บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

1. สัณฐานวิทยาของกล้วยไม้

กล้วยไม้เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (Subclass Monocotyedoneae) อยู่ในวงศ์ Orchidaceae (มลิวัลย์, 2539) เป็นพืชที่มีอายุยาวนานหลายปีจำพวกไม่มีเนื้อไม้ (perennial herbs) และมีจำนวนชนิดมากที่สุดในบรรดาไม้ดอกด้วยกัน กล้วยไม้มีประมาณ 25,000 ชนิด (species) พบได้ในถิ่นอาศัยแบบต่างๆตั้งแต่บริเวณพื้นที่มีน้ำแข็งปกคลุมเกือบตลอดปี ไปจนถึงเขตร้อนในป่าทุกประเภท และสามารถเจริญเติบโตได้ทุกทวีป ยกเว้นทวีปแอนตาร์กติก รูปแบบการเจริญเติบโตของกล้วยไม้มีหลายแบบ เช่นการเจริญเติบโตบนกิ่งไม้ บนพื้นหิน และพื้นดิน ความแตกต่างของชนิดในกล้วยไม้พบมากในเขตร้อน (tropic) พบกล้วยไม้ที่ดำรงชีวิตอยู่หลายรูปแบบ ทั้งกล้วยไม้ดิน (terrestrial orchids) กล้วยไม้อากาศ (epiphyte orchids) และกล้วยไม้ที่เจริญโดยอาศัยซากอินทรียวัตถุ ส่วนกล้วยไม้แถบหนาวและเขตอบอุ่น (temperate zone) มักเป็นกล้วยไม้ดินที่เจริญให้เห็นได้เฉพาะฤดูกาล นอกจากนี้ยังมีความหลากหลายทางรูปลักษณ์ของ ราก ต้น ใบ ดอก และผล ในเรื่องขนาด มีตั้งแต่ขนาดยาวใหญ่เกือบเท่าต้นอ้อย เช่น ว่านเพชรหึง หรือต้นยาวเป็นสิบเมตร เช่นเถาต้นวานิลลา (*Vanilla* spp.) หรือขนาดโตกว่าหัวไม้ขีดไฟเล็กน้อย เช่นพวกสิงโตกรอกตาบางชนิด (ครรชิต, 2541; อบฉันท์, 2543)

1.1. ลำต้น

เนื่องจากกล้วยไม้เป็นพืชวงศ์ใหญ่ ทำให้ลักษณะของกล้วยไม้มีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด โดยทั่วไปแล้วลำต้นของกล้วยไม้ไม่มีแก่น พบว่าเนื้อในของลำต้นเป็นเนื้อเดียวไม่มีการแบ่งออกเป็นเนื้อไม้และส่วนเปลือกไม้ แบ่งลำต้นของกล้วยไม้ออกเป็น 1.) กล้วยไม้ที่มีลักษณะลำต้นมีการเจริญเติบโตในแนวสูงหรือแนวดิ่งหรือการเจริญเติบโตทางยอด (monopodial) ที่ลำต้นมีข้อและปล้องเช่นเดียวกับพืชใบเลี้ยงเดี่ยวทั่วไป ส่วนที่อยู่เหนือข้อเป็นส่วนที่เกิดตา ซึ่งแตกออกเป็นหน่ออ่อน กิ่งอ่อน หรือช่อดอกได้ เช่น แวนด้า เอื้องกุหลาบชนิดต่างๆ เป็นต้น 2.) ลักษณะลำต้นเจริญเติบโตไปทางด้านข้างหรือแนวนอนหรือการเจริญเติบโตทางด้านข้าง (sympodail) ส่วนของลำต้นที่แท้จริงของกล้วยไม้ประเภทนี้คือส่วนที่อยู่ราบกับพื้นหรือเครื่องปลูก มีข้อและปล้องส่งก้าน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ใบขึ้นมาเป็นระยะๆ การเจริญของข้อและปล้องเจริญไปตามแนวนอน และถือเอาส่วนที่แตกหน่อเป็นส่วนยอด ดังนั้นส่วนที่ชูก้านใบขึ้นจากพื้นเป็นเพียงส่วนที่ทำหน้าที่คล้ายก้านใบ มีชื่อเรียกเฉพาะว่า “ลำลูกกล้วย” (pseudobulb) ซึ่งมีข้อปล้อง และมีตา ส่วนของลำลูกกล้วยหยุดเจริญเติบโตภายหลังการออกดอก จึงไม่เป็นลำต้นที่แท้จริง เพราะไม่มีการแตกยอดใหม่ ตัวอย่างของกล้วยไม้กลุ่มนี้ได้แก่ กล้วยไม้ในสกุลแคทลียา สกุลหวาย สกุลอิพิเดรนดรัม และสกุลออนซิเดียม (ปฐพีชล , 2547)

1.2. ใบ

กล้วยไม้บางชนิดมีใบเป็นรูปทรงกระบอก เช่น แวนด้าใบกลม หรือบางชนิดมีลักษณะแบนยาวและมีหน้าตัดเป็นรูปตัววี (V) เช่น แวนด้าใบแบน กล้วยไม้บางชนิดมีใบหนา เก็บน้ำและอาหารไว้ในใบได้ดี สภาพผิวใบที่กร้านแข็ง แสดงถึงความต้านทานต่อสภาพแวดล้อมได้เป็นอย่างดี

องค์ประกอบของใบนอกจากแผ่นใบแล้ว ยังมีส่วนที่เป็นกาบใบคือส่วนที่มีลักษณะเป็นแผ่นบางๆต่อลงมาจากโคนใบ ซึ่งทำหน้าที่คล้ายกับก้านใบโดยเชื่อมระหว่างโคนใบกับลำต้นหรือส่วนที่ต่อจากลำต้น กล้วยไม้ประเภทที่มีการเจริญเติบโตทางยอด เช่น กล้วยไม้สกุลแวนด้า และสกุลใกล้เคียง แต่ถ้าเป็นกล้วยไม้ประเภทที่มีการเจริญเติบโตทางด้านข้าง ส่วนของกาบใบโอบลำลูกกล้วยตรงส่วนปล้องซึ่งอยู่เหนือจากข้อที่โคนกาบใบนั้นติดอยู่ แต่ในกล้วยไม้ประเภทนี้มีข้อสังเกตเพิ่มเติมอยู่ว่า บางชนิดไม่มีกาบใบ ส่วนของโคนใบติดอยู่กับข้อของลำลูกกล้วยโดยตรง เช่น กล้วยไม้สกุลแคทลียาและสกุลสิงโตกรอกตา (มลิวัลย์, 2539)

1.3. ช่อดอก

ช่อดอกของกล้วยไม้ (inflorescence) มีลักษณะแตกต่างกันมาก ขึ้นอยู่กับสกุลและชนิด บางสกุลบางชนิดมีก้านช่อ(นับจากโคนก้าน ซึ่งชิดกับลำต้นหรือลำลูกกล้วยออกไปถึงดอกแรกหรือดอกที่อยู่ใกล้โคนช่อที่สุด)สั้นมาก และบางชนิดก้านช่อยาว เช่น กล้วยไม้สกุลหวาย เป็นต้น ซึ่งช่อดอกชนิดนี้มีดอกย่อยเกิดบนก้านดอกซึ่งมีแกนกลางยาว ก้านดอกย่อยมีความยาวใกล้เคียงกัน ส่วนเอื้องสายต่าง ๆ เป็นกล้วยไม้ที่มีก้านช่อดอกสั้นมากเรียกช่อดอกแบบช่อกระจะ (raceme) ส่วนช่อดอกชนิดที่มีลักษณะแตกแขนงมีชื่อเรียกเฉพาะว่าช่อแยกแขนง (panicle) กล้วยไม้ที่มีการเจริญเติบโตทางยอดนั้นพบว่าช่อดอกเกิดจากตา ซึ่งอยู่เหนือข้อของลำต้น หากลำต้นมีกาบใบหุ้มช่อดอกสามารถเจริญและแทงผ่านใบออกมาได้ สำหรับกล้วยไม้ประเภทที่มีการเจริญเติบโตทางด้านข้างช่อดอกอาจเกิดจากตาซึ่งอยู่ในส่วนต่างๆได้หลายส่วน เช่น กล้วยไม้สกุลหวายหลาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชนิดแทงช่อดอกออกมาจากข้อซึ่งอยู่ที่ปลายลำลูกกล้วย หรือตามข้อถัดลงมาทางส่วนโคนของลำลูกกล้วยก็ได้ (ปฐพีชล, 2547)

1.4. ดอก

ดอกกล้วยไม้เป็นดอกสมบูรณ์เพศ (hermaphroditic flower หรือ bisexual flower) คือดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน ลักษณะกลีบดอกและกลีบเลี้ยงอยู่ด้านบนของรังไข่ (epigynous flower) ส่วนต่างๆของดอกซึ่งอยู่เหนือรังไข่ทั้งหมดเรียกว่า เพอริโกเนียม (peregonium) นับตั้งแต่กลีบนอก กลีบใน ปาก เส้าเกสร(ส่วนของก้านเกสรตัวผู้และตัวเมียรวมเป็นก้านเดียวกัน) และส่วนต่างๆที่อยู่บนเส้าเกสรทั้งหมดของดอกกล้วยไม้ (ปฐพีชล, 2547)

เกสรตัวผู้ของดอกกล้วยไม้มีลักษณะเหนียวติดกันเป็นก้อนคล้ายแป้งเปียกอย่างข้น แต่มักพบเสมอว่าจับตัวเป็นกลุ่มหรือก้อนแข็งๆ เช่น เกสรกล้วยไม้ประเภทแวนด้า ก้อนหรือเมล็ดเกสรนี้คือ การรวมกลุ่มของเกสรเล็กๆจำนวนมากมาย เรียกว่าเรณู (pollinia) ภายในดอกมีจำนวนเป็นคู่ กล้วยไม้บางชนิดมีเพียงคู่เดียว บางชนิดก็อาจมีหลายคู่ (ปฐพีชล, 2547)

1.5. ฝักกล้วยไม้

ฝักกล้วยไม้หรือผล ซึ่งภายในมีเมล็ดเกิดจากการผสมกันของเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมีย อายุของฝักกล้วยไม้ตั้งแต่หลังการผสมจนกระทั่งฝักแตกออก แตกต่างกันแล้วแต่ชนิดของกล้วยไม้และสภาพแวดล้อม กล้วยไม้บางชนิดฝักแก่ภายในระยะเวลาเพียงเดือนเศษๆ แต่กล้วยไม้บางชนิดฝักอยู่กับต้นจนกระทั่งแก่ใช้เวลาปีครึ่ง เมล็ดกล้วยไม้มีลักษณะเป็นผงละเอียดมาก

ฝักกล้วยไม้ประเภทที่มีการเจริญเติบโตทางยอดมักติดอยู่กับก้านใบ ลักษณะตั้งเอาปลายชี้ขึ้น แต่ฝักกล้วยไม้ประเภทที่มีการเจริญเติบโตทางด้านข้างมักห้อยลงมา เช่น ฝักของกล้วยไม้สกุลหวาย (ปฐพีชล, 2547)

กล้วยไม้สกุลฟาแลนนอปซิส

ฟาแลนนอปซิส (*Phalaenopsis* spp.) อยู่ใน เผ่า Vandeae และเผ่าย่อย Aeridinae ค้นพบโดย G.E. Rumphius ที่เกาะ Amboina ประเทศอินโดนีเซีย ในปี ค.ศ. 1750 ซึ่งครั้งนั้นยังไม่สามารถจัดจำแนกได้จึงไม่ได้มีการบันทึกไว้ ต่อมา Carl Blume พบกล้วยไม้สกุลนี้ที่เกาะ Nusa Kambangan ประเทศอินโดนีเซีย และได้ตั้งเป็นสกุลฟาแลนนอปซิสในปี 1825 จึงถือได้ว่าเป็นการค้นพบกล้วยไม้สกุลนี้เป็นครั้งแรก (Tom and Marion, 1994) Sweet (1980) จำแนกกล้วยไม้ฟาแลนนอปซิส ออกเป็น 9 หมู่ จากทั้งหมด 47 ชนิด และต่อมา Christenson (2001) ได้เสนอการจัดกลุ่มแบบใหม่ โดยมีการรวมสกุล *Doritis* และสกุล *Kingidium* เข้าไปอยู่กับสกุล *Phalaenopsis* โดย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ใช้หลักการของความสามารถในการผสมข้าม ทำการจำแนกออกเป็น 5 สกุลย่อย (subgenus) จากทั้งหมด 65 ชนิด ซึ่งสกุลนี้มีถิ่นกำเนิดในฟิลิปปินส์ บอร์เนียว ชวา สุมาตรา มาเลเซีย สำหรับในประเทศไทยมีกล้วยไม้สกุลนี้อยู่ 5 ชนิด ได้แก่ เอื้องเขากวาง (เอื้องม้าลายเสือ), *Phal*. gibbosa, *Phal*. lobbii, *Phal*. lowii และ *Phal*. parishii ขนาดดอกมีทั้งขนาดใหญ่และเล็กตามลักษณะของพันธุ์ แต่ที่นิยมปลูกกันอยู่ในขณะนี้เป็นพันธุ์ลูกผสมที่ผสมกันมาหลายรุ่นจนได้ดอกลักษณะกลมใหญ่ (ชวลิต, 2542) การเจริญเติบโตจัดอยู่ในประเภทที่มีการเจริญเติบโตทางยอด มีการกระจายพันธุ์กว้างขวางอยู่ในบริเวณทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และหมู่เกาะใกล้เคียงในมหาสมุทรแปซิฟิกซึ่งมีสภาพอากาศเป็นแบบเขตร้อน ลักษณะของลำต้นทรงเตี้ยตรง มีใบไม่กี่คู่ ใบเรียงซ้อนสลับกันในด้านตรงกันข้าม ใบมักมีลักษณะแบน ค่อนข้างกว้างและอวบน้ำ (ระพี, 2516) แผ่แบนคล้ายใบพาย ดอกกลมใหญ่ ขนาดกว้าง 5-8 ซม. กลีบหนา ดอกมีหลายสี เช่น สีขาว สีชมพู สีเหลือง ก้านช่อยาว บางช่อยาวถึง 80 ซม. ช่อหนึ่งมีหลายดอกเรียงไปตามก้านช่ออย่างมีระเบียบ บางต้นแยกออกเป็นหลายช่อ บานทน ถ้าบานอยู่กับต้นสามารถบานได้เป็นเดือน (ชวลิต, 2542) กล้วยไม้ในสกุลนี้เป็นกล้วยไม้อากาศ (epiphytic) พบขึ้นอยู่ตามต้นไม้โดยธรรมชาติหรือขึ้นอยู่ตามหิน (lithophytic) ในบริเวณป่าชื้นหรือร่มรำไร บางชนิดก็มีรากค่อนข้างแบน แนบไปกับผิวของสิ่งที่มันอาศัยเกาะอยู่ บางชนิดมีใบเล็ก หรือทิ้งใบเก่าในฤดูแล้งมีรากสีเขียวซึ่งหมายถึงมีคลอโรฟิลล์ไว้ช่วยสังเคราะห์แสงเป็นการช่วยใบอีกทางหนึ่งด้วย (ระพี, 2516)

กล้วยไม้มีการดูดซึมธาตุอาหารผ่านทางรากโดยวิธีออสโมซิส ซึ่งธาตุอาหารนี้ได้จากการให้ปุ๋ยทำให้กล้วยไม้เจริญเติบโตงอกงามรวดเร็ว นอกจากนั้นแล้ว ปุ๋ยยังมีประโยชน์ต่อกล้วยไม้อีกหลายประการ เช่น ช่วยทำให้กล้วยไม้แข็งแรง ทนต่อโรคและแมลงที่มารบกวน ช่วยให้ดอกใหญ่และสีสด ทำให้ฝักของกล้วยไม้สมบูรณ์เมื่อนำเมล็ดไปเพาะทำให้เมล็ดงอกงามมาก ช่วยทำให้หน่อ ตา ราก เจริญเติบโตได้รวดเร็ว เป็นต้น (ชวลิต, 2542)

2. ธาตุอาหารกับการเจริญเติบโตของพืช

พืชต้องการธาตุอาหารชนิดต่างๆในการเจริญเติบโต และเพื่อให้กิจกรรมต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีพของพืชเป็นไปด้วยดี ธาตุอาหารต่างๆเหล่านี้จึงมีบทบาทต่อการเจริญของพืชทั้งในด้านแหล่งของพลังงานควบคุมกระบวนการเมแทบอลิซึมในเซลล์ และกระบวนการสร้างเซลล์ เมื่อพิจารณาความสำคัญของธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช พบว่าธาตุอาหารหลักเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของสารที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างของเซลล์พืช และกระบวนการสร้างเซลล์ ได้แก่ โปรตีน และไขมัน ซึ่งพืชจำเป็นต้องใช้ธาตุอันเป็นองค์ประกอบของสารเหล่านี้ใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณที่มาก ส่วนจุลธาตุนั้นส่วนใหญ่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของเอนไซม์ ซึ่งพืชต้องการจุลธาตุในปริมาณเพียงเล็กน้อย(ดนัย, 2544)

2.1 มหธาตุ หรือแมโครนิวเทรียนต์ (macronutrient) คือธาตุที่พืชต้องการเป็นปริมาณมากในการเจริญเติบโต คือ ปริมาณ 1000 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักแห้งของพืช 1 กรัม มีอยู่ 9 ธาตุ ได้แก่ คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน(H) ออกซิเจน(O) ไนโตรเจน(N) ฟอสฟอรัส(P) โพแทสเซียม(K) แคลเซียม(Ca) แมกนีเซียม(Mg) และกำมะถัน(S) สำหรับธาตุออกซิเจน ไฮโดรเจน และคาร์บอน เป็นธาตุที่มีอยู่มากอย่างเพียงพอตามธรรมชาติ โดยพืชได้รับจากน้ำและอากาศ

2.2 จุลธาตุ หรือไมโครนิวเทรียนต์(micronutrient) คือธาตุอาหารที่พืชต้องการปริมาณเพียงเล็กน้อย ก็เพียงพอต่อการดำรงชีพ มี 7 ธาตุ ได้แก่ โบรอน(B) เหล็ก(Fe) ทองแดง(Cu) สังกะสี(Zn) แมงกานีส(Mn) โมลิบดินัม(Mo) และคลอรีน(Cl) ส่วนใหญ่พืชต้องการในปริมาณน้อยกว่า 100 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักแห้งของพืช 1 กรัม

นอกจากธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชทั้ง 16 ชนิดนี้แล้ว พืชบางชนิดต้องการธาตุอื่นๆ โดยเฉพาะบางชนิดเป็นพิเศษเพื่อการเจริญเติบโต ได้แก่ โคบอลท์(Co) โซเดียม (Na) อะลูมิเนียม(Al) แวนาเดียม(Va) ซิลิเนียม(Se) ซิลิกอน(Si) และอื่นๆ เรียกธาตุอาหารกลุ่มหลังเหล่านี้ว่าเป็น beneficial element (สมบุญ, 2538)

ไนโตรเจน (Nitrogen)

รากพืชดูดไนโตรเจนจากดินมาในรูปของเกลือไนเตรท (NO_3^-) และเกลือแอมโมเนียม (NH_4^+) ในพืชบางชนิดมีจุลินทรีย์ช่วยตรึงไนโตรเจนจากอากาศ เปลี่ยนมาเป็นรูปเกลือไนเตรทที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ เช่นในรากพืชตระกูลถั่วมีไรโซเบียมช่วยตรึงไนโตรเจนจากอากาศให้พืชนำไปใช้ได้(สมบุญ, 2538) การสลายตัวของสารอินทรีย์จากซากพืช ซากสัตว์ และจุลินทรีย์ทุกชนิดให้ธาตุไนโตรเจนแก่พืช (นพดล, 2538) นอกจากนี้พืชอาจได้รับไนโตรเจนในรูปสารอินทรีย์ เช่น ยูเรีย เป็นต้น (สมบุญ, 2538) ไนโตรเจนเป็นธาตุที่เคลื่อนย้ายได้ง่าย (mobile) (นิตย์, 2541) ไนโตรเจนในดินสูญเสียง่ายโดยถูกชะล้าง (leaching) ในรูปเกลือไนเตรท หรือเกิดการระเหย (volatilization) ในรูปแอมโมเนีย (สมบุญ, 2538)

ปริมาณความต้องการธาตุไนโตรเจนของพืชขึ้นอยู่กับชนิดของพืช อายุของพืช และฤดูกาล (นพดล, 2538) ประมาณ 80- 85 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนทั้งหมดในพืชเป็นองค์ประกอบของโปรตีน ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์เป็นองค์ประกอบของกรดนิวคลีอิก และอีก 5 เปอร์เซ็นต์เป็นองค์ประกอบของสารละลายกรดอะมิโน (soluble amino N) (โสระยา, 2544) ปริมาณไนโตรเจน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในพืชแม้แตกต่างกันตามชนิดของพืช อวัยวะและระยะการเจริญเติบโต แต่โดยทั่วไปอยู่ระหว่าง 2-5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง และประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในคลอโรพลาสต์ (สมบุญ, 2538)

บทบาทของไนโตรเจนในพืช (ยงยุทธ, 2546)

1. เป็นองค์ประกอบของโปรตีนซึ่งมีหน้าที่สำคัญมากในเซลล์โดยเป็นองค์ประกอบในโครงสร้างของไซโทพลาซึม เนื้อเยื่อ และเอนไซม์ นอกจากนี้ยังเป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโนอิสระและสารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ เช่น อะดีโนซีนไตรฟอตเฟต (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

ฟอสฟอรัส (Phosphorus)

โดยทั่วไปพืชดูดฟอสฟอรัสในรูปสารอนินทรีย์พวกอนุมูลของไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (H_2PO_4) และไฮโดรเจนฟอสเฟต(HPO_4^-) ปริมาณไอออนทั้งสองชนิดมีมากหรือน้อยขึ้นกับค่าความเป็นกรดด่าง(pH)ของดิน ดินที่มีค่า pH ต่ำกว่า 7 ฟอสฟอรัสมักอยู่ในรูป HPO_4^- ดินที่มีค่า pH สูง ฟอสฟอรัสมักอยู่ในรูป HPO_4^{-2} อนุมูลฟอสเฟตในดินมักถูกดูดยึด(absorb) ในอนุภาคของดินเหนียวทำให้พืชไม่สามารถนำไปใช้ได้หรืออาจรวมตัวกับธาตุอื่นในดิน สภาพดินที่เป็นกรดหรือด่างมากเกินไป ทำให้ฟอสฟอรัสอยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ไม่ได้ เช่น ในสภาพดินที่เป็นด่างมีอนุมูลที่เป็นประจุบวก ได้แก่ แคลเซียมและแมกนีเซียมมาก ทำให้อนุมูลฟอสฟอรัสซึ่งเป็นประจุลบรวมกับอนุมูลที่เป็นประจุบวกเหล่านี้ กลายเป็นเกลือที่ไม่ละลายน้ำเป็นรูปที่พืชนำไปใช้ได้น้อย ส่วนในดินที่เป็นกรดมากพบว่า ธาตุอะลูมิเนียมและเหล็กมีมาก ซึ่งจะรวมตัวกับอนุมูลฟอสเฟตทำให้เกิดตะกอนของอะลูมิเนียมฟอสเฟต ทำให้ฟอสฟอรัสอยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถนำไปใช้ได้ ฉะนั้นสภาพดินที่เป็นกลางช่วยให้อนุมูลฟอสเฟตอยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ได้มาก (สมบุญ, 2538) ส่วนใหญ่ฟอสฟอรัสถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปสารประกอบอินทรีย์เมื่อเข้าสู่ต้นพืช ฟอสฟอรัสไม่ถูกรีดิวซ์ใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พืช แต่คงอยู่ในรูปฟอสเฟตไม่ว่าอยู่อย่างอิสระหรือรวมอยู่ในสารประกอบอินทรีย์ก็ตาม (นิตย์, 2541)

ธาตุฟอสฟอรัสในรูปของเกลือฟอสเฟตละลายน้ำได้ (นพดล, 2538) ทำให้สามารถเคลื่อนย้ายในพืชในทิศทางขึ้นและลงได้ จึงมักพบอนินทรีย์ฟอสเฟตในท่อลำเลียงอาหาร (โสระยา, 2544) นอกจากพืชดูดซึมธาตุฟอสฟอรัสทางรากในรูปของเกลือฟอสเฟตแล้ว รากพืชยังดูดซึมธาตุฟอสฟอรัสในรูปของกรดนิวคลีอิกได้ (นพดล, 2538)

พืชต้องการฟอสฟอรัส 0.3 – 0.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง เพื่อให้การเจริญเติบโตทางลำต้น (vegetative stage) เป็นไปตามปกติ สำหรับระดับฟอสฟอรัสที่ถือว่าเป็นพิษ คือ สูงกว่า 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง แต่พืชตระกูลถั่วหลายชนิดไวต่อพิษของธาตุนี้มาก เช่น ถั่วนกพิราบ (*Cajanus cajan*) และถั่วเขียวผิวดำ (*Vigna mungo*) ระดับฟอสฟอรัสเป็นพิษเมื่อมีเพียง 0.3 – 0.4 และ 0.6 – 0.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ยงยุทธ, 2546) พบฟอสฟอรัสมากในเมล็ด ผล และเนื้อเยื่อเจริญ (meristematic tissue) (นพดล, 2538)

บทบาทของฟอสฟอรัสในพืช (ยงยุทธ, 2546)

1. เป็นองค์ประกอบของกรดนิวคลีอิกซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีนและเป็นศูนย์ข้อมูลทางพันธุกรรม
2. เป็นองค์ประกอบในโครงสร้างของฟอสโฟลิพิดในเยื่อหุ้มเซลล์ของสิ่งมีชีวิต
3. เป็นองค์ประกอบของ ATP ซึ่งเป็นสารประกอบพลังงานสูงที่มีบทบาทสำคัญในระบบชีวเคมีของเซลล์
4. เป็นองค์ประกอบของโคเอนไซม์ (coenzyme) บางชนิด ได้แก่ NAD^+ (nicotinamide adenine dinucleotide) และโคเอนไซม์เอ
5. เป็นองค์ประกอบของสารประกอบฟอสเฟตอื่นๆ เช่น ribulose bis phosphate และ phosphoglyceraldehyde ในวัฏจักรคาลวิน (Calvin cycle) ของกระบวนการสังเคราะห์แสง glucose-6-phosphate, fructose-1,6-diphophate และ glyceraldehyde phosphate ในไกลโคไลซิส (glycolysis) guanosine triphosphate (GTP) ในวัฏจักรเครบส์ (Kreb's cycle) (ยงยุทธ,2546)
6. กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ในกระบวนการรีดิวซ์ไนเตรต และช่วยลดความเป็นกรดของน้ำในเซลล์ (cell sap) ด้วย (นพดล, 2538)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โพแทสเซียม (Potassium)

พืชดูดโพแทสเซียมจากดินในรูปโมโนวาเลนต์ โพแทสเซียมไอออน (K^+) โพแทสเซียมเป็นธาตุที่ละลายน้ำได้ดี ถูกชะล้างในดินได้ง่าย ในดินโดยปกติมีธาตุโพแทสเซียมอยู่มากแต่ส่วนใหญ่มักจะรวมตัวกับธาตุอื่นหรือถูกยึดในชั้นคอลลอยด์ของดินเหนียว ทำให้เกิดการตรึงโพแทสเซียม (K^+-fixation) ซึ่งโพแทสเซียมอยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ไม่ได้ จากการสลายตัวของหินเป็นดินมีการปลดปล่อยโพแทสเซียมออกมา หรือจากปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ในดินและรากพืชบางชนิด มีผลทำให้โพแทสเซียมที่ถูกตรึงในชั้นของคอลลอยด์ในดินถูกปลดปล่อยออกมาและอยู่ในรูปโพแทสเซียมซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ได้ (สมบุญ, 2538)

โพแทสเซียมเป็นธาตุที่พบมากในบริเวณส่วนอ่อนของพืช เช่น ในเนื้อเยื่อเจริญบริเวณยอดของต้น ปลายราก ตาข้าง ใบอ่อน ในเนื้อใบ ในใจกลางของต้น (pith) และในท่อลำเลียงอาหาร(phloem) (นพดล, 2538)

แม้ว่าพืชแต่ละชนิดมีความต้องการโพแทสเซียมเพื่อการเจริญเติบโตตามปกติในปริมาณที่แตกต่างกันก็ตาม โดยทั่วไปแล้วความต้องการของพืชอยู่ในช่วง 2-5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้งของใบ ลำต้น ผล และหัว ทั้งนี้ยกเว้นพืชที่ชอบโซเดียม (natrophilic species) ซึ่งความต้องการโพแทสเซียมมีน้อยกว่าพืชทั่วไป (ยงยุทธ, 2546)

บทบาทของโพแทสเซียมในพืช (ยงยุทธ, 2546)

1. กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ pyruvate kinase และ 6-phoaphofructokinase ในกระบวนการสร้างแป้ง และ ATPase ที่เยื่อหุ้มเซลล์ ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการควบคุมศักย์ออสโมซิสของเซลล์
2. ช่วยในการสังเคราะห์และกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ RuBP carboxylase ในกระบวนการสังเคราะห์แสง
3. การควบคุมศักย์ออสโมซิส เนื่องจากเซลล์พืชมีโพแทสเซียมไอออนมากกว่าไอออนของธาตุอื่นๆ ธาตุนี้จึงมีส่วนค่อนข้างมากในค่าศักย์ออสโมซิสของเซลล์ด้วย ความสำคัญในแง่นี้ทำให้โพแทสเซียมมีบทบาทต่อการขยายขนาดของเซลล์ การปิดและเปิดปากใบ
4. การเคลื่อนย้ายทางท่อลำเลียงอาหาร โพแทสเซียมมีบทบาทสำคัญที่ช่วยให้ซูโครสเข้าสู่ท่อลำเลียงอาหารและมีการเคลื่อนย้ายตัวทำละลายในท่อลำเลียงอาหารได้มากขึ้น หน้าที่ของโพแทสเซียมในเรื่องนี้เกี่ยวข้องกับการรักษาระดับ pH ในหลอดตะแกรง (sieve plate) ให้สูงและคงที่ เพื่อให้ซูโครสเคลื่อนย้ายเข้าสู่หลอดตะแกรงได้สะดวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และเพิ่มความดันออสโมซิสในหลอดตะแกรงบริเวณต้นทางของการเคลื่อนย้ายให้สูง ซึ่งช่วยเพิ่มอัตราการลำเลียงสารจากการสังเคราะห์แสง(photosynthates)จากแหล่งจ่าย (sorce) มายังบริเวณที่สะสม (sink)

5. สมดุลระหว่างประจุบวก โพแทสเซียมมีบทบาทสำคัญในการสร้างสมดุลด้านประจุไฟฟ้ากันแนวไอออนที่เคลื่อนย้ายไม่ได้ (immobile) ในไซโทพลาซึมและคลอโรพลาสต์ ตลอดจน ประจุลบที่เคลื่อนย้ายได้ ในแวคิวโอล ท่อลำเลียงน้ำ และท่อลำเลียงอาหาร เมื่อเซลล์มีกรดอินทรีย์สะสมอยู่ภายในย่อมเป็นปัจจัยส่งเสริมให้เซลล์ดูด K^+ เข้ามาในรากหรือทางเซลล์คุม โดยไม่ต้องมีประจุลบติดตามมาด้วย การเคลื่อนย้ายไนเตรตระยะไกลทางท่อลำเลียงอาหารหรือเข้าสู่แวคิวโอลมี K^+ เคียงคู่มาเสมอ เมื่อไนเตรตผ่านกระบวนการรีดักชั่นไปแล้ว เซลล์จะสังเคราะห์กรดอินทรีย์ เช่น กรดมาลิก (malic acid) เพื่อให้มีสมดุลด้านประจุกับโพแทสเซียมและรักษาระดับ pH ที่เหมาะสมไว้

ผลของธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้

ธาตุอาหารมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของกล้วยไม้ การให้ปุ๋ยอย่างเหมาะสมกับพืชช่วยลดการสูญเสียผลกำไรอันเกิดเนื่องจากปริมาณผลผลิตลดลง หรือคุณภาพตกต่ำ (Bergmann, 1992) ในทางตรงข้ามหากพืชได้รับธาตุอาหารไม่พอเพียงหรือขาดธาตุอาหาร ก็มีผลจำกัดการเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืช จากการศึกษาการขาดธาตุอาหารในกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ตวงพิงค์โซเนีย พบว่าการขาดธาตุอาหารมีผลต่อการเจริญเติบโต และความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบลดลงเมื่อพืชขาดธาตุนั้นๆ นอกจากนี้ยังมีผลกระทบต่อความเข้มข้นของธาตุอื่นในใบด้วย(โสระยา, 2547)

Wang and Gregg (1994) รายงานว่าเมื่อมีการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นไนโตรเจนจาก 50-200 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วยส่งเสริมการออกดอกและการสร้างใบในกล้วยไม้ฟาแลนนอปซิสลูกผสมพันธุ์ดอกสีขาวได้ ส่วนกล้วยไม้ฟาแลนนอปซิสที่มีการปลูกเลี้ยงในสภาพไฮโดรโพนิกมีความต้องการความเข้มข้นของธาตุอาหารสูงเพื่อช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตให้ดีขึ้น (Poole and Seeley, 1978)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Wang (1996) ได้ศึกษาถึงการให้ปุ๋ย N- P_2O_5- K_2O 6 สูตร(10-30-20, 15-10-30, 15-20-25, 20-5-19, 20-10-20 และ 20-20-20) กับต้นกล้ากล้วยไม้ฟาแลนนอปซิสพบว่าการเติบโตของใบ ขนาดของใบ พื้นที่ใบทั้งหมด น้ำหนักสดของยอดและราก ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีความแตกต่างในด้านของจำนวนใบโดยปุ๋ยสูตร 10N-13.1P-16.6K (10-30-20) ให้ต้นที่มีจำนวนใบมากกว่าการให้ปุ๋ยสูตร 20N-8.7P-16.6K (20-20-20) ถึง 12% ในปีที่มีการออกดอก จากการศึกษาต่อมาในปี 2000 พบว่าการให้ปุ๋ยที่มีฟอสฟอรัสสูง ไม่มีผลต่อการแทงช่อดอก การบานดอก และขนาดของดอก ซึ่งทุกต้นที่มีการให้ปุ๋ยที่มีฟอสฟอรัสสูงมีจำนวนดอกน้อยกว่าต้นควบคุม และการให้ปุ๋ยที่มีไนโตรเจนอย่างเพียงพอมีความสำคัญกับการออกดอกมากกว่าการให้ไนโตรเจนต่ำและการให้ฟอสฟอรัสในระดับสูง (Wang, 2000)

Wang and Konow (2002) รายงานว่าการใช้เปลือกไม้ผสมกับพีทมอสเป็นวัสดุปลูกกล้วยไม้ฟาแลนนอปซิสทำให้มีจำนวนใบ น้ำหนักสด และพื้นที่ใบมากกว่าการใช้เปลือกไม้เป็นวัสดุปลูกเพียงอย่างเดียว และการให้ปุ๋ย 2 อัตรา (20N-2.2P-15.8K และ 20N-8.6P-16.6K) ร่วมกับการให้ยูเรียเป็นแหล่งของไนโตรเจน (10 % และ 52 % ตามลำดับ) พบว่าทำให้น้ำหนักสดในส่วนของยอดมากกว่าการให้ปุ๋ยโดยไม่ได้ให้ยูเรีย 40-50 % และยังมีพื้นที่ใบกว้างกว่าด้วยเช่นกัน

สำหรับกล้วยไม้สกุลหวาย Bhattachajee (1981) ได้ศึกษาใน *Dendrobium moschatum* พบว่าการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้น P_2O_5 มีผลต่อการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและลักษณะของดอก และการเพิ่มขึ้นของ K_2O มีผลต่อจำนวนใบและความแตกต่างของลักษณะดอก ยกเว้นในเรื่องของความยาวก้านดอกที่ไม่มีความแตกต่าง อย่างไรก็ตามการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้น P_2O_5 และ K_2O ไม่ควรเกิน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับการเพิ่มขึ้นของจำนวนใบและความยาวก้านช่อดอก พบว่ามีปฏิสัมพันธ์กันระหว่าง N และ P_2O_5 และพบว่ามีปฏิสัมพันธ์กันระหว่าง P_2O_5 กับ K_2O ในส่วนของขนาดดอก และความยาวก้านช่อดอก ต่อมามีการศึกษาการให้ธาตุอาหารร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีผลต่อปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในใบของกล้วยไม้สกุลหวาย(*Dendrobium* cv. Sonia-17) พบว่าการให้ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่อัตรา 30:10:10 ร่วมกับการให้ benzyladenine ช่วยเพิ่มความยาวใบ(12.85 ซม.) และให้ความกว้างใบมากที่สุด (6.04 ซม.) (Devi and Chezhiyan, 2001) และต่อมาพบว่าการให้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่อัตรา 30:10:10 ร่วมกับการให้ BA ที่ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตรให้ปริมาณไนโตรเจนในใบสูงที่สุด(2.78 เปอร์เซ็นต์) และการให้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่อัตรา 10:10:10 ร่วมกับการให้ BA ที่ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ปริมาณฟอสฟอรัส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และโพแทสเซียมในใบสูงที่สุด คือ 0.54 และ 2.36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ(Devi and Chezhiyan, 2002)

คีตวัชร์ (2547) รายงานว่าการให้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่อัตรา 2.3 : 1 : 3 ให้ค่าเฉลี่ยของจำนวนลำลูกกล้วยของกล้วยไม้เลลิโอแคทลียา เมม. โรเบิร์ตสเตรท มากกว่าการให้ที่อัตรา 2.3 : 1 : 2.3 โดยการให้ไนโตรเจนที่ความเข้มข้น 100 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ค่าเฉลี่ยความยาวลำลูกกล้วย เส้นผ่าศูนย์กลางลำลูกกล้วย ความยาวใบ และความกว้างใบมากกว่าการให้ที่ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร และการให้ปุ๋ยที่อัตรา 3 วันต่อครั้ง ให้ค่าเฉลี่ยความสูงของลำลูกกล้วยและความยาวใบมากกว่าการให้ปุ๋ยที่อัตรา 6 วันต่อครั้ง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาอัตราส่วนของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ร่วมกับอัตราการให้ปุ๋ยของกล้วยไม้ช้างแดงในระยะไม้นิ้ว โดยพบว่าการให้ไนโตรเจน: ฟอสฟอรัส :โพแทสเซียม อัตรา 3.2 : 1 : 3 ทำให้มีความสูงของต้นมากกว่าการให้ที่อัตรา 2.3 : 1 : 2.3 ส่วนการให้ไนโตรเจนที่ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้กล้วยไม้ช้างแดงมีความยาวใบและความสูงต้นมากที่สุด และการให้ปุ๋ยที่อัตรา 3 วันต่อครั้ง ทำให้ มีความกว้างใบ จำนวนใบ และความสูงต้นมากกว่าการให้ปุ๋ยที่อัตรา 6 วันต่อครั้ง(ดาราพงษ์, 2547)

Powell *et al* (1988) ได้ทำการศึกษาอุณหภูมิกลางวันต่ออุณหภูมิกลางคืน 3 แบบ (20°C กลางวัน/12°C กลางคืน, 26°C / 12°C และ 26°C / 18°C) ร่วมกับการให้ไนโตรเจน 2 ระดับ (17 และ 170 มิลลิกรัมต่อลิตร) ในกล้วยไม้ออนซิเดียม พบว่า อุณหภูมิ 26°C / 12°C ทำให้เกิดตาดอกมากที่สุด คือ 5.9 ตาต่อต้น และระดับของไนโตรเจนไม่มีผลต่อจำนวนตาดอกของกล้วยไม้สกุลออนซิเดียม ซึ่งการให้ไนโตรเจนในอัตราที่สูงทำให้การสร้างช่อดอกลดลงในกล้วยไม้สกุลซิมบิเดียม(Penningafeld and Forchthammer, 1980) ในทางตรงกันข้าม การให้ไนโตรเจนในอัตราที่สูงทำให้เกิดการสร้างตาดอกเพิ่มมากขึ้นในกล้วยไม้ซิมบิเดียมพันธุ์เล็ก (Arnold and Berg, 1983)

Li *et al* (2006) ศึกษาผลของการให้โพแทสเซียมคลอเรตต่อการออกดอกของกล้วยไม้ฟาแลนนอปซิส พบว่าการให้สารโพแทสเซียมคลอเรตที่ความเข้มข้น 2, 4, 8 และ 16 มิลลิโมลต่อลิตร ทำให้การแทงช่อดอกล่าช้า 5, 6, 18 และ 26 วันตามลำดับ อีกทั้งยังทำให้ความยาวก้านช่อดอกลดลง 2.1% , 4.0 %, 16.2% และ 46.1% ตามลำดับ อย่างไรก็ตามการให้โพแทสเซียมคลอเรตที่ความเข้มข้น 8 มิลลิโมลต่อลิตร ช่วยเพิ่มตาดอกขึ้น 16% และช่วยเร่งการบานของดอกฟาแลนนอปซิส แต่อาจมีขนาดของดอกลดลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved