บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ฟรีเซียเป็นไม้ดอกเมืองหนาวประเภทหัว มีสีสันสวยงาม กลิ่นหอม มีถิ่นกำเนิดในแถบทวีปแอฟริกาตอนใต้ ตามประวัติฟรีเซียถูกค้นพบโดย Christian Ecklon และได้ตั้งชื่อพืชนี้เพื่อเป็นเกียรติแก่นักสรีรวิทยาชาวเยอรมันชื่อ Dr. Friedrich Heinrich Thoedor Freese ซึ่งเป็นบุคคลสำคัญทางพืชสวน (Schauenberg, 1965; Wulfinghoff, 2002: Online)

การปลูกฟรีเซียเป็นพืชการค้าเริ่มตั้งแต่ปี 1873 แต่ยังไม่เป็นที่แพร่หลายจนกระทั่งปี 1945 ฟรีเซียได้กลายมาเป็นไม้ดอกที่สำคัญ และได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ทั้งในยุโรปและประเทศสหรัฐอเมริกา มีการใช้ประโยชน์ในหลายรูปแบบ เช่น การนำมาปลูกริมขอบแปลง ปลูกลงในแปลง ปลูกเป็นไม้กระถาง แต่ที่ได้รับความนิยมที่สุดได้แก่ การทำเป็นไม้ตัดดอก ในปัจจุบันพื้นที่กว่า 600 เฮกตาร์ ในทวีปยุโรปใช้ปลูกฟรีเซีย เนเธอแลนด์มีการปลูกฟรีเซียในโรงเรือน โดยมีพื้นที่ปลูกถึง 293 เฮกตาร์ และเป็นผู้นำในการผลิตในปี ค.ศ. 1989/90 ผลิตหัวพันธุ์ฟรีเซียส่งขายทั้งสิ้น 178 เฮกตาร์ รองลงมาคือประเทศญี่ปุ่นที่ผลิตหัวพันธุ์ฟรีเซียผลิตเป็นพื้นที่ 62 เฮกตาร์ ในปี ค.ศ. 1989 (โสระยา, 2544; Schauenberg, 1965; Imanishi, 1993; Wulfinghoff, 2002: Online)

1. ลักษณะทางสัณฐานวิทยา (Imanishi, 1993; Schauenberg, 1965; ฝ่ายส่งเสริมการเกษตรที่สูง, 2540)

ฟรีเซียเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวอยู่ในวงศ์ Iridaceae เช่นเดียวกับ ไอริส และแกลดิโอลัส มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Freesia* spp. และมีชื่อสามัญเช่น Freesia, Freesie (เยอรมัน), Aandblommejie หรือ Flissie (แอฟริกัน) มีจำนวนชุดโครโมโซม n = 11

หัว เป็นแบบ corm มีความสูงมากกว่าความกว้าง มีลักษณะเป็นรูปกรวย เกิดจากการแปรรูปของโคนต้นใต้ดิน โดยขยายตัวออกด้านข้างเกิดเป็นหัวใหม่ซ้อนอยู่บนหัวเก่าซึ่งเหี่ยวแห้งไป ที่บริเวณโคนของหัวมีการสร้างหัวย่อย (cormlet) ซึ่งเกิดจากการแปรรูปของตาที่โคนปล้อง หัวย่อยมีโครงสร้างเหมือนกับหัวใหญ่ แต่มีขนาดเล็กกว่ามาก ที่หัวมีโคนใบห่อหุ้มอยู่เป็นชั้น ๆ และเมื่อหัวแก่แล้วโคนใบดังกล่าวจะมีลักษณะเป็นแผ่นแห้ง ทำหน้าที่ปกป้องหัวพันธุ์ไว้เรียกว่า tunic

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ราก มี 2 ชุด ชุดแรกเป็นระบบรากฝอย (fibrous roots) เป็นรากที่เล็ก ยาว เรียว ไม่หยั่งลงในดินมากนัก รากชุดที่สอง เป็นระบบรากที่มีขนาดใหญ่ และเจริญหยั่งลึกลงในดินมากกว่าระบบรากฝอย เรียกว่า contractile root

ใบ เป็นรูปดาบ (sword) เรียว ยาว การจัดเรียงตัวที่ฐานมีลักษณะคล้ายพัด

ดอก มีกลิ่นหอม ไม่มีก้านดอก มีกลีบดอกเป็นแบบกลีบรวม (tepal) ที่ฐานกลีบรวมเชื่อมติดกัน ปลายกลีบแยกจากกัน มีอยู่ 2 กลุ่ม คือพวกกลีบดอกซ้อน (ภาพที่ 1ก) และกลีบดอกชั้นเดียว (ภาพที่ 1ข) นอกจากนี้ในบางชนิด อาจมีลายเส้นหรือมีขนที่กลีบดอก มีหลายสี เช่น ขาว ชมพู แดง เหลือง ทอง ส้ม ม่วง ม่วงอมน้ำเงิน และน้ำเงิน ในแต่ละดอกมีเกสรเพศผู้ 3 อัน ก้านชูเกสรเพศเมียแตกแขนงออกเป็น 3 แขนง ที่ปลายยอดเกสรเพศเมีย (stigma) แยกออกเป็น 2 แฉก รังไข่มีรูปร่างเป็นวงรี โดยมีผนังของช่องว่างที่ใช้ในการบรรจุเมล็ด (carpel) แบ่งออกได้เป็น 3 carpels

ช่อดอก มีลักษณะเป็นแบบ spike มีก้านช่อเรียวยาว และหักมุมขวาบริเวณปลาย ช่อดอกออกทางแนวนอน เรียงตัวเป็นแถวเรียงเดี่ยว บานจากโคนไปปลายช่อ ใน 1 ช่อ มีอย่างน้อย 10 ดอก นอกจากช่อดอกหลักแล้ว ในร่องใบของช่อดอกหลัก ยังเกิดกิ่งข้างที่ให้ช่อดอกได้ด้วย

ก. ข.

ภาพที่ 1 ลักษณะของดอกฟรีเซีย

ก. ชนิดกลีบดอกซ้อน ข. ชนิดกลีบดอกชั้นเดียว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผล มีลักษณะเป็นผลแห้งแตก (capsule) แบ่งออกได้เป็น 3 พู เมล็ดที่อยู่ภายในมีลักษณะกลมเป็นมัน

2. วงจรการเจริญเติบโต

ฟรีเซียเป็นไม้เนื้ออ่อนที่มีอายุหลายปี โดยมีวงจรการเจริญเติบโต (growth cycle) ประกอบด้วย 3 ระยะคือ ระยะการเจริญเติบโตทางใบ (vegetative phase) ระยะการเจริญเติบโตทางดอก (reproductive phase) และระยะพักตัว (dormancy) (ฉันทนา, 2533)

การเจริญเติบโตเริ่มต้นจากหัวที่พ้นระยะพักตัว และเมื่อได้รับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมจึงเริ่มมีการเจริญเติบโตของราก (ฉันทนา และคณะ, 2540) ในระยะแรกของการเจริญเติบโตมีการสร้างระบบรากฝอยขึ้นมาก่อนโดยเกิดรอบ ๆ โคนของหัว เจริญแผ่ออก ไม่หยั่งลึกลงในดินมากนัก (Imanishi, 1993) และต่อมามีการแทงหน่อใบที่ประกอบด้วยใบอ่อนห่อซ้อนกันอยู่เป็นชั้น ๆ ขึ้นเหนือดิน (ฉันทนา และคณะ, 2540) ซึ่งใบชุดแรกที่โผล่พ้นออกมามีขนาดสั้นแผ่นใบหนา เรียกว่า sheath leaf เรียงตัวแบบสลับ (alternate phyllotaxis) ใบที่เจริญออกมาก่อนมีขนาดสั้นกว่าใบที่เกิดภายหลัง ซึ่งมีลักษณะคล้ายดาบ (ปิยะมาศ, 2544) ใบมีการเจริญเติบโตได้ระยะเวลาหนึ่งจึงเริ่มมีการสร้างตาดอก โดยตาที่อยู่บริเวณปลายยอดซึ่งเป็นตาใบมีการเปลี่ยนแปลงการเจริญไปเป็นตาดอก และพัฒนาเป็นช่อดอก การสร้างใบหยุดลงเมื่อใบเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว ช่อดอกมีการยืดตัวแทงออกมา (ฉันทนา และคณะ, 2540) เมื่อต้นออกดอกได้ระยะหนึ่ง ช่อดอกเริ่มเหี่ยวแห้งไป เมื่อช่อดอกหมดอายุแล้ว ใบเริ่มเหี่ยวแห้ง ในขณะที่ส่วนของลำต้นใต้ดินคือ หัวแม่ และรากเริ่มเหี่ยวแห้งเช่นเดียวกัน (ปิยะมาศ, 2544) บนพื้นที่สูงของประเทศไทยสามารถปลูกฟรีเซียได้ในราวเดือนตุลาคม และดอกบานในเดือนกุมภาพันธ์ หลังออกดอกแล้วมีการสร้างหัวขึ้นใหม่ใต้ดิน และขยายขนาดใหญ่ขึ้น (โสระยา, 2544) เมื่อสร้างหัวใหม่มีรากอีกชุดที่มีขนาดใหญ่กว่า หยั่งลึกลงในดินมากกว่าคือ contractile root ทำหน้าที่หาอาหารและน้ำแทนรากฝอยที่เสื่อมสลายไป และยังช่วยในการยึดลำต้น (Imanishi, 1993) ต่อมาหัวเข้าสู่ระยะพักตัวประมาณเดือนพฤษภาคม เมื่อเก็บหัวขึ้นมาในช่วงปลายเดือนพฤษภาคม หัวค่อย ๆ พ้นระยะพักตัวเมื่อได้รับอุณหภูมิสูง และการพักตัวสิ้นสุดลงประมาณเดือนสิงหาคม (โสระยา, 2544)

แถบประเทศแอฟริกาใต้ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดของพืชชนิดนี้ หัวฟรีเซียงอกในฤดูใบไม้ร่วง และดอกออกในช่วงฤดูหนาว ซึ่งอุณหภูมิต่ำอยู่ในช่วง 8 – 10 องศาเซลเซียส ต่อมาในฤดูร้อนต้นเริ่มเหี่ยว (senescence) และหัวเข้าสู่การพักตัว อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นในช่วงฤดูร้อนมีผลทำให้หัวเข้าสู่ระยะพักตัวและ เริ่มงอกออกมาใหม่ในช่วงฤดูใบไม้ร่วง (Imanishi, 1993)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ในช่วงการเจริญเติบโตมีอยู่ช่วงหนึ่งที่พืชสร้างหัวใหม่เพื่อใช้ในการสืบสายพันธุ์ โดยเกิดการแปรรูปของส่วนโคนลำต้น บริเวณเหนือหัวเก่าขึ้นมาโดยปล้องจะขยายตัวออก ใน 1 หัวมีกี่ปล้องขึ้นอยู่กับจำนวน sheath leaf ถ้าต้นใหญ่ sheath leaf มากก็มีปล้องบริเวณหัวมาก หัวใหม่นั้นเริ่มเกิดบนหัวเก่าในช่วงที่ตาดอกเริ่มได้รับการกระตุ้นภายใต้สภาพอากาศเย็น และเพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขึ้นเรื่อย ๆ ขณะที่ต้นแม่ออกดอก ตาที่อยู่บนสุดเริ่มพัฒนาเพื่อเข้าสู่วงจรของการเจริญเติบโตต่อไป ซึ่งเมื่อตาเหล่านี้หยุดพัฒนาหัวเข้าสู่ช่วงพักตัว หัวซึ่งผ่านอุณหภูมิสูงมาช่วงหนึ่ง จะพ้นระยะการพักตัว และใบเริ่มมีการพัฒนาและเจริญเติบโตเป็นเช่นนี้เรื่อยไป (Imanishi, 1993)

ขนาดของหัวแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับพันธุ์ และความสมบูรณ์ในช่วงการสร้างหัว ในขณะที่หัวย่อย (cormlet) พัฒนามาจากตาข้างที่อยู่ล่างสุดของหัวใหม่ที่กำลังพัฒนา หัวย่อยเกิดจากลำต้นใต้ดินบวมพองออก โดยถูกสร้างหลังจากออกดอก และสุกแก่พร้อมกันกับหัวใหม่ที่ถูกสร้างขึ้นใต้ดิน (โสระยา, 2542)

3. ความสำคัญของธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตของพืช

ในกระบวนการเสริมสร้างการเจริญเติบโต วัฏจักรการดำรงชีพ และกิจกรรมต่าง ๆ ของพืช มีความต้องการธาตุอาหารที่จำเป็นจำนวน 16 ธาตุ เพื่อเป็นองค์ประกอบ วัตถุดิบ และเป็นสารเร่งในกระบวนการต่าง ๆ เช่น กระบวนการหายใจ กระบวนการสังเคราะห์แสง และการทำงานของเอนไซม์ เป็นต้น (มุกดา, 2544)

ธาตุอาหารที่จำเป็น และบทบาทที่สำคัญในพืช

ธาตุอาหารที่จำเป็นทุกธาตุมีความสำคัญเท่าเทียมกัน แม้ว่าพืชต้องการธาตุบางธาตุในปริมาณเพียงเล็กน้อยแต่ก็ขาดไม่ได้ (มุกดา, 2544) พืชต้องได้รับธาตุอาหารเหล่านี้ครบทุกชนิดในปริมาณที่เพียงพอจึงเจริญเติบโตได้ดี (สมบุญ, 2544)

ธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เป็นธาตุที่พืชต้องการเป็นปริมาณมากจึงเพียงพอต่อการเจริญเติบโต ตามปกติดินที่ใช้เพาะปลูกโดยทั่วไปมักขาดแคลนธาตุใดธาตุหนึ่งสองในสาม หรือทั้งสามธาตุ (ยงยุทธ, 2543)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ไนโตรเจน (Nitrogen)

ไนโตรเจนเป็นธาตุที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชมาก โดยในพืชมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบประมาณ 18 เปอร์เซ็นต์ รากพืชดูดไนโตรเจนจากดินในรูปของเกลือไนเตรท (NO_3^-) และเกลือแอมโมเนียม (NH_4^+) (ชวนพิศ, 2544) โดยทั่วไปดินส่วนใหญ่ขาดธาตุไนโตรเจนมากกว่าธาตุอื่น (เนาวรัตน์, 2543) ไนโตรเจนในดินสูญเสียได้โดยง่าย ด้วยการถูกชะล้าง (leaching) ในรูปเกลือไนเตรท หรือเกิดการระเหย (volatilization) ในรูปแอมโมเนีย (สมบุญ, 2544) เนื่องจากพืชมีความต้องการธาตุไนโตรเจนเป็นปริมาณมาก และในดินมีปริมาณไม่เพียงพอ ดังนั้นธาตุไนโตรเจนจึงจัดเป็นธาตุหนึ่งที่จำเป็นต้องใส่ลงไปในดินในรูปปุ๋ยชนิดต่าง ๆ นอกจากนี้พืชยังได้รับไนโตรเจนจากแหล่งอื่น ๆ เช่น จากการสลายตัวของอินทรียวัตถุ และการแปรสภาพของสารประกอบอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ในดิน (มุกดา, 2544) ในพืชบางชนิดมีจุลินทรีย์ช่วยตรึงไนโตรเจนในอากาศ เปลี่ยนมาเป็นรูปเกลือไนเตรทที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ เช่น ในรากพืชตระกูลถั่วมีไรโซเบียมช่วยตรึงไนโตรเจนจากอากาศให้พืชนำไปใช้ได้ (สมบุญ, 2544)

ปริมาณความต้องการธาตุไนโตรเจนของพืชขึ้นอยู่กับชนิดของพืช อายุของพืช และฤดูกาล (นพดล, 2538) ประมาณ 80-85 เปอร์เซ็นต์ ของไนโตรเจนทั้งหมดในพืชเป็นองค์ประกอบของโปรตีน ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นองค์ประกอบของกรดนิวคลีอิก และอีก 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโนที่ละลายได้ (soluble amino N) (โสระยา, 2544) ปริมาณไนโตรเจนในพืชแม้แตกต่างกันตามชนิดของพืช อวัยวะและระยะการเจริญเติบโต แต่โดยทั่วไปอยู่ระหว่าง 2-5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง และประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในคลอโรพลาสต์ (สมบุญ, 2544)

บทบาทของไนโตรเจนในพืช (ยงยุทธ, 2543)

1. เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของโปรตีน ซึ่งโปรตีนเป็นส่วนประกอบสำคัญในเซลล์พืช นอกจากนี้ยังเป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโน และเอนไซม์ชนิดต่าง ๆ ไนโตรเจนมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชเนื่องจากโปรตีนมีความจำเป็นต่อการแบ่งเซลล์ ช่วยในการขยายขนาด และเพิ่มจำนวนของเซลล์มากขึ้น ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น

2. เป็นองค์ประกอบของฮอร์โมนพืช ได้แก่ ออกซิน (auxin) และไซโตไคนิน (cytokinins)

3. เป็นองค์ประกอบของกรดนิวคลีอิก (nucleic acid) ซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีน และการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ ซึ่งเป็นศูนย์ข้อมูลทางพันธุกรรม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4. เป็นองค์ประกอบของสารประกอบไนโตรเจนที่พืชสะสมไว้ (reserves) เพื่อทำหน้าที่ป้องกัน (protective compounds) เช่น นิโคติน (nicotine) จากใบยาสูบ และมอร์ฟีน (morphine) จากฝิ่น ซึ่งเป็นสารประเภทอัลคาลอยด์ (alkaloid)

ฟอสฟอรัส (Phosphorus)

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ในดินมีธาตุฟอสฟอรัสไม่เพียงพอกับความต้องการของพืช เนื่องจากเป็นธาตุที่ถูกตรึงหรือเปลี่ยนรูปได้ง่ายกลายเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำได้ยากทำให้ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสต่อพืชลดลง (มุกดา, 2544)

พืชดูดฟอสฟอรัสส่วนใหญ่ในรูปสารอนินทรีย์ พวกอนุมูลของไดไฮโดรเจนฟอสเฟตไอออน ($H_2PO_4^-$) และไฮโดรเจนฟอสเฟตไอออน (HPO_4^{-2}) ปริมาณไอออนทั้งสองชนิดมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรดเป็นเบสของดิน ดินที่มีค่า pH ต่ำกว่า 7 ฟอสฟอรัสมักอยู่ในรูป $H_2PO_4^-$ ถ้าดินมีค่า pH สูงฟอสฟอรัสมักอยู่ในรูป HPO_4^{-2} ฟอสเฟตไอออนในดินมักถูกยึด (adsorb) อยู่กับอนุภาคของดินเหนียว ทำให้พืชไม่สามารถนำไปใช้ได้ หรืออาจรวมตัวกับธาตุอื่นในดิน ในสภาพดินที่เป็นกรดเป็นเบสมากเกินไป ทำให้ฟอสฟอรัสอยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ไม่ได้ เช่น ในสภาพดินที่เป็นเบสมีไอออนประจุบวก ได้แก่ แคลเซียม และแมกนีเซียมมาก ทำให้ฟอสเฟตรวมตัวกับไอออนประจุบวกเหล่านี้ กลายเป็นเกลือที่ไม่ละลายพืชนำไปใช้ได้น้อย ส่วนดินที่เป็นกรดมาก ธาตุอะลูมิเนียมและเหล็กในดินมีมากรวมตัวกับฟอสเฟตไอออน ทำให้เกิดตะกอนของอะลูมินัมฟอสเฟตและเหล็กฟอสเฟต ซึ่งทำให้ฟอสฟอรัสอยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถนำไปใช้ได้ ฉะนั้นในสภาพดินที่เป็นกลางจึงช่วยทำให้ฟอสเฟตไอออนอยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ได้มาก (สมบุญ, 2544)

พืชต้องการฟอสฟอรัส 0.3-0.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง เพื่อให้การเจริญเติบโตทางใบ (vegetative stage) เป็นไปตามปกติ สำหรับระดับฟอสฟอรัสที่ถือว่าเป็นพิษ คือ สูงกว่า 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง (ยงยุทธ, 2543) พบฟอสฟอรัสมากในเมล็ด ผล และเนื้อเยื่อเจริญ (meristematic tissue) (นพดล, 2538)

บทบาทของฟอสฟอรัสในพืช (ยงยุทธ, 2543)

1. เป็นองค์ประกอบของกรดนิวคลีอิกซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีน และเป็นองค์ประกอบของดีเอ็นเอ ซึ่งเป็นศูนย์ข้อมูลทางพันธุกรรม

2. เป็นองค์ประกอบในโครงสร้างของฟอสโฟลิปิดในเยื่อหุ้มเซลล์ของสิ่งมีชีวิต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3. เป็นองค์ประกอบของ ATP ซึ่งเป็นสารประกอบพลังงานสูงที่มีบทบาทสำคัญในระบบชีวเคมีของเซลล์

4. เป็นองค์ประกอบของโคเอนไซม์ (coenzyme) บางชนิด ได้แก่ NAD^+ (nicotinamide adenine dinucleotide), $NADP^+$ (nicotinamide adenine dinucleotide phosphate), FAD (flavin adenine dinucleotide) และโคเอนไซม์เอ เป็นต้น

5. เป็นองค์ประกอบของสารประกอบฟอสเฟตอื่น ๆ เช่น riburose bis phosphate และ phosphoglyceraldehydeในวัฏจักรคาลวิน (Calvin cycle) ของกระบวนการสังเคราะห์แสง glucose-6-phosphate, fructose-1,6-diphosphate และ glyceraldehyde phosphate ในไกลโคไลซิส (glycolysis) guanosine triphosphate (GTP) ในวัฏจักรเครบส์ (Kreb's cycle)(ยงยุทธ, 2543) และphytic acid ในกระบวนการ hydrolysis (นพดล, 2538)

6. กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ในกระบวนการรีดิวซ์ไนเตรท และช่วยลดความเป็นกรดของน้ำในเซลล์ (cell sap) ด้วย (นพดล, 2538)

โพแทสเซียม (Potassium)

โพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบของแร่และหิน ซึ่งเป็นวัตถุต้นกำเนิดของดินหลายชนิด ในดินโดยทั่วไปจึงพบว่า มีธาตุโพแทสเซียมกระจายอยู่ทั่วไปทั้งดินชั้นบน และดินชั้นล่าง และพบในปริมาณที่ไม่แตกต่างกัน โพแทสเซียมเป็นธาตุที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีพของพืช และเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้ในพืช เช่นเดียวกับธาตุฟอสฟอรัสและธาตุไนโตรเจน (มุกดา, 2544)

พืชดูดโพแทสเซียมจากดินในรูปโมโนวาเลนต์ โพแทสเซียมไอออน (K^+) โพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารที่ละลายน้ำได้ดี ถูกชะล้างในดินได้ง่าย ในดินปกติมีธาตุโพแทสเซียมอยู่มาก แต่ส่วนใหญ่มักรวมตัวกับธาตุอื่น หรือถูกยึดในชั้นคอลลอยด์ของดินเหนียว ทำให้เกิดการตรึงโพแทสเซียม (K^+ - fixation) ทำให้โพแทสเซียมอยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ไม่ได้ การสลายตัวของหินเป็นดินมีการปลดปล่อยโพแทสเซียมออกมา หรือปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ในดินและรากพืชบางชนิดมีผลทำให้ โพแทสเซียมที่ถูกตรึงในชั้นของคอลลอยด์ในดินถูกปลดปล่อยออกมา และอยู่ในรูปโพแทสเซียมซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ได้ (สมบุญ, 2544)

โพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารที่พบมากในบริเวณส่วนอ่อนของพืช เช่น ในเนื้อเยื่อเจริญบริเวณยอดของต้น ปลายราก ตาข้าง ใบอ่อน ในเนื้อใบ (mesophyll) ในใจกลางของลำต้น (pith) และในท่อลำเลียงอาหาร (phloem) (นพดล, 2538)

แม้ว่าพืชแต่ละชนิดมีความต้องการโพแทสเซียม เพื่อการเจริญเติบโตตามปกติในปริมาณที่แตกต่างกันก็ตาม โดยทั่วไปแล้วความต้องการของพืชอยู่ในช่วง 2-5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักแห้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ของใบ ลำต้น ผล และหัว ทั้งนี้ยกเว้นพืชชอบโซเดียม (natrophilic species) ซึ่งความต้องการโพแทสเซียมมีน้อยกว่าพืชทั่วไป (ยงยุทธ, 2543)

บทบาทของโพแทสเซียม (ยงยุทธ, 2543)

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

2. ในการสังเคราะห์และกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ RuBP carboxylase ในกระบวนการสังเคราะห์แสง

3. การควบคุมศักย์ออสโมซิส เนื่องจากพืชมีโพแทสเซียมไอออนมากกว่าไอออนอื่น ๆ ธาตุนี้จึงมีค่อนข้างมากในค่าศักย์ออสโมซิสของเซลล์ด้วย ความสำคัญในแง่นี้ ทำให้โพแทสเซียมมีบทบาทต่อการขยายขนาดของเซลล์ การปิดและเปิดปากใบ

4. การเคลื่อนย้ายทางท่อลำเลียงอาหาร โพแทสเซียมมีบทบาทสำคัญช่วยให้ซูโครสเข้าสู่ท่อลำเลียงอาหาร และมีการเคลื่อนย้ายสารละลายในท่อลำเลียงอาหารได้มากขึ้น หน้าที่ของโพแทสเซียมในเรื่องนี้เกี่ยวข้องกับการรักษาระดับ pH ในหลอดตะแกรง (sieve plate) ให้สูงและคงที่ เพื่อให้ซูโครสย้ายเข้าสู่หลอดตะแกรงได้สะดวก และการเพิ่มแรงดันออสโมซิสในหลอดตะแกรงบริเวณต้นทางของการเคลื่อนย้ายให้สูง ซึ่งช่วยเพิ่มอัตราการลำเลียงสารจากการสังเคราะห์แสง (photosynthates) จากแหล่งจ่าย (source) มายังบริเวณที่สะสม (sink)

5. สมดุลระหว่างประจุบวก โพแทสเซียมมีบทบาทสำคัญในการสร้างสมดุลด้านประจุไฟฟ้ากันแนวไอออนที่เคลื่อนย้ายไม่ได้ (immobile) ในไซโทพลาสซึมและคลอโรพลาสต์ตลอดจนประจุลบที่เคลื่อนย้ายได้ ในแวคคิวโอล ท่อลำเลียงน้ำ และท่อลำเลียงอาหาร เมื่อเซลล์มีกรดอินทรีย์สะสมอยู่ภายใน ย่อมเป็นปัจจัยส่งเสริมให้เซลล์ดูด K^+ เข้ามาในรากหรือเซลล์คุมโดยไม่ต้องมีประจุลบติดมาด้วย การเคลื่อนย้ายไนเตรทระยะไกลทางท่อลำเลียงอาหารเข้าสู่แวคคิวโอลมี K^+ เคียงคู่มาเสมอ เมื่อไนเตรทผ่านกระบวนการรีดักชันไปแล้ว เซลล์มีการสังเคราะห์กรดอินทรีย์ เช่น กรดมาลิก (malic acid) เพื่อให้มีสมดุลด้านประจุกับโพแทสเซียมและรักษาระดับ pH ที่เหมาะสมไว้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลของระดับธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตของไม้ดอกบางชนิด

Kosugi *et al*. (1964) รายงานว่า การเพิ่มโพแทสเซียมไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของใบและหัวใหม่ของฟรีเซีย

El-Khateeb *et al*. (1991) ศึกษาผลของไนโตรเจนและโพแทสเซียมที่มีต่อการเจริญเติบโต การออกดอกและองค์ประกอบทางเคมีของฟรีเซียพันธุ์ Aurora โดยปลูกฟรีเซียลงในกระถาง หลังจากที่หัวงอกให้ไนโตรเจนในรูปของปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรท และแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้น 1 และ 2 กรัมต่อต้น ร่วมกับโพแทสเซียมในรูปปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้น 0, 1 และ 2 กรัมต่อต้น ทุก ๆ เดือนจนกระทั่งดอกบาน พบว่าไนโตรเจนที่ ระดับความเข้มข้น 1 และ 2 กรัมต่อต้น ร่วมกับโพแทสเซียม 2 กรัมต่อต้น ให้ผลดีที่สุดทั้งความสูง น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของใบ ส่วนกรรมวิธีที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้น 1 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียมซัลเฟต 2 กรัม ทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของดอกสูงที่สุด ในกรรมวิธีที่พืชได้รับแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้น 2 กรัม และโพแทสเซียมซัลเฟต 2 กรัม น้ำหนักสดของหัวใหม่มากที่สุด น้ำหนักแห้งของหัวใหม่มากที่สุด เมื่อได้รับแอมโมเนียมซัลเฟต 1 กรัมร่วมกับโพแทสเซียมซัลเฟต 2 กรัม จำนวนหัวใหม่ต่อต้นที่สูงสุด มีปริมาณของแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้น 1 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียมซัลเฟต 1 กรัม

การศึกษาปริมาณธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตของฟรีเซีย โดยให้พืชได้รับธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และ ปูนขาว ในระดับที่ต่างกัน พบว่าไนโตรเจน ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตและการออกดอกดี ฟอสฟอรัส เพิ่มน้ำหนักสดของใบ การเจริญเติบโตของหัวใหม่ และสนับสนุนการบานของดอก ระดับความเข้มข้นของไนโตรเจน 600-800 กรัมต่อตารางเมตร ร่วมกับฟอสฟอรัส 200 กรัมต่อตารางเมตร มีผลทำให้พืชแข็งแรง หัวใหม่มีการเจริญเติบโตดี และการบานของดอกดี โพแทสเซียมมีผลทำให้มีการแตกใบดีและปูนขาวทำให้ใบมีการเจริญและพัฒนา (Thomas *et al*., 1998)

Liu *et al*. (1974) รายงานว่าขมิ้น (*Curcuma longa* L.) ที่ได้รับธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ทำให้มีความสูงเพิ่มขึ้น ธาตุโพแทสเซียมมีผลต่อปริมาณผลผลิต และองค์ประกอบภายในหัว อัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับการปลูกขมิ้น ได้แก่ 60:60:120 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์

การศึกษาผลของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโต ปริมาณผลผลิต และคุณภาพหัวของขมิ้น (Curcuma domestica Val.) พบว่าเมื่อพืชได้รับธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในอัตราส่วน 150:125:200 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

และ 200:175:300 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ให้ผลคล้ายกัน คือ มีการเจริญเติบโตดีที่สุดทั้งความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางหัว และผลผลิตมากที่สุด (Venkatesha *et al*.,1998)

Singh *et al*. (2002) ศึกษาผลของธาตุไนโตรเจน และโพแทสเซียมต่อคุณภาพหัว และปริมาณผลผลิตของขมิ้น (*Curcuma longa* L.) พันธุ์ Suvarnar พบว่ากรรมวิธีที่ได้รับไนโตรเจน 75 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ฟอสฟอรัส 60 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ และโพแทสเซียม 150 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ทำให้พืชมีการเจริญเติบโต และผลผลิตสูงที่สุด

สำหรับการผลิตหัวพันธุ์ทิวลิป พบว่าหัวมีคุณภาพดี เมื่อได้รับไนโตรเจนในช่วงเริ่มงอกจนกระทั่งออกดอก เพื่อให้ไนโตรเจนสะสมในหัวประมาณ 1.6 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักแห้ง ในช่วงออกดอกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว (Tsutsui, 1975)

ส่วนว่านสี่ทิศพันธุ์ Royal Dutch พบว่าเมื่อพืชได้รับธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในอัตราส่วน 60:30:30 กรัมต่อตารางเมตร ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตดีที่สุด ในเรื่องจำนวนดอก และคุณภาพดอก และเมื่อพืชได้รับธาตุไนโตรเจน 60 และ 80 กรัมต่อตารางเมตร พบว่าทำให้อัตราการออกดอกล่าช้า (Nautiyal and Bajpai, 1979)

Pandey *et al*. (2000) ศึกษาผลของไนโตรเจน และฟอสฟอรัสที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแกลดิโอลัสพันธุ์ Psittacinus Hybrid ที่เลี้ยงในอาหารวุ้น โดยได้รับไนโตรเจนในรูปของปุ๋ยยูเรีย ที่ 0, 20, 40 และ60 กรัมต่อตารางเมตร และฟอสฟอรัสในรูปของปุ๋ยซุปเปอร์ฟอสเฟตที่ 0, 10 และ 40 กรัมต่อตารางเมตร เมื่อทำการปลูกหัวพันธุ์ที่ผ่านการเลี้ยงในอาหารวุ้นลงในดินร่วนปนทราย พบว่าความสูง จำนวนใบ จำนวนดอกต่อช่อ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวนใบต่อต้น มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเมื่อได้รับไนโตรเจน 20 กรัมต่อตารางเมตร และ ฟอสฟอรัส 40 กรัมต่อตารางเมตร ทำให้มีจำนวนใบต่อต้นสูงที่สุด

ความต้องการธาตุอาหารของแกลดิโอลัสพันธุ์ไม้ตัดดอก โดยให้พืชได้รับไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียมไนเตรท ฟอสฟอรัสในรูปทริปเปิลฟอสเฟตและโพแทสเซียมในรูปโพแทสเซียมซัลเฟต พบว่าการดูดใช้ไนโตรเจนของใบและช่อดอกมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีผลต่อคุณภาพดอก ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ถึงแม้ว่าเมื่อเพิ่มฟอสฟอรัส คุณภาพของดอกจะเพิ่มขึ้นก็ตาม (Amen *et al*., 1990) Mukherjee *et al*. (1994) ศึกษาผลของไนโตรเจน และฟอสฟอรัสต่อคุณภาพดอกและหัวพันธุ์ของแกลดิโอลัสพันธุ์ Vink's Glory โดยให้พืชได้รับไนโตรเจน 40, 50 และ 60 กรัมต่อตารางเมตร และฟอสฟอรัส 10, 20 และ 30 กรัมต่อตารางเมตร พบว่าเมื่อพืชได้รับ ไนโตรเจนที่ 50 กรัมต่อตารางเมตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

และฟอสฟอรัส 10 และ 20 กรัมต่อตารางเมตรทำให้พืชมีจำนวนดอกมากที่สุดและมีขนาดหัวใหญ่ที่สุด

Sehrawat *et al*. (2000) ศึกษาอิทธิพลของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่มีต่อการเจริญเติบโต การออกดอก และปริมาณหัวพันธุ์ ของแกลดิโอลัส โดยให้พืชได้รับไนโตรเจนที่ 0, 40, 60 และ 80 กรัมต่อตารางเมตร ฟอสฟอรัส 0, 10 และ 20 กรัมต่อตารางเมตร และโพแทสซียม 0, 10 และ 20 กรัมต่อตารางเมตร พบว่าการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นเมื่อระดับของไนโตรเจนสูงขึ้น แต่ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ไม่มีอิทธิพลการเจริญเติบโต เมื่อพืชได้รับไนโตรเจน 60 กรัมต่อตารางเมตรทำให้พืชมีความสูงมากที่สุด และเมื่อได้รับไนโตรเจน 60 กรัมต่อตารางเมตร และฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่ 20 กรัมต่อตารางเมตร ทำให้พืชมีความยาวก้านช่อดอกมากที่สุด ปริมาณหัวพันธุ์มากที่สุดเมื่อพืชได้รับไนโตรเจน 80 กรัมต่อตารางเมตร และฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่ 20 กรัมต่อตารางเมตร

Mallick *et al*. (2001) ศึกษาอิทธิพลของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เหมาะสมต่อการออกดอกของแกลดิโอลัสพันธุ์ Pink โดยให้พืชได้รับไนโตรเจนที่ 10, 20 และ 30 กรัมต่อตารางเมตร ฟอสฟอรัส 10 และ 20 กรัมต่อตารางเมตร และโพแทสเซียม 10 และ 20 กรัมต่อตารางเมตร พบว่าผลของระดับไนโตรเจนทำให้ความยาวช่อดอก ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทำให้ช่อดอกมีความยาวมากที่สุด คือ 51.10 เซนติเมตร ผลของฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมทำให้ความยาวช่อดอกแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีความยาว 51.13 และ 50.48 เซนติเมตร ตามลำดับ ปฏิกิริยาระหว่างไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่ 20:10:20 กรัมต่อตารางเมตร ให้ผลผลิตมากที่สุดในเรื่องเส้นผ่านศูนย์กลางดอก 8.13 เซนติเมตร

Kumar *et al*. (2001) ยังศึกษาผลของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมต่อคุณภาพ และปริมาณผลผลิต ของแกลดิโอลัสพันธุ์ Tropic Sea โดยให้พืชได้รับธาตุอาหารต่างกันดังนี้ ไนโตรเจนได้แก่ 40, 50 และ 60 กรัมต่อตารางเมตร ฟอสฟอรัส ได้แก่ 10, 20 และ 30 กรัมต่อตารางเมตร และ โพแทสเซียม 20 กรัมต่อตารางเมตร พบว่าเมื่อพืชได้รับ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ที่อัตราส่วน 50:10:20 กรัมต่อตารางเมตร ทำให้ช่อดอก จำนวนดอกต่อช่อ เส้นผ่านศูนย์กลางดอก จำนวนดอกบาน ขนาด น้ำหนัก และจำนวนหัวมากที่สุด

Barma *et al*. (1998) ศึกษาผลของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมต่อการขยายขนาดของหัว และหัวย่อย ของแกลดิโอลัสพันธุ์ Psittacinus Hybrid พบว่าเมื่อพืชได้รับไนโตรเจน และโพแทสเซียม มีผลทำให้จำนวน ขนาด และ น้ำหนักของหัวมากกว่าที่ได้รับฟอสฟอรัส เมื่อพืชได้รับโพแทสเซียม 30 กรัมต่อตารางเมตร ทำให้พืชมีจำนวน เส้นผ่านศูนย์กลางและน้ำหนักหัวที่มากที่สุดได้แก่ 23.6 หัวต่อตารางเมตร 4.20 เซนติเมตร และ 29.92 กรัม ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

และพืชมีจำนวนและน้ำหนักหัวมากที่สุด คือ 82.17 หัวต่อตารางเมตร 5.53 กรัม ตามลำดับ เมื่อได้รับ ไนโตรเจน 40 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมา คือโพแทสเซียม 30 กรัมต่อตารางเมตร

Kawarkhe *et al*. (2001) ศึกษาผลของไนโตเจน และฟอสฟอรัส ต่อการเจริญเติบโต และการออกดอกของแกลดิโอลัสพันธุ์ Dabonoir โดยให้พืชได้รับไนโตรเจน 4 ระดับ ได้แก่ 0, 40, 50 และ 60 กรัมต่อตารางเมตร และฟอสฟอรัส 4 ระดับ ได้แก่ 0, 10, 20 และ 30 กรัมต่อตารางเมตร พบว่าเมื่อพืชได้รับ ไนโตรเจนที่ 50 กรัมต่อตารางเมตร และฟอสฟอรัส 20 กรัมต่อตารางเมตร ทำให้พืชมีจำนวนช่อดอก ความยาวช่อดอก และจำนวนดอกต่อช่อมากที่สุด

Clark (1997) ศึกษาผลของไนโตรเจน และโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโตของแซนเดอโซเนีย (Sandersonia) โดยทำการปลูกหัวพันธุ์ลงในดิน จากนั้นให้พืชได้รับไนโตรเจน 4 ระดับ ได้แก่ 5, 10, 20 และ 40 กรัมต่อตารางเมตร และโพแทสเซียม 4 ระดับ ได้แก่ 0.4, 0.8, 1.8 และ 3.2 มิลลิอิควิวาเลนซ์ต่อ 100 กรัม พบว่า น้ำหนักหัว และปริมาณไนโตรเจน และโพแทสเซียมในใบที่มีอายุมากขึ้นจะลดลง เมื่อระดับของไนโตรเจนและโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น จำนวนดอกและเปอร์เซ็นต์ตาข้างเพิ่มขึ้นเมื่อไนโตรเจนเพิ่มขึ้น แต่ความสูงลดลงเมื่อโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น

Yeh (1999) ศึกษาความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ต่อการเจริญเติบโตของเดหลีพันธุ์ Senation ความเข้มข้นของไนโตรเจนที่ดีที่สุดที่ทำให้พืชมีพื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งของต้นและรากสูงที่สุดได้แก่ 8 มิลลิโมล การเพิ่มความเข้มข้นของไนโตรเจนเป็น 32 มิลลิโมล ไม่เพียงแต่ทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์เพิ่มขึ้น ยังทำให้ใบมีลักษณะหงิกงอ เกิดอาการเนโครซิส คือ เซลล์หรือเนื้อเยื่อตาย และอาการคลอโรซิสเกิดขึ้นด้วย

Anushri *et al*. (2001) ศึกษาระดับของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เหมาะสมต่อการปลูกลิลลี่ (Asiatic hybrids) จากหัวย่อย (bulblet) โดยให้พืชได้รับธาตุอาหารในระดับต่าง ๆ กัน 10 กรรมวิธี ได้แก่ T_0 (0:0:0), T_1 (10:5:20), T_2 (10:10:20), T_3 (10:20:20) , T_4 (10:25:20), T_5 (10:30:20), T_6 (5:20:20:), T_7 (20:20:20), T_8 (10:20:10) และ T_9 (10:20:30) พบว่า กรรมวิธีที่ 3 ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูง จำนวนใบ และขนาดของหัวย่อยสูงที่สุด คือ 30, 31 และ 11 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่ได้รับธาตุอาหาร (T_0) และสามารถออกดอกได้ในฤดูกาลแรกที่ปลูก โดยมีเปอร์เซ็นต์การออกดอก คือ 25 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูที่สองมีเปอร์เซ็นต์การออกดอกเพิ่มขึ้นเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่ได้รับปุ๋ย ไม่มีการสร้างดอกในฤดูการแรก ส่วนในฤดูกาลที่สองมีการออกดอกเพียง 25 เปอร์เซ็นต์

วันเพ็ญ และ โสระยา (2546) ศึกษาผลของความเข้มข้นของไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตของดองดึง โดยปลูกดองดึงในสารละลายของ Hoagland and Arnon ความเข้มข้นของไนโตรเจน 4 ระดับ คือ 0, 210, (กรรมวิธีควบคุม), 420 และ 630 มิลลิกรัมต่อลิตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

พบว่าระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการปลูกดองดึง คือ 210 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ดองดึงมีความสูงและน้ำหนักหัวมากกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในกรรมวิธีนี้จำนวนดอก จำนวนฝัก มีแนวโน้มสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ดองดึงที่ได้รับไนโตรเจน 210 มิลลิกรัมต่อลิตร เข้าสู่ระยะพักตัวช้ากว่ากรรมวิธีที่ได้รับไนโตรเจน 420 และ 630 มิลลิกรัมต่อลิตร นอกจากนี้ พืชยังสะสมปริมาณไนโตรเจนรวมในใบราก และหัวเฉลี่ย 38.66 มิลลิกรัม และCarow (1980) ศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของดองดึง โดยให้พืชได้รับไนโตรเจน 200, 400 และ 800 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าการให้ไนโตรเจน 400 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ดองดึงมีจำนวนดอกและการสร้างหัวใหม่ดีที่สุด ส่วนไนโตรเจนที่ระดับ 800 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ผลดีเมื่อพืชมีการสร้างใบ ในสัปดาห์ที่ 6 ถึง 8 หลังการปลูก

สืบศักดิ์ และ โสระยา (2547) ศึกษาผลของไนโตรเจน และโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโตของ *Ornithogalum thyrsoides* Jacq. โดยใช้ไนโตรเจน 50, 100 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร โพแทสเซียม 50 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าการใช้ไนโตรเจน 100 มิลลิกรัมต่อลิตร และโพแทสเซียม 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ผลดีที่สุด ในด้านความสูง จำนวนใบ การแตกกอ และค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนต์ที่วัดได้จากใบ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการใช้ไนโตรเจนความเข้มข้นที่สูงกว่า

โสระยา และ คณะ (2547) ศึกษาผลของฟอสฟอรัสร่วมกับธาตุอาหารรองต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพดอกของปทุมมา จำนวน 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยที่ 1 ฟอสฟอรัส 3 ระดับ คือ 50, 70 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ปัจจัยที่ 2 ธาตุอาหารรอง 2 ระดับ คือ อัตราเจือจาง 1:200 และ 1:100 พบว่า พืชมีความสูงต้น ความสูงทรงพุ่ม จำนวนใบต่อต้น จำนวนหน่อต่อกอ และความยาวเฉลี่ยก้านช่อดอก ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อพืชได้รับธาตุอาหารองที่มีความเข้มข้นอัตรา 1:100 ร่วมกับฟอสฟอรัสทุกระดับ พบว่าให้ช่อดอกที่มีขนาดใหญ่และมีจำนวนกลีบประดับทั้งส่วนบนและส่วนล่าง มากกว่าการที่พืชได้รับธาตุอาหารองที่มีความเข้มข้นอัตรา 1:200 นอกจากนี้ พืชยังมีน้ำหนักรวมของหัวใหม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลของธาตุอาหารต่อปริมาณการสะสมภายในของพืช

โดยทั่วไปเนื้อเยื่อของพืชสดมีน้ำ 80-90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งค่านี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเนื้อเยื่อ เช่น ในเนื้อเยื่อของพืชยืนต้นและเมล็ดมีน้ำเป็นองค์ประกอบเพียงเล็กน้อย แต่ในผักสดมีน้ำมากถึง 90 เปอร์เซ็นต์ (มุกดา, 2544) หากนำเนื้อเยื่อพืชสดมาอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง ได้น้ำหนักแห้ง 10-20 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักสดเท่านั้น (ยงยุทธ, 2543)

เมื่อวิเคราะห์ซากพืชแห้งทางเคมี พบว่าประกอบด้วย 3 ธาตุ คือ คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน ประมาณ 96 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักแห้งของพืช และมีเพียง 4 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้นที่ประกอบด้วยธาตุอื่น ๆ ที่ได้มาจากดิน ซึ่งเป็นธาตุที่กำหนดการเจริญเติบโตของพืช ส่วนธาตุที่พืชต้องการในปริมาณน้อยมักสะสมในเนื้อเยื่อของพืชในความเข้มข้นที่ต่ำกว่า 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของพืชแห้ง ได้แก่ ธาตุเหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี โบรอน โมลิบดีนัม และคลอรีน (มุกดา, 2544) ดังตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชในเนื้อเยื่อพืช

ธาตุอาหาร	ความเข้มข้นในเนื้อเยื่อแห้ง	
	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	เปอร์เซ็นต์
ธาตุอาหารพืชกลุ่มที่พืชต้องการในปริมาณมาก (มหธาตุ)		
ไฮโดรเจน	60,000	6.0
คาร์บอน	450,000	45.0
ออกซิเจน	450,000	45.0
ไนโตรเจน	15,000	1.5
ฟอสฟอรัส	10,000	1.0
โพแทสเซียม	5,000	0.5
แคลเซียม	2,000	0.2
แมกนีเซียม	2,000	0.2
ซัลเฟอร์	1,000	0.1
ธาตุอาหารพืชกลุ่มที่พืชต้องการในปริมาณน้อย (จุลธาตุ)		
คลอรีน	100	0.01
เหล็ก	100	0.01
โบรอน	20	0.002
แมงกานีส	50	0.005
สังกะสี	20	0.002
ทองแดง	6	0.0006
โมลิบดีนัม	0.1	0.00001

ที่มา : มุกดา (2544)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2 ความเข้มข้นของธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของฟรีเซีย (*Freesia refracta*)

ธาตุอาหาร	ปริมาณ
ธาตุอาหารพืชกลุ่มที่พืชต้องการในปริมาณมาก (เปอร์เซ็นต์)	
ไนโตรเจน	1.5
ฟอสฟอรัส	1.0
โพแทสเซียม	0.5
แคลเซียม	0.2
แมกนีเซียม	0.2
ธาตุอาหารพืชกลุ่มที่พืชต้องการในปริมาณน้อย (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	
ทองแดง	0.01
สังกะสี	0.002
แมงกานีส	0.005
เหล็ก	0.002
โบรอน	0.0006

ที่มา : Reuter and Robinson (1997)

Dole and wilkins (1999) รายงานว่า ฟรีเซียที่มีการเจริญเติบโตดีมีปริมาณไนโตรเจนสะสมอยู่ในใบ 2.7-5.6 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.4-1.2 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม 3.1-5.9 เปอร์เซ็นต์

Harbaugh (1987) พบว่าปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมของ Caladium × hortulanum Birdsey ในใบสัมพันธ์กับน้ำหนักของใบและหัว จากการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารในใบช่วงที่พืชมีน้ำหนักใบและหัวที่เหมาะสม พบว่ามีปริมาณไนโตรเจน 3.6-4.9 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.52-0.55 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 3.2 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบว่าในระยะการสร้างหัวพันธุ์ พืชควรมีไนโตรเจนสะสมในเนื้อเยื่อใบ 3.1-4.1 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสมี 0.36-6.8 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียมมี 2.3-4.1 เปอร์เซ็นต์ จึงจะแสดงว่าพืชได้รับธาตุอาหารเพียงพอ อาการขาดธาตุอาหารจะแสดงออกเมื่อ ระดับธาตุอาหารในใบมีไนโตรเจนน้อยกว่า 2.8 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสน้อยกว่า 0.18 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียมน้อยกว่า 0.14 เปอร์เซ็นต์

Carl (1991) ศึกษาระดับธาตุอาหารที่เพียงพอในเนื้อเยื่อมันฝรั่ง โดยเก็บตัวอย่างจากใบแก่ของมันฝรั่ง หลังจากงอก 45-55 วัน มาวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพบว่าระดับธาตุอาหาร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ที่เพียงพอในเนื้อเยื่อ คือไนโตรเจน 5.0 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม 0.3 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 4.5 เปอร์เซ็นต์

ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย (2540) ได้ศึกษาปริมาณธาตุอาหารสะสมในหัวปทุมมาพันธุ์ Chiangmai Pink หลังการเก็บเกี่ยว โดยสุ่มเลือกหัวพันธุ์ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร มาวิเคราะห์ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในส่วนหัวและตุ้มราก แล้วนำปริมาณธาตุอาหารในส่วนต่างๆเหล่านี้ มาประเมินหาความต้องการไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม พบว่า การปลูกปทุมมาให้ได้หัวพันธุ์ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร พร้อมตุ้มราก 4 ตุ้ม ปทุมมามีความต้องการธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ประมาณ 2.56, 0.77 และ 6.74 กรัม ตามลำดับ

Bach (1992) ศึกษาการใช้ธาตุอาหารของไฮยาซิน (*Hyacinthus orientalis* L.) พบว่า ในช่วงเริ่มงอกความเข้มข้นของฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในส่วนเหนือดินสูงขึ้น ในขณะที่ในหัวลดลง และในช่วงที่พืชมีการสร้างหัวความเข้มข้นของฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในส่วนเหนือดินลดลง

Hagiladi *et al.* (1997) ได้วิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และโซเดียม ในส่วนหัวและตุ้มรากของปทุมมาพันธุ์ Chiangmai Pink ระยะพักตัว พบว่า หัวและตุ้มรากมีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และโซเดียมไม่แตกต่างกัน แต่ทั้งในหัวและตุ้มรากนั้นพบว่าปริมาณไนโตรเจนและโพแทสเซียมมีแนวโน้มมากกว่าฟอสฟอรัสและโซเดียม

Ruamrungsri (1997) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของไนโตรเจนในส่วนต่าง ๆ ของนาซิสซัสพันธุ์ Garden Giant พบว่าเมื่อเริ่มปลูกปริมาณไนโตรเจนในส่วนของ scales ของหัวเริ่มต้น มีปริมาณสูงที่สุดเมื่อเทียบกับส่วนอื่น ต่อมาเมื่อรากงอกออกมาปริมาณไนโตรเจนในรากมีเพิ่มขึ้น ในขณะที่ไนโตรเจนในหัวเริ่มลดลง เมื่อพ้นฤดูหนาวต้นมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ปริมาณไนโตรเจนในต้นเหนือดินเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ และสูงสุดเมื่อหลังการออกดอก จากนั้นจึงมีปริมาณลดลง ต่อมาเมื่อมีการสร้างหัวใหม่พบว่าปริมาณไนโตรเจนไปสะสมที่หัวใหม่มากขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งเข้าสู่ระยะพักตัว

ดังนั้น ระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารธาตุใดธาตุหนึ่งในเนื้อเยื่อพืชจึงมีความสำคัญกับการเจริญเติบโตของพืช

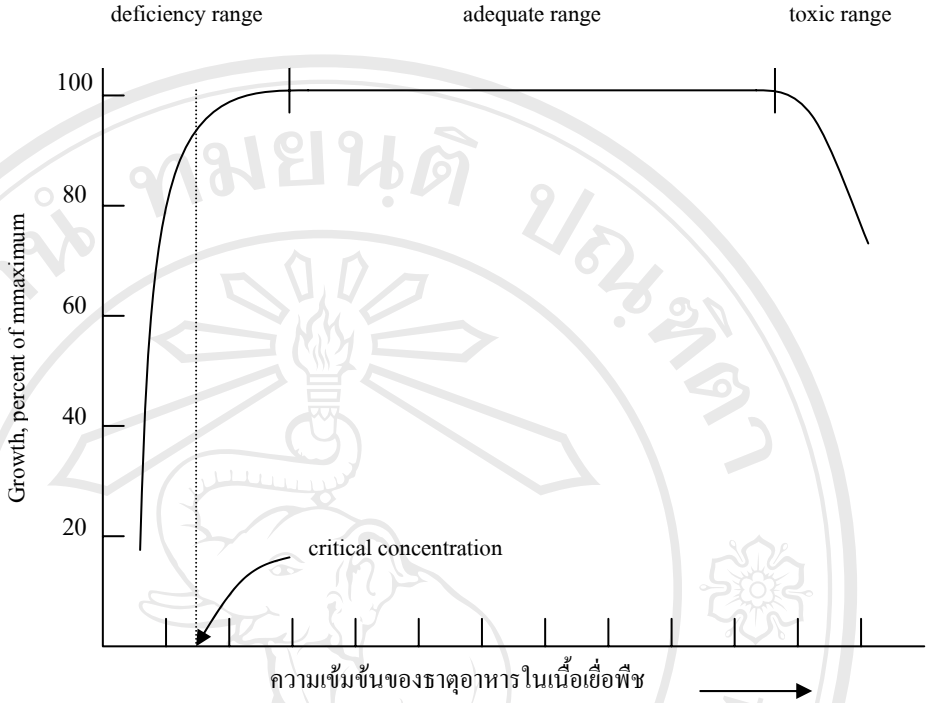
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การขาดธาตุอาหารในพืช

พืชต้องการแร่ธาตุต่าง ๆ ในการเจริญเติบโตและการมีชีวิตอย่างปกติ ถ้าพืชได้รับธาตุอาหารธาตุใดธาตุหนึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการ มักแสดงอาการขาดธาตุอาหาร (mineral deficiency) อันเป็นอาการผิดปกติที่สามารถสังเกตเห็นได้ อาการดังกล่าวนี้เป็นอาการที่ค่อนข้างจำเพาะเจาะจงต่อพืชแต่ละชนิด และต่อธาตุอาหารพืชนั้น ๆ การสังเกตอาการขาดธาตุอาหาร จึงเป็นการพิจารณาลักษณะการเจริญเติบโตของพืชที่ผิดปกติ เปรียบเทียบกับการเจริญเติบโตในสภาพที่สมบูรณ์ และพิจารณาอาการขาดธาตุอาหารจากลักษณะทั่วไปของพืช เช่น อาการใบมีสีผิดปกติไป มีการเปลี่ยน สีเป็นสีม่วง สีเหลือง มีลักษณะม้วนงอ ยอดอ่อนมีสีขาว ลำต้นแคระแกร็น (ชวนพิศ, 2544)

ในการให้ธาตุอาหารกับพืช หากมีธาตุอาหารชนิดใดชนิดหนึ่งต่ำมากในขณะที่มีธาตุอื่นเพียงพอ การเพิ่มธาตุอาหารที่ขาดแคลนลงไปทำให้พืชตอบสนองด้านการเจริญเติบโต เช่น น้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้น เป็นต้น ระดับความต้องการธาตุอาหารในเนื้อเยื่อพืช สามารถแบ่งได้สามระดับ (ภาพที่ 2) ดังนี้ ระดับแรก ในระยะอัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้นเมื่อเพิ่มธาตุอาหารให้กับพืช เรียกว่า พิสัยขาดแคลน (deficiency range) ระดับที่สอง เมื่อการเจริญเติบโตถึงจุดสูงสุดแล้วและคงระดับนี้ต่อไป การเพิ่มธาตุอาหารไม่ทำให้การเจริญเพิ่มขึ้น เรียกว่า พิสัยเพียงพอ (adequate range) และระดับที่สาม อัตราการเจริญเติบโตลดลงเมื่อเพิ่มธาตุอาหารเข้าไปอีก เรียกว่า พิสัยเป็นพิษ (toxic range) (ยงยุทธ, 2543) สำหรับจุดวิกฤติ (critical concentration) เป็นระดับของธาตุอาหารในพืชซึ่งต่ำกว่าระดับที่พืชให้ผลผลิตสูงสุด (optimum growth) เพียงเล็กน้อย หากระดับธาตุอาหารในพืชต่ำกว่าจุดนี้การเจริญเติบโตจะลดลง (สมบุญ, 2544)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตของพืชกับปริมาณธาตุอาหารในเนื้อเยื่อพืช

สาเหตุของการขาดธาตุอาหารในพืช (ยงยุทธ, 2543)

1) ธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินหรือวัสดุปลูกมีปริมาณน้อย ดินบางชนิดมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เนื่องจากเกิดจากหินและแร่ซึ่งมีธาตุอาหารเป็นองค์ประกอบน้อย มีการสูญเสียของธาตุอาหารที่มีอยู่เนื่องจากการชะล้างและการชะกร่อนดิน และสูญเสียไปเนื่องจากมีการเพาะปลูกอย่างต่อเนื่องโดยไม่มีการปรับปรุงบำรุงดินหรือการใส่ปุ๋ยชดเชยอย่างเพียงพอ

2) ธาตุอาหารอยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถนำไปใช้ได้ เนื่องจากพืชดูดธาตุอาหารจากดินเฉพาะรูปที่เป็นประโยชน์ หากสมบัติทางเคมีไม่เหมาะสม และธาตุเหล่านั้นอยู่ในรูปไม่เป็นประโยชน์พืชย่อมดูดไปใช้ยาก ดินที่มีสภาพกรดหรือด่างสูงเกินไปจะมีปัญหาดังกล่าวมาก เช่น ความเป็นประโยชน์ของเหล็ก ทองแดง สังกะสี และแมงกานีสต่ำในดินด่าง แต่สูงกว่าในดินกรด ส่วนความเป็นประโยชน์ของแคลเซียมและแมกนีเซียมสูงในดินด่างแต่ต่ำกว่าในดินกรด เป็นต้น

3) ธาตุอาหารชนิดหนึ่งที่มีมากส่งผลให้ปริมาณการดูดธาตุอาหารอีกชนิดหนึ่งลดลงได้ ความขาดแคลนธาตุอาหารของพืชบางธาตุอาจเกิดจากการขาดสมดุลของธาตุอาหาร เช่น เมื่อใส่ปุ๋ย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

โพแทสเซียมในดินมากเกินไป ทำให้พืชดูดแคลเซียมและแมกนีเซียมได้น้อยลง นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยฟอสเฟตอัตราสูงยังเป็นสาเหตุให้พืชขาดธาตุเหล็กหรือสังกะสีได้เช่นเดียวกัน

4) สมบัติทางฟิสิกส์ของดินไม่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของราก เนื่องจากรากพืชมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดูดซับธาตุอาหารพืช ความสามารถของรากพืชในการดูดน้ำ และแร่ธาตุ ขึ้นอยู่กับสมบัติทางกายภาพของราก และสมบัติของดินในการควบคุมการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารพืชจากดินไปสู่พืช การเจริญเติบโตของรากถูกจำกัดด้วยลักษณะทางกายภาพของดินเป็นอย่างมาก เช่น ดินที่แน่นทึบ มีระดับน้ำใต้ดินตื้น ขาดออกซิเจนในดิน ซึ่งมีผลทำให้การแพร่กระจายของรากน้อย สั้น ผอม เล็ก การมีดินดานมีผลต่อต้านการชอนไชหยั่งลึกของรากลงใต้ดิน ทำให้พืชเจริญได้ไม่สมบูรณ์ สมบัติทางกายภาพของดินที่เหมาะสมมีลักษณะร่วนซุย รากพืชเจริญชอนไช แพร่กระจาย ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตเป็นอย่างมากเพราะการเจริญของรากพืชมีความสัมพันธ์ต่อการเจริญของพืชโดยตรง (มุกดา, 2544)

อาการของพืชที่ขาดธาตุไนโตรเจน

เนื่องจากไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารหลักที่พืชต้องการในปริมาณมาก เมื่อพืชขาดไนโตรเจนจึงเกิดการชะงักการเจริญเติบโตใบมีสีเหลือง (chlorosis) เนื่องจากขาดคลอโรฟิลล์ โดยปรากฏในใบแก่ที่อยู่ส่วนล่างก่อน ไนโตรเจนเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ในท่อลำเลียงอาหารได้ดี ใบอ่อนในระยะแรกยังคงมีธาตุนี้อยู่โดยได้รับจากใบแก่ที่อยู่ด้านล่าง ถ้าไนโตรเจนมีอยู่น้อยมาก ใบด้านล่างจะเหลืองหลุดร่วงจากต้นและค่อย ๆ ลุกลามไปยังใบอ่อนที่อยู่ด้านบน ทำให้ใบอ่อนมีสีเขียวซีดและเหลือง (สมบุญ, 2544) อาการขาดธาตุปรากฏชัดเจนที่ใบแก่เนื่องจากไนโตรเจนเคลื่อนย้ายจากใบเหล่านั้นไปเลี้ยงเนื้อเยื่อที่กำลังพัฒนา (ยงยุทธ, 2543) อาการที่รุนแรงขึ้นทำให้ใบเป็นสีน้ำตาล แล้วร่วงจากต้น (ดนัย, 2544) หลังจากนั้นการเจริญเติบโตของส่วนยอดหยุดชะงัก ลำต้นแคระแกร็น (สมบุญ, 2544) การแตกกิ่งก้านและยอดช้า การแตกกอของธัญพืชมีน้อย (สุชาติ, 2529)ในพืชบางชนิดรากของพืชยืดยาวผิดปกติ และมีการแตกแขนงเพียงเล็กน้อย (โสระยา, 2544)

นอกจากนี้แล้วยังทำให้พืชสะสมแป้งหรือน้ำตาลมากกว่าปกติ ซึ่งเป็นสาเหตุของการสร้างเซลลูโลส (cellulose) เพิ่มมากขึ้นในเซลล์ทำให้เนื้อเยื่อพืชแข็งกระด้าง ถ้าเป็นพืชผักทำให้เหนียวและไม่น่ารับประทาน (นพดล, 2538)

Ruamrungsri *et al.* (1996 a, b) รายงานว่า นาซิสซัสพันธุ์ Garden Giant ที่ขาดธาตุไนโตรเจนมี การเจริญของยอดชะงัก ใบมีลักษณะเล็กและแคบ ทำให้มีน้ำหนักแห้งและพื้นที่ใบต่ำกว่าปกติ มีอาการใบเหลือง และปริมาณคลอโรฟิลล์ต่ำลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

วัชรพล และ โสระยา (2546) ศึกษาการขาดธาตุอาหารในหงส์เหิน พบว่าหงส์เหินแสดงอาการขาดไนโตรเจนโดยมีอาการ ต้นแคระแกร็น มีความสูงเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ 20.85 เซนติเมตร รากมีการแตกแขนงน้อย ใบมีขนาดเล็กเป็นสีเหลืองอมเขียว และเปลี่ยนเป็นสีเหลืองในที่สุด จำนวนใบต่อต้น 13.75 ใบ จำนวนช่อดอกต่อกอเฉลี่ย 1.62 ช่อ และไม่มีดอกจริง ใบประดับมีสีชมพูซีด นอกจากนี้สภาพขาดไนโตรเจนยังมีผลทำให้ ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมลดลง

Ruamrungsri and Apavatjrut (2002) ศึกษาผลของอาการขาดธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตของปทุมมา พบว่า ปทุมมาที่ขาดไนโตรเจนแสดงอาการแคระแกร็น ใบมีสีเหลือง คุณภาพของดอก และหัว ต่ำกว่าในกลุ่มที่ได้รับธาตุอาหารครบ ซึ่งมีอาการคล้ายกับกรรมวิธีที่ไม่ได้รับธาตุอาหาร ผลรวมของพื้นที่ใบต่อต้นในกรรมวิธีที่ขาดธาตุอาหารต่ำกว่ากรรมวิธีที่ได้รับธาตุอาหารครบถ้วน

Yeh *et al*. (2000) ศึกษาอาการขาดธาตุอาหารของเดหลี พบว่า เมื่อขาดธาตุไนโตรเจนทำให้จำนวนใบ พื้นที่ใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบลดลง

ทรงสุดา (2546) ศึกษาผลของการขาดธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์วุลแลงสีขาว และ พันธุ์ชาแนลสีชมพูพบว่า การขาดธาตุไนโตรเจนมีผลทำให้จำนวนใบและความเข้มของสีใบลดลงไปมากเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม กล้วยไม้พันธุ์วุลแลงสีขาวเมื่อขาดธาตุไนโตรเจนส่งผลกระทบต่อความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และเหล็ก ส่วนพันธุ์ชาแนลสีชมพูการขาดไนโตรเจนส่งผลต่อความเข้มข้นของฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และเหล็ก

Wallace *et al*. (1995) รายงานว่าแครอทที่ขาดธาตุไนโตรเจน มีการเจริญเติบโตช้า ลำต้นแคระแกร็น ใบมีสีเขียวซีด ใบแก่มีสีเหลืองและมีสีแดงเป็นทาง และหลุดร่วงไป และจากการศึกษาในต้นหอมที่ขาดธาตุไนโตรเจน พบว่ามีการเจริญเติบโตช้า ลำต้นแคระแกร็น ใบมีสีเขียวซีด ปลายใบมีอาการแห้งตาย (die-back)

มันฝรั่งที่ขาดธาตุไนโตรเจน ทำให้มีลำต้นแคระแกร็น การเจริญเติบโตช้า ใบกลายเป็นสีเหลือง และเกิดอาการ die-back ที่เส้นกลางใบอ่อนแอทำให้ เกิดการเข้าทำลายของเชื้อโรค *Verticillium* (Carl, 1991)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อาการของพืชที่ขาดธาตุฟอสฟอรัส

เมื่อพืชขาดฟอสฟอรัสมีผลต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมต่าง ๆ ภายในเซลล์ในขั้นแรก อัตราการสังเคราะห์แสงยังเป็นปกติ แต่อัตราการหายใจลดลง ทำให้เกิดการสะสมของคาร์โบไฮเดรต หลังจากนั้นใบพืชมีสีเขียวเข้ม เกิดการสะสมของรงควัตถุพวกแอนโทไซยานิน (anthocyanin) ที่ลำต้นและก้านใบ ทำให้ก้านใบเป็นสีชมพู อาการเริ่มเกิดที่ใบแก่ก่อน ใบเป็นจุดแห้งตาย (necrosis) การเจริญเติบโตของพืชหยุดชะงัก ลำต้นแคระแกร็น (สมบุญ, 2544) รากอาจเปลี่ยนเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำตาล (โสระยา, 2544) นอกจากนี้พืชที่ขาดฟอสฟอรัสมีผลทำให้การเจริญเติบโตของพืชช้า แล้วยังมีผลทำให้เกิดการพักตัวของตาข้าง (lateral bud dormancy) (สมบุญ, 2544) นอกจากนี้การขาดฟอสฟอรัสยังมีผลกระทบต่อการเจริญพันธุ์อย่างมาก เช่น ออกดอกช้า จำนวนดอก ผล และเมล็ดน้อยลง การที่ใบพืชเสื่อมตามอายุและร่วงหล่นเร็วกว่าปกติ เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตเมล็ดต่ำ (ยงยุทธ, 2543) การขาดฟอสฟอรัสมีปฏิสัมพันธ์กับการได้รับธาตุไนโตรเจนมาก คือพืชที่ได้รับไนโตรเจนมากแก่ช้า แต่ถ้าได้รับฟอสฟอรัสมากแก่เร็ว (ดนัย, 2544) พืชที่ขาดฟอสฟอรัสมีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ คือ ใบมีขนาดเล็กเนื่องจากใบขยายขนาดช้า และจำนวนใบน้อย อย่างไรก็ตามแม้ว่าการขยายขนาดใบลดลงอย่างมาก แต่ปริมาณโปรตีนและคลอโรฟิลล์ต่อหน่วยพื้นที่ใบลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เนื่องจากขนาดใบลดลงมากแต่คลอโรฟิลล์ลดลงน้อยกว่า ทำให้ใบพืชที่ขาดฟอสฟอรัสในระยะแรกมีใบสีเขียวเข้ม แต่เมื่อพิจารณาอัตราการสังเคราะห์แสงต่อหน่วยของคลอโรฟิลล์พบว่ามีค่าลดลงไป การขาดฟอสฟอรัสเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การกระจายของคาร์โบไฮเดรตลงมาอยู่ด้านล่างมากขึ้น ทำให้รากพืชที่ขาดฟอสฟอรัสยังสามารถยืดตัวได้ในขณะที่ส่วนเหนือดินหยุดการเจริญเติบโตแล้ว เมื่อการเจริญเติบโตของส่วนเหนือดินลดลงมากแต่มีผลกระทบต่อรากน้อย พืชที่ขาดฟอสฟอรัสจึงมีสัดส่วนระหว่างส่วนเหนือดินกับราก (shoot-root ratio) ลดลงด้วย (ยงยุทธ, 2543)

วัชรพล และ โสระยา (2546) พบว่าหงส์เหินที่ขาดฟอสฟอรัสมีอัตราการเจริญเติบโตในด้านต่าง ๆ ต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุม โดยมีความสูงเฉลี่ย 27.95 เซนติเมตร ใบแก่มีสีเขียวเข้ม จำนวนใบต่อต้น 18.25 ใบ จำนวนช่อดอกต่อกอเฉลี่ย 2.88 ช่อใบประดับมีสีชมพูซีด

Yeh *et al*. (2000) ศึกษาอาการขาดธาตุอาหารของเดหลี พบว่า เมื่อขาดธาตุฟอสฟอรัสพืชมีการเจริญเติบโตช้า แต่ไม่มีการแสดงอาการทางใบ

Wallace *et al*. (1995) รายงานว่าแครอทที่ขาดธาตุฟอสฟอรัส มีการเจริญเติบโตช้า ลำต้นแคระแกร็น ใบแก่มีสีม่วงเข้มเป็นทาง ส่วนต้นหอมที่ขาดธาตุฟอสฟอรัส มีการเจริญเติบโตช้า ลำต้นแคระแกร็น ใบมีสีเขียวด้าน ปลายใบมีอาการแห้งตาย (die-back)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Carl (1991) รายงานว่ามันฝรั่งที่ขาดธาตุฟอสฟอรัส มีลำต้นแคระแกร็น การเจริญเติบโตช้า ใบมีสีเขียวเข้ม และสีม่วง มักมีอาการขาดธาตุในช่วงฤดูหนาว เมื่อดินมีอุณหภูมิต่ำ

McArthur and Knowles (1993) ศึกษาอิทธิพลของธาตุฟอสฟอรัส ต่อการเจริญการพัฒนา และปริมาณธาตุอาหารในมันฝรั่ง พบว่า ถ้าพืชขาดธาตุฟอสฟอรัส ทำให้พื้นที่ใบลดลงอย่างมาก เพราะทำให้การเจริญของตาข้าง และการขยายขนาดของใบลดลง ส่วนการเจริญของรากนั้นได้รับผลกระทบเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับลำต้นและใบ นอกจากนี้ยังพบว่าต้นที่ขาดธาตุฟอสฟอรัส จะสะสมฟอสฟอรัสในรูปที่นำไปใช้ได้ในสัดส่วนที่มากกว่าต้นที่ได้รับฟอสฟอรัสสูง ชี้ให้เห็นว่าความเครียดที่เกิดจากการขาดธาตุฟอสฟอรัส สามารถไปเพิ่มประสิทธิภาพของรากในการหาฟอสฟอรัส อย่างไรก็ตามการสะสมธาตุไนโตรเจน โพแทสเซียม แมกนีเซียม และเหล็กในยอดของต้นที่ขาดธาตุฟอสฟอรัส นั้นน้อยกว่าต้นที่ได้รับธาตุฟอสฟอรัส อย่างเพียงพอ

อาการของพืชที่ขาดธาตุโพแทสเซียม

ในภาวะที่ขาดแคลนโพแทสเซียม ทำให้โพแทสเซียมที่เคยสะสมอยู่ในใบแก่ และอวัยวะอื่น ๆ เคลื่อนย้ายทางท่อลำเลียงอาหารไปเลี้ยงเนื้อเยื่อที่กำลังเจริญ อวัยวะดังกล่าวจึงมีอากาผิดปกติ (ยงยุทธ, 2543) เช่นใบเหลืองเป็นแนว เกิดขึ้นในใบแก่ก่อน และใบแห้งตายเป็นจุด ๆ ที่บริเวณขอบและปลายใบ หรือใบอาจม้วนงอ หลังจากนั้นแพร่กระจายไปทั่วลำต้น ลำต้นมีปล้องสั้น ส่วนยอดใบเป็นกระจุกเกิดลักษณะที่เรียกว่า โรเซตต์ (rosette) (สมบุญ, 2544) ในใบเลี้ยงคู่ใบเริ่มซีดแล้วแห้งตายเป็นจุด ๆ ส่วนในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เช่น ธัญพืช ปลายใบและขอบใบตายก่อน และลามไปยังส่วนโคนใบ (นิตย์, 2541) ลำต้นอ่อนแอมักถูกเชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลายระบบรากง่าย ทำให้ลำต้นโค้งและหักล้มง่าย (ดนัย, 2544) เนื่องจากลิกนินในเซลล์กลุ่มท่อลำเลียงน้อยกว่าปกติ ลำต้นจึงไม่แข็งแรง เหี่ยวเฉาง่าย มีความชื้นในดินน้อย และเป็นโรคง่าย เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงด้านกิจกรรมของเอนไซม์ ชนิดและปริมาณของอินทรีสารซึ่งทำให้พืชนั้นอ่อนแอต่อโรค (ยงยุทธ, 2543) นอกจากนี้ยังพบว่า หากพืชได้รับโพแทสเซียมไม่เพียงพอ ทำให้กระบวนการสังเคราะห์แสงลดลง (มุกดา, 2544) เนื่องจากโพแทสเซียมมีบทบาทในการควบคุมการปิดเปิดของปากใบ เมื่อขาดธาตุนี้ปากใบจึงเปิดเพียงเล็กน้อย (ยงยุทธ, 2543) ทำให้มีผลต่อกระบวนการสร้างและเคลื่อนย้ายน้ำตาลจากแหล่งสร้างไปยังแหล่งรับ (sink และ source) ปริมาณแป้งในพืชน้อยกว่าปกติ และการเคลื่อนย้ายแป้งจากใบสู่ส่วนต่าง ๆ ลดลง หรือองค์ประกอบของผลผลิตมีคุณภาพต่ำ คุณภาพของผักและผลไม้ รวมถึงคุณภาพของสี ขนาด ความเป็นกรด และคุณภาพในการเก็บรักษาต่ำ เมล็ดธัญพืชมีน้ำหนักน้อย ปริมาณแป้งในหัวมัน พืชหัวลดต่ำลง แต่ฉ่ำน้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ในพืชน้ำมันมีน้ำมันน้อย เมล็ดข้าวโพดเรียงไม่เต็มถึงปลายฝัก ผลไม้เนื้อฟ่าม สมอฝ้ายไม่อ้าเมื่อแก่ พืชตระกูลส้มมีกรดซิตริกน้อย (มุกดา, 2544)

วัชรพล และ โสระยา (2546) พบว่าหงส์เหินที่ขาดโพแทสเซียมมีอัตราการเจริญเติบโตในด้านต่าง ๆ ต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุม โดยพบว่าความสูงของต้นเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ มีการเพิ่มจำนวนต้นต่อกอช้า มีจำนวนช่อดอกต่อกอ จำนวนใบ และน้ำหนักแห้งน้อย ใบมีขนาดเล็ก ใบประดับมีสีชมพูซีด

Yeh *et al.* (2000) ศึกษาอาการขาดธาตุอาหารของเดหลี พบว่า เมื่อขาดธาตุโพแทสเซียม ทำให้เกิดจุดเล็ก ๆ สีเหลืองจำนวนมากที่บริเวณผิวใต้ใบ

Wallace *et al.* (1995) รายงานว่าแครอทที่ขาดธาตุโพแทสเซียม มีลำต้นเตี้ย ข้อปล้องสั้นใบหงิกงอ ใบอ่อนที่เจริญไปเป็นใบแก่ขอบใบไหม้ จากนั้นกลายเป็นสีน้ำตาลและหลุดร่วงไป ส่วนต้นหอมที่ขาดธาตุโพแทสเซียม ใบมีอาการแห้งตายจากปลายใบ และใบแก่แห้งตาย

Carl (1991) รายงานว่ามันฝรั่งที่ขาดธาตุโพแทสเซียม มีอาการเกิดขึ้นที่ใบแก่ คือ ขอบใบแก่ไหม้

การขาดธาตุอาหารพืชเพียงธาตุเดียว สามารถเห็นอาการผิดปกติได้ง่ายกว่าการขาดหลายธาตุ อาการขาดจะรุนแรง และชัดเจน แต่หากมีการขาดหลายธาตุร่วมกันจะมีอาการที่ยากต่อการวินิจฉัย เนื่องจากธาตุอาหารพืชแต่ละธาตุนั้น ต่างก็เป็นองค์ประกอบอยู่ในสาระสำคัญบางอย่าง และมีบทบาทหลายประการในพืช รวมทั้งมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการอื่น ๆ อีกมากมายแตกต่างกัน (ชวนพิศ, 2544)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved