บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

กล้วยไม้เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (Subclass Monocotyledoneae) อยู่ในวงศ์ Orchidaceae (Dressler, 1981) พบอยู่ในโลกนี้มีอยู่ประมาณ 15,000 – 30,000 ชนิด (species) และมากกว่า 800 สกุล (genera) ซึ่งนับว่าเป็นวงศ์ที่ใหญ่ที่สุดวงศ์หนึ่งของพืชมีดอก (ครรชิต, 2547) ในประเทศไทยเป็นแหล่งกำเนิดกล้วยไม้มากถึง 155 สกุล (genus) ที่พบและจำแนกแล้วถึง 1,157 ชนิด (species) โดยพบแหล่งกำเนิดทั้งบนพื้นดิน พื้นหิน บนต้นไม้ และที่ชื้นแฉะ เป็นต้น (อรพรรณ, 2542)

กล้วยไม้สกุลช้าง (*Rhynchostylis*)

กล้วยไม้สกุลช้าง อยู่ในเผ่า Vandeae และเผ่าย่อย Sarcanthinae มีถิ่นกำเนิดอยู่ในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่นประเทศไทย พม่า มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ ประเทศในแถบอินโดจีน อินเดีย ศรีลังกา ภาคใต้ของหมู่เกาะในทะเลจีนและหมู่เกาะอินเดียตะวันออก กล้วยไม้สกุลช้างที่พบตามธรรมชาติมี 4 ชนิด คือ ช้างกระ (*Rhynchostylis gigantea* (Lindley) Ridl.) เขาแกะ (*Rhynchostylis coelestis* Rchb. F.) ไอยเรศหรือพวงมาลัย (*Rhynchostylis retusa* (L.) Blume) (ชวลิต, 2542) และช้างฟิลิปปินส์ (*Rhynchostylis praemorsa* (Willdenow) Blume) (Cootes, 2001) สำหรับ 3 ชนิดแรกมีแหล่งกำเนิดในประเทศไทยและประเทศใกล้เคียง ส่วนช้างกระที่พบในประเทศไทยมีการกระจายอยู่ทุกภาคของประเทศไทย ยกเว้นภาคใต้ (อบฉันท์, 2543) นอกจากนี้แล้วกล้วยไม้ช้างกระแบ่งสายพันธุ์ (variety) ต่าง ๆ ตามลักษณะสีดอก ได้แก่ ช้างเผือก (var. *harrisonianum* Holtt.) ช้างแดง (var. *rubrum* Sagarik) และช้างประหลาดหรือช้างพลาย (ณัฐา, 2548)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

กล้วยไม้ช้างกระมีการเจริญเติบโตแบบฐานเดี่ยว (monopodial) คล้ายแวนด้า (ชวลิต, 2542) มีลำต้นทรง เตี้ยสั้น แข็งแรงเป็นลำต้นแท้คือ มีข้อ ปล้องเหมือนกับลำต้นของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวทั่ว ๆ ไป ส่วนเหนือข้อมีตาซึ่งสามารถเจริญเป็นหน่อใหม่ และช่อดอกได้ (มลิวัลย์, 2539) ลักษณะใบมีขนาดใหญ่ หนา อวบน้ำ และเหนียว ขนาด 4 - 6 (ถึง 8) × 15 - 30 ซม. เรียงตัวสลับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ซ้ายขวาค่อนข้างถี่ ปลายใบหยักมน หรือเป็นฟันแหลมไม่เท่ากัน ใบอาจมีลายเป็นเส้นขนานหลายเส้นตามความยาวใบ หรืออาจไม่มีลาย (มาลินี, 2542 ; อบฉันท์, 2549) ส่วนรากมีขนาดใหญ่และยาว มีระบบรากแบบรากอากาศ แขนงรากหยาบ เซลล์ที่ผิวรากทำหน้าที่ดูดน้ำ เก็บน้ำและลำน้ำไปตามรากได้เป็นอย่างดี ทำให้สามารถทนต่อความแห้งแล้งได้ดี ส่วนของปลายรากสด มีสีเขียวของคลอโรฟิลล์เห็นได้ชัด สามารถทำหน้าที่ปรุงอาหารได้เมื่อมีแสงสว่าง นอกจากนี้แล้วรากยังมีหน้าที่เกาะเครื่องปลูก เกาะต้นไม้เพื่อให้ลำต้นทรงตัวอยู่ได้ (มลิวัลย์, 2539 ; ชวลิต, 2542) ช่อดอกห้อยเป็นพวง เป็นรูปทรงกระบอก ดอกแน่น กลิ่นหอมมาก ช่อดอกยาว 20 – 30 ซม. จำนวนดอก 50 ดอกต่อช่อ ดอกขนาด 3 – 4 ซม. กลีบดอกมีสีขาวแต้มด้วยสีม่วงแดง กระจายทั่วกลีบ ปากมีสีม่วงแดง นอกจากนั้นแล้ว กล้วยไม้ช้างมีการแบ่งสายพันธุ์ตามลักษณะสีของดอก กล่าวคือ ช้างเผือกมีกลีบดอกและปากมีสีขาวล้วน ส่วนช้างแดง มีกลีบดอกและปากสีแดงอมม่วง และช้างประหลาดหรือช้างพลาย ซึ่งดอกมีจุดหรือแต้มสีม่วงแดงมากกว่าช้างกระ (ณัฐา, 2546)

ลักษณะการเจริญเติบโตและการออกดอก

กล้วยไม้สกุลช้างเป็นกล้วยไม้ที่มีการเจริญเติบโตแบบไม่แตกกอ (monopodial) มีการเจริญเติบโตขึ้นไปทางส่วนยอด คือการเกิดใบ เกิดจากส่วนของปลายยอดเพียงอย่างเดียว มีการเพิ่มความสูงของต้นขึ้นไปเรื่อยๆ ไม่มีที่สิ้นสุด แต่ในกรณีที่ปลายยอดโดนทำลายจะเกิดหน่อใหม่บริเวณโคนต้น ส่วนโคนต้นจะออกรากไล่ตามขึ้นไป ช่อดอกแทงออกทางด้านข้างของลำต้นระหว่างใบต่อใบ และในระหว่างการออกดอกไม่มีการแตกยอดใหม่ (มลิวัลย์, 2539) ธรรมชาติของกล้วยไม้ช้างกระมีการเจริญเติบโตค่อนข้างช้า ออกดอกเมื่ออายุประมาณ 4 ปี จากเมล็ดที่งอกตามต้นไม้ใหญ่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ บางแหล่งอาจใช้เวลานานถึง 5 ปี จึงออกดอกให้เห็นในธรรมชาติ แต่ปัจจุบันมีเทคโนโลยีการเพาะเมล็ดและการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในสภาพปลอดเชื้อที่ทันสมัยขึ้นสามารถขยายพันธุ์เพิ่มปริมาณต้นไม้ได้มากขึ้นหลายเท่าตัว กล้วยไม้ช้างกระที่ได้จากการขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเมล็ดและการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมีการปรับตัวด้านการเจริญเติบโตจากการได้รับอาหารสังเคราะห์อย่างและสภาพแวดล้อมอย่างเหมาะสมส่งผลให้มีการเจริญเติบโตเร็วกว่าสภาพธรรมชาติ ลักษณะต้นมีความแข็งแรง ปลูกเลี้ยงและเจริญเติบโตได้ง่ายขึ้น จึงส่งผลให้ต้นกล้วยไม้ช้างกระที่ปลูกเลี้ยงวิธีดังกล่าวสามารถออกดอกได้ภายใน 3-3.5 ปี (นับจากเพาะเมล็ด) (ภาพที่ 1) (ณัฐดนัย, 2551) กล้วยไม้สกุลนี้ออกดอกเพียงปีละครั้ง แต่จะออกดอกพร้อมกันครั้งละหลายๆ ช่อ (โครงการหนังสือเกษตรชุมชน, 2542) มีการเจริญและออกดอกได้ดีที่อุณหภูมิ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กลางวันและกลางคืนแตกต่างกันค่อนข้างมาก โดยมีอุณหภูมิกลางคืนเฉลี่ย 16 – 18 องศาเซลเซียส (Grove, 1995) และดอกบานในช่วงเดือนมกราคม ถึง กุมภาพันธ์ ของทุกปี (ณัฐา, 2548)

ภาพที่ 1 วงจรการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ช้างกระจากการเพาะเมล็ด
ที่มา : ณัฐดนัย (2551)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของพืช

กระบวนการเจริญเติบโตและการออกดอกของพืชนั้น นอกจากจะถูกควบคุมด้วยปัจจัยภายในที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรมแล้ว สิ่งที่มีอิทธิพลต่อการควบคุมกลไกการทำงานทางสรีรวิทยาของพืชยังประกอบไปด้วยปัจจัยภายต่าง ๆ ได้แก่

1. แสง (ชวนพิศ, 2544; โสระยา, 2547; สมบุญ, 2548)

แสงมีบทบาทหลักที่สำคัญต่อกระบานการสังเคราะห์แสงซึ่งเป็นกระบวนการพื้นฐานที่พืชสีเขียวนำพลังงานแสงเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมีมาใช้ในการสร้างอาหารจากโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ เป็นคาร์โบไฮเดรต คือ น้ำตาลหรือแป้ง รวมทั้งปลดปล่อยออกซิเจนออกมา นอกจากนี้แล้วยังกระตุ้นการเจริญและพัฒนาทางสรีรวิทยาด้านต่าง ๆ เช่น การเปลี่ยนรูปร่างของใบ การชักนำการออกดอกของพืชวันยาววันสั้น เป็นต้น แสงมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของพืช สามารถจำแนกได้เป็น 3 ลักษณะคือ

1.1 ความเข้มแสง

ความเข้มแสงที่สูงหรือต่ำ มีผลต่อการเจริญและกระบวนการสร้างอาหารในพืช และพืชแต่ละชนิดมีการตอบสนองต่อความเข้มแสงที่แตกต่างกันออกไป ถ้าพืชได้รับความเข้มแสงที่ไม่เหมาะสมส่งผลให้พืชไม่เจริญเติบโต แต่มีพืชบางชนิดที่สามารถปรับตัวให้มีสภาพเหมาะสมในแหล่งที่มีความเข้มแสงสูงโดยเฉพาะในพืชเขตร้อน แต่อย่างไรก็ตามถ้าความเข้มแสงมากเกินไปจากจุดอิ่มตัวแสง (light saturation point) อาจทำให้ใบไหม้เกรียมตายได้ แต่ถ้าปริมาณความเข้มแสงต่ำ อัตราการสังเคราะห์แสงก็ลดต่ำลง พืชไม่เจริญและตายในที่สุด

1.2 ความยาวช่วงแสง

อัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนกับความยาวของช่วงวัน เมื่อสภาพแวดล้อมอื่น ๆ คงที่ และมีผลต่อการออกดอกของพืชบางชนิด โดยมีผลต่อการสร้างสารหรือ ฮอร์โมนในเซลล์ และถูกส่งไปยังส่วนอื่น ๆ ของพืช เพื่อกระตุ้นการออกดอก เรียกสารนี้ว่า ฟลอริเจน

แบ่งการตอบสนองของพืชต่อความยาววันเป็น 3 กลุ่มคือ

(1) พืชที่ไม่ตอบสนองต่อความยาววัน เรียกว่า Day neutral plant สามารถออกดอกได้ทั้งในสภาพวันยาวและสภาพวันสั้น

(2) พืชที่ตอบสนองต่อความยาววันทั้งวันสั้นและวันยาว แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มย่อยคือ

(2.1) พืชที่ตอบสนองต่อความยาววันเพื่อส่งเสริมการออกดอก

- พืชที่ต้องการวันสั้นเพื่อส่งเสริมการออกดอก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

- พืชที่ต้องการวันยาวเพื่อส่งเสริมการออกดอก

(2.2) พืชที่ตอบสนองต่อความยาววันเพื่อกระตุ้นการออกดอก

- พืชที่ออกดอกได้เมื่อได้รับช่วงวันสั้น เรียกว่า พืชวันสั้น คือพืชออกดอกเมื่อได้รับความยาววันสั้นกว่าช่วงวันวิกฤติ

- พืชที่ออกดอกได้เมื่อได้รับช่วงวันยาว เรียกว่า พืชวันยาว คือพืชออกดอกเมื่อได้รับความยาววันยาวกว่าช่วงวันวิกฤติ

(3) พืชที่ตอบสนองต่อสภาพความยาววันแบบสลับ คือการออกดอกเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อได้รับสภาพวันสั้นและวันยาวสลับกัน พืชในกลุ่มนี้ไม่มีค่าช่วงยาววันวิกฤติที่ชัดเจน

1.3 ความยาวคลื่นแสง

แสงที่มีความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 400-760 นาโนเมตร เป็นแสงที่พืชนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงได้ดี นอกจากนี้ยังพบว่า แสงสีแดง และแสงสีน้ำเงินมีผลต่อกิจกรรมการสังเคราะห์แสงมากกว่าแสงในช่วงคลื่นอื่น ๆ

2. น้ำ

น้ำมีบทบาทสำคัญต่อทุกกระบวนการเมแทบอลิสซึมของพืช และเป็นส่วนประกอบสำคัญภายในพืชถึง 85-90 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักสด เช่น มีความสำคัญต่อปฏิกิริยาสังเคราะห์แสงและหายใจ ทำให้เอนไซม์ทำงานได้ดีขึ้น เกี่ยวข้องกับการเปิดปิดปากใบ และเป็นตัวนำในการเคลื่อนที่ของอาหารภายในต้นพืช เป็นต้น (ดนัย, 2544)

3. อุณหภูมิ

อุณหภูมิมีผลต่อการเจริญเติบโต เนื่องจากมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาเคมีภายในและการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอย่างกะทันหัน ส่งผลให้พืชชะงักหรือหยุดการเจริญเติบโต (ชวนพิศ, 2544) ส่วนกล้วยไม้เขตร้อนพบว่า อุณหภูมิในช่วงประมาณ 25 – 35 องศาเซลเซียส ทำให้กล้วยไม้มีการเจริญเติบโตได้ดี (ครรชิต, 2547) นอกจากนี้ อุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตแล้ว ยังเป็นปัจจัยสำคัญต่อการออกดอก พืชหลายชนิดต้องการอุณหภูมิต่ำเพื่อการออกดอก หรือการกระตุ้นให้พืชออกดอกโดยการใช้อุณหภูมิต่ำประมาณ 1–7 องศาเซลเซียส เรียกว่า vernalization (ดนัย, 2544) และสามารถแบ่งการตอบสนองของพืชต่ออุณหภูมิได้ดังนี้ (โสระยา, 2547)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. พืชที่ไม่ตอบสนองต่ออุณหภูมิในการออกดอก
2. พืชที่ไม่ต้องการอุณหภูมิที่เฉพาะเจาะจง แต่อุณหภูมิต่ำช่วยส่งเสริมการออกดอกในหลายลักษณะ มีทั้งชนิดที่ต้องการอุณหภูมิต่ำหรือสูงเพื่อส่งเสริมการออกดอกและพืชที่ต้องการอุณหภูมิแบบสลับเพื่อส่งเสริมการออกดอก
3. พืชที่ต้องการอุณหภูมิเฉพาะเจาะจงเพื่อกระตุ้นการออกดอก หากไม่ได้รับอุณหภูมิดังกล่าวจะไม่สามารถออกดอกได้

ส่วนกล้วยไม้สกุล *Phalaenopsis* ที่อยู่เผ่าย่อย *Sarcanthiae* เช่นเดียวกันกับกล้วยไม้สกุลช้าง พบว่าการพัฒนาของตาดอกและช่อดอก ได้ที่อุณหภูมิกลางวันและกลางคืนแตกต่างกัน 5-8 องศาเซลเซียส ทำให้การพัฒนาของตาดอกเกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์ (Christensen, 2001)

4. ฮอร์โมนพืช หรือสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

ฮอร์โมนพืช หรือสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เป็นสารที่พืชสังเคราะห์เพื่อใช้เพียงปริมาณเล็กน้อยแต่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของพืช สารเหล่านี้มีทั้งชนิดที่เร่งและยับยั้งหรือชะลอการเจริญเติบโตและพัฒนาของพืชมาก ตัวอย่างสารที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตและการออกดอกพืช ได้แก่ ออกซิน จิบเบอเรลลิน ไซโทไคนิน เอทิลีน สารยับยั้งการเจริญเติบโต ได้แก่ ฟีนอลิก และกรดแอบไซซิก สารชะลอการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิด ได้แก่ พาโคลบิวทาโซ อาลาร์ เป็นต้น (สมบุญ, 2548)

เวอนาลินและจิบเบอเรลลิน สารที่เกิดจากการที่พืชได้รับอุณหภูมิต่ำเพื่อกระตุ้นให้เกิดดอกจากผลของการเกิด vernalization ได้รับการตั้งชื่อว่าเวอนาลิน (vernalin) จึงมีผู้พยายามแยกและจำแนกเวอนาลินออกมาว่าเป็นสารชนิดใด แต่ไม่สำเร็จ แต่มีการศึกษาคุณสมบัติของจิบเบอเรลลินแล้วพบว่ามีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับคุณสมบัติที่คาดว่าจะเป็นเวอนาลิน เนื่องจากว่าจิบเบอเรลลินสามารถกระตุ้นให้พืชสองฤดูสามารถออกดอกได้โดยไม่ต้องผ่านอุณหภูมิต่ำ จึงเชื่อว่าในระหว่างที่ได้รับอุณหภูมิต่ำมีการสะสมจิบเบอเรลลินเพิ่มขึ้นจิบเบอเรลลินจึงเกี่ยวข้องกับกระบวนการ vernalization (ดนัย, 2544)

5. ธาตุอาหาร

พืชประกอบด้วยธาตุอาหารต่าง ๆ ประมาณ 15-20 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอีก 80 เปอร์เซ็นต์ เป็นองค์ประกอบของน้ำ (ดนัย, 2544) พืชมีการสร้างอาหารและสารอินทรีย์ที่ใช้ในการเจริญเติบโต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จากสารอนินทรีย์ที่ได้รับจากธาตุอาหารที่จำเป็น ธาตุอาหารจึงมีบทบาทต่อการเจริญเติบโต และเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสารอินทรีย์ภายในพืช เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน ฮอร์โมน กรดอะมิโน และกรดอินทรีย์ต่าง ๆ เป็นต้น (โสระยา, 2547) ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตมีอยู่ 16 ชนิด สามารถแบ่งตามความต้องการของพืชได้เป็น 2 กลุ่มย่อย (ลิลลี่ และคณะ, 2549) คือ

1. **มหธาตุ (macronutrients)**

คือธาตุอาหารที่พืชต้องการเพื่อการเจริญเติบโตในปริมาณมาก ชนิดที่ต้องการในปริมาณมากกว่า 1,000 ไมโครกรัม/น้ำหนักแห้งของพืช 1 กรัม มี 9 ธาตุ ได้แก่ C, H, O, N, P, K, Ca, Mg และ S โดย C, H, และ O เป็นธาตุที่มีอยู่ในปริมาณที่เพียงพอในธรรมชาติและพืชได้ธาตุเหล่านี้จากน้ำ (H_2O) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และออกซิเจน (O_2) ส่วนธาตุที่เหลือแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มย่อย คือ

1.1 ธาตุอาหารหลัก (primary essential elements) ได้แก่ N, P และ K นิยมเรียกอาหารปุ๋ย ส่วนใหญ่พืชมีความต้องการมาก

1.2 ธาตุอาหารรอง (secondary essential elements) ได้แก่ Ca, Mg และ S พืชต้องการในปริมาณที่น้อยกว่าธาตุอาหารหลัก

2. **จุลธาตุหรือธาตุอาหารเสริม (micronutrients หรือ trace elements)**

คือธาตุอาหารที่พืชมีความต้องการเพื่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาเพียงปริมาณเล็กน้อย โดยมีความต้องการน้อยกว่า 100 ไมโครกรัม/น้ำหนักแห้งของพืช 1 กรัม ธาตุอาหารเหล่านี้ได้แก่ B, Fe, Cu, Zn, Mn, Mo, และ Cl

บทบาทของธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตของพืช

ไนโตรเจน

เป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชมาก และรากพืชดูดไนโตรเจนมาใช้ในรูปเกลือไนเทรต (NO_3^-) และ เกลือแอมโมเนียม (NH_4^+) (สมบุญ, 2548) ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสารอินทรีย์ภายในพืชและบทบาทต่อพืช คือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. เป็นองค์ประกอบของโปรตีนซึ่งมีหน้าที่สำคัญมากในเซลล์โดยเป็นองค์ประกอบในโครงสร้างของไซโทพลาซึม เนื้อเยื่อ และเอนไซม์ นอกจากนี้ยังเป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโนอิสระและสารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ เช่น อะดีโนซีนไตรฟอสเฟต (adenosine triphosphate, ATP) และโคเอนไซม์ (co-enzyme) เป็นต้น
2. เป็นองค์ประกอบของกรดนิวคลีอิก (nucleic acid) ซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีน และเป็นศูนย์ข้อมูลทางพันธุกรรม
3. เป็นองค์ประกอบของฮอร์โมนพืช คือ ออกซิน (auxins) และไซโทไคนิน (cytokinins)
4. เป็นองค์ประกอบของสารประกอบไนโตรเจนที่พืชสะสมไว้ (reserves) เพื่อทำหน้าที่ป้องกัน (protective compounds) เช่น นิโคติน (nicotine) จากใบยาสูบ และมอร์ฟีน (morphine) จากฝิ่น ซึ่งเป็นอัลคาลอยด์ (alkaloid) ทั้งสิ้น

ปริมาณไนโตรเจนที่พบในพืชทั่วไปอยู่ระหว่าง 2-5 % โดยน้ำหนักแห้ง (ยงยุทธ, 2546) และเนื่องจากไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบสำคัญของอินทรีย์หลายชนิดดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น ดังนั้นเมื่อพืชขาดไนโตรเจนพืชจึงโตช้ามาก พืชแสดงอาการขาดธาตุโดยมีอาการเหลืองที่ใบแก่ อาการรุนแรงขึ้นจะทำให้ใบแห้งเป็นสีน้ำตาลแล้วร่วงจากต้น แต่ถ้าพืชได้รับไนโตรเจนมากเกินไปแสดงอาการมีจำนวนใบมากกว่าปกติ และมีสีเขียวเข้ม ระบบรากไม่เจริญเท่าที่ควร ทำให้อัตราส่วนของยอดต่อรากสูง (ดนัย, 2544)

ฟอสฟอรัส

พืชดูดฟอสฟอรัสในรูปของ $H_2PO_4^-$ และดูดได้ช้าลงในรูปของ HPO_4^{-2} pH ของดินสามารถควบคุมปริมาณประจุทั้งสองชนิดนี้ และเมื่อพืชดูดฟอสเฟตไอออนเข้าไปในเนื้อเยื่อพืชแล้วไม่ผ่านกระบวนการรีดักชันเพื่อเปลี่ยนรูปเหมือนไนเทรต แต่ยังคงอยู่ในรูปของฟอสเฟตเหมือนเดิมในสองสถาพคือ อนินทรีย์ฟอสเฟต(Pi) และองค์ประกอบในสารอินทรีย์ ฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบของอินทรียสารที่สำคัญมากในหลาย ๆ ชนิด เช่น นิวคลีโอโปรตีน ฟอสฟอลิพิด กรดไฟติก กรดนิวคลิอิก และโคเอนไซม์ บางชนิดเป็นองค์ประกอบของเมมเบรนในเซลล์ และมีบทบาทอย่างมากในด้านเมแทบอลิซึมของพลังงาน โดยเฉพาะเป็นองค์ประกอบของ ADP, ATP, NADP รวมทั้งไพโรฟอสเฟต เป็นต้น ฟอสฟอรัสเป็นที่เก็บและย้ายพลังงานในระบบการเคลื่อนย้ายอีเลคตรอน ควบคุมการทำงานของเอนไซม์ในการสังเคราะห์น้ำตาลและแป้ง และการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรต สำหรับพืชทั่วไปต้องการฟอสฟอรัส 0.3-0.5 % (โดยน้ำหนักแห้ง) เพื่อการเจริญเติบโตในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น (vegetative stage)

พืชเมื่อขาดฟอสฟอรัสชักนำมีผลต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมต่าง ๆ ภายในเซลล์ ทำให้ใบขยายขนาดช้ามีขนาดใบจึงเล็ก มีจำนวนใบน้อย และทำให้พืชแคระแกร็น อัตราการหายใจลดลง บางชนิดทำให้เกิดการสะสมของแอนโทไซยานิน ทำให้เกิดใบสีแดง นอกจากนี้แล้วยังพบว่าการขาดฟอสฟอรัสทำให้เกิดการสะสมคาร์โบไฮเดรตมากกว่าพืชปกติ ส่วนผลกระทบต่อการเจริญพันธุ์พบว่าการขาดฟอสฟอรัสทำให้พืชออกดอกช้า จำนวนดอก ผล และเมล็ดน้อยลง การที่ใบพืชเสื่อมตามอายุและร่วงหล่นเร็วกว่าปกติ เป็นสาเหตุให้ผลผลิตเมล็ดต่ำ (ชวนพิศ, 2544; ดนัย, 2544; ยงยุทธ, 2546; สมบุญ, 2548)

โพแทสเซียม

โพแทสเซียมที่มีประโยชน์ต่อพืชอยู่ในรูป K^+ และพืชดูดซึมไอออนนี้ด้วยกลไกที่มีการคัดเลือกอย่างเข้มงวด (highly selective) แบบแอกทิฟ เมื่ออยู่ในพืชมีการเคลื่อนย้ายง่ายมาก ไม่ว่าจะเป็นการเคลื่อนย้ายภายในเซลล์ ระหว่างเซลล์ในเนื้อเยื่อ การเคลื่อนย้ายระยะไกลทางไซเลมและโฟลเอ็ม ในเชิงปริมาณโพแทสเซียมมีมากกว่าแคตไอออนตัวอื่น ๆ จึงเป็นธาตุที่ทำหน้าที่ลดศักย์ออสโมซิส (osmotic potential) เนื่องจากเป็นธาตุมีไอออนเคลื่อนที่ได้ง่ายโพแทสเซียมจึงมีบทบาทเกี่ยวกับการขยายของเซลล์ การปรับความเต่งภายในเซลล์ และมีบทบาทที่สำคัญเกี่ยวกับกระบวนการเมแทบอลิซึมของพืชอย่างมาก ในการควบคุมอัตราการสังเคราะห์แสงและการหายใจ โดยควบคุมระบบการเปิด-ปิด ปากใบ การแพร่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าสู่ใบ และการสะสมน้ำตาลในใบ นอกจากนี้ยังมีบทบาทในการเคลื่อนย้ายน้ำตาลออกจากใบ การเปิด-ปิดปากใบ การสังเคราะห์โปรตีนและการแบ่งเซลล์ในพืช และกิจกรรมเอนไซม์เป็นตัวกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์หรือการทำงานร่วมกับเอนไซม์ในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน (ยงยุทธ, 2546)

พืชทั่วไปต้องการโพแทสเซียมเพื่อการเจริญเติบโตตามปกติ 2-5 % (โดยน้ำหนักแห้ง) และหากพืชขาดธาตุโพแทสเซียมอาการจะแสดงออกที่ใบแก่ก่อน พืชใบเลี้ยงคู่มักแสดงอาการขาดโดยใบมีสีซีด มีจุดสีน้ำตาลเกิดขึ้นด้วย ส่วนในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวบริเวณขอบใบและปลายใบมักแห้งตายก่อนแล้วจึงเกิดที่ฐานใบ ลำต้นอ่อนแอมักถูกเชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลายง่าย ทำให้โคนต้นโค้งและล้มง่าย (ชวนพิศ, 2544; ดนัย, 2544; ยงยุทธ, 2546; สมบุญ, 2548)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กำมะถัน

พืชดูดกำมะถันไปใช้ในรูปของซัลเฟตไอออน (SO_4^{-2}) ซึ่งอยู่ในรูปสารละลายดิน มักอยู่ (ซัลไฟด์ (FeS) หรือ ไพไรต์ (Pyrite) ซึ่งเป็นรูปที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ไม่ได้ สำหรับการเคลื่อนย้ายกำมะถันระยะไกลทางไซเลมเพื่อไปยังส่วนเหนือดินลำเลียงในรูปของซัลเฟต ต่อจากนั้นจึงเปลี่ยนเป็นสารประกอบอินทรีย์ การใช้ประโยชน์ซัลเฟตและไนเทรตของเซลล์พืชมีความคล้ายคลึงกันประการหนึ่งคือ ต้องผ่านกระบวนการรีดักชันก่อนจึงนำมาสังเคราะห์กรดอะมิโน โปรตีน และโคเอนไซม์ ดังนั้นกำมะถันส่วนใหญ่จึงเป็นองค์ประกอบของโปรตีนโดยเฉพาะในกรดอะมิโน ซีสทีอีน (cysteine) และเมธไธโอนีน (methionine) นอกจากนี้ยังเป็นองค์ประกอบของวิตามิน เช่น ไธอะมีน (thiamine) และไบโอติน (biotin) รวมทั้ง coenzyme A ซึ่งจำเป็นต่อกระบวนกระบวนการหายใจ การสังเคราะห์แสง และการทำลายกรดไขมัน พืชทั่วไปจะมีกำมะถัน 0.1 - 0.5 % โดยน้ำหนักแห้ง และพืชที่ขาดกำมะถันเกิดอาการใบเหลือง หรือคลอโรซีส โดยเกิดขึ้นที่ใบอ่อนก่อนหรือบางพืชจะเหลืองพร้อมกันทั้งต้น ใบเหลืองทั้งใบรวมทั้งเส้นใบด้วย (ชวนพิศ, 2544; ดนัย, 2544; ยงยุทธ, 2546; สมบุญ, 2548)

แคลเซียม

ความเข้มข้นของแคลเซียมในพืชแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับสภาพการปลูก พันธุ์พืช และอวัยวะ ซึ่งแปรผันอยู่ในช่วงระหว่าง 0.1 ถึงมากกว่า 5 % โดยน้ำหนักแห้ง และพืชดูดแคลเซียมไปใช้ในรูปของไดวาเลนต์แคลเซียมไอออน (Ca^{+2}) บทบาทที่สำคัญของแคลเซียมต่อพืชคือ เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ในรูปแคลเซียมเพคเทต (calcium pectate) ในมิลเดิลลาเมลลา (middle lamella) ของผนังเซลล์ เกี่ยวข้องกับกระบวนการเมแทบอลิซึม การสร้างนิวเคลียส และ ไมโทคอนเดรีย ตลอดจนการแบ่งเซลล์ และการขยายเซลล์ ช่วยให้หน่วยของเมมเบรนของเซลล์มีโครงสร้างและทำให้หน้าที่ได้สมบูรณ์ ตลอดทั้งควบคุมการเข้าออกของสารบางชนิดในเซลล์ มีบทบาทต่อเอนไซม์บางชนิด นอกจากนี้ยังส่งผลต่อกระบวนการสร้างปมและการตรึงไนโตรเจนของไรโซเบียมในรากพืชตระกูลถั่ว และช่วยลดความเป็นพิษ (detoxify) ของกรดออกซาลิก (oxalic acid) โดยรวมตัวเป็นผลึกแคลเซียม-ออกซาเลต (calcium oxalate) ในแวคิวโอของพืชธาตุแคลเซียมเป็นธาตุที่เคลื่อนย้ายทางท่ออาหารได้ยาก ดังนั้นเมื่อแคลเซียมอยู่ในเนื้อเยื่อพืชจึงไม่ค่อยเคลื่อนย้ายไปส่วนอื่น ทำให้มักแสดงอาการขาดธาตุที่บริเวณยอดอ่อนหรือปลายราก ลำต้นและใบ การขาดแคลเซียมมีผลต่อการแบ่งเซลล์ซึ่งอาจเป็นเพราะธาตุแคลเซียมจำเป็นต่อการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สร้างมิลเดิลลาเมลลา การขาดแคลเซียมทำให้เนื่อเยื่อมีรูปร่างผิดปกติเนื่อเยื่อเจริญมีอายุสั้น (ชวนพิศ, 2544; ดนัย, 2544; ยงยุทธ, 2546; สมบุญ, 2548)

แมกนีเซียม

แมกนีเซียมที่พืชดูดเข้าไปใช้อยู่ในรูปแมกนีเซียมไอออนประจุบวกสองขนาดเล็ก (Mg^{+2}) มีบทบาทสำคัญในพืชสีเขียว ได้แก่ บทบาทในกระบวนการสังเคราะห์แสง เนื่องจากเป็นองค์ประกอบสำคัญของโมเลกุลคลอโรฟิลล์ และเป็นตัวกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ในปฏิกิริยาหลักของการถ่ายทอดพลังงานในกระบวนการสังเคราะห์แสง และเป็นตัวกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์หลายชนิด รวมทั้งเกี่ยวกับการสังเคราะห์โปรตีน เป็นตัวกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบานการสังเคราะห์กรดนิวคลิอิก ธาตุแมกนีเซียมไปรวมตัวกับไรโบโซมช่วยสร้างเสถียรให้กับไรโบโซมและเกิดการสังเคราะห์โปรตีน

แมกนีเซียมทำหน้าที่และมีบทบาทหลายอย่างในพืชเนื่องจากมีความสามารถในการเคลื่อนย้ายภายในเซลล์ และประกอบด้วยพันธะเชิงไอออน กับสารนิวคลิโอฟีลิกลิแกนด์ (nucleophilic ligands) เช่น หมู่ฟอสฟอริล (phosphoril group) นอกจากนี้ยังทำหน้าที่เชื่อมโยงและ/หรือทำปฏิกิริยาได้สารประกอบเชิงซ้อนหลายชนิดซึ่งมีความเสถียรภาพแตกต่างกัน พืชทั่วไปมีแมกนีเซียมอยู่ 0.1 - 0.5 % โดยน้ำหนักแห้ง การขาดแมกนีเซียมทำให้พืชแสดงอาการใบเหลืองโดยเหลืองระหว่างเส้นใบ ที่ใบแก่ และก้านใบยังเขียวอยู่ เรียกว่า interveinal chlorosis (ยงยุทธ, 2546; สมบุญ, 2548)

เหล็ก

พืชดูดธาตุเหล็กมาใช้ในรูปของเฟอรัสหรือเฟอรีสไอออน (Fe^{+2} หรือ Fe^{+3}) ธาตุเหล็กเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของฮีม (heme) และยังเป็นองค์ประกอบสำคัญของไซโทโครม ซึ่งเป็นตัวกลางในการถ่ายทอดอิเล็กตรอนทั้งในการสังเคราะห์แสงและการหายใจ ในระหว่างการถ่ายทอดอิเล็กตรอน เหล็กจะถูกรีดิวซ์ และออกซิไดซ์กลับไปกลับมาอยู่ตลอดเวลา นอกจากนี้ยังมีบทบาทต่อกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ที่สำคัญต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมของพืชหลายชนิด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อาการขาดธาตุ จะเกิด interveinal chlorosis คล้ายกับแมกนีเซียม แต่เกิดกับใบอ่อนก่อน ต่อมาเส้นใบเป็นสีเหลืองทั้งหมด กรณีรุนแรงใบอ่อนอาจมีสีขาวและมีจุดสีน้ำตาล การขาดธาตุเหล็กระงับการสร้างคลอโรฟิลล์ (ชวนพิศ, 2544 ; ดนัย, 2544)

แมงกานีส

แมงกานีสที่มีอยู่ในพืชอยู่ในรูป Mn^{+2} เป็นส่วนมาก และจะถูกออกซิไดส์เป็น Mn^{+3} และ Mn^{+4} ได้ และมีบทบาทที่สำคัญได้แก่ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการทำงานของเอนไซม์หลายชนิดในกระบวนการหายใจ และการสังเคราะห์แสง และไนโตรเจนเมแทบอลิซึม เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ในกระบวนการเมแทบอลิซึมของออกซิเจน และบทบาทในการสังเคราะห์แสง ช่วยกระตุ้นกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน การปลดปล่อยออกซิเจนในโฟโตซิสเต็ม II (PS II) และเกี่ยวข้องกับโครงสร้างของเมมเบรนของคลอโรพลาสต์ รวมทั้งบทบาทในการสร้างกรดอะมิโน และเป็นตัวกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ในกระบวนการสังเคราะห์นิวคลิโอไทด์ (nucleotide) และกรดไขมัน

ในพืชที่ขาดแมงกานีส มักเกิดอาการ มักเกิดอาการใบแห้งตายเป็นจุด ๆ ในใบเหลืองของต้นกล้าและพืชทั่วไปเกิดใบเหลืองระหว่างเส้นใบหรือ interveinal chlorosis ในใบอ่อนก่อน พร้อมกับการเกิดใบแห้งตายเป็นจุด และใบม้วนงอบิดเบี้ยว ลำต้นแคระแกร็น (สมบุญ, 2548 ; ยง ยุทธ, 2546)

สังกะสี

พืชดูดซับสังกะสีในรูปไดวาเลนต์ซิงค์ไอออน (Zn^{+2}) หรือรูปสารคลีเลท (zine chelate) ในดินที่เป็นเบส และทำให้พืชนำสังกะสีไปใช้ประโยชน์ได้น้อยลง แต่ถ้าดินเป็นกรดก็ทำให้ละลายสังกะสีได้มากทำให้เป็นพิษแก่พืช บทบาทที่สำคัญต่อพืชได้แก่ เป็นตัวกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ที่สำคัญหลายชนิด เช่น เอนไซม์ดีไฮโดรจีเนส (dehydrogenase enzyme) ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ แล็กติกแอซิค ดีไฮโดรจีเนส แอลกอฮอล์ เป็นต้น รวมทั้งทำหน้าที่เกี่ยวกับการสังเคราะห์โปรตีนและการสังเคราะห์ทริปโทเฟน (tryptophan) ซึ่งเป็นสารหลักในการสร้างออกซิน พืชที่ขาดธาตุสังกะสีจะมีลักษณะของความผิดปกติทางสรีรวิทยาที่เกิดขึ้นคือ พืชมีใบเล็ก เกิดการแคระแกรน ข้อปล้องสั้นใบเป็นกระจุก (ดนัย, 2544 ; สมบุญ, 2548)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทองแดง

พืชดูดทองแดงในรูปไดวาเลต์คิวพริคไอออน (Cu^{+2}) หรือ โมโนวาเลต์คิวพริคไอออน (Cu^{+}) บทบาทที่สำคัญในพืชได้แก่ เป็นองค์ประกอบของเอนไซม์หรือโปรตีนในออร์แกเนลล์ เช่น ไมโทคอนเดรีย และคลอโรพลาสต์ เป็นตัวคะตะลิสต์หรือเป็นองค์ประกอบในโมเลกุลของเอนไซม์บางชนิด เช่นฟีนอเลส (phenolase) แลคเคส (laccase) และแอสคอบิกแอซิคออกซิเดส (ascorbic acid oxidase) รวมทั้งบทบาทในกระบวนการสังเคราะห์แสง และการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนในกระบวนการหายใจ

พืชมักไม่แสดงอาการขาดธาตุนี้เนื่องจากพืชมีความต้องการทองแดงน้อยมาก แต่พบว่าในบางพื้นดินบางส่วนของพื้นที่กลับขาดธาตุดังกล่าว และส่งผลให้พืชมีอาการใบอ่อนมีสีเขียวเข้มผิดปกติ และบิดเบี้ยวอาจเกิดจุดสีน้ำตาลด้วย (ดนัย, 2544; สมบุญ, 2548)

ผลของธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้

อาหารพืช หรือปุ๋ย คือสารที่กล้วยไม้ดูดเข้าไปเพื่อเป็นประโยชน์ในการสร้างหรือเร่งการเจริญเติบโตส่วนใดส่วนหนึ่งหรือ ทุก ๆ ส่วนของกล้วยไม้ (ระพี, 2516) และ ยงยุทธ(2546) ได้กล่าวไว้ว่าธาตุที่จำเป็นต่อพืช ต้องมีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช ตลอดระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น (vegetative stage) และ ระยะสืบพันธุ์ (reproductive stage) ของวัจักรชีวิต (life cycle) ของพืชนั้น โดยไม่มีธาตุอื่นใดทำหน้าที่ทดแทนได้ และมีผลต่อการเจริญเติบโตโดยตรง การดูดซับธาตุอาหารของกล้วยไม้โดยผ่านระบบราก และแหล่งของธาตุอาหารซึ่งได้มาจากปุ๋ยนั้นส่งผลให้กล้วยไม้มีการเจริญเติบโต งอกงามอย่างรวดเร็ว และให้ประโยชน์อีกหลายประการ เช่น ช่วยทำให้กล้วยไม้แข็งแรง ทนต่อโรคและแมลงรบกวน ดอกใหญ่มีสีสด ทำให้ฝักกล้วยไม้สมบูรณ์ เมื่อนำไปเพาะทำให้เมล็ดงอกงามมาก ช่วยทำให้หน่อ ตา ราก เจริญเติบโตได้รวดเร็ว เป็นต้น (ชวลิต, 2542) ส่วนระยะการเจริญและพัฒนาต้นกล้วยไม้ ในระยะต่าง ๆ มีความต้องการธาตุอาหารแต่ละชนิดในปริมาณที่แตกต่างกัน แยกระยะการเจริญเติบโต และพัฒนาต้นกล้วยไม้ได้ดังนี้ ระยะลูกกล้วยไม้ (ต้นกล้าที่นำออกจากขวด) ระยะไม้รุ่น(ระยะใกล้ออกดอก) ระยะไม้เริ่มออกดอก และระยะไม้แทงช่อ นอกจากนี้สภาพแวดล้อม ก็ส่งผลต่อการเลือกใช้ชนิดและปริมาณปุ๋ย ได้แก่ วัสดุปลูก ฤดูกาล และระยะปลูก (ครรชิต, 2547) โดยมีการศึกษาปริมาณและระดับของธาตุอาหารที่มีความเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและพัฒนาดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Hew and Yong (2004) ได้รายงานผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักได้แก่ N, P, K, Ca และ Mg และปริมาณธาตุอาหารรอง ได้แก่ Fe, Mn, Zn, B และ Cu ของส่วนของใบและราก กล้วยไม้ 4 สกุลได้แก่ *Cattleya, Cymbidium, Phalaenopsis* และ *Aranda* เพื่อทำการเปรียบเทียบ โดยพบว่าปริมาณแคลเซียมในใบมีปริมาณมากกว่าส่วนของราก ขณะที่ปริมาณเหล็กในส่วนของรากมีปริมาณสูงถึง4 เท่าของส่วนของใบ ส่วนกล้วยไม้สกุล *Aranda* พบว่าปริมาณไนโตรเจน โพแทสเซียม และแมกนีเซียม มีปริมาณที่ต่ำกว่า กล้วยไม้สกุล *Cattleya, Cymbidium* และ *Phalaenopsis* ซึ่งอาจเป็นเพราะกล้วยไม้สกุล *Cattleya, Cymbidium* และ *Phalaenopsis* มีการปลูกเลี้ยงในอาหารเหลว ขณะที่กล้วยไม้สกุล *Aranda* ปลูกเลี้ยงในกระถางโดยมีถ่านเป็นวัสดุปลูก (ตาราง 1)

ตาราง 1 ปริมาณธาตุอาหารของกล้วยไม้บางชนิด

Plant part	Orchid	% dry mass					ppm, dry mass				
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
Leaves	*Catteya*	1.8	0.2	4.2	1.3	0.5	66	79	28	10	41
	Cymbidium	2.3	0.3	2.9	1.0	0.3	133	54	46	12	48
	Phalaenopsis	2.0	0.3	7.1	3.0	0.5	97	210	23	5	47
	Aranda	0.9	0.2	1.0	2.4	0.3	110	102	350	63	34
Roots	*Catteya*	2.0	0.3	2.2	0.8	0.8	440	28	118	25	19
	Cymbidium	2.3	0.7	3.8	0.9	0.8	546	-	116	16	17
	Phalaenopsis	3.9	0.3	3.5	1.2	0.7	502	30	86	6	8
	Aranda	0.8	0.3	0.4	0.8	0.2	430	14	385	161	12

หมายเหตุ *Cattleya Cymbidium* และ *Phalaenopsis* มีการเจริญเติบโตในอาหารเหลว และ *Aranda* มีการเจริญเติบในกระถางที่ใช้ถ่านเป็นวัสดุปลูก

ที่มา : Khaw and Chew (1980) และ Poole and Sheehan (1982) อ้างโดย Hew and Yong (2004)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Pool and Seeley (1978) รายงานผลการศึกษาระดับธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียมต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ 3 สกุลได้แก่ *Cattleya, Cymbidium* และ *Phalaenopsis* พบว่าความเข้มข้นของธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อ สกุล *Cymbidium* และ

Phalaenopsis คือ ไนโตรเจน 100 ส่วนต่อล้าน, โพแทสเซียม 50-100 ส่วนต่อล้าน และแมกนีเซียม 25 ส่วนต่อล้าน ส่วนในกล้วยไม้สกุล *Cattleya* ความเข้มข้นของธาตุอาหารที่เหมาะสม คือ ธาตุไนโตรเจน,โพแทสเซียมและแมกนีเซียม คือ อย่างละ 50 ส่วนต่อล้าน

Wang(1996a; 2000b) ศึกษาถึงการให้ปุ๋ย N-P_2O_5-K_2 6 สูตร ได้แก่ 10-30-20,15-10-30, 15-20-25, 20-5-19, 20-10-20 และ 20-20-20 กับต้นกล้ากล้วยไม้ฟาแลนอปซิสพันธุ์ Tam Butterfly พบว่าการเติบโตของใบ ขนาดใบ พื้นที่ใบทั้งหมด น้ำหนักสดของยอดและราก ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีความแตกต่างในด้านของจำนวนใบ โดยปุ๋ยสูตร 10-30-20 ให้ต้นที่มีจำนวนใบมากกว่าการให้ปุ๋ยสูตร 20-20-20 ถึง 12 เปอร์เซ็นต์ รวมทั้งการให้ปุ๋ยที่มีอัตราส่วนของฟอสฟอรัสสูง ไม่มีผลต่อการแทงช่อดอก การบานดอก และขนาดของดอก

สุภาพร (2535) พบว่ากล้วยไม้สกุลหวายสายพันธุ์ Ekapol 'Panda #1' เมื่อให้ปุ๋ยสูตร 20-20-20 มีแนวโน้มช่วยให้ลำลูกกล้วยที่ 3 มีจำนวนช่อดอกต่อลำและอายุการปักแจกันมากกว่าปุ๋ยสูตรอื่น สอดคล้องกับการทดลองกับกล้วยไม้สกุลหวายสายพันธุ์ Waipahu Beauty พบว่ากล้วยไม้ที่ได้รับปุ๋ยสูตร 20-20-20 มีจำนวนดอกต่อช่อและจำนวนช่อต่อต้นมากกว่าปุ๋ยสูตรอื่น (วิรัตน์, 2533) และการใช้ยูเรียอัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตรมีผลทำให้อายุการเจริญสุดลำของหน่อใหม่มากขึ้น (ธราธร, 2530)

วัชราภรณ์ (2550) พบว่าความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในใบของกล้วยไม้ดินเอื้องพร้าว ช้างผสมโขลง ลิ้นมังกรและอั้วสุเทพในใบลดลงเมื่อมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นหลังจากนั้นลดลงเมื่อเข้าสู่ระยะดอกตูมถึงระยะดอกบาน

ปัจจัยที่มีบทบาทต่อการชักนำให้เกิดดอกของกล้วยไม้

วิทยา (2547)ได้ทำการศึกษาการชักนำให้กล้วยไม้สกุลช้างออกดอกโดยการปลูกกล้วยไม้ชนิดนี้ ภายใต้อุณหภูมิกลางคืน 18 องศาเซลเซียส พบว่าสามารถช่วยส่งเสริมการชักนำให้เกิดตาดอกได้เร็วกว่าอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และหากร่วมกับการได้รับสภาพมืด 14 ชั่วโมงต่อเนื่องทำให้เกิดตาดอกได้เร็วขึ้นและสภาพมืดซึ่งทำให้เกิดสภาพวันสั้น (short day) กว่าปกตินี้มีผลในการช่วยกระตุ้นให้กล้วยไม้ช้างกระแทงช่อดอกได้เร็วกว่าปกติ ปัจจัยที่มีผลต่อการออกดอกของช้างกระเช่นเดียวกับณัฐดนัย (2551) พบว่าสภาพวันสั้น(สภาพมืด 14 ชั่วโมง) มีผลต่อการกระตุ้นให้เกิดการแทงช่อดอกและ GA_3 มีบทบาทในการช่วยส่งเสริมให้ช่อดอกยืดยาวขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยเฉพาะสภาพวันสั้นร่วมกับ GA_3 ทำให้เนื้อเยื่อเจริญที่เป็นจุดกำเนิดของตาดอกมีการพัฒนาและขยายยืดยาวขึ้นหลังทดลอง 4 สัปดาห์ นอกจากนี้ยังมีการใช้ GA_3 ในกล้วยไม้ฟาแลนนอปซิสลูกผสม โดยได้รับ GA_3 ปริมาณ 1,000 ส่วนต่อล้านต่อยอด จำนวน 2 และ 3 ครั้ง (ห่างกันครั้งละ 7 วัน) ทำให้เกิดตาดอกมากกว่าการให้ GA_3 เพียงครั้งเดียว และ GA_3 มีผลทำให้ปลายยอด (apex) ยืดยาวขึ้น แต่มีความกว้างลดลง ส่วนการให้ GA_3 ปริมาณ 3,000 และ 5,000 ส่วนต่อล้าน ยอด ทำให้กลีบดอกมีขนาดกว้างขึ้น (Wen *et al*., 1997) รวมทั้งการให้รับ GA_3 แก่กล้วยไม้ *Phalaenopsis amabilis* ส่งผลให้กระบวนการบานของดอกสามารถดำเนินต่อไปได้ ถึงแม้จะอยู่ภายใต้อุณหภูมิสูง(อุณหภูมิกลางวัน 30 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิกลางคืน 25 องศาเซลเซียส) ซึ่งเป็นสภาวะที่กล้วยไม้สายพันธุ์นี้ไม่สามารถเกิดช่อดอกได้ ทั้งนี้เนื่องจาก GA_3 ช่วยเพิ่มระดับน้ำตาล (ซูโครส, กลูโคส, ฟลุคโตส) และการเคลื่อนย้ายจากแหล่งสร้างไปยังช่อดอกซึ่งเป็นบริเวณที่มีการใช้น้ำตาล ส่งผลให้พืชออกดอกได้ (Wang *et al*., 1994)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved