บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

คุณภาพข้าว

คุณภาพข้าวประกอบด้วยคุณภาพตามมาตรฐานข้าวและคุณภาพการหุงของข้าว การพิจารณาข้าวตามมาตรฐานของข้าวจะพิจารณาจากลักษณะทางกายภาพของเมล็ดข้าว เช่น ความยาวของเมล็ดข้าว เปอร์เซ็นต์การหักของเมล็ดข้าว ปริมาณความชื้นและสิ่งเจือปน เกณฑ์ในการพิจารณาคุณภาพข้าวตามมาตรฐานดังกล่าวมักจะใช้สำหรับข้าวที่ส่งออกเนื่องจากส่วนใหญ่จะเป็นข้าวผสมจากหลาย ๆ พันธุ์ ราคาข้าวชั้น (เกรดข้าว) จะแตกต่างกันไปตามเปอร์เซ็นต์การหักของเมล็ดข้าวหรือจะแตกต่างกันตามคุณภาพการสีของข้าว (อัมมารและวิโรจน์, 2533) ส่วนคุณภาพการหุงของข้าวเป็นคุณสมบัติของข้าวเมื่อหุงสุกแล้วข้าวสุกมีลักษณะอ่อนนุ่ม เหนียวนุ่ม ร่วน หุงสุกเร็วหรือช้า หุงขึ้นหม้อ พองตัวหรือมีเมล็ดยืด มีกลิ่นหอมหรือไม่มี ซึ่งลักษณะเหล่านี้เป็นลักษณะทางพันธุกรรมทั้งสิ้น (บริบูรณ์, 2537)

คุณภาพการสีและการกำหนดราคา

คุณภาพการสีของข้าวประกอบด้วย เปอร์เซ็นต์ข้าวสาร (percent milled rice) ซึ่งเป็นส่วนของเอนโดสเปอร์ม (endosperm) ที่ได้จากการกะเทาะเปลือกและสีเอาส่วนที่เป็นรำออกไป ได้เป็นข้าวกล้อง (Brown rice) เมื่อขัดสีเยื่อหุ้มส่วนผิวข้าวกล้องออกจนได้เป็นข้าวสาร (Milled rice) ที่มีความยาวต่างกันเนื่องจากการแตกหักในระหว่างการสี นำข้าวสารที่ได้นี้ไปคัดแยกโดยแบ่งออกเป็นข้าวที่เต็มเมล็ดและข้าวหักที่มีขนาดความยาวต่างกัน คุณภาพการสีเป็นคุณสมบัติทางกายภาพอย่างหนึ่งที่อ้างอิงกับกระบวนการการสีข้าว โดยกระบวนการในการสีข้าวเป็นกรรมวิธีการแยกข้าวสารออกจากข้าวเปลือก คุณสมบัติทางกายภาพ คือ คุณสมบัติต่าง ๆ ของเมล็ดที่สามารถมองเห็นหรือสามารถวัดได้ เช่น น้ำหนักเมล็ด (grain weight) สีข้าวกล้อง (pericarp color) ขนาดรูปร่างเมล็ด (grain dimension) ลักษณะท้องไข่ (chalkiness) ความขุ่นใสของข้าวสาร (grain translucency) ความแข็งของเมล็ด (grain hardness) ความขาวของข้าว (whiteness of milled rice) ประกอบด้วย ส่วนของข้าวที่เป็นข้าวสารทั้งหมด (milled rice recovery หรือ milling yield) และเปอร์เซ็นต์ต้นข้าว (Head rice recovery) ซึ่งหมายถึงข้าวที่เหลือความยาวในสัดส่วนของข้าวเต็มเมล็ดตามที่มาตรฐานกำหนด

ต่อข้าวเปลือกหรือข้าวกล้อง (IRRI, 1992) มาตรฐานข้าวไทย พ.ศ.2540 (2541) กำหนดสัดส่วนของเมล็ดข้าวเป็น 10 ส่วน โดยข้าวเต็มเมล็ดคือ ข้าวที่มีส่วนของเมล็ดเต็มทั้ง 10 ส่วน ต้นข้าว (head rice) หมายถึง ข้าวที่มีส่วนของเมล็ด 8-9.9 ส่วน ข้าวหักใหญ่คือ ข้าวที่มีส่วนของเมล็ด 5-7.9 ส่วน ข้าวหักเล็ก คือ ข้าวที่มีส่วนของเมล็ด 2.5-4.9 ส่วน และปลายข้าวคือ ข้าวที่มีส่วนของเมล็ดเล็กกว่า 2.5 ส่วน เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวมีบทบาทในการกำหนดราคามากเนื่องจากผู้บริโภคส่วนใหญ่ยังนิยมบริโภคข้าวที่มีเปอร์เซ็นต์ต้นข้าวสูงมากกว่าข้าวที่มีเปอร์เซ็นต์ต้นข้าวต่ำ จึงทำให้ข้าวที่มีเปอร์เซ็นต์ต้นข้าวสูงมีราคาสูงกว่าข้าวที่มีเปอร์เซ็นต์ต้นข้าวต่ำ (IRRI, 1992 ; Juliano *et al.*, 1992) Efferson (1985) รายงานว่า ราคาของข้าวที่มีการแตกหักน้อย มีราคาสูงกว่าข้าวที่มีการแตกหักมากประมาณ 25% โดยจากราคาที่แตกต่างกันนี้ คุณภาพการสีหรือเปอร์เซ็นต์ต้นข้าวเป็นตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อราคาข้าวโดยตรง โดยคุณภาพการสีของข้าวจะพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ข้าวสารเต็มเมล็ดและเปอร์เซ็นต์ต้นข้าว (40-50% คุณภาพการสีดี, มากกว่า 50% คุณภาพการสีดีมาก) (ประสูติ และคณะ, 2539) จากการกำหนดราคาข้าวสารตามคุณภาพการสี โดยสมาคมโรงสีข้าวไทย (2544) กำหนดว่า ข้าวขาว 100% ชั้น 2 ราคากิโลกรัมละ 7.20 บาท ข้าวขาว 5% ราคากิโลกรัมละ 6.70 บาท ข้าวขาว 10% ราคากิโลกรัมละ 6.55 บาท ข้าวขาว 15% ราคากิโลกรัมละ 5.20 บาท ข้าวนึ่ง 100% ราคากิโลกรัมละ 7.50 บาท ข้าวนึ่ง 5% ราคากิโลกรัมละ 7.10 บาท ข้าวนึ่ง 10% ราคากิโลกรัมละ 6.70 บาท (สมาคมโรงสีข้าวไทย, 2544)

ปัจจัยที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การหักของเมล็ดข้าวและเปอร์เซ็นต์ต้นข้าว

OAE (1999) รายงานว่าในตลาดค้าข้าวได้แบ่งกลุ่มราคาข้าวตามคุณภาพของข้าวเป็นสามกลุ่มคือ ข้าวที่มีคุณภาพดี (ข้าว 5 %) ข้าวคุณภาพปานกลาง (ข้าว 15%) ข้าวที่มีคุณภาพต่ำ (ข้าว 25%) คุณภาพข้าวที่แตกต่างกันนี้เกิดจากการแตกหักของเมล็ดข้าวเมื่อนำไปขัดสีโดย Kunze (1985) พบว่า เมล็ดข้าวที่ร้าวจะเกิดการแตกหักได้เมื่อนำไปขัดสี โดยที่การแตกหักของข้าวมีความสัมพันธ์กับขนาดของเมล็ด รูปร่างเมล็ด ระบบการสีและระดับการสี นอกจากนี้ De Datta (1981) รายงานว่าการเก็บเกี่ยวที่เร็วเกินไปขณะที่เมล็ดข้าวยังไม่สมบูรณ์เต็มที่และมีความชื้นภายในเมล็ดสูง ทำให้ข้าวแห้งยากและเกิดการแตกหักได้ง่ายเมื่อนำไปขัดสีหรือการเก็บเกี่ยวที่ช้าเกินไปก็จะทำให้เมล็ดข้าวเกิดการแตกหักได้ง่าย เนื่องจากการที่เมล็ดข้าวดูดความชื้นในตอนกลางคืนและคายความชื้นในตอนกลางวันทำให้เกิดรอยร้าวขึ้นในเมล็ด นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยหลายงานที่รายงานเกี่ยวกับการแตกหักของข้าวว่ามีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบหลายอย่างซึ่งได้แก่ รูปร่างและขนาดของเมล็ด (Juliano *et al.*,1992; Goodman and Rao,1985) สัดส่วนที่เป็นท้องไข่ (chalkiness) หรือลักษณะขุ่นขาวที่เกิดในเมล็ด เกิดจากการที่แป้งจับตัวกันไม่แน่นในเอ็นโดสเปอร์ม (Bangwaek, 1994;

เครือวัลย์และคณะ, 2538) โดยลักษณะดังกล่าวยังมีความสัมพันธ์กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมหลายปัจจัย เช่น อุณหภูมิ (Bangwaek,1994) อัตราปุ๋ยไนโตรเจน (Srinivas and Bhashyam, 1985) รวมไปถึงอัตราการเกิดรอยร้าวของเมล็ดข้าวกล้องซึ่งมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาการเก็บเกี่ยว (De Datta, 1970) และมีความสัมพันธ์กับระดับความไม่สม่ำเสมอของการสุกแก่ของเมล็ดข้าว (non-uniformity of maturity) เนื่องมาจากเมล็ดข้าวแต่ละเมล็ดในรวงมีระยะการพัฒนาการที่แตกต่างกัน จึงทำให้มีผลต่อคุณภาพการสี โดยในแต่ละระยะเวลาที่เก็บเกี่ยวนั้นจะมีทั้งเมล็ดข้าวที่ยังอ่อนซึ่งจะมีความชื้นสูงและเมล็ดข้าวที่แก่ก่อนซึ่งมีความชื้นต่ำและจะมีการดูดความชื้นกลับจนทำให้เมล็ดข้าวเกิดการแตกร้าวมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวลดลงเมื่อนำไปขัดสี (Jongkaewwattana *et al.*, 1993)

การจัดการปัจจัยหลายอย่างมีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์ต้นข้าว มีงานวิจัยหลายงานที่รายงานว่าเปอร์เซ็นต์ต้นข้าวมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอัตราปุ๋ยไนโตรเจน (Jongkaewattana *et al.*,1993) นอกจากนี้มีงานทดลองที่พบว่าการฉีดพ่นและการหว่านโพแทสเซียมไอโอไดด์ให้แก่ต้นข้าวในอัตราความเข้มข้นที่ต่ำ 0.05 gm% ทำให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบของข้าวที่ลดลงและมีเปอร์เซ็นต์ต้นข้าวหรือมีคุณภาพการสีสูงกว่าผลผลิตของข้าวที่ไม่ได้รับการฉีดพ่นโพแทสเซียมไอโอไดด์และหว่านลงดินอย่างมีนัยสำคัญ (ศักดาและคณะ, 2539) และงานทดลองของแขสุมาลย์ (2543) ซึ่งได้ทำการทดลองฉีดพ่นสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ในแก่ข้าวในอัตราความเข้มข้น 0.1 gm% พบว่าข้าวที่ได้รับการฉีดพ่นโพแทสเซียมไอโอไดด์มีเปอร์เซ็นต์ต้นข้าวสูงถึง 41.6 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับข้าวที่ไม่ได้รับการฉีดพ่นโพแทสเซียมไอโอไดด์ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ต้นข้าวเพียง 32.2 เปอร์เซ็นต์

บทบาทของโพแทสเซียมที่มีต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตพืช

โพแทสเซียมเป็นโคแฟคเตอร์ของเอนไซม์มากกว่า 40 ชนิดและมีความเกี่ยวข้องกับการปิดเปิดของปากใบ (Fasching, 2000) Yoshida (1981) พบว่า ข้าวมีความต้องการโพแทสเซียมสูงสุดในระยะแรกของการเจริญเติบโต หลังจากนั้นความต้องการจะลดลงหลังจากการแตกกอ และเพิ่มความต้องการอีกในระยะที่ข้าวเริ่มกำเนิดช่อดอก ดังนั้นข้าวจึงมีความต้องการธาตุโพแทสเซียมมากในระยะการกำเนิดช่อดอกจนถึงระยะที่ข้าวออกรวงสมบูรณ์ Von (1976) รายงานว่า โพแทสเซียมจะถูกดูดใช้ได้สูงสุดหลังจากระยะแตกกอจนถึงระยะกำเนิดช่อดอก นอกจากนี้การที่ข้าวจะมีระบบรากที่สมบูรณ์ ให้ผลผลิตสูงอัตราการเป็นหมันต่ำและมีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดสูงได้นั้น ข้าวจำเป็นต้องได้รับธาตุโพแทสเซียมอย่างต่อเนื่องจนถึงระยะสุกแก่ Hewitt (1951) และ Tisdale and Nelson (1963) กล่าวว่า พืชไม่ได้นำธาตุโพแทสเซียมไปใช้ในการสังเคราะห์เพื่อเป็นองค์ประกอบของสารอินทรีย์ต่างๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชเหมือนไนโตรเจนและฟอสฟอรัส แต่จะพบธาตุ

โพแทสเซียมในเนื้อเยื่อของพืชในรูปของเกลืออนินทรีย์ หรือเกลืออินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ นอกจากนี้ Fasching (2000) ยังพบว่า โพแทสเซียมช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงของพืช ได้แก่ การปิดเปิดของปากใบและการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และถ้าพืชขาดโพแทสเซียมจะทำให้ปากใบซึ่งเป็นช่องทางให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไหลซึมผ่านเข้าในใบพืชเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์แสงมีขนาดเล็กลงทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงและอัตราการสังเคราะห์ ATP ลดลง สอดคล้องกับ Graham and Ulrich (1972) ซึ่งกล่าวว่า ความเข้มข้นของโพแทสเซียมเป็นตัวกำหนดความเต่งของเซลล์พืช ถ้าพืชขาดโพแทสเซียมจะทำให้ความเต่งของเซลล์พืชลดลง ทำให้ปากใบปิด เป็นผลให้ประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงของพืชลดและจากงานทดลองของ Fasching (2000) รายงานว่าโพแทสเซียมมีส่วนช่วยในการกระตุ้นกระบวนการในการสังเคราะห์แป้ง ซึ่งกระบวนการนี้จะเปลี่ยนรูปของแป้งไปอยู่ในรูปของสารประกอบน้ำตาลเชิงซ้อน เมื่อขาดโพแทสเซียมกระบวนการต่างๆ เหล่านี้จะถูกยับยั้ง ทำให้ความเข้มข้นของน้ำตาลเชิงซ้อนลดลง นอกจากนี้ Nitos and Evan (1969) ยังพบอีกว่าโพแทสเซียมมีส่วนช่วยในการกระตุ้นการทำงานของเอ็นไซม์ในคลอโรพลาสที่สำคัญในเมล็ดและหัวของพืชหัวให้มีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แป้งและน้ำตาลให้เพิ่มขึ้น โดยการใส่โพแทสเซียมเพิ่มมากขึ้นจะทำให้มีการสะสมแป้งเพิ่มมากขึ้น เนื่องจาก โพแทสเซียมช่วยเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์ในการสังเคราะห์แป้ง (Ward , 1959) ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Hawker *et al.* (1974) รายงานว่าความเข้มข้นของโพแทสเซียมในพืชมีความสัมพันธ์กับปริมาณแป้งในใบพืชในทางบวกคือ ถ้ามีโพแทสเซียมในปริมาณมากขึ้น กิจกรรมของ Starch synthase ในเอ็นโดเสปอร์มของพืชก็จะเพิ่มมากขึ้นด้วย

จากรายงานของ Von (1976) รายงานว่าโพแทสเซียมมีผลอย่างชัดเจนเกี่ยวกับจำนวนดอกของข้าวในช่วงกำเนิดช่อดอกและเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่อรวง โดยที่ข้าวจะนำโพแทสเซียมไปสร้างดอก เมล็ดและทำให้ละอองเกสรแข็งแรงมากกว่าที่จะเพิ่มการแตกกอซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Ismunadji and Parlohasdjono (1979) ซึ่งรายงานเช่นเดียวกันว่าโพแทสเซียมไม่มีผลต่อการแตกกอแต่จะมีผลต่อความสูงของข้าวทำให้ต้นข้าวมีความสูงเพิ่มขึ้นและผลผลิตข้าวสูงขึ้น ซึ่งจากงานทดลองของ Feng and Saldana (1978) ซึ่งได้ทำงานทดลองในข้าวสองพันธุ์คือพันธุ์ IR8 และพันธุ์ Juma I ก็พบเช่นเดียวกันว่าโพแทสเซียมช่วยเพิ่มความสูงของต้นข้าวและเพิ่มผลผลิตของข้าวทั้งสองพันธุ์ โดยในส่วนของผลผลิตนั้นโพแทสเซียมมีส่วนช่วยให้ละอองเกสรแข็งแรงทำให้เปอร์เซ็นต์การผสมเกสรติดสูง ข้าวจึงมีจำนวนเมล็ดดีต่อรวงมาก นอกจากนี้ Kiuchi and Ishizaka (1996) รายงานว่าโพแทสเซียมมีผลอย่างมากต่อน้ำหนัก 1,000 เมล็ด คือ มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าว ในส่วนของผลผลิตนั้นพบว่าการที่ข้าวจะให้ผลผลิตสูงนั้นข้าวจะต้อง

ได้รับโพแทสเซียมอย่างเพียงพอโดยโพแทสเซียมจะช่วยในการรักษาสภาพใบธงของข้าวให้สามารถดำเนินกิจกรรมทางสรีรวิทยาได้อย่างต่อเนื่องจนถึงระยะสุกแก่

จากงานทดลองของ Sigh *et al.*, (1976) พบว่าการแบ่งใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมครั้งละเท่าๆ กัน คือ 33.3% ในระยะปักดำระยะแตกกอและระยะกำเนิดช่อดอกจะให้ผลผลิตสูงสุดมากกว่าการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมเป็นปุ๋ยรองพื้น 100% เพียงครั้งเดียว ส่วน Modal *et al.*, (1982) และ Patel and Ghildyal (1983) พบว่า การใส่โพแทสเซียมแบบแบ่งใส่จะให้ผลผลิตสูงกว่าการใส่แบบใส่ครั้งเดียวเป็นปุ๋ยรองพื้นและยังพบอีกว่าองค์ประกอบของผลผลิตเพิ่มขึ้น เนื่องจากจำนวนรวงต่อตารางเมตรที่เพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่อรวงเพิ่มขึ้นและน้ำหนักเมล็ดเพิ่มมาก ขึ้นเมื่อได้รับโพแทสเซียมที่ระดับ 80 , 120 , 160 kg K_2O/ha ตามลำดับ

Prattley and Stanley (1982) รายงานว่าพืชที่มีโปรตีนสูงในระยะเก็บเกี่ยวจะมีโพแทสเซียมสูงด้วย ทั้งนี้เนื่องจากโพแทสเซียมมีความสำคัญในการสร้างโปรตีน ถ้าหากขาดโพแทสเซียมจะทำให้มีการสะสมกรดอะมิโนอิสระและไนโตรเจนในรูปของไนเตรตที่ก้านและลำต้น ซึ่งไนโตรเจนในรูปของไนเตรตนี้จะมีผลในการยับยั้งการสร้างโปรตีนจากกรดอะมิโน (www.foothillydroponic.com) ดังนั้นการขาดโพแทสเซียมจึงมีผลทำให้การสังเคราะห์โปรตีนลดลงด้วย ในระยะที่พืชมีการเจริญเติบโตพืชจะมีการเคลื่อนย้ายโพแทสเซียมอย่างรวดเร็วไปยังเมล็ด ซึ่งธาตุโพแทสเซียมนี้มีส่วนช่วยในการเคลื่อนย้ายและถ่ายเทสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนเพื่อใช้ในการสังเคราะห์โปรตีนต่อไป (Prattley and Stanley, 1982) โพแทสเซียมจึงมีส่วนช่วยในการสร้างและสะสมโปรตีน (Yu , 1996) ซึ่งการที่ข้าวมีการสะสมโปรตีนในเมล็ดเพิ่มขึ้นจะทำให้ข้าวหักน้อยลงเมื่อนำไปขัดสี (Wongsuthachin,1973)

บทบาทของธาตุสังกะสีที่มีต่อพืช

George and Michael (1997) รายงานว่า ธาตุสังกะสีเป็นองค์ประกอบสำคัญในเอ็นไซม์หลายชนิดเช่น เอนไซม์ Acohol Dehydrogenase, Superoxidase Dismutase, Carbonic Anhydrase เอนไซม์ต่างๆ เหล่านี้มีความเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ในพืช เช่น กระบวนการในการสังเคราะห์แสงและกระบวนการในการสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรต เป็นต้น ถ้าขาดเอ็นไซม์เหล่านี้จะทำให้กระบวนการในการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชหยุดชะงัก ธาตุสังกะสีเป็นธาตุที่พืชต้องการและดูดใช้ในปริมาณน้อยแต่ขาดไม่ได้ สังกะสีมีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการเมตาโบลิซึมของโปรตีนในพืช เมื่อขาดจะทำให้กระบวนการในการสร้างโปรตีนและระดับของโปรตีนที่วัดได้ลดลงทำให้มีการสะสม amino acidและamide ทำให้ RNA polymerase ไม่ทำงาน ribosome เสียสภาพเกิดจากการที่ RNA ถูกทำลาย เนื่องจาก RNase มีกิจกรรมเพิ่มมากขึ้น นอกจากกระบวน

การในการสร้างโปรตีนแล้วธาตุสังกะสียังมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการในการสังเคราะห์แป้ง โดย Jyung *et al.* (1975) กล่าวว่าธาตุสังกะสีมีบทบาทเกี่ยวกับการสร้างแป้ง (Starch formation)โดยได้ทำการทดลองปลูกถั่ว (*Phaseolus vugaris*) ในสภาพที่ขาดสังกะสีและให้สังกะสีอย่างเพียงพอ พบกิจกรรมของเอนไซม์ที่ใช้ในการสังเคราะห์แป้งและเม็ดแป้งจำนวนมากในตำรับ (treatment) ที่ได้รับธาตุสังกะสีอย่างเพียงพอ จึงแสดงให้เห็นว่าธาตุสังกะสีมีความจำเป็นในกระบวนการการสร้างแป้ง

ธาตุสังกะสีถูกจัดไว้อยู่ในกลุ่มของจุลธาตุและจัดว่าเป็นธาตุที่มีการเคลื่อนที่ปานกลาง การให้ปุ๋ยทางใบจึงเป็นวิธีการหนึ่งที่จะทำให้พืชสามารถดูดใช้ธาตุอาหารได้เร็วกว่าการให้ปุ๋ยทางดิน Hewitt (1951) และ Tisdale and Nelson (1963) รายงานว่าการให้ปุ๋ยทางใบโดยการให้ปุ๋ยเข้าทางคิวติเคิลของใบหรือปากใบและเข้าไปในเซลล์พืชเป็นวิธีการให้ธาตุอาหารที่มีประโยชน์ต่อพืชโดยตรงและรวดเร็วกว่าการให้ธาตุอาหารทางดิน

การดูดซึมและการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารทางใบ

การเคลื่อนย้ายธาตุอาหารทางใบเกิดขึ้นจาก 2 กระบวนการคือ กระบวนการ passive และกระบวนการ active โดยกระบวนการ passive process เป็นการเคลื่อนที่ของธาตุอาหารโดยไม่ใช้พลังงานคือ การที่ไอออนผ่านเข้าไปในใบพืชโดยการแพร่กระจาย (diffusion) และการแลกเปลี่ยนประจุ (ion exchange) การดูดซึมสารโดยวิธีนี้เป็นไปได้รวดเร็วมาก เนื่องจากผิวใบมีช่องว่างซึ่งเรียกว่า Apparent Free Space (AFS) ประมาณ 5-20% ของปริมาตรใบ ส่วนกระบวนการ active process เป็นการเคลื่อนที่ของธาตุอาหารโดยใช้พลังงาน สารละลายธาตุอาหารจะผ่านคิวติเคิลและผ่านเข้าสู่พลาสมาเมมเบรน (plasma membrane) ส่วนความเร็วของการไหลผ่านขึ้นกับความหนาของคิวติเคิล การสะสมของขี้ผึ้งที่เคลือบบนคิวติเคิล อายุของใบ จากนั้นสารละลายจะซึมผ่านผนังเซลล์ โดยการแพร่กระจายผ่านเข้าสู่ส่วนของพลาสมาเมมเบรนเข้าสู่ท่อไซเลม (xylem) ไปยังส่วนต่างๆ ส่วนใหญ่จะเข้าไปเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์หลายชนิด เช่น alcohol dehydrogenase carboxylase ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมต่างทางชีวเคมีของพืช (ยงยุทธ์ ,2524) เนื่องจากกลไกหรือกระบวนการโดยละเอียดของธาตุอาหารในพืชแต่ละชนิดที่จำเพาะเจาะจงนั้นยังไม่เป็นที่เข้าใจอย่างชัดเจน

ธาตุสังกะสีเป็นธาตุมีการเคลื่อนที่ได้น้อย วิธีการฉีดพ่นธาตุสังกะสีทางใบจึงเป็นวิธีการที่จะช่วยให้พืชสามารถใช้ธาตุสังกะสีได้เร็วกว่าการให้ปุ๋ยโดยวิธีการหว่านลงดิน การดูดใช้ธาตุสังกะสีเกิดขึ้นจากทั้งกระบวนการ active และ passive การดูดใช้ธาตุสังกะสีถูกควบคุมโดยกระบวนการทาง metabolic เมื่ออุณหภูมิอากาศลดลงและกระบวนการทาง metabolic ถูกยับยั้งการ

ดูดใช้ธาตุสังกะสีจะลดลง (Schmidt et al., 1965) มีธาตุบางตัวที่ทำให้การดูดใช้ธาตุสังกะสีหยุดชะงัก เช่น Cu , Ni จะเกิดจากการแข่งขันกันระหว่าง ไอออน Cu^{+2} และ Zn^{+2} ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถในการดึงดูดประจุของธาตุทั้งสองตัว เมื่อมีการฉีดพ่นธาตุสังกะสีให้แก่พืชสังกะสีจะถูกเคลื่อนย้ายทางท่อ ไซเลม (Xylem) ธาตุสังกะสีเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ปานกลางและจะไม่ค่อยเคลื่อนที่ในใบ (Rinne and Langston, 1960) จึงมักจะพบอาการขาดธาตุสังกะสีที่ใบอ่อน เมื่อธาตุสังกะสีเข้าไปในใบพืชโดยผ่านทางท่อ Xylem จะมีความเกี่ยวข้องกับกิจกรรมของเอนไซม์ Carbonyl (Sandmann and Boger, 1983) ส่วนเอนไซม์อื่นที่มีพันธะของ ธาตุสังกะสีเป็นองค์ประกอบคือ aclcohol dehydrogenase superoxide dismutase และ RNA polymerase (Vallee and Wacker, 1970)

บทบาทของธาตุสังกะสีต่อมนุษย์

ธาตุสังกะสีเป็นธาตุหนึ่งที่มีความจำเป็นต่อร่างกาย ถ้าขาดจะทำให้ร่างกายผิดปรกติ เช่น เมื่อร่างกายขาดอาหารที่จำเป็นเช่นธาตุสังกะสี มีรายงานจากกองโภชนาการกระทรวงสาธารณะสุข (2532) รายงานว่าธาตุสังกะสีเป็นธาตุที่มีบทบาทต่อร่างกายและอวัยวะสืบพันธุ์ ช่วยในการซ่อมแซมเนื้อเยื่อทำให้แผลหายเร็ว เป็นองค์ประกอบของเอนไซม์ที่สำคัญหลายชนิด เช่น แอลกอฮอลดีไฮโดรจีเนส คาร์บอนิกแอนไฮเดรส อัลคาไลน์ฟอสฟาเตส อาร์เอนเอ และ ดีเอ็นเอโพลิเมอเรส ไธมิดีนไคเนสและเก็บอินซูลินไว้ในรูปสารประกอบเชิงซ้อนของธาตุสังกะสี ซึ่งอินซูลินทำหน้าที่ช่วยกระตุ้นการหลั่งฮอร์โมนในเพศชาย นอกจากนี้ยังมีความเกี่ยวข้องกับการรับรู้รสและระบบภูมิคุ้มกันในร่างกาย ถ้าขาดจะทำให้ร่างกายเจริญเติบโตช้า สำหรับในเพศชายอวัยวะสืบพันธุ์ไม่เจริญ ขนร่วง ท้องร่วง ขาดภูมิคุ้มกัน มองไม่เห็นในที่มืด การรับรสผิดปรกติ ทำให้เบื่ออาหาร แผลหายช้า แก่เร็ว อาการขาดธาตุสังกะสีอย่างรุนแรงจะเกิดได้ในกรณีดังต่อไปนี้

1.เป็นโรคที่มีการถ่ายทอดทางพันธุกรรม มีความผิดปรกติเกี่ยวกับการดูดซึมของธาตุสังกะสีเรียกว่า Hereditary acrodermatitis enteropathica

2.มีความผิดปรกติเกี่ยวกับระบบการขนส่งในร่างกายทำให้ระดับธาตุสังกะสีในน้ำนมแม่ต่ำเกิดอาการเรียกว่า Lethal milk syndrome ในเด็กที่กินนมแม่

3.คนที่ได้รับอาหารทางระบบทางเดินอาหารหรือทางหลอดเลือดดำ

ดังนั้นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ เช่น การเพิ่มธาตุสังกะสี ธาตุเหล็ก หรือธาตุไอโอดีนย่อมจะก่อให้เกิดประโยชน์แก่ประชากรในประเทศผู้บริโภคข้าวอย่างมหาศาล