บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

กล้วยไม้สกุลหวาย (*Dendrobium*) เป็นสกุลกล้วยไม้ที่ใหญ่ที่สุดในวงศ์กล้วยไม้ทั้งหมด มีถิ่นกำเนิดในเขตอบอุ่น พบได้ตั้งแต่เทือกเขาหิมาลัย อินเดีย จีน เกาหลี ญี่ปุ่น ประเทศในกลุ่มเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ไปจนถึงนิวกีนี และออสเตรเลียจนถึงนิวซีแลนด์และตาฮิติ ประกอบด้วยจัดอยู่ในวงศ์ *Orchidaceae* เผ่าย่อย *Dendrobiinae* แบ่งออกได้เป็น 41 หมู่ (section) จำนวนชนิดมากกว่า 1,000 ชนิด (Kamemoto, 1975; บรรณ, 2549; ระพี, 2530) เฉพาะในป่าธรรมชาติประเทศไทยสามารถพบเห็นได้มากกว่า 130 ชนิด เช่น *Dendrobium chrysotoxum* Lindley (เอื้องคำ) *Dendrobium lindleyi* Steud. (เอื้องผึ้ง) *Dendrobium thrysiflorum* Rchb.f. (เอื้องม่อนไข่) *Dendrobium farmer* Paxt. (เอื้องมัจฉานุ) เป็นต้น (โชติ, 2505; ณัฐา, 2548)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

กล้วยไม้สกุลหวาย เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่มีการเจริญเติบโตแบบเจริญทางด้านข้าง (sympodial) มีลำต้นเป็นลำต้นเทียม (pseudobulb) หรือลำลูกกล้วย ทำหน้าที่เก็บสะสมอาหาร เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่แล้วไม่เจริญอีก และมีหน่อเกิดขึ้นใหม่ที่โคนของลำต้น ลำต้นที่แท้จริงเป็นส่วนที่เรียกว่า เหง้า (rhizome) อยู่บริเวณโคนของลำลูกกล้วย เป็นรอยต่อระหว่างลำลูกกล้วยและราก ใบมีหลากหลายรูปแบบ อาจมีลักษณะแบน กลม หรือม้วนงอ รากเป็นรากอากาศ ผิวเรียบคล้ายฟองน้ำ บริเวณปลายรากมีสีเขียวซึ่งมีคลอโรฟิลล์อยู่ภายใน ทำให้สามารถสังเคราะห์แสงได้ (ชวลิต, 2534) ช่อดอกมีทั้งขนาดช่อสั้นและยาว มีลักษณะเป็นช่อห้อยและช่อตั้งตรง โดยออกดอกบริเวณตายอดของลำลูกกล้วยหรือตาบริเวณซอกใบ ดอกมีส่วนประกอบหลัก คือ กลีบวงนอกและกลีบวงใน อย่างละ 3 กลีบ กลีบวงในมีขนาดของกลีบใหญ่กว่ากลีบวงนอกชัดเจน และในส่วนของกลีบวงในนี้มีลักษณะพิเศษคือ กลีบด้านล่างมีรูปร่างของกลีบแตกต่างจากกลีบอื่นๆ อาจมีสีสันที่ต่างออกไปด้วย เรียกกลีบบริเวณนี้ว่า ปาก ด้านบนของตำแหน่งปากเป็นส่วนขยายพันธุ์ เรียกว่า เส้าเกสร ประกอบด้วยเกสรเพศผู้และเกสรเพศเมีย มีสีสันและลักษณะของดอกหลากหลายทั้งแบบดอกเดี่ยวและดอกช่อ เมื่อผสมพันธุ์แบบอาศัยเพศติดแล้ว ส่วนของก้านดอกจะพัฒนาไปเป็นฝัก ซึ่งภายในมีเมล็ดขนาดเล็กเหมือนฝุ่นผงอยู่เต็มฝัก อาจมีปริมาณตั้งแต่สามร้อยเมล็ดไปจนถึง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มากกว่าหนึ่งล้านเมล็ดต่อฝัก ขึ้นอยู่กับขนาดของฝักและชนิดของกล้วยไม้หวายนั้นๆ ในสภาพธรรมชาติมักพบกล้วยไม้หวายเจริญเติบโตอยู่กับโขดหิน ขอนไม้ และต้นไม้ (ครรชิต, 2550)

การปลูกและการดูแลรักษา

กล้วยไม้หวายมีความต้องการแสงแดดแตกต่างกันแล้วแต่ชนิด โดยสามารถคาดคะเนความต้องการแสงของกล้วยไม้หวายได้จากการสังเกตโครงสร้างใบ กล่าวคือ กล้วยไม้หวายที่มีใบหนาและใบกลมต้องการแสงแดดเต็มที่ ในขณะที่กล้วยไม้หวายที่มีใบกว้างและนิ่มต้องการแสงแดดลดน้อยลง (ประมาณ 80%) และหากสีเขียวที่ใบมีความเข้มมากและมีแผ่นใบใหญ่ ต้องการร่มเงามาก (ประมาณ 50-60%) เป็นต้น (Richter, 1982) กล้วยไม้หวายเป็นกล้วยไม้อากาศจึงต้องการความชื้นสูงและควรมีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ 60-80% เพื่อให้รากดูดน้ำไปใช้ได้อย่างเพียงพอต่อความต้องการ แต่ไม่ต้องการให้บริเวณรากชื้นแฉะ เนื่องจากส่งผลให้รากไม่สามารถหายใจและดูดซึมน้ำและธาตุอาหารไปใช้ได้ ทำให้เกิดอาการรากเน่าในภายหลัง มีความต้องการธาตุอาหารเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตเหมือนกับพืชชนิดอื่นๆ ซึ่งในอดีตมีความเข้าใจแบบผิดๆ เกี่ยวกับธาตุอาหารที่กล้วยไม้หวายต้องการ กล่าวคือ เชื่อกันว่ากล้วยไม้หวายไม่ต้องการปุ๋ยเหมือนพืชอื่นๆ เนื่องจากในสภาพธรรมชาติมักขึ้นตามโขดหิน ขอนไม้หรือต้นไม้ ซึ่งได้รับเพียงน้ำฝนเท่านั้น ทำให้ผู้ปลูกเลี้ยงส่วนใหญ่เข้าใจว่าปุ๋ยไม่มีความจำเป็นต่อกล้วยไม้หวาย แท้จริงแล้วกล้วยไม้หวายได้รับสารอาหารจากเศษซากพืชซากสัตว์ที่ย่อยสลายผุพังและถูกน้ำฝนชะล้างลงมาสู่ราก และรากได้ทำการดูดซึมเก็บไว้ ดังนั้นหากให้ธาตุอาหารที่เหมาะสมแก่กล้วยไม้ สามารถทำให้ต้นกล้วยไม้มีการเจริญเติบโตที่ดีและให้ดอกที่มีคุณภาพดีกว่าเดิม ดังนั้นในปี พ.ศ.2492 จึงเริ่มมีผู้ให้ความสนใจในการจัดการธาตุอาหารกล้วยไม้ โดยทดลองปรับเปลี่ยนสูตรปุ๋ยและวิธีการให้ปุ๋ยที่เหมาะสมกับกล้วยไม้ชนิดต่างๆ เรื่อยมา (ระพี, 2502)

การปลูกเลี้ยงกล้วยไม้หวายนิยมจำลองสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติที่กล้วยไม้นั้นเจริญอยู่ ส่วนใหญ่มักปลูกให้เกาะกับกิ่งไม้ ขอนไม้ หรือต้นไม้ที่มีร่มเงา หากเป็นการปลูกในลักษณะเชิงพาณิชย์นิยมปลูกภายในโรงเรือนที่มีการพรางแสงด้วยวัสดุพรางแสง โดยใช้กระถางแขวนที่มีรูพรุนและใช้วัสดุปลูกเป็นกาบมะพร้าว ถ่าน ออสมันด้า อิฐแตก หรือโฟม เพื่อให้รากกล้วยไม้หวายยึดเกาะและมีการถ่ายเทอากาศบริเวณรากได้ดี (ครรชิต, 2535) มีระบบการให้น้ำโดยการพ่นฝอยเพื่อไม่ให้น้ำขังบริเวณรากและเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ และมีการผสมปุ๋ยสูตรที่เหมาะสมต่อช่วงอายุต่างๆ ในการเจริญเติบโตของกล้วยไม้หวายลงไปในน้ำที่ให้ด้วย หรืออาจให้น้ำและปุ๋ยด้วยวิธีการจุ่ม เพื่อให้วัสดุปลูกดูดซับน้ำและปุ๋ย ทำให้วัสดุปลูกมีความชื้นและมีปริมาณธาตุอาหารเพียงพอ พร้อมให้รากดูดซึมไปใช้ได้ตลอด ทำให้เป็นการประหยัดไม่สิ้นเปลืองน้ำและปุ๋ย อีกทั้งยังช่วยให้กล้วยไม้หวายเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องและเป็นปกติ (กมลวรรณ, 2552)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทบาทและหน้าที่ของธาตุอาหารพืช

ธาตุอาหารพืช เป็นกลุ่มของธาตุที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช โดยช่วยให้พืชเจริญเติบโตจนครบวงจรชีวิต (life cycle) ของพืช โดยมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง ซึ่งธาตุแต่ละชนิดมีความสำคัญต่อพืชแตกต่างกันไป และไม่มีธาตุอื่นใดทำหน้าที่ทดแทนได้ (ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2520) ธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ยอมรับในปัจจุบันมีด้วยกันทั้งหมด 16 ธาตุ คือ คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) ออกซิเจน (O) ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) กำมะถัน (S) เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) โมลิบดินัม (Mo) ทองแดง (Cu) โบรอน (B) คลอรีน (Cl) และสังกะสี (Zn) (อุไรวรรณ, 2554) โดยสามารถจำแนกความสำคัญตามปริมาณความต้องการเป็นกลุ่มได้ดังนี้

1. กลุ่มมหธาตุ (macronutrients)
   ธาตุอาหารพืชในกลุ่มมหธาตุ เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณมาก มีความเข้มข้นในพืชแห้งมากกว่า 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีอยู่ด้วยกัน 9 ธาตุ คือ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม (จัดเป็นธาตุอาหารหลัก) แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน (จัดเป็นธาตุอาหารรอง)
2. กลุ่มจุลธาตุ (micronutrients) หรือธาตุอาหารเสริม
   ธาตุอาหารพืชในกลุ่มจุลธาตุ เป็นกลุ่มธาตุที่พืชต้องการในปริมาณน้อย แต่พืชขาดไม่ได้ โดยทั่วไปมีความเข้มข้นในพืชแห้งต่ำกว่า 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มี 7 ธาตุ คือ เหล็ก แมงกานีส โมลิบดินัม ทองแดง โบรอน คลอรีน และสังกะสี ในภายหลังได้มีผู้เสนอให้เพิ่มนิเกิล (Ni) เข้ามาอยู่ในกลุ่มจุลธาตุเพิ่มเติมอีกหนึ่งธาตุ เนื่องจากนิเกิลเป็นธาตุที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของเอนไซม์ยูรีเอสของพืช ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่กระตุ้นปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสยูเรียให้เป็นแอมโมเนียและคาร์บอนได-ออกไซด์ (ศรีสม, 2547)

นอกจากนี้ยังพบว่าพืชบางชนิดต้องการธาตุอาหารชนิดอื่นเพิ่มเป็นพิเศษ เช่น โซเดียม (Na) มีความสำคัญเกี่ยวข้องกับการสร้าง phosphoenolpyruvate ของพืชที่เป็น CAM (crassulacean acid metabolism plant) และ C4 (C4 carbon fixation plant) และโคบอน (Co) มีความจำเป็นต่อเชื้อราไรโซเบียมที่ช่วยตรึงไนโตรเจนจากอากาศ ซึ่งอาศัยอยู่ภายในปมรากถั่ว เป็นต้น ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชเหล่านี้แม้ว่าพืชต้องการธาตุในกลุ่มมหธาตุในปริมาณมาก และมีความต้องการธาตุในกลุ่มจุลธาตุในปริมาณที่น้อย แต่ธาตุอาหารทั้งหมดต่างก็มีความสำคัญเสมอกัน พืชขาดธาตุใดธาตุหนึ่งไม่ได้ หรือใช้ทดแทนกันไม่ได้ พืชจำเป็นต้องได้รับธาตุอาหารเหล่านี้ในปริมาณที่เพียงพอและเหมาะสมต่อช่วงวัยของพืช จึงสามารถเจริญเติบโตได้ดี หากพืชได้รับธาตุ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อาหารชนิดใดชนิดหนึ่งมากจนเกินไปหรือไม่เพียงพอพืชแสดงอาการผิดปกติให้เห็น โดยจำกัดการเจริญเติบโตและการพัฒนาของส่วนต่างๆ ของพืช และอาจเป็นสาเหตุของการชักนำไปสู่การเสื่อมชราของพืช ซึ่งมีสาเหตุมาจากผลของธาตุนั้นๆ โดยตรง หรือผลของธาตุหนึ่งกระทบต่อธาตุอื่นๆ ทำให้ธาตุเหล่านั้นเข้าสู่พืชในปริมาณที่ผิดปกติไปจากเดิม (สัมฤทธิ์, 2538)

การดูดซึมธาตุอาหารไปใช้ประโยชน์ของพืชเกิดจากการดูดซึมประจุของธาตุเข้าสู่ต้นผ่านทางรากและรูเปิด โดยพืชไม่สามารถดูดซึมธาตุอาหารเชิงเดี่ยว (N P K Ca ฯลฯ เป็นต้น) เข้าสู่ต้นได้ จนกว่าธาตุอาหารอยู่ในรูปของประจุที่ละลายอยู่ในตัวทำละลาย ดังนั้นการให้ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช จึงต้องอยู่ในรูปของประจุบวกหรือประจุลบ เช่น Ca^{2+} Mg^{2+} SO_4^{2-} และ NO_3^- เป็นต้น (Havlin et al., 2005) เพราะฉะนั้นปุ๋ยที่ให้กล้วยไม้ควรเป็นปุ๋ยที่เมื่อละลายน้ำแล้วธาตุอาหารที่อยู่ในน้ำต้องอยู่ในสภาพที่กล้วยไม้สามารถดูดซึมไปใช้ได้ทันที ทั้งนี้ปริมาณธาตุอาหารที่กล้วยไม้ต้องการ ขึ้นอยู่กับชนิดของกล้วยไม้ ระยะการเจริญเติบโต ชนิดของวัสดุปลูก และสภาพการปลูกเลี้ยง โดยกล้วยไม้สกุลหวายมีความต้องการธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแคลเซียมเพื่อช่วยในการเจริญเติบโตในปริมาณที่สูง (สิทธิ์, 2548)

ธาตุอาหารหลัก (primary nutrient elements)

ไนโตรเจน (N)

ธาตุไนโตรเจน จัดเป็นธาตุอาหารหลักของพืชทุกชนิด แม้ว่าในบรรยากาศมีไนโตรเจนถึงร้อยละ 78 แต่พืชส่วนใหญ่ไม่อาจนำมาใช้ประโยชน์ได้ เนื่องจากต้องดูดซึมเข้าสู่พืชในรูปของไนเตรท (NO_3^-) และแอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) เป็นธาตุที่พืชต้องการมากที่สุด เนื่องจากไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสำคัญของโปรตีนต่างๆ ในเซลล์พืช เช่น ฮอร์โมน กรดอะมิโน และรงควัตถุ เป็นต้น ไนโตรเจนช่วยในการเจริญเติบโตของพืช เพิ่มขนาดใบ เพิ่มจำนวนเมล็ด และเพิ่มปริมาณโปรตีน ปริมาณไนโตรเจนในเนื้อเยื่อพืชส่วนใหญ่มีค่าอยู่ระหว่าง 2-5% ต่อน้ำหนักแห้ง จึงเพียงพอและเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช หากพืชได้รับไนโตรเจนในปริมาณที่ต่ำกว่าปกติมีการเจริญเติบโตน้อยลง โดยแสดงอาการขาดธาตุชัดเจนที่ใบแก่ เนื่องจากไนโตรเจนเคลื่อนย้ายจากใบเหล่านั้นไปเลี้ยงเนื้อเยื่อที่กำลังพัฒนา ทำให้ใบแก่เหลืองและร่วงหล่นเร็วกว่าเดิม ใบมีขนาดเล็กลง ลำต้นแคระแกร็น ดอกและผลน้อยลง รากไม่เจริญ และแตกกิ่งก้านน้อย ในกรณีที่พืชได้รับธาตุไนโตรเจนมากกว่าปกติ พบว่าส่วนเหนือดินเจริญเติบโตเร็วกว่าส่วนใต้ดิน ทำให้มีระบบรากเล็กส่งผลต่อความสามารถในการดูดซึมน้ำและธาตุอาหารขึ้นสู่ลำต้นที่ลดลง พืชจึงเจริญเติบโตในช่วงระยะหลังได้ช้า มีความอ่อนแอต่อสภาพแวดล้อม โรคและแมลง ใบอวบน้ำ ช้ำง่าย ประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงลดลง เนื่องจากมีใบมากและเกิดการบดบังแสงต่อกัน ทำให้ปริมาณแสงที่ได้รับต่อพื้นที่ใบลดลง (ยงยุทธ, 2543)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลของไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของกล้วยไม้ ได้รายงานโดยนักวิจัยหลายท่าน Sheehan (1960) ได้ศึกษาผลของไนโตรเจน 3 ระดับ (0, 50 และ 100 ปอนด์/เอเคอร์) ต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้สกุล *Phalaenopsis* และการออกดอกของกล้วยไม้สกุล *Cattleya* พบว่าการเพิ่มปริมาณไนโตรเจนมีผลต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้สกุล *Phalaenopsis* ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของกล้วยไม้สกุลดังกล่าวดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และมีผลเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญต่อจำนวนดอกต่อต้นของกล้วยไม้สกุล *Cattleya* เมื่อเพิ่มปริมาณไนโตรเจนให้มากขึ้นเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Sheehan (1962) ซึ่งพบว่ากรรมวิธีควบคุมที่ไม่ได้รับไนโตรเจนทำให้กล้วยไม้ *Phalaenopsis* Pink Chiffon ออกดอกเพียง 2.7 ดอกต่อต้น ส่วนในกรรมวิธีที่ได้รับไนโตรเจนปริมาณสูงที่สุด (1,000 ppm) พืชออกดอกเฉลี่ย 4.6 ดอกต่อต้น ในด้านความยาวก้านช่อดอกนั้นกรรมวิธีที่ได้รับไนโตรเจนปริมาณน้อยที่สุด (200 ppm) มีผลทำให้ก้านช่อดอกยาวเฉลี่ย 24.2 เซนติเมตร และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในทุกๆ กรรมวิธีที่เพิ่มปริมาณไนโตรเจนให้สูงขึ้น โดยมีความยาวก้านช่อดอกยาวที่สุดเมื่อกล้วยไม้ได้รับปริมาณไนโตรเจนสูงที่สุด (1,000 ppm) คือ 37.5 เซนติเมตร สังเกตได้ว่าหากเพิ่มปริมาณไนโตรเจนให้กับพืช ส่งผลให้พืชมีการเจริญเติบโตดีขึ้น ทั้งในด้านการเจริญเติบโตทางลำต้นและการให้ดอก แต่ Northen (1970) พบว่าการให้ไนโตรเจนแก่พืชมากจนเกินไปทำให้พืชมีการเจริญเติบโตเกินพอดี โดยมีการแตกกิ่งก้านและใบมากผิดปกติ และยังมีผลต่อการชะลอการออกดอก เนื่องจากไนโตรเจนที่มีปริมาณสูงในพืชสามารถช่วยชะลอการแก่ของพืช จึงมีผลต่อการออกดอกของพืช ซึ่งระยะที่พืชออกดอกนั้นเป็นระยะที่พืชเข้าสู่ระยะเจริญพันธุ์ โดยอาจถือว่าเป็นช่วงระยะที่พืชเริ่มแก่และต้องขยายพันธุ์ เพื่อรักษาเผ่าพันธุ์ต่อไป (ปฐพีชล, 2549) นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณไนโตรเจนที่สูงขึ้น มีผลต่อจำนวนต้นและรากที่เน่าของกล้วยไม้สกุล *Cattleya* และกล้วยไม้รองเท้านารี *Paphiopedilum callosum* อย่างมีนัยสำคัญ (Penningsfeld and Fast, 1962)

ฟอสฟอรัส (P)

ธาตุฟอสฟอรัส เป็นธาตุที่พืชต้องการในปริมาณ 0.3-0.5% ต่อน้ำหนักแห้ง หากสูงเกินกว่า 1 % ต่อน้ำหนักแห้งถือว่าอยู่ในระดับที่เป็นพิษต่อพืช โดยดูดซึมเข้าสู่พืชในรูปประจุลบของกรดออโทฟอสฟอริก ซึ่งมีได้ 3 รูปแบบ คือ $H_2PO_4^-$ (มีในธรรมชาติมากที่สุด) HPO_4^{2-} และ PO_4^{3-} (เรียงตามความง่ายในการดูดซึมเข้าสู่ต้นพืชจากมากไปน้อย) (ยงยุทธ, 2543) ความเป็นประโยชน์ของธาตุฟอสฟอรัสนั้นขึ้นอยู่กับสภาพความเป็นกรดด่าง (pH) ของสารละลายที่มีฟอสฟอรัสละลายอยู่ โดยความเป็นประโยชน์ของธาตุลดลงเมื่อสารละลายมี pH สูงขึ้น เนื่องจาก $H_2PO_4^-$ เปลี่ยนแปลงไปเป็น HPO_4^{2-} และ PO_4^{3-} ตามค่า pH ที่สูงขึ้น ทำให้การดูดซึมธาตุฟอสฟอรัสเข้าสู่ต้นของพืชทำได้ยากขึ้น (อำนาจ, 2525) ฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบของอินทรียสารที่สำคัญมากมายหลายชนิดในพืชที่มี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หน้าที่ช่วยในการสังเคราะห์แสง การสร้างแป้งและน้ำตาล การแบ่งเซลล์ ส่งเสริมการเจริญเติบโตของราก ทำให้ลำต้นแข็งแรงไม่ล้มง่ายและต้านทานโรค ช่วยให้พืชแก่เร็ว ช่วยในการสร้างดอกและเมล็ด และช่วยให้พืชดูดไนโตรเจน โพแทสเซียม และโมลิบดีนัมได้ดีขึ้น หากพืชขาดฟอสฟอรัสชะงักการเจริญเติบโต ต้นแคระแกร็น ใบแก่เปลี่ยนเป็นสีม่วง เนื่องจากขนาดใบเล็กลงแต่ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบไม่ลดลงตาม จึงทำให้อัตราส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์ต่อพื้นที่ใบสูงขึ้น ทำให้มองเห็นใบเป็นสีม่วง นอกจากนี้ยังส่งผลให้พืชออกดอกช้า ดอกมีขนาดเล็ก และมีจำนวนลดลง รากผอมบางสั้น และมีจำนวนน้อย (เกศิณี และวิรัตน์, 2522)

ผลของธาตุฟอสฟอรัสเพียงธาตุเดียวไม่มีอิทธิพลมากพอต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของกล้วยไม้ แต่หากให้ธาตุฟอสฟอรัสร่วมกับธาตุอื่นๆ ทำให้ผลแสดงออกมาได้ชัดเจนขึ้น การขาดธาตุฟอสฟอรัสแสดงให้เห็นผลลบต่อการเจริญเติบโตอย่างมีนัยสำคัญในกล้วยไม้สกุล *Cattleya* (Davidson, 1960) และทำให้ใบของกล้วยไม้หวาย *Dendrobium phalaenopsis* เน่าก่อนอาการขาดธาตุแสดงออกมาให้เห็น (Chin, 1966) Gething (1974) รายงานว่าการเติม P_2O_5 ลงในสารละลายไนโตรเจนทำให้น้ำหนักสดของกล้วยไม้สกุล *Odontoglossum* สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อเพิ่มปริมาณ P_2O_5 ในสารละลายไนโตรเจนให้มีความเข้มข้นสูงขึ้นพบว่าน้ำหนักสดของกล้วยไม้สกุลดังกล่าวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเทียบกันระหว่างกรรมวิธีที่มี P_2O_5 ปริมาณน้อยที่สุดและมากที่สุด แต่ Bhattacharjee (1981) พบว่าการเพิ่มปริมาณของฟอสฟอรัสมีผลต่อการเพิ่มคุณภาพของดอกกล้วยไม้หวาย *Dendrobium moschatum* โดยส่งผลให้จำนวนช่อดอกและจำนวนดอกต่อช่อเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

โพแทสเซียม (K)

ธาตุโพแทสเซียมดูดซึมเข้าสู่พืชในรูป K^+ โดยทั่วไปพืชมีความต้องการธาตุโพแทสเซียมในระดับ 2-5% ต่อน้ำหนักแห้ง เมื่ออยู่ในต้นพืชโพแทสเซียมสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่ายมาก ไม่ว่าเป็นภายในเซลล์ ระหว่างเซลล์ หรือการเคลื่อนย้ายระยะทางไกลผ่านไซเลมและโฟลเอ็ม ในเชิงปริมาณธาตุนี้มีในพืชมากกว่าธาตุประจุบวกอื่นๆ จึงเป็นธาตุที่ทำหน้าที่ลดศักย์ออสโมซิสภายในเซลล์และเนื้อเยื่อพืช และช่วยรักษาระดับความเป็นกรดด่างในไซโทพลาซึมให้อยู่ระหว่าง 7-8 ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมต่อการทำงานของเอมไซม์ และยังทำหน้าที่เป็นสารปลุกฤทธิ์ (activate) ของเอมไซม์อีกประมาณ 50 ชนิด ซึ่งไม่สามารถใช้สารอื่นปลุกฤทธิ์แทนได้นอกจากโพแทสเซียม (ยงยุทธ, 2543) มีหน้าที่ช่วยสร้างและเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาลในพืช ช่วยสร้างโปรตีน การแบ่งเซลล์ ควบคุมการขยายหรือความเต่งของเซลล์ มีบทบาทในระบบหายใจ ช่วยเพิ่มคุณภาพของผลผลิต เช่น ความกรอบ สี ความหวาน และยืดอายุการเก็บรักษา พืชที่ขาดธาตุโพแทสเซียมชะงักการเจริญเติบโต ขอบใบแก่ไหม้มีสีน้ำตาลลุกลามเข้ามากลางใบเป็นรูปตัววี (กองปฐพีวิทยา, 2543)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ต้นอ่อนล้มง่าย เหี่ยวเฉาง่ายไม่ทนต่อสภาพอากาศแล้ง ไม่ต้านทานโรค ผลเล็ก เมล็ดเหี่ยวลีบ พืชน้ำมันและพืชหัวมีคุณภาพลดลง และการที่พืชได้รับธาตุโพแทสเซียมในปริมาณที่มากเกินไปไม่มีผลกระทบต่อพืช แต่มีผลเชิงลบต่อการดูดซึมและการใช้ประโยชน์ของธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมภายในต้นพืช (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2530)

ความเป็นประโยชน์ของธาตุโพแทสเซียมต่อกล้วยไม้พบว่าการเพิ่มความเข้มข้นของปริมาณธาตุโพแทสเซียมในสารละลายปุ๋ยทำให้การเจริญเติบโตทางลำต้นของกล้วยไม้ลูกผสม *Phalaenopsis* Pink Chiffon และการพัฒนาใบของกล้วยไม้สกุล *Cattleya* ดีขึ้น (Sheehan, 1962) สอดคล้องกับการทดลองของ Wong และ Chua (1975) ซึ่งทำการทดลองกับกล้วยไม้ลูกผสม *Aranda* Wendy Scott โดยการให้ปุ๋ยที่มีปริมาณธาตุโพแทสเซียมในปริมาณต่างๆ กันกับกล้วยไม้ พบว่า การเพิ่มปริมาณธาตุโพแทสเซียมในสารละลายทำให้การเจริญเติบโตของกิ่ง ใบ และการออกดอก มีอัตราดีขึ้นเมื่อปริมาณธาตุโพแทสเซียมในสารละลายสูงขึ้น Chin (1966) รายงานว่าการทำให้กล้วยไม้สกุล *Dendrobium* และ *Phalaenopsis* ขาดธาตุโพแทสเซียมมีผลต่อการชะงักการเจริญเติบโตและทำให้ใบของกล้วยไม้แห้งเหี่ยวอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่ได้รับธาตุโพแทสเซียมในปริมาณที่เพียงพอ

ธาตุรอง (secondary nutrient elements)

แคลเซียม (Ca)

ธาตุแคลเซียมเป็นประโยชน์ต่อพืชเมื่ออยู่ในรูป Ca^{2+} พืชมีความต้องการในระดับ 0.1-5% ต่อน้ำหนักแห้ง โดยพืชใบเลี้ยงคู่มีความต้องการธาตุแคลเซียมมากกว่าใบเลี้ยงเดี่ยว (Loneragan and Snowball, 1969) ธาตุแคลเซียมมีคุณสมบัติเหมาะแก่การเป็นองค์ประกอบในโครงสร้างของโปรตีนสำคัญต่างๆ เนื่องจาก Ca^{2+} จับกับโปรตีนในเซลล์ได้พอดี เมื่อรวมเข้ากับโปรตีนแล้วมีแนวโน้มช่วยให้โปรตีนดังกล่าวมีเสถียรภาพ ไม่ถูกทำลายจากความร้อนและไม่ถูกย่อยด้วยเอนไซม์ (proteolysis) และ Ca^{2+} ยังมีขนาดของอะตอมพอดีกับร่องบนผิวแมโครโมเลกุลหรือระหว่างแมโครโมเลกุลด้วยกันเอง จึงทำหน้าที่เชื่อมโยงแมโครโมเลกุลได้ดีกว่าแมกนีเซียม (Mg^{2+}) สามารถพบธาตุแคลเซียมได้มากในมิดเดิลลาเมลลา ซึ่งเป็นชั้นบางๆ ของผนังเซลล์ปฐมภูมิที่อยู่กึ่งกลางระหว่างเซลล์ที่อยู่ติดกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

บทบาทของแคลเซียม (ยงยุทธ, 2543)

1. บทบาทต่อความแข็งแรงของเซลล์พืช

ธาตุแคลเซียมเป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ในรูปของแคลเซียมเพกเทต (calcium pectate) โดยในมิดเดิลลาเมลลามีเพกทินและโพรโทเพกทิน ซึ่งเป็นสารอนุพันธ์ของกรดเพกทิก เมื่อรวมตัวกับแคลเซียมแล้วตกตะกอนกลายเป็นเกลือแคลเซียมเพกเทต เกิดจากการเข้าทำปฏิกิริยาของ Ca^{2+} กับหมู่คาร์บอกซิลของกรดทำให้เกิดการเชื่อมไขว้ของโซ่กรดเพกทิกข้างเคียงเข้าด้วยกันเป็นโครงข่ายที่แข็งแรง ทำให้มิดเดิลลาเมลลาแข็งขึ้น ในการสร้างผนังเซลล์ใหม่ของกระบวนการแบ่งเซลล์ เมื่อเริ่มเกิดการรวมตัวของ Ca^{2+} กับกรดเพกทิก มีเส้นเซลลูโลสแทรกเข้ามาทั้งสองด้านของโครงข่ายแคลเซียมเพกเตท และเกิดเป็นผนังเซลล์ใหม่ เมื่อมิลเดิลลาเมลลาแข็งขึ้นจึงทำให้ผนังเซลล์ระหว่างเซลล์เชื่อมกันอย่างมั่นคง ทำให้ผนังเซลล์ เนื้อเยื่อ และต้นพืชแข็งแรง นอกจากนี้แคลเซียมยังมีบทบาทช่วยป้องกันการย่อยสลายมิดเดิลลาเมลลาจากเอนไซม์ polygalacturonase ซึ่งเร่งปฏิกิริยาการย่อยสลายเพกเทต โดยการเข้าไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ เมื่อมีปริมาณแคลเซียมในระดับความเข้มข้นที่สูง ดังนั้นหากพืชขาดธาตุแคลเซียมทำให้เอนไซม์ดังกล่าวย่อยสลายผนังเซลล์และเนื้อเยื่อ ทำให้เนื้อเยื่อของพืชอ่อนตัวลง จึงเป็นผลให้พืชอ่อนแอ หักล้ม แมลงเข้ากัดกินทำลายต้นพืชได้ง่าย นอกจากนี้ยังทำให้เชื้อราเข้าต้นพืชได้ง่ายขึ้น เนื่องจากชั้นมิดเดิลลาเมลลามีความอ่อนตัวเส้นใยของเชื้อราจึงแทรกเข้าไปในเนื้อเยื่อได้ง่ายกว่าเดิม

2. สมดุลของประจุบวก-ประจุลบ และการควบคุมด้านออสโมซิส

แคลเซียมในพืชส่วนใหญ่อยู่ในแวคิวโอลในรูปของแคลเซียมออกซาเลต ทำหน้าที่รักษาดุลยภาพของประจุบวกและประจุลบทั้งประเภทที่เป็นอินทรียสารและอนินทรียสาร เพื่อรักษาความเข้มข้นของแคลเซียมอิสระในไซโทซอลให้ต่ำอยู่เสมอ กลไกนี้ทำหน้าที่ควบคุมด้านออสโมซิสทางอ้อม ในการเปิดปิดปากใบ หรือการหุบของใบในช่วงกลางคืน โดยการเคลื่อนย้ายแคลเซียมออกจากแวคิวโอลทำให้ประจุบวกภายในไซโทซอลสูงขึ้น เป็นผลให้เยื่อหุ้มเซลล์ดึงประจุลบเข้ามาในเซลล์มากขึ้น เพื่อรักษาสมดุลประจุภายในเซลล์ทำให้เซลล์ขยายตัวขึ้น ในทางกลับกันเมื่อแวคิวโอลดึงแคลเซียมกลับเข้าไปภายในก็จะทำให้เซลล์มีประจุลบสูงขึ้น เยื่อหุ้มเซลล์จึงขับประจุลบออกจึงทำให้เซลล์แฟบลง

3. กระตุ้นการทำงานของโคเอนไซม์

ภายในไซโทซอลมีโปรตีนชนิดหนึ่งเรียกว่าแคลโมดูลิน ซึ่งเป็นสารปลุกฤทธิ์ของเอนไซม์ NAD kinase และ Ca^{2+}-ATPase ในสภาพปกติแคลโมดูลินไม่สามารถกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ข้างต้นได้ จนกว่าแคลโมดูลินรวมตัวกับ Ca^{2+} แล้วเปลี่ยนรูปร่างโมเลกุลของโปรตีน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แคลโมดูลิน ทำให้สารประกอบระหว่างแคลโมดูลินกับ Ca^{2+} สามารถจับกับเอนไซม์ดังกล่าวได้ จึงสามารถกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ NAD kinase และ Ca^{2+}-ATPase ได้

4. การเจริญเติบโตของพืช

ธาตุแคลเซียมมีส่วนช่วยในการยึดตัวของเซลล์ที่ปลายราก โคลีออพไทล์ และการงอกหลอดเรณูของละอองเกสรตัวผู้ ในขณะเดียวกันยังช่วยต้านฤทธิ์ของออกซินไม่ให้ทำงานมากจนเกินไป ทำให้พืชไม่มีการขยายเซลล์มากจนผิดปกติ ช่วยลดความเป็นพิษจากสารพิษต่างๆ เช่น กรดออกซาลิก ซึ่งกรดชนิดนี้ถ้ามีมากอาจเป็นพิษต่อพืช แคลเซียมทำให้กรดนี้เปลี่ยนเป็นแคลเซียมออกซาเลต ซึ่งตกตะกอนและละลายน้ำได้ยากแล้วเก็บไว้ในในแวคิวโอล ผนังเซลล์ หรือช่องว่างระหว่างเซลล์ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544; มุกดา, 2544) และช่วยแก้ไขความเป็นพิษของทองแดงในพืชเมื่อพืชได้รับธาตุทองแดงในปริมาณที่มากจนเกินไป ส่งเสริมการเกิดปมที่รากถั่ว ทำให้รากตอบสนองต่อแสงโน้มถ่วงของโลก

หากพืชขาดแคลเซียมแสดงอาการผิดปกติที่บริเวณเนื้อเยื่อเจริญของพืช เนื่องจากแคลเซียมไม่สามารถเคลื่อนที่ได้มากในพืช พืชจึงส่งธาตุแคลเซียมไปยังอวัยวะที่สร้างขึ้นใหม่ได้น้อย (ปฐพีชล, 2549) ทำให้ปลายยอดหยุดการเจริญเติบโต รากไม่เจริญเท่าที่ควร ใบอ่อนมีลักษณะผิดปกติ ยอดกุด ตาและยอดอ่อนแห้งตาย ใบเล็กลง และมีสีเหลืองซีด ใบที่อยู่ชั้นในสุดรวมตัวติดกันทำให้แมลงเข้าไปอาศัยและทำลายพืชได้ ลำต้นอ่อนแอ ล้มง่าย พืชออกดอกเร็วเกินไป ผลอาจมีผิวแตกพบได้ในผลไม้หลายชนิด ในสภาวะอากาศชื้น ฝนตก เนื่องจากผนังเซลล์ไม่แข็งแรงผลจึงแตกได้ง่าย (มุกดา, 2544) นอกจากนั้นยังพบอาการก้นเน่าและผิวบุ๋มได้ในผลไม้บางชนิด และอาการไส้เน่าในผักประเภทหัว (Bangerth, 1979) เมื่อพืชได้รับธาตุแคลเซียมมากเกินไป โดยทั่วไปมักไม่พบอาการเป็นพิษ เนื่องจากในภาวะที่มีแคลเซียมมากเกินไป พืชมีกลไกในการจำกัดปริมาณแคลเซียมในเซลล์ โดยรวมแคลเซียมกับสารอื่น ทำให้เกิดการตกตะกอนที่ไม่ละลายน้ำ และส่งไปเก็บไว้ในแวลคิวโอลหรือช่องว่างระหว่างเซลล์ แต่ปริมาณแคลเซียมในสารละลายมีผลกระทบต่อธาตุอาหารตัวอื่น ทำให้พืชดูดซึมเข้าสู่ต้นได้ยาก จึงแสดงอาการขาดธาตุนั้น เช่น ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม เหล็ก และโบรอน (มุกดา, 2544; โสระยา, 2544)

แคลเซียมเป็นธาตุที่จำเป็นต่อการสร้างผนังเซลล์และควบคุมกิจกรรมของเซลล์ ถ้ากล้วยไม้ขาดธาตุแคลเซียมการเจริญเติบโตชะงักและทำให้ผิดรูปร่าง (สัมฤทธิ์, 2538) Poole and Sheehan (1970) ทำการทดสอบผลของการขาดธาตุแคลเซียมในกล้วยไม้พบว่า ใบของกล้วยไม้เปลี่ยนเป็นสีเขียวอมเหลืองเริ่มจากขอบใบและขยายเข้าไปถึงกลางใบ เส้นใบกลายเป็นสีม่วง และใบค่อยๆ เปลี่ยนไปเป็นสีน้ำตาลอมดำหรือสีดำ และร่วงหล่น ในขั้นรุนแรงส่วนปลายของยอดตายและลำต้นเปลี่ยนเป็นสีดำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แมกนีเซียม (Mg)

ธาตุแมกนีเซียมสามารถดูดซึมเข้าสู่ต้นพืชได้ในรูปของ Mg^{2+} แต่อัตราการดูดซึมลดลงมาก หากมี K^+ NH_4^+ Ca^{2+} Mn^{2+} และ H^+ อยู่ในสารละลายสูง เนื่องจากประจุของธาตุเหล่านี้มีภาวะปฏิปักษ์ (antagonism) ต่อประจุบวกของธาตุแมกนีเซียม (ยงยุทธ, 2543) แมกนีเซียมเป็นธาตุที่เคลื่อนย้ายในพืชได้ดีมาก (Mengel and Kirkby, 1982) สามารถเชื่อมโยงหรือทำปฏิกิริยากับสารต่างๆ ได้สารประกอบเชิงซ้อนได้หลายชนิด โดยพันธะเชิงไอออนและพันธะโคเวเลนซ์ เช่น โมเลกุลของคลอโรฟิลล์ (Clarkson and Hanson, 1980) ในใบพืชธาตุแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ประมาณ 6-25% เป็นองค์ประกอบของสารเพกเทตในผนังเซลล์และตกตะกอนเป็นเกลือที่ละลายยากในแวคิวโอล 5-10% ที่เหลือละลายน้ำอยู่เป็นอิสระ 60-90% พืชหลายชนิดมีความต้องการธาตุแมกนีเซียมมาก เช่น ยาสูบ ข้าวฟ่าง ข้าวโพด ลำไย ลิ้นจี่ และพืชผักต่างๆ เป็นต้น (ปิยะ, 2553; มุกดา, 2544)

บทบาทของแมกนีเซียม (ยงยุทธ, 2543)

1. การสังเคราะห์คลอโรฟิลล์

บทบาทของแมกนีเซียมที่ทราบกันดี คือ เป็นอะตอมที่อยู่กึ่งกลางของโมเลกุลคลอโรฟิลล์ สารตั้งต้นที่ใช้สังเคราะห์คลอโรฟิลล์ คือ กรดอะมิโนไกลซีน และ succinyl CoA ซึ่งได้มาจากวัฏจักรเครบส์ สารทั้งสองนี้ทำปฏิกิริยาและผ่านกระบวนการทางชีวเคมีหลายขั้นตอนจนได้ protoporphyrin IX ซึ่งทำปฏิกิริยากับ Mg^{2+} ได้ Mg-protoporphyrin IX กระบวนการสังเคราะห์ดำเนินต่อไปได้คลอโรฟิลล์เอ ซึ่งมีแมกนีเซียมอยู่ตรงกลาง 1 อะตอม และล้อมรอบด้วยไนโตรเจน 4 อะตอม จากนั้นจึงผ่านขั้นตอนต่อไปจนได้คลอโรฟิลล์บี ในการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์บางกระบวนการมีเอนไซม์บางชนิดที่ต้องการธาตุเหล็กเป็นตัวปลุกฤทธิ์ เพื่อให้กระบวนการดำเนินต่อได้ ดังนั้นจึงถือว่าธาตุเหล็กเป็นธาตุที่จำเป็นต่อการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์อย่างยิ่ง คลอโรฟิลล์ละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์แทบทุกชนิด และเมื่ออยู่ในสารละลายจะสามารถเรืองแสงได้ทั้งคลอโรฟิลล์เอและบี แต่ในต้นพืชเฉพาะคลอโรฟิลล์เอเท่านั้นที่เรืองแสงได้ โมเลกุลของคลอโรฟิลล์เอดูดกลืนแสงได้สูงสุดที่ช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน 430 nm และสีแดง 660 nm ได้ดีกว่าช่วงคลื่นแสงอื่นๆ และสะท้อนแสงสีเขียวออกมาทำให้เห็นเป็นสีเขียว แต่เมื่อคลอโรฟิลล์เอและบีอยู่รวมกับโปรตีนบนเยื่อหุ้มไทลาคอยด์เป็น photosystem I และ II แล้วดูดกลืนแสงได้สูงสุดที่ความยาวคลื่น 700 และ 680 nm ตามลำดับ (จริงแท้, 2550)

2. การสังเคราะห์โปรตีน

ธาตุแมกนีเซียมมีความสำคัญต่อการสังเคราะห์โปรตีน คือ เป็นธาตุที่ช่วยเชื่อมหน่วยย่อยของไรโบโซมให้เกาะกลุ่มกัน ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญของการสังเคราะห์โปรตีน หากพืชขาด Mg^{2+}

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หรือมี K^+ มากจนเกินไป หน่วยย่อยของไรโบโซมกระจัดกระจายทำให้การสังเคราะห์โปรตีนหยุด และแมกนีเซียมยังเป็นสารปลุกฤทธิ์ของเอนไซม์ RNA polymerases ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาการสร้าง RNA ในนิวเคลียส นอกจากนี้แมกนีเซียมยังเป็นสะพานเชื่อมสาย DNA และทำให้โปรตีนกรดในเมทริกซ์ของนิวเคลียสเป็นกลางอีกด้วย (Marcus, 1976) เมื่อพืชขาดแมกนีเซียมการสังเคราะห์ RNA หยุดโดยทันที และเริ่มใหม่ทันทีเมื่อได้รับแมกนีเซียมเพียงพอ ส่วนการสังเคราะห์โปรตีนอื่นๆ เริ่มลดอัตราลงอย่างรวดเร็วหลังจากพืชขาดธาตุแมกนีเซียมเป็นเวลา 5 ชั่วโมง และยังทำให้เกิดการกระตุ้นการสลายตัวของโปรตีนในใบ (ในใบพืชมีโปรตีนอยู่ถึง 25% ของโปรตีนทั้งหมดในพืช) เพื่อนำโปรตีนที่ได้ไปเลี้ยงส่วนเจริญของพืช ทำให้โปรตีนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเมแทบอลิซึมในใบลดน้อยลง มีผลเชิงลบต่อการถ่ายโอนอิเล็กตรอนและการทำหน้าที่ของคลอโรพลาสต์ในใบพืช

3. หน้าที่ในการปลุกฤทธิ์เอนไซม์

มีเอนไซม์หลายชนิดที่ใช้ธาตุแมกนีเซียมเป็นสารปลุกฤทธิ์ ส่วนใหญ่เป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนฟอสเฟตหรือหมู่คาร์บอกซิล เช่น เอนไซม์ ATPase RuDP carboxylase Hexokinase และ pyrovate kinase เป็นต้น โดยเข้าไปจับกับเอนไซม์เพื่อให้เอนไซม์มีสภาพพร้อมทำงาน (active) หรือไปจับกับโคเอนไซม์เพื่อให้โคเอนไซม์สามารถรวมตัวกับเอนไซม์ออกฤทธิ์ได้อีกทอดหนึ่ง

4. การลำเลียงคาร์โบไฮเดรต

ธาตุแมกนีเซียมมีส่วนในการจัดแบ่งส่วนคาร์โบไฮเดรตจากแหล่งที่สร้างไปส่วนที่รับทำให้มีการสะสมแป้งและน้ำตาลในตำแหน่งที่เหมาะสม (มุกดา, 2544) กลไกนี้เกี่ยวข้องกับ ATPase ที่ทำหน้าที่ในเยื่อของโฟลเอ็มโดยใบแก่ซึ่งเป็นแหล่งสังเคราะห์แสงของพืช (แหล่งสร้าง) เมื่อขาดธาตุแมกนีเซียม ทำให้ ATPase มีกิจกรรมน้อยลง ส่งผลต่อการขนส่งน้ำตาลเข้าสู่โฟลเอ็ม ทำให้ไม่สามารถเคลื่อนย้ายน้ำตาลออกจากใบได้ จึงเกิดการสะสมแป้งและน้ำตาลในใบ ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง ทำให้ใบพืชเหล่านี้มีน้ำหนักแห้งสูงขึ้น การสะสมแป้งในใบจากสาเหตุการขาดธาตุแมกนีเซียมเหมือนกับการขาดธาตุฟอสฟอรัส แต่แตกต่างกันตรงที่การขาดธาตุฟอสฟอรัสปริมาณของคลอโรฟิลล์ในใบยังคงสูงอยู่

หากพืชขาดธาตุแมกนีเซียมใบเหลืองซีด ในบางพืชอาจมีสีของใบแตกต่างกัน เช่น ข้าวโพดเป็นสีม่วง หรือฝ้ายเป็นสีม่วงแดง เนื่องจากสีของคลอโรฟิลล์จางลง ทำให้เม็ดสีแอนโทไซยานินซึ่งมีมากในข้าวโพดและฝ้ายแสดงเด่นออกมา (มุกดา, 2544) แต่ทุกพืชมีอาการผิดปกติของใบเหมือนกันคือเส้นใบเป็นสีเขียว อาการปรากฏที่ใบแก่ก่อน พืชสังเคราะห์โปรตีนได้น้อยลง มีสาเหตุมาจากบทบาทในการสังเคราะห์โปรตีนของธาตุแมกนีเซียม ทำให้ไนโตรเจนที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไม่ได้อยู่ในรูปของโปรตีนในใบมีมากขึ้น อัตราการสังเคราะห์แสงลดลง อัตราการหายใจลดต่ำกว่าพืชปกติ อายุใบสั้น การสะสมอาหารของพืชหัวลดลง ทำให้หัวมีขนาดเล็ก เนื่องจากปัญหาในการลำเลียงน้ำตาลจากใบสู่ส่วนใต้ดินของพืช กิ่งอ่อนแอเปราะและหักง่าย ในพืชน้ำมันให้ผลผลิตน้ำมันน้อยลง เนื่องจากธาตุแมกนีเซียมทำงานร่วมกับธาตุกำมะถัน ซึ่งมีความสำคัญต่อการผลิตน้ำมันของพืชกลุ่มนี้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) ผลผลิตไม้ผลลดลง ต้นทรุดโทรมอย่างเห็นได้ชัด (ปฐพีชล, 2549; อุไรวรรณ, 2554) การให้ปุ๋ยที่มีธาตุแมกนีเซียมแก่พืชที่เริ่มแสดงอาการขาดธาตุในปริมาณที่เพียงพอ ยังช่วยรักษาอาการขาดธาตุได้ แต่หากปล่อยให้พืชขาดธาตุแมกนีเซียมต่อไป ทำให้พืชแสดงอาการขาดธาตุรุนแรง และไม่สามารถรักษาอาการขาดธาตุด้วยการให้ปุ๋ยได้อีก (มุกดา, 2543) หากพืชได้รับธาตุแมกนีเซียมมาก พืชเคลื่อนย้ายไปเก็บไว้ในแวคิวโอลในรูปของเกลืออินทรีย์ หากไม่มีปริมาณสูงมากจนเกินไปมักไม่กระทบต่อสมดุลของธาตุอื่น แต่เกิดผลดีในแง่คุณภาพของพืชด้านโภชนาการ ทั้งพืชที่ใช้เป็นอาหารสัตว์และอาหารมนุษย์

ธาตุแมกนีเซียมช่วยในการสร้างใบให้มีสีเขียวเข้มและส่งเสริมการขนย้ายธาตุฟอสฟอรัสและธาตุอื่นๆ ในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (สัมฤทธิ์, 2538) Poole and Seeley (1977) ทำการเพาะเลี้ยงกล้วยไม้ลูกผสม 3 ชนิดคือ *Cymbidium* *Phalaenopsis* และ *Cattleya* ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีระดับของธาตุแมกนีเซียมแตกต่างกันพบว่า แมกนีเซียมในอาหารที่ระดับ 25 ppm ทำให้การเจริญเติบโตของกล้วยไม้ลูกผสม *Cymbidium* และ *Phalaenopsis* ดีที่สุด และที่ระดับ 50 ppm ทำให้กล้วยไม้ลูกผสม *Cattleya* ดีที่สุด แต่แมกนีเซียมที่ระดับ 1,000 ppm ทำให้การเจริญเติบโตของกล้วยไม้ลูกผสมทั้ง 3 ชนิด ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

ธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมเป็นกลุ่มธาตุอาหารรองที่มีความสำคัญต่อกล้วยไม้ ขจรพรรณ (2546) พบว่าการขาดธาตุแคลเซียมมีผลทำให้กล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์วุ่นแลง มีการสะสมของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียมในใบเพิ่มขึ้น ในขณะที่การขาดของธาตุแมกนีเซียมส่งผลให้มีการสะสมแคลเซียมในรากสูงขึ้น อรนุช (2548) ได้ทำการทดลองให้สารละลายปุ๋ยที่มีความเข้มข้นของธาตุอาหารรองระดับต่างๆ กันกับกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ชาวินไวท์ พบว่าการให้สารละลายธาตุอาหารรองความเข้มข้นสูง ส่งผลให้การสะสมธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ภายในต้นมีแนวโน้มลดต่ำลง ดังนั้นสัดส่วนความเข้มข้นระหว่างธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียม จึงมีความสัมพันธ์กันอย่างมากในการจัดการธาตุอาหารกล้วยไม้ ซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับข้อมูลพื้นฐานในการผลิตกล้วยไม้ในเชิงการค้า เพื่อนำมาจัดการในการปลูกเลี้ยงให้กล้วยไม้มีการเจริญเติบโตที่ดี ให้ผลผลิตที่มีคุณภาพ สามารถจำหน่ายได้ในราคาสูง และสามารถประหยัดต้นทุนการผลิตได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved