บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ว่านสี่ทิศ เป็นไม้ดอกประเภทหัว มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Hippeastrum* spp. จัดอยู่ในวงศ์ Amaryllidaceae เป็นพืชหลายฤดูและจัดเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ว่านสี่ทิศมีถิ่นกำเนิดอยู่ในเขตร้อนและกึ่งร้อนของทวีปอเมริกา ตั้งแต่ประเทศเม็กซิโก และหมู่เกาะอินดิสตะวันตกเรื่อยไปทางตอนใต้จนถึงประเทศชิลี และประเทศอาร์เจนตินา (วินัย, 2536; วัฒนาวดี, 2542; Okubu, 1993; Penning, 1999) นอกจากนี้ยังพบว่า มีว่านสี่ทิศจำนวนหลายชนิดที่มีถิ่นกำเนิดในแถบตะวันออกของประเทศบราซิล บริเวณลุ่มน้ำอะเมซอน (Meerow *et al.,* 1992) บริเวณตอนใต้ของประเทศเปรู และประเทศโบลิเวีย ซึ่งเป็นบริเวณที่นับได้ว่าเป็นศูนย์กลางของการแพร่กระจายของพืชสกุลนี้ไปยังเขตร้อนและกึ่งร้อนอื่นๆของโลก (Hamilton, 1958; Meerow *et al*., 1992)

เดิมว่านสี่ทิศมีชื่อสกุลว่า *Amaryllis* ซึ่งเป็นชื่อสกุลที่ตั้งโดย Linnaeus ใน ค.ศ. 1753 แต่ต่อมาใน ค.ศ. 1821 Herbert ได้เสนอให้มีการเปลี่ยนชื่อสกุลของว่านสี่ทิศเสียใหม่ โดยให้ใช้ชื่อสกุลว่า *Hippeastrum* แทน เนื่องจากได้มีการผสมข้ามพันธุ์ว่านสี่ทิศระหว่าง African species กับ American species ได้ลูกผสมมากมาย ดังนั้นพืชชนิดนี้จึงมีชื่อสกุล 2 ชื่อ ขึ้นอยู่กับถิ่นกำเนิดและลักษณะของก้านช่อดอก (Hamilton, 1958) โดย *Hippeastrum* ใช้เป็นชื่อสกุลของว่านสี่ทิศกลุ่มที่มีถิ่นกำเนิดทางตอนกลางและตอนใต้ของทวีปอเมริกา (American species) เป็นกลุ่มที่มีก้านช่อดอกกลวง และเรียกชื่อสกุลว่านสี่ทิศที่มีถิ่นกำเนิดทางตอนใต้ของทวีปแอฟริกา (African species) ซึ่งมีก้านช่อดอกตันว่า *Amaryllis* (ประภัสสร, 2543; Penning, 1999)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. ลักษณะทางสัณฐานของว่านสี่ทิศ (ปรีดี และวิลาวัณย์, 2522; ฉันทนา, 2533; วินัย, 2536; ดวงทิพย์, 2539; วัฒนาวดี, 2542; ประภัสสร, 2543)

1.1 หัว

หัวของว่านสี่ทิศ เป็นหัวประเภท tunicate bulb ประกอบด้วยอวัยวะแปรรูป 2 ส่วน คือ ลำต้นใต้ดินซึ่งแปรรูปเป็นฐานหัว และโคนใบซึ่งแปรรูปเป็นกาบใบ (bulb scale) ทำหน้าที่เก็บสะสมน้ำและอาหาร กาบใบดังกล่าวมีสีขาว แต่ละอันเชื่อมติดกันเป็นวง (concentric) เรียงซ้อนกัน

เป็นชั้นอยู่บนฐานหัว กาบใบชั้นนอกมีลักษณะอวบหนากว่ากาบใบชั้นในที่อยู่ถัดเข้าไป กาบใบชั้นนอกสุดมีลักษณะแห้งคล้ายเยื่อกระดาษห่อหุ้มหัวทั้งหัวไว้เรียกว่า tunic ทำหน้าที่ในการป้องกันอันตรายและลดการคายน้ำของเนื้อเยื่อภายในหัว บริเวณปลายของฐานหัวเป็นตายอด ซึ่งมีจุดกำเนิดใบและใบอ่อนซ้อนกันอยู่เป็นชั้นๆ หุ้มจุดเจริญปลายยอดไว้ ตาดอกเป็นตาข้าง ปรากฏอยู่ที่ซอกของกาบใบ (bulb-scale axil) ทุกวงที่ 4 นับจากตาดอกแรกออกมากาบใบที่มีตาดอกทุกกาบใบเป็นกาบใบที่เจริญไม่เต็มวง โดยที่ส่วนโคนของกาบใบด้านที่อยู่ตรงข้ามกับตาดอกไม่เชื่อมติดกัน (non-concentric scale) ที่ซอกของกาบใบวงอื่นๆ มีจุดกำเนิดตาซึ่งเจริญได้และเป็นตาใบ ตาดังกล่าวที่อยู่บริเวณด้านนอกของหัวสามารถเจริญเป็นหัวใหม่ได้

1.2 ลำต้น

ลำต้นของว่านสี่ทิศเป็นลำต้นใต้ดินแปรรูป มีลักษณะตั้งตรง มีข้อ ปล้องสั้นมากอัดแน่นอยู่บริเวณส่วนล่างของหัว เรียกลำต้นแปรรูปนี้ว่า ฐานหัว (basal plate)

1.3 ราก

รากเป็นระบบรากฝอยเจริญออกมาจากส่วนล่างของฐานหัว ยาว 1-3 ฟุต รากมีลักษณะกลมเรียวยาวไปทางปลายเล็กน้อย มีขนาดไล่เรี่ยกัน รากที่มีอายุน้อยมีสีขาวและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อนเมื่อมีอายุมากขึ้น มีการแตกแขนกที่ปลายราก

1.4 ใบ

ใบเป็นใบเดี่ยวเรียงตัวแบบสลับ (alternate phyllotaxis) เจริญออกมาจากปลายยอดมีรูปร่างเรียวยาว (linear) บริเวณโคนใบพับงอเข้าหากันถึงกลางใบ และแผ่ออกเป็นแผ่นแบนเฉพาะส่วนปลายใบ ฐานใบเป็นกาบ (sheath) ขอบใบเรียบ ปลายใบแหลม (acute) มีเส้นกลางใบขนาดใหญ่ 1 เส้น ขนานตามความยาวของใบ ใบมีลักษณะอวบน้ำสีเขียว บางพันธุ์มีสีครั่งหรือสีแดงเข้มเกิดขึ้นที่บริเวณโคนด้านหลังใบของส่วนที่อยู่เหนือดิน หรือที่ขอบ หรือ ปลายใบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

1.5 ดอก

ดอกเป็นช่อดอกแบบ umbel มีตั้งแต่ 2-15 ดอก แตกต่างกันไปในแต่ละชนิด ก้านช่อดอก (peduncle) มีลักษณะอวบน้ำ ขนาดใหญ่และตรงกลางกลวง (scape) ผิวก้านช่อดอกมีไขเคลือบ ในระยะดอกตูมมีกาบรองดอก (bract) มีลักษณะเป็นกาบใบ (spathevalve) 2 ใบหุ้มช่อดอกไว้ ดอกย่อยมีก้าน (pedicel) ลักษณะกลมหรือเหลี่ยมเล็กน้อย มีขนาดเท่ากันและภายในกลวง ที่โคนก้านดอก

ย่อยแต่ละก้านมีกาบรองดอกย่อยอันเล็กๆ (bracteole) 1 อัน ดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ มีฐานรองดอก (receptacle) ดอกมีกลีบเลี้ยงและกลีบดอกที่มีลักษณะคล้ายกัน เรียกว่า วงกลีบรวม (perianth) กลีบรวมมีจำนวน 6 กลีบแบ่งเป็น 2 ชั้น ชั้นละ 3 กลีบ ส่วนโคนของกลีบทั้ง 6 กลีบ เชื่อมกันเป็นหลอด (perianth tube) ปลายกลีบแยกออกจากกัน (perianth seg) กลีบมีรูปร่างแบบรูปโล่ (elliptic) กล่าวคือ ตรงกลางกลีบกว้าง ส่วนปลายและโคนกลีบแคบ สีของดอกอยู่ในกลุ่ม แดง ส้ม ชมพู จนถึงขาว เกสรเพศผู้มี 6 อัน มีก้านเกสรเชื่อมรวมกันที่บริเวณโคน เกสรเพศเมียมีรังไข่อยู่ใต้วงกลีบ (inferior ovary) และยอดเกสรเพศเมีย (stigma) เป็นก้อน (capitulum) แยกเป็น 3 ลอน เห็นได้ชัดเจน มีขนสั้นๆ บนลอน ผลเป็นแบบ capsule ใน 1 ผล มี 3 ช่อง (locule) เมล็ดมีขนาดใหญ่ และเมล็ดไม่มีระยะพักตัว

2. วงจรการเจริญเติบโตของว่านสี่ทิศ (ประภัสสร, 2543)

ว่านสี่ทิศเป็นไม้ดอกเป็นพืชหลายฤดู (herbaceus perennial) วงจรการเจริญเติบโตเริ่มจากการเจริญเติบโตของดอกโดยมีการแทงช่อดอกขึ้นมาเหนือดินก่อน ประมาณปลายเดือนกุมภาพันธ์ถึงต้นเดือนมีนาคม ช่อดอกนี้เป็นช่อดอกที่ได้รับการสร้างขึ้นมาในช่วงปลายของการเจริญเติบโตทางใบของต้นแม่ไปจนถึงช่วงที่หัวใหม่มีการพักตัว เมื่อเริ่มมีการเจริญเติบโตช่อดอกเหล่านั้นจึงเริ่มขยายขนาดและก้านช่อดอกยืดตัวอย่างรวดเร็วโผล่ขึ้นมาเหนือดิน ดอกย่อยแต่ละดอกขยายขนาดและบานออก หลังจากดอกบานได้ช่วงระยะเวลาหนึ่งจึงมีการเจริญเติบโตทางใบตามมา ในขณะที่ใบมีการเจริญเติบโตจะมีการเจริญเติบโตของหัวใหม่ใต้ดินควบคู่กันไปด้วย จนกระทั่งเมื่อใบสิ้นสุดการเจริญเติบโตและแห้งยุบไป หัวใหม่จึงหยุดการขยายขนาดและเข้าสู่ระยะพักตัว ประมาณเดือนธันวาคมเป็นวงจรเช่นนี้เรื่อยไป

3. ธาตุอาหารกับการเจริญเติบโตของพืช

ในปี ค.ศ. 1939 Daniel Arnon และ Perry Stout นักสรีรวิทยาของพืชชาวอเมริกัน ได้ศึกษาความสำคัญของธาตุอาหารชนิดต่างๆ ที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่นผักกาดหอมและหน่อไม้ฝรั่ง เขาได้ตั้งหลักเกณฑ์เพื่อใช้เป็นแนวทางในการตัดสินว่าธาตุใดเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชไว้ 3 ประการ ดังนี้ (สมบุญ, 2538)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

1. ธาตุนั้นจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ ถ้าขาดธาตุนั้นไปพืชไม่สามารถเจริญเติบโตจนครบวงจรชีพได้

2. พืชต้องการธาตุนี้อย่างเฉพาะเจาะจงธาตุอื่นทำหน้าที่แทนไม่ได้

3. ธาตุนั้นจำเป็นต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมและการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง ไม่ใช่ธาตุที่แก้ไขความไม่เหมาะสมของดินหรือเสริมธาตุชนิดอื่นในการเจริญเติบโตของพืช

โดยทั่วๆไปในดินประกอบด้วยธาตุอาหารต่างชนิดกันอยู่มากมาย แต่ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญของพืชชั้นสูงมีอยู่ 16 ชนิด ซึ่งพืชแต่ละชนิดมีความต้องการธาตุอาหารแตกต่างกันไปทั้งชนิดและปริมาณของธาตุอาหารนั้นด้วย ธาตุอาหารทั้ง 16 ชนิดที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ตามปริมาณของธาตุอาหารแต่ละธาตุอาหารแต่ละธาตุที่พืชต้องการ คือ

1. มหธาตุหรือแมโครนิวเทรียนต์ (Macronutrient) คือธาตุอาหารที่พืชต้องการเป็นปริมาณมากในการเจริญเติบโต คือ ปริมาณ 1000 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักแห้งของพืช 1 กรัม มี 9 ธาตุ ได้แก่ คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) ออกซิเจน (O) ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) จะเห็นได้ว่าธาตุออกซิเจน ไฮโดรเจน และคาร์บอน เป็นธาตุที่มีอยู่มากอย่างเพียงพอตามธรรมชาติ โดยพืชได้รับจากน้ำและอากาศ

2. จุลธาตุหรือไมโครนิวเทรียนต์ (Micronutrient) คือ ธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณเพียงเล็กน้อย ก็เพียงพอต่อการดำรงชีพ มี 7 ธาตุ ได้แก่ โบรอน (B) เหล็ก (Fe) ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn) แมงกานีส (Mn) โมลิบดินัม (Mo) และคลอรีน (Cl) ส่วนใหญ่พืชต้องการในปริมาณน้อยกว่า 100 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักแห้งของพืช 1 กรัม

ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชเหล่านี้ แม้ว่าเป็นพืชต้องการมหาธาตุในปริมาณมากในขณะที่ต้องการจุลธาตุในปริมาณน้อย แต่ทั้งมหธาตุและจุลธาตุอาหารเหล่านี้ครบทุกชนิดในปริมาณที่เพียงพอจึงเจริญเตบโตได้ดี

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

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

บทบาทและหน้าที่ของธาตุอาหารในพืช

ไนโตรเจน (Nitrogen)

รากพืชดูดไนโตรเจนจากดินมาใช้ในรูปของเกลือไนเตรท (NO_3^-) และเกลือแอมโมเนียม (NH_4^+) แต่ความสามารถในการดึงไนโตรเจนทั้ง 2 รูปแบบไปใช้ได้ต่างกัน เนื่องจากข้อจำกัดทางชีวเคมีภายในต้นพืช (Haynes, 1986) ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาและความต้องการไนโตรเจนที่ทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดเกิดจากการให้ไนโตรเจนในรูปที่เหมาะสมและตรงกับเวลาที่พืชต้องการ (King *et al*., 1995) ในพืชบางชนิดมีจุลินทรีย์ช่วยตรึงไนโตรเจนจากอากาศ เปลี่ยนมาเป็นรูปเกลือไนเตรทที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ เช่น ในรากพืชตระกูลถั่วมีไรโซเบียมช่วยตรึงไนโตรเจนจากอากาศให้พืชนำไปใช้ได้ นอกจากนี้พืชอาจได้รับไนโตรเจนในรูปสารอินทรีย์ เช่น ยูเรีย เป็นต้น (สมบุญ, 2538)

ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของโปรตีนซึ่งมีหน้าที่สำคัญมากในเซลล์โดยเป็นองค์ประกอบในโครงสร้างของไซโทพลาสซึม เนื้อเยื่อ และเอนไซม์ นอกจากนี้ยังเป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโนอิสระและสารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ เช่น อะดีโนซีนไตรฟอสเฟต (adenosine triphosphate, ATP) และโคเอนไซม์ (co-enzyme) เป็นต้น ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของกรดนิวคลีอิก (nucleic acid) ซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีน และเป็นศูนย์ข้อมูลทางพันธุกรรม เป็นองค์ประกอบของฮอร์โมนพืช คือ ออกซิน (auxins) และไซโทไคนิน (cytokinins) เป็นองค์ประกอบของสารประกอบไนโตรเจนที่พืชสะสมไว้ (reserves) เพื่อทำหน้าที่ป้องกัน (protective compounds) เช่น นิโคติน (nicotine) จากใบยาสูบ และมอร์ฟีน (morphine) จากฝิ่น ซึ่งเป็นอัลคาลอยด์ (alkaloid) ทั้งสิ้น (ยงยุทธ, 2543)

ไนโตรเจนในดินสูญเสียง่ายโดยถูกชะล้าง (leaching) ในรูปเกลือไนเตรทหรือเกิดการระเหย (volatilization) ในรูปเกลือแอมโมเนียม เนื่องจากไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารหลักที่พืชต้องการในปริมาณมาก เมื่อพืชขาดไนโตรเจนเกิดอาการคลอโรซิส (chlorosis) คือ ใบมีสีเหลือง เนื่องจากการขาดคลอโรฟิลล์ โดยปรากฏในใบแก่ที่อยู่ส่วนล่างก่อน ไนโตรเจนเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้มาก ใบอ่อนในระยะแรกยังคงมีธาตุนี้อยู่โดยได้รับจากในแก่ที่อยู่ด้านล่าง ถ้าไนโตรเจนมีอยู่น้อยมากใบด้านล่างที่เหลืองหลุดร่วงจากต้นและค่อยๆ ลุกลามไปยังใบอ่อนที่อยู่ด้านบน ทำให้ใบอ่อนมีสีเขียวซีดและเหลือง หลังจากนี้การเจริญส่วนยอดหยุดชะงัก ลำต้นแคระแกร็นส่วนรากแผ่ขยายมาก และพืชตายในที่สุด (สมบุญ, 2538)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ฟอสฟอรัส (Phosphorus)

โดยทั่วไปพืชดูดฟอสฟอรัสในรูปสารอนินทรีย์พวกอนุมูลของไดไฮโดรเจนฟอสเฟต ($H_2PO_4^-$) และไฮโดรเจนฟอสเฟต (HPO_4^{-2}) ปริมาณไอออนทั้งสองชนิดมีมากหรือน้อยขึ้นกับค่าความเป็นกรดด่างของดิน ดินที่มีค่า pH ต่ำกว่า 7 ฟอสฟอรัสมักอยู่ในรูป $H_2PO_4^-$ ถ้าดินที่มีค่า pH สูง ฟอสฟอรัสมักอยู่ในรูป HPO_4^{-2}

ฟอสเฟตไอออนในดินถูกดูดยึด (adsorb) ในอนุภาคของดินเหนียวทำให้พืชไม่สามารถนำไปใช้ได้หรืออาจรวมตัวกับธาตุอื่นในดินในสภาพดินที่เป็นกรดหรือด่างมากเกินไปทำให้ฟอสฟอรัสอยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ไม่ได้ เช่น ในสภาพดินที่เป็นด่างมีไอออนประจุบวกได้แก่ แคลเซียม และแมกนีเซียมมาก ทำให้ฟอสเฟตไอออนรวมกับไอออนประจุบวกเหล่านี้ กลายเป็นเกลือที่ไม่ละลายน้ำในรูปที่พืชนำไปใช้ได้น้อย ส่วนดินที่เป็นกรดมาก ธาตุอะลูมิเนียม และเหล็กมีมากในดินรวมตัวกับฟอสเฟตไอออนทำให้เกิดตะกอนของอะลูมินัมฟอสเฟตและเหล็กฟอสเฟต ซึ่งทำให้ฟอสฟอรัสอยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถนำไปใช้ได้ ฉะนั้นในสภาพดินที่เป็นกลางช่วยทำให้ฟอสเฟตไอออนอยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ได้มาก (สมบุญ, 2538) ส่วนใหญ่ฟอสฟอรัสถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปสารประกอบอินทรีย์เมื่อเข้าสู่ต้นพืชฟอสฟอรัสไม่ถูกรีดิวซ์ในพืชแต่คงอยู่ในรูปฟอสเฟตไม่ว่าอยู่อย่างอิสระหรือรวมอยู่ในสารประกอบอินทรีย์ก็ตาม (นิตย์, 2541)

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

เมื่อพืชขาดฟอสฟอรัสมีผลต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมต่างๆ ภายในเซลล์ ในขั้นแรกอัตราการสังเคราะห์แสงยังเป็นปกติ แต่อัตราการหายใจลดลง ทำให้เกิดการสะสมของคาร์โบไฮเดรต หลังจากนั้นใบพืชมีสีเขียวเข้มเกิดสารสะสมของรงควัตถุพวกแอนโทไซยานิน (anthocyanin) ที่ลำต้นและก้านใบ ทำให้ก้านใบเป็นสีชมพู อาการเริ่มเกิดที่ใบแก่ก่อน ใบเป็นจุดแห้งตาย (necrotic) การเจริญของพืชหยุดชะงัก ลำต้นแคระแกร็น

นอกจากนี้พืชที่ขาดฟอสฟอรัสมีผลทำให้การเจริญเติบโตของพืชช้า แล้วยังมีผลทำให้เกิดการพักตัวของตาข้าง (lateral bud dormancy) ตลอดทั้งการออกดอกผลช้าลง ถ้าพืชได้รับฟอสฟอรัสมากช่วยเร่งการเจริญของดอก ผลและรากเจริญได้ดี (สมบุญ, 2538)

พืชที่ขาดฟอสฟอรัสมีอาการชะงักการเจริญเติบโต ใบมีสีเขียวเข้ม บางครั้งมีการสะสมแอนโทไซยานิน ใบแก่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้มและตาย พืชแก่ช้า การสุกแก่ของพืชหลายชนิดเกิดจากการมีปฏิกริยาร่วมกันระหว่างฟอสฟอรัสและไนโตรเจนคือ ถ้ามีไนโตรเจนมากเกินไปพืชแก่ช้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แต่ถ้ามีฟอสฟอรัสมากพืชแก่เร็ว และถ้ามีฟอสฟอรัสมากเกินไปรากเติบโตมากกว่ายอด แต่ถ้ามีไนโตรเจนมากเกินไปยอดเติบโตมากกว่าราก ฟอสเฟตเคลื่อนย้ายได้ง่าย โดยเคลื่อนจากใบแก่ไปสะสมที่ใบอ่อน ดอก หรือ เมล็ดที่กำลังเติบโต ดังนั้นอาการขาดธาตุฟอสฟอรัสจึงมักแสดงออกที่ใบแก่ก่อน

บทบาทของฟอสฟอรัสในพืช (ยงยุทธ, 2543)

เป็นองค์ประกอบของกรดนิวคลีอิกซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีนและเป็นศูนย์ข้อมูลทางพันธุกรรม นอกจากนี้ยังเป็นองค์ประกอบของฟอสโฟลิพิดในเยื่อหุ้มเซลล์ของสิ่งมีชีวิตและ ATP ซึ่งเป็นสารประกอบพลังงานสูงที่มีบทบาทสำคัญในระบบชีวเคมีของเซลล์ เป็นองค์ประกอบของโคเอนไซม์บางชนิด ได้แก่ นิโคตินาไมด์อะดินีนไดนิวคลีโอไทด์ (NAD^+) นิโคตินาไมด์อะดีนีนไดนิวคลีโอไทด์ฟอสเฟต ($NADP^+$) ฟลาวินอะดีนีนไดนิวคลีโอไทด์ (FAD) โคเอนไซม์เอ และ สารประกอบฟอสเฟตอื่นๆ เช่น ไรบูโรสบิสฟอสเฟต และฟอสโฟกลีเซอรอลดีไฮด์ในวัฏจักรคาลวินของกระบวนการสังเคราะห์แสง กลูโคสซิกฟอสเฟต ฟรุกโตสวันซิกไดฟอสเฟต และกลีเซอรอลดีไฮด์ฟอสเฟต ในไกลโคไลซิส (glycolysis) กวาโนซีนไตรฟอสเฟต (GTP) ในวัฏจักรเครบส์ (Kreb's cycle) (ยงยุทธ, 2543) และ phytic acid ในกระบวนการโฮโดรไลซีส (นพดล, 2538)

นอกจากนี้ยังทำหน้าที่กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ ในกระบวนการรีดิวซ์ไนเตรต และช่วยลดความเป็นกรดของน้ำในเซลล์ (cell sap) ด้วย (นพดล, 2538)

โพแทสเซียม (Potassium)

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

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

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

บทบาทของโพแทสเซียมในพืช (ยงยุทธ, 2543)

1. กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ pyruvate kinase และ 6-phosphofructokinase ในกระบวนการสร้างแป้ง และ ATPase ที่เยื่อหุ้มเซลล์ ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการควบคุมศักย์ออสโมซิสของเซลล์

2. ช่วยในการสังเคราะห์และกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ RuBP carboxylase ในกระบวนการสังเคราะห์แสง

3. การควบคุมศักย์ออสโมซิส เนื่องจากเซลล์พืชมีโพแทสเซียมไอออนมากกว่าไอออนอื่นๆ ธาตุนี้จึงมีส่วนค่อนข้างมากในค่าศักย์ออสโมซิสของเซลล์ด้วย ความสำคัญในแง่นี้ทำให้โพแทสเซียมมีบทบาทต่อการขยายขนาดเซลล์ การปิดและเปิดปากใบ

4. การเคลื่อนย้ายทางท่อลำเลียงอาหาร โพแทสเซียมมีบทบาทสำคัญที่ช่วยให้ซูโครสเข้าสู่ท่อลำเลียงอาหารและมีการเคลื่อนย้ายตัวทำละลายในท่อลำเลียงอาหารได้มากขึ้น หน้าที่ของโพแทสเซียมในเรื่องนี้เกี่ยวข้องกับการรักษาระดับ pH ในหลอดตะแกรง (sieve plate) ให้สูงและคงที่ เพื่อให้ซูโครสเคลื่อนย้ายเข้าสู่หลอดตะแกรงได้สะดวก และการเพิ่มความดันออสโมซิสในหลอดตะแกรงบริเวณต้นทางของการเคลื่อนย้ายให้สูง ซึ่งช่วยเพิ่มอัตราการลำเลียงสารจากการสังเคราะห์แสง (photosynthates) จากแหล่งจ่าย (source) มายังบริเวณที่สะสม (sink)

5. รักษาสมดุลระหว่างประจุบวก โพแทสเซียมมีบทบาทสำคัญในการสร้างสมดุลด้านประจุไฟฟ้ากันแนวไอออนที่เคลื่อนย้ายไม่ได้ (immobile) ในไซโทพลาสซึมและคลอโรพลาสต์ตลอดจนประจุลบที่เคลื่อนย้ายได้ ในแวคิวโอล ท่อลำเลียงน้ำ และท่อลำเลียงอาหาร เมื่อเซลล์มีกรดอินทรีย์สะสมอยู่ภายในย่อมเป็นปัจจัยส่งเสริมให้เซลล์ดูด K^+ เข้ามาในรากหรือเซลล์คุม โดยไม่ต้องมีประจุลบติดตามมาด้วย การเคลื่อนย้ายไนเตรทระยะไกลทางท่อลำเลียงอาหารหรือเข้าสู่แวคิวโอลมี K^+ เคียงคู่มาเสมอ เมื่อไนเตรทผ่านกระบวนการรีดักชันไปแล้ว เซลล์สังเคราะห์กรดอินทรีย์ เช่น กรดมาลิก (malic acid) เพื่อให้มีสมดุลด้านประจุกับโพแทสเซียมและรักษาระดับ pH ที่เหมาะสมไว้

แคลเซียม (calcium)

พืชดูดแคลเซียมไปใช้ในรูปไดวาเลนต์แคลเซียมไอออน (Ca^{+2}) แคลเซียมเป็นธาตุที่เคลื่อนย้ายทางท่ออาหารได้ยาก ดังนั้นเมื่อแคลเซียมอยู่ในเนื้อเยื่อพืชแล้วจึงไม่ค่อยเคลื่อนย้ายไปส่วนอื่น

ในสภาพดินที่เป็นด่างและมีแคลเซียมมากเกินไป พบว่าแคลเซียมรวมตัวกับฟอสฟอรัสเกิดเป็นแคลเซียมฟอสเฟตทำให้พืชนำฟอสฟอรัสไปใช้ไม่ได้ และในดินที่เป็นด่างสูงทำให้ธาตุที่สำคัญบางอย่างในรูปที่พืชนำไปใช้ลดลง เช่น การขาดเหล็ก มีผลทำให้การดูดแคลเซียมลดลงได้ฉะนั้น การมีแคลเซียมมากเกินไป ทำให้เกิดการขาดแคลเซียมในพืช (calcium deficiency) ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

บทบาทของแคลเซียมในพืช (ยงยุทธ, 2543)

1. เป็นองค์ประกอบของแคลเซียมเพคเตต (calcium pectate) ซึ่งอยู่ในมิดเดิลลาเมลลา (middle lamella) ของผนังเซลล์ (สมบุญ, 2538) มีบทบาทสำคัญที่ทำให้ผนังเซลล์ เนื้อเยื่อและต้นพืชแข็งแรง

2. การสร้างเสถียรภาพของเยื่อหุ้มเซลล์ (membrane stabilization) แคลเซียมเป็นสะพานเชื่อมระหว่างฟอสเฟตกับหมู่คาร์บอกซิลของฟอสโฟลิพิดและโปรตีนตรงบริเวณผิวของเยื่อหุ้มเซลล์ (ยงยุทธ, 2543) และ เกลือแคลเซียมของเลซิทิน (lecithin) เป็นองค์ประกอบของลิพิดซึ่งเกี่ยวข้องกับโครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ ช่วยให้หน่วยของเยื่อหุ้มเซลล์มีโครงสร้างและทำหน้าที่ได้สมบูรณ์ ตลอดทั้งควบคุมการเข้าออกของสารบางชนิดในเซลล์ (สมบุญ, 2538)

3. การรักษาสมดุลของประจุบวกและประจุลบ (cation-anion balance) แคลเซียมแสดงบทบาทต่อการควบคุมด้านออสโมซิสโดยทางอ้อมในการปิดและเปิดปากใบ ใบหุบกลางคืน (nyctinastic movement) และใบหุบจากการสั่น (seismosatic movement) ซึ่งทั้งสามอย่างนี้เกี่ยวข้องกับกระบวนการควบคุมความเต่งของเซลล์ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงความเต่งของเซลล์หรือเนื้อเยื่อดังกล่าวเกิดจากการไหลเข้า-ออกของโพแทสเซียม คลอไรด์ และมาเลต

4. ส่งเสริมการงอกของเมล็ด แคลเซียมเป็นโคแฟกเตอร์ของเอนไซม์โปรตีนคิเนส (protein kinase) และแอลฟา-อะไมเลส มีหน้าที่ย่อยแป้งทำให้โมเลกุลของแป้งถูกทอนให้สั้นลงจึงนับเป็นเอนไซม์ชนิดหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญในการเคลื่อนย้ายแป้งจากแหล่งสะสมไปยังส่วนอื่นของพืช นอกจากนี้ยังช่วยย่อยแป้งในเอนโดสเปิร์มของเมล็ดให้มีโมเลกุลเล็กลงสำหรับใช้ในกระบวนการงอกอีกด้วย

5. การตอบสนองต่อแรงดึงดูดของโลก เนื่องจากในบางพืชการเคลื่อนย้ายออกซินต้องการอาศัยแคลเซียมช่วย เมื่อรากอยู่ในแนวราบและอะไมโลพลาสต์ของสตาโทไซต์ในหมวกรากเป็นออร์แกเนลที่รับสิ่งเร้าจากแรงดึงดูด อะไมโลพลาสต์นี้เองที่มีบทบาทในการเคลื่อนย้ายของทั้งแคลเซียมและออกซิน แคลเซียมมีบทบาทช่วยให้ออกซินเคลื่อนย้ายลงสู่ปลายรากที่กำลังยืดตัวและควบคุมให้ปลายรากงอลง

6. ช่วยลดความเป็นพิษ (detoxify) ของกรดออกซาลิก (oxalic acid) โดยรวมตัวเป็นผลึกแคลเซียมออกซาเลต (calcium oxalate) ในแวคิวโอล (สมบุญ, 2538)

7. มีผลต่อกระบวนการสร้างปมและการตรึงไนโตรเจนของไรโซเบียมในรากพืชตระกูลถั่ว (สมบุญ, 2538)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลของธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตของพืช

การเจริญเติบโตของพืชต้องอาศัยน้ำ แสง อากาศ และธาตุอาหารพืชในอัตราที่เหมาะสมพืชทั่วไปมีความจำเป็นต้องได้รับธาตุอาหาร 16 ธาตุ เพื่อนำไปใช้เป็นส่วนประกอบของพืชเองและช่วยให้กระบวนการเมแทบอลิซึมเป็นไปอย่างปกติ ธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณมากคือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม จากการศึกษาของ Nautiyal and Bajpai (1979) ซึ่งศึกษาความต้องการธาตุอาหารของว่านสี่ทิศพันธุ์ Royal Dutch พบว่า การให้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในอัตราส่วน 60:30:30 กรัมต่อตารางเมตร ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตดีที่สุดในด้านของจำนวนดอกและคุณภาพดอก ส่วนการให้ไนโตรเจน 60 และ 80 กรัมต่อตารางเมตร ทำให้อัตราการออกดอกช้า นอกจากนี้ธาตุอาหารยังมีผลต่อพืชอื่นๆอีกเช่น Rajiv and Misra (2003) ยังได้ศึกษาผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโต การออกดอก และผลผลิตของแกลดิโอลัสพันธ์ Jester Gold โดยการให้ไนโตรเจน 5 ระดับคือ 0 20 40 60 และ 80 กรัมต่อตารางเมตร พบว่า แกลดิโอลัสมีการเจริญเติบโตและออกดอกดีที่สุดเมื่อให้ไนโตรเจน 60 กรัมต่อตารางเมตร โดยมีจำนวนใบ 6.0 ใบ พื้นที่ใบ 330.83 ตารางเซนติเมตร ความสูงของต้น 80.6 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของดอกย่อย 9.7 เซนติเมตร จำนวนดอกย่อยต่อช่อ 15.7 ดอก และความยาวช่อดอก 58.8 เซนติเมตร ส่วนการให้ไนโตรเจน 80 กรัมต่อตารางเมตร แกลดิโอลัสมีคุณภาพของหัวดีที่สุด โดยมีจำนวนหัวต่อต้น 1.8 หัว ขนาดหัว 5.3 เซนติเมตร น้ำหนักหัว 44.8 กรัม จำนวนหัวย่อยต่อต้น 19.3 หัว และน้ำหนักหัวย่อย 5.0 กรัม ในปี 1990 Pandey *et al*. ศึกษาผลของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสต่อการเจริญเติบโตของแกลดิโอลัสพันธุ์ Psittacinus Hybrid ที่ได้จากการเลี้ยงในอาหารวุ้น โดยการให้ไนโตรเจนในรูปของปุ๋ยยูเรีย 0 20 40 และ 60 กรัมต่อตารางเมตร และฟอสฟอรัสในรูปของปุ๋ยซุปเปอร์ฟอสเฟต 0 10 และ 40 กรัมต่อตารางเมตร พบว่า เมื่อพืชได้รับไนโตรเจน 20 กรัมต่อตารางเมตร และ ฟอสฟอรัส 40 กรัมต่อตารางเมตร ทำให้มีจำนวนใบต่อต้นสูงที่สุด

Mukherjee *et al*. (1994) ศึกษาผลของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสต่อการออกดอกและจำนวนหัวของแกลดิโอลัส (*G. grandiflorum* L.) พันธุ์ Vink's Glory โดยการให้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 40 50 และ 60 กรัมต่อตารางเมตร และฟอสฟอรัส 10 20 และ 30 กรัมต่อตารางเมตร และโพแทสเซียมในอัตราคงที่ 20 กรัมต่อตารางเมตร พบว่า การให้ไนโตรเจน 50 กรัมต่อตารางเมตร ร่วมกับโพแทสเซียม 10-20 กรัมต่อตารางเมตร ทำให้มีจำนวนดอกย่อยต่อช่อมากที่สุดและขนาดหัวใหญ่ที่สุด และ Kawarkhe *et al*. (2001) ศึกษาผลของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของแกลดิโอลัสพันธุ์ Dabonoir โดยการให้ไนโตรเจน 4 ระดับ คือ 0 40 50 และ 60 กรัมต่อตารางเมตร ฟอสฟอรัส 4 ระดับ คือ 0 10 20 และ 30 กรัมต่อตารางเมตร พบว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อพืชได้รับไนโตรเจน 50 กรัมต่อตารางเมตร ร่วมกับฟอสฟอรัส 20 กรัมต่อตารางเมตร ทำให้พืชมีจำนวนช่อดอก ความยาวช่อดอก และจำนวนดอกต่อช่อมากที่สุด

Anil *et al*. (2000) ศึกษาอิทธิพลของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิตของแกลดิโอลัส (*Gladiolus* sp.) โดยการให้ปุ๋ยไนโตรเจน 3 ระดับคือ 0 40 60 และ 80 กรัมต่อตารางเมตร ร่วมกับฟอสฟอรัส 3 ระดับ คือ 0 10 และ 20 กรัมต่อตารางเมตร และโพแทสเซียม 3 ระดับคือ 0 10 และ 20 กรัมต่อตารางเมตร พบว่า เมื่อเพิ่มระดับไนโตรเจนมีผลทำให้การเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยการให้ไนโตรเจน 60 กรัมต่อตารางเมตร ต้นมีความสูงเฉลี่ยสูงที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่า การให้ไนโตรเจน 60 กรัมต่อตารางเมตร ร่วมกับฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม 20 กรัมต่อตารางเมตร ทำให้มีความยาวช่อดอกเฉลี่ยยาวที่สุด มีจำนวนหัวมากที่สุดเมื่อได้รับไนโตรเจน 80 กรัมต่อตารางเมตร ร่วมกับฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม 20 กรัมต่อตารางเมตร ส่วนความแตกต่างกันของอัตราความเข้มข้นของฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของแกลดิโอลัส

Singh *et al*. (2002a) ศึกษาผลของอัตราความเข้มข้นของไนโตรเจน (0 25 50 และ 75 กรัมต่อตารางเมตร) ฟอสฟอรัส (0 20 และ 30 กรัมต่อตารางเมตร) และ โพแทสเซียม (0 และ 20 กรัมต่อตารางเมตร) ต่อปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในใบของแกลดิโอลัส (G. *grandiflorus*) พันธุ์ sylvia พบว่า ระดับธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในใบเพิ่มขึ้นตามอัตราความเข้มข้นของธาตุอาหารที่เพิ่มขึ้น โดยการให้ฟอสฟอรัสที่เพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณไนโตรเจนในใบเพิ่มขึ้น ส่วนการให้ไนโตรเจนและโพแทสเซียมทำให้ฟอสฟอรัสในใบเพิ่มขึ้นแต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่โพแทสเซียมในใบเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนความแตกต่างกันของอัตราความเข้มข้นของฟอสฟอรัสไม่มีผลต่อปริมาณโพแทสเซียมในใบ

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาผลของธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตของพืชในวงศ์ zingiberaceae เช่น วันเพ็ญ (2546) ศึกษาผลของความเข้มข้นของไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตของดองดึง โดยปลูกดองดึงในสารละลายของ Hoagland and Arnon ใช้ความเข้มข้นของไนโตรเจน 4 ระดับ คือ 0 210 (กรรมวิธีควบคุม) 420 และ 630 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการปลูกดองดึง คือ 210 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งทำให้ดองดึงมีความสูง และน้ำหนักหัวมากกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในกรรมวิธีนี้จำนวนดอก จำนวนฝัก มีแนวโน้มสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ปริมาณกรดอะมิโนและโปรตีนในหัวมากกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญ และ Kumaraswamy *et al*. (1994) พบว่า การให้ไนโตรเจนในระหว่างปลูกดองดึง ส่งเสริมให้ดองดึงมีการเจริญเติบโตลำต้นทอดยาวมากขึ้น มีผลผลิตและสารประกอบในเมล็ดสูงขึ้น เมื่อเพิ่มระดับไนโตรเจนตั้งแต่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

0-160 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ นอกจากนี้ ในปี 2547 โสระยา และ คณะ ศึกษาผลของฟอสฟอรัสร่วมกับธาตุอาหารรองต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพดอกของปทุมมา โดยการให้ฟอสฟอรัส 3 ระดับ คือ 50 70 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับธาตุอาหารรอง 2 ระดับ คือ อัตราเจือจาง 1:200 และ 1:100 พบว่า พืชมีความสูงต้น ความสูงทรงพุ่ม จำนวนใบต่อต้น จำนวนหน่อต่อกอ และความยาวเฉลี่ยก้านช่อดอก ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อพืชได้รับธาตุอาหารรองที่มีความเข้มข้นอัตรา 1:100 ร่วมกับฟอสฟอรัสทุกระดับ พบว่า ช่อดอกมีขนาดใหญ่ มีจำนวนกลีบประดับบนและล่างมากกว่า การที่พืชได้รับธาตุอาหารรองที่มีความเข้มข้นอัตรา 1:200 นอกจากนี้พืชยังมีน้ำหนักรวมของหัวใหม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีการศึกษาในขมิ้น โดย Venkatesha *et al*. (1998) ศึกษาผลของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโต ปริมาณผลผลิต และคุณภาพหัวของขมิ้น (*Curcuma domestica* Val.) พบว่า การให้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม อัตรา 150:125:200 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ มีการเจริญเติบโตดีที่สุดทั้งความสูง ผลผลิตและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางหัว และ Singh *et al*. (2002b) ศึกษาผลของไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมต่อคุณภาพหัว และปริมาณผลผลิตของขมิ้น (*Curcuma longa* L.) พันธุ์ Suvarnar พบว่า การให้ไนโตรเจน 75 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ร่วมกับฟอสฟอรัส 60 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ และโพแทสเซียม 150 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ทำให้พืชมีการเจริญเติบโต และผลผลิตสูงที่สุด

นอกจากนี้ยังพบว่าธาตุอาหารยังมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชอื่น เช่น สืบศักดิ์ และโสระยา (2547) ศึกษาผลของไนโตรเจนและโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโตของ *Ornithogalum thysoides* Jacq. โดยให้ไนโตรเจน 50 100 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร โพแทสเซียม 50 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า การให้ไนโตรเจน 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับโพแทสเซียม 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ผลดีที่สุด ในด้านความสูง จำนวนใบ การแตกกอ และค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนต์ที่วัดได้จากใบ ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้ไนโตรเจนความเข้มข้นที่สูงกว่า

Clark (1997) ศึกษาผลของไนโตรเจนและโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโตของแซน-เดอโซเนีย (Sandersonia) โดยการให้ไนโตรเจน 4 ระดับ คือ 5 10 20 และ 40 กรัมต่อตารางเมตร และโพแทสเซียม 4 ระดับ คือ 0.4 0.8 1.8 และ 3.2 มิลลิอิควิวาเลนซ์ต่อ100 กรัม พบว่า ระดับของไนโตรเจนและโพแทสเซียมที่เพิ่มขึ้น ทำให้น้ำหนักหัว ปริมาณไนโตรเจนและโพแทสเซียมในใบที่มีอายุมากลดลง จำนวนดอกและเปอร์เซ็นต์ตาข้างเพิ่มขึ้นเมื่อให้ระดับไนโตรเจนเพิ่มขึ้น แต่ความสูงของต้นลดลงเมื่อโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Thomas *et al*. (1998) ศึกษาผลของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโต การออกดอก ผลผลิตและคุณภาพหัวของฟรีเซีย พบว่า การให้ไนโตรเจนที่ระดับความเข้มข้น 600 – 800 กรัมต่อตารางเมตร และฟอสฟอรัส 200 กรัมต่อตารางเมตร ทำให้ใบแข็งแรง การบานของดอกและการเจริญเติบโตของหัวใหม่ดี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved