้น และการแผ่กิ่งก้านในมะม่วงพันธุ์ Fazli อายุ 20 ปี (สัมฤทธิ์, 2538)

ในฝรั่ง มีรายงานว่าการพ่นยูเรียเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ผลผลิต ปริมาณวิตามินซี ปริมาณน้ำตาล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีผลต่อปริมาณกรด และในอีกงานทดลองหนึ่งได้ทำการทดลองกับฝรั่งพันธุ์ Bangalore โดยการพ่นยูเรียเข้มข้น 1-2 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 3 ครั้งทุกๆ 15 วัน ก่อนการออกดอก พบว่า ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 12.6-45.3 เปอร์เซ็นต์ และมีผลทำให้ปริมาณวิตามินซี ปริมาณน้ำตาล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนในฝรั่งพันธุ์ Allahabad safeda มีผลผลิตสูงที่สุดเมื่อพ่นด้วยยูเรียเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ (สัมฤทธิ์, 2538)

ในสับปะรด การให้ไนโตรเจนส่งเสริมการสร้างใบและน้ำหนักของต้น แต่ไม่มีผลกระทบต่อการสร้างราก และยังมีการทดลองให้แอมโมเนียมซัลเฟตที่อัตรา 0,4,8,12,16,20 และ 24 gN/plant และกำหนดให้ฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมคงที่ พบว่าทำให้มีผลผลิตเพิ่มขึ้น แต่การให้ไนโตรเจนมากเกินไปทำให้การเจริญเติบโตลดลง และอัตราของไนโตรเจนที่สูงทำให้ผลมีเนื้อแน่น มีน้ำหนักมาก ปริมาณกรดต่ำลง และมีผลต่อการชะลอการสุกได้แต่ไม่เกิน 7 วัน

และจากการทดลองให้ไนโตรเจน 1 กรัม/ต้น พ่นในรูปของยูเรีย 2-4 ครั้งระหว่างฤดูการเจริญเติบโตทำให้น้ำหนักใบเพิ่มขึ้น 50 เปอร์เซ็นต์ และยังเพิ่มการออกดอกตามธรรมชาติขึ้นอีกเล็กน้อย ขนาดและน้ำหนักผลเพิ่มขึ้น น้ำหนักเฉลี่ยต่อผลเพิ่มขึ้น 27 และ 34 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพ่นยูเรีย 2 และ 4 ครั้งตามลำดับ ส่วนในอีกการทดลองพบว่า การพ่นยูเรียในอัตรา 2 กรัม/ต้น ทำให้น้ำหนักผลของสับปะรดพันธุ์ Cayenne เพิ่มขึ้น 14 เปอร์เซ็นต์ และยังทำให้ปริมาณกรดในผลลดลงและผลมีปริมาณน้ำเพิ่มขึ้น (สัมฤทธิ์, 2538)

ในองุ่น มีรายงานว่าการให้ไนโตรเจนเพียงครั้งเดียวในอัตรา 100 กิโลกรัม/เฮกตาร์ ในรูปของแอมโมเนียมซัลเฟตแก่องุ่นที่ปลูกในพื้นที่ชลประทาน ทำให้มีผลผลิตเพิ่มขึ้น และเพิ่มน้ำหนักแห้งของยอดแต่ปริมาตรรากไม่เปลี่ยน และเมื่อมีการให้ไนโตรเจนในปริมาณที่สูงขึ้น การเจริญเติบโตของรากลดลงแต่น้ำหนักแห้งของยอดยังเพิ่มขึ้น และการให้ไนโตรเจนสูงมาก น้ำหนักกิ่งลดลง สัดส่วนกิ่ง/รากกว้างขึ้น และในลิ้นจี่อายุ 12 ปี การเพิ่มไนโตรเจนจาก 0.25-1 กิโลกรัม/ต้น/ปี พบว่าเพิ่มเปอร์เซ็นต์การติดผล ความยาวและเส้นผ่าศูนย์กลางผล ตลอดจนน้ำหนักผลมีค่าเพิ่มขึ้น (สัมฤทธิ์, 2538)

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University