บทที่ 2
ตรวจเอกสาร

2.1 รูปและปริมาณของแคลเซียม โพแทสเซียม และแมกนีเซียมในดิน

โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในดินส่วนใหญ่จะเป็นองค์ประกอบของอนินทรียสาร และธาตุอาหารทั้งสามในสารเหล่านี้จะมีแนวโน้มของความเป็นประโยชน์ต่อพืชที่แตกต่างกัน โพแทสเซียมจะมีอยู่ในปริมาณมากในดินส่วนใหญ่ ยกเว้นดินทราย โดยส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ได้น้อยในรูปของแร่ (1.70%) และอยู่ในรูปที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ (exchangable) เพียง 0.50% ของโพแทสเซียมทั้งหมดในดิน แคลเซียมและแมกนีเซียมมีอยู่ในดินในปริมาณมากเช่นกันส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของแร่ (0.43% และ 0.31% ตามลำดับ) ซึ่งมีการสลายตัวง่ายกว่าแร่ที่มีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบ และอยู่ในรูปที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ 25.0% และ 6.5% ของธาตุดังกล่าวทั้งหมดในดินตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบรูปที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ของธาตุเหล่านี้ในดิน จะพบว่า แคลเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้มีประมาณ 10 เท่าของโพแทสเซียม และ 5 เท่าของแมกนีเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

ในดินควรมีปริมาณโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้สำหรับการปลูกพืชไร่สูงกว่า 85 mg kg^{-1} ในดินทราย, 100 mg kg^{-1} ในดินร่วน และ 125 mg kg^{-1} ในดินเหนียว (Doll and Lucas, 1973) ปัญหาของโพแทสเซียมโดยทั่วไป จะขึ้นอยู่กับอัตราการเปลี่ยนรูป และอัตราการตรึงโพแทสเซียมในดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) สำหรับแคลเซียม ส่วนใหญ่จะมีปริมาณสูงเพียงพอสำหรับพืชโดยทั่วไป ดังนั้นการใส่ปูนโดยส่วนใหญ่จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงโครงสร้างดิน และเพื่อเพิ่มความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (soil pH) (Mengel and Krikby, 1987) อย่างไรก็ตาม ดินในเขตร้อนและชุ่มชื้น (humid tropics) อาจพบอาการขาดแคลเซียมเนื่องจากมีการสูญหายโดยการชะล้างค่อนข้างสูง และอาจพบอาการขาดแคลเซียมในดินทรายที่เป็นกรดจัด ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยการใส่ปูน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

ส่วนแมกนีเซียม Doll and Lucas (1973) สรุปว่า ในดินควรจะมีเปอร์เซ็นต์การอิ่มตัวด้วยแมกนีเซียม (%Mg saturation) มากกว่า 10% จึงจะเพียงพอสำหรับพืชโดยทั่วไป ส่วน

คณะที่ปรึกษาของสหราชอาณาจักร (อ้างโดย Doll and Lucas, 1973) ได้เสนอแนวทางการใช้แมกนีเซียมไว้ดังนี้

- 0-25 mg kg^{-1} ของแมกนีเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ : พืชโดยทั่วไปแสดงอาการขาด ต้องมีการใส่แมกนีเซียมเพิ่ม
- 26-50 mg kg^{-1} ของแมกนีเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ : พบอาการขาดในต้นบีท (sugar beets), มันฝรั่ง (potatoes),ไม้ผล (fruit) และ พืชเรือนกระจก (glasshouse crop) ยกเว้นในธัญพืช (cereal crop)
- 51-100 mg kg^{-1} ของแมกนีเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ : เพียงพอสำหรับพืชไร่และพืชผัก ถ้ามีอาการขาดเกิดขึ้นส่วนใหญ่จะเป็นอิทธิพลของปัจจัยอื่น เช่น อัตราส่วนของโพแทสเซียมต่อแมกนีเซียมในดิน
- 101-175 mg kg^{-1} ของแมกนีเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ : ปริมาณมาตรฐานสำหรับพืชเรือนกระจก เช่น มะเขือเทศ (tomatoes), แตงกวา (cucumbers), พริกไทย (peppers)
- 176-250 mg kg^{-1} ของแมกนีเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ : สำหรับพืชเรือนกระจก เพียงอย่างเดียว

Hagstrom (1991) รายงานว่า อาการขาดแมกนีเซียมของพืชจะเกิดขึ้นในดินเนื้อหยาบ พวกดินทรายและดินร่วนทราย (light textured sands and loamy sands) และดินในเขตร้อนและชุ่มชื้นส่วนใหญ่จะมีปริมาณแมกนีเซียมในดินต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในดิน Oxisols และ Ultisols โดยส่วนใหญ่จะพบการตอบสนองต่อการใช้แมกนีเซียมในดินสามชนิด (Wild, 1988) คือ ดินทรายที่มีแมกนีเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ต่ำ, ดินที่เป็นกรดเล็กน้อยที่มีแมกนีเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ต่ำ ซึ่งการปรับปรุงดินโดยส่วนใหญ่มีแต่การใช้ปูนในรูปของแคลเซียม เช่น $CaCO_3$ และดินที่มีโพแทสเซียมสูงซึ่งจะขึ้นอยู่กับการแข่งขันในการดูดใช้ระหว่างโพแทสเซียมและแมกนีเซียม Salmon (1963) พบว่าในดินที่เป็นกรดจัด และในดินที่มีโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้สูง พืชจะแสดงอาการขาดแมกนีเซียมซึ่งไม่ได้เกิดจากการที่ดินมีปริมาณแมกนีเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ต่ำ แต่เกิดจากการต่อต้าน (antagonism) ในการดูดใช้ระหว่างโพแทสเซียมกับแมกนีเซียม

ที่ระดับของแมกนีเซียมในดินต่าง ๆ กัน การตอบสนองของพืชต่อแมกนีเซียม จะขึ้นอยู่กับระดับของโพแทสเซียมที่ใส่ให้กับพืชด้วยเช่นกัน (Hagstrom, 1991) การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในปริมาณสูงจะไปลดความสามารถของพืชในการดูดดึงหรือดูดใช้แมกนีเซียม

(uptake) ดังนั้นสัดส่วนระหว่างโพแทสเซียมและแมกนีเซียม (K/Mg) ในดิน น่าจะเป็นตัวบ่งชี้ระดับของแมกนีเซียมที่ดีกว่าปริมาณทั้งหมดของแมกนีเซียมในดิน อัตราส่วนของ K/Mg โดยน้ำหนักในดินควรจะต่ำกว่า 5 สำหรับพืชไร่, 3 สำหรับพืชผักและต้นบีท (sugar beet) สำหรับไม้ผลและพืชเรือนกระจกอัตราส่วนดังกล่าว ควรจะประมาณ 2 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบโดยน้ำหนักสมมูล (equivalent basis) อัตราส่วนของ K/Mg จะเป็น 1.5, 1.0 และ 0.6 ตามลำดับ (Doll และ Lucas, 1973) สัดส่วนระหว่างแคลเซียมและโพแทสเซียม (Ca/K) มีผลต่อการดูดดึงหรือดูดใช้โพแทสเซียมด้วยเช่นกัน กล่าวคือเมื่อมีการใส่แคลเซียมในปริมาณที่มากเกินไป อาจทำให้พืชดูดดึงโพแทสเซียมได้น้อยลง แต่ในดินที่มีโพแทสเซียมสูงมาก ๆ การใส่ปุ๋ยแคลเซียม จะช่วยลดการดูดดึงโพแทสเซียมเข้าไปสะสมในปริมาณที่มากเกินพอ (luxury consumption) (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) สัดส่วนของแคลเซียมและแมกนีเซียม (Ca/Mg) ก็มีความสำคัญเช่นเดียวกัน โดยทั่วไปปริมาณแมกนีเซียมไม่ควรมีมากกว่าแคลเซียมโดยน้ำหนักสมมูล (Doll และ Lucas, 1973) ตัวอย่างเช่น ในดินที่เกิดจากแร่ serpentine จะมีอัตราส่วนของ Ca/Mg ต่ำมาก และพืชที่ปลูกจะแสดงอาการขาดแคลเซียม (Wild, 1998)

จากการศึกษาการตอบสนองของข้าวต่อปุ๋ยแมกนีเซียมในแปลงทดลองของ Lin (1991) พบว่า การตอบสนองของข้าวจะขึ้นอยู่กับปริมาณแมกนีเซียมในดิน ซึ่ง Lin ได้แบ่งระดับความอุดมสมบูรณ์ของแมกนีเซียมสำหรับข้าว โดยใช้ปริมาณแมกนีเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้เป็นระดับ ต่ำ, กลาง และสูง ไว้ดังนี้คือ ต่ำกว่า 6 mg kg^{-1} , 6-26 mg kg^{-1} และ มากกว่า 26 mg kg^{-1} ตามลำดับ ในการทดลอง ดินที่มีแมกนีเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ระหว่าง 16-29 mg kg^{-1} การใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมทำให้ผลผลิตข้าวสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แต่ในดินที่มีแมกนีเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้สูงกว่า 29 mg kg^{-1} ผลผลิตข้าวจะเพิ่มขึ้นในปริมาณที่ต่ำกว่าในดินที่มีแมกนีเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ต่ำ นอกจากนี้ยังพบว่า ผลผลิตข้าวจะขึ้นอยู่กับสัดส่วนระหว่างโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ได้อย่างช้า ๆ (slowly available K) กับแมกนีเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ และสัดส่วนระหว่างโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้กับแมกนีเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ กล่าวคือ เมื่อสัดส่วนดังกล่าวสูงกว่า 5 และ 1 ตามลำดับ จะพบว่า ข้าวตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยแมกนีเซียมที่ใส่ ถึงแม้ว่าในดินจะมีแมกนีเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้สูงกว่า 26 mg kg^{-1} ก็ตาม และถ้าสัดส่วนดังกล่าวต่ำกว่านี้ การตอบสนองของข้าวต่อการใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมจะมีน้อย

Bedi and Sekon (1977) ทดลองปลูกข้าวโพดในเรือนกระจก ในดิน 20 ชนิด ที่มีความแตกต่างกันของปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้

ทำให้สามารถแบ่งดินออกเป็นสามกลุ่มโดยใช้อัตราส่วนโดยน้ำหนักสมมูลของโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ ต่อผลรวมของโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ [exchangeable K/exchangeable (K+Ca+Mg)] เป็นเกณฑ์ พบว่า ในดินที่มีโพแทสเซียมต่ำ (อัตราส่วนต่ำกว่า 0.025) การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมทำให้น้ำหนักแห้งของข้าวโพดสูงขึ้น ทั้งที่มีการใส่หรือไม่มีการใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมร่วมด้วยก็ตาม ส่วนในดินที่มีโพแทสเซียมปานกลาง (อัตราส่วนระหว่าง 0.025-0.05) การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมเพียงอย่างเดียวไม่ทำให้น้ำหนักแห้งของข้าวโพดสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อมีการใส่แมกนีเซียมร่วมด้วยผลผลิตน้ำหนักแห้งสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และในดินที่มีโพแทสเซียมสูง (อัตราส่วนสูงกว่า 0.05) การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมโดยไม่มีการใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมร่วมด้วย น้ำหนักแห้งของข้าวโพดลดลงอย่างเห็นได้ชัด แต่เมื่อมีการใสปุ๋ยแมกนีเซียมร่วมด้วยข้าวโพดมีน้ำหนักแห้งสูงขึ้น

คล้ายกับการทดลองของ Walworth and Sumner (1990) ที่พบว่า การใส่แมกนีเซียมเพียงอย่างเดียวจะทำให้ผลผลิตของถั่วอัลฟัลฟ่ามีแนวโน้มลดลงแต่ไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้ง ในขณะที่การใส่โพแทสเซียมเพียงอย่างเดียวผลผลิตเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย แต่เมื่อมีการใสโพแทสเซียมและแมกนีเซียมร่วมกัน ผลผลิตของถั่วอัลฟัลฟ่าจะเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด

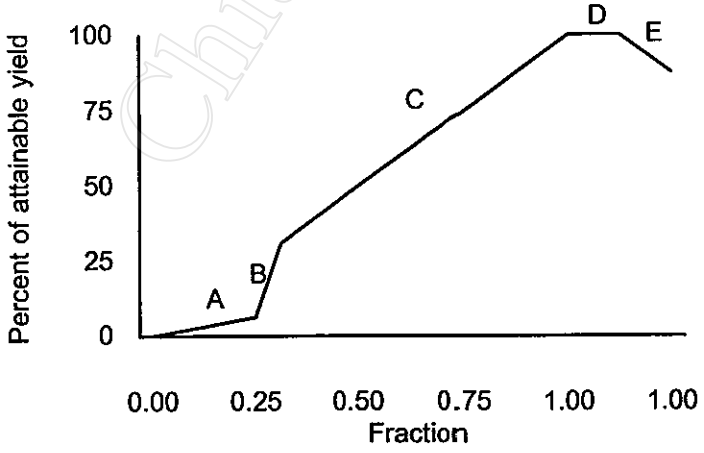
ไพบูลย์ และคณะ (Wivutvongvana *et al.*, 1995) ศึกษาหาธาตุอาหารที่เป็นตัวจำกัดผลผลิตถั่วเหลืองในดินนา Low Humic Gley ในแปลงเกษตรกร ในจังหวัดเชียงใหม่ พบว่าดินส่วนใหญ่มีโพแทสเซียมทั้งที่อยู่ในรูปที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ และอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ได้อย่างช้า ๆ (slowly available K) ในระดับค่อนข้างสูง กล่าวคือ มีตัวอย่างดินมากกว่า 80% ที่มีโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้สูงกว่า 60 mg kg^{-1} และมากกว่า 50% ที่มีโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ได้อย่างช้า ๆ สูงกว่า 600 mg kg^{-1} แต่มีปริมาณของแมกนีเซียมค่อนข้างต่ำ คือ มีการอิ่มตัวด้วยแมกนีเซียม ระหว่าง 2.48-6.98% และจากการนำตัวอย่างดินดังกล่าวมาทดลองในกระถาง พบว่า การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมไม่ทำให้ผลผลิตถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น แต่ผลผลิตมีแนวโน้มลดลง และการใส่ปุ๋ยแมกนีเซียม ในอัตรา 2.0 me/100 g soil ถั่วเหลืองมีผลผลิตเพิ่มขึ้นถึง 55 %

Yang (1991) ศึกษาผลของการใส่แมกนีเซียม ในดิน 3 ชนิด คือ purple soil, yellow soil และ alluvial soil (ในกระถาง) โดยในดิน purple soil มีปริมาณของโพแทสเซียมสูงกว่าดินสองชนิดที่เหลือ และมีปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์มากเป็น 2 เท่า ในการทดลองพบข้าวสาลีมีอาการขาดแมกนีเซียมในบางตำหรับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในดิน yellow soil และ alluvial soil ปริมาณแมกนีเซียมในข้าวสาลีมีเพียง 0.06-0.10% [critical level ในข้าวสาลีเท่ากับ 0.15% (Ward *et al.*,1973)] ผลการทดลองพบว่า ผลผลิตของข้าวสาลีสูงขึ้นเมื่อใส่แมกนีเซียม

โดยเฉพาะอย่างยิ่งในดิน yellow soil และ alluvial soil ผลผลิตสูงขึ้น 61.2% และ 86.4% ตามลำดับ เมื่อมีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมด้วยผลผลิตจะเพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลง ส่วนในดิน purple soil การใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเพียง 29.2% แต่เมื่อมีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมด้วยผลผลิตจะลดลงอย่างเห็นได้ชัด ซึ่ง Yang ได้ให้เหตุผลว่า เป็นเพราะปริมาณโพแทสเซียมส่วนเกิน จะไปต้านทานการดูดซับแมกนีเซียมของพืช

2.2 ปฏิกิริยาระหว่างไอออน (ion interaction)

ปฏิกิริยาระหว่างไอออน เกิดขึ้นเมื่อ การจัดหาธาตุอาหารตัวหนึ่งไปมีผลต่อการดูดซึม (absorption) การกระจาย (distribution) หรือกลไกลของธาตุอาหารตัวอื่น ซึ่งอาจทำให้เกิดการขาดธาตุอาหาร (deficiencies) การเป็นพิษ (toxicities) การเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตของพืช และ/หรือ การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของพืช (ปริมาณธาตุอาหาร) (Wilkinson *et al.*, 2000) ซึ่ง Wallace (1990) (อ้างโดย Wilkinson *et al.*, 2000) ได้เสนอกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตกับผลผลิต ดังแสดงในรูป 2.1 (i) บริเวณ A และ B ผลผลิตแสดงการตอบสนองต่อปัจจัยการผลิตที่ใส่ตามกฎ Low of minimum (ii) บริเวณ C ผลผลิตเพิ่มขึ้นเมื่อปัจจัยการผลิตเพิ่มขึ้น (iii) บริเวณ D ไม่มีการตอบสนองต่อปัจจัยการผลิตที่เพิ่มขึ้น (iv) บริเวณ E ผลผลิตลดลงเมื่อปัจจัยการผลิตมากเกินไป



รูปที่ 2.1 สัดส่วนของปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ต่อผลผลิตที่คาดว่าจะได้รับ
(Wallace, 1990 :อ้างโดย Wilkinson *et al.*, 2000)

2.3 ความสัมพันธ์ของโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในพืช

ความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืชขึ้นอยู่กับ กระบวนการดูดซึม (absorption) กระบวนการเคลื่อนย้าย (transport) และกระบวนการสะสม (accumulation) ของธาตุอาหารเหล่านั้นภายในต้นพืช (Dibb and Thompson, 1985) ซึ่งจะผันแปรไปตามชนิด และพันธุ์ของพืชด้วยเช่นกัน (Dibb and Thompson, 1985 และ Munson, 1968) ปริมาณธาตุอาหารประจุบวก (cation) ตัวใดตัวหนึ่งในพืช นอกจากจะขึ้นอยู่กับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารตัวนั้น ๆ แล้ว ยังขึ้นอยู่กับปริมาณและความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารตัวอื่น ๆ ในสารละลายธาตุอาหารพืชอีกด้วย (Mengel and Kirkby, 1987 และ Daliparthy *et al.*, 1994) โดยทั่วไปปริมาณธาตุอาหารประจุบวกทั้งหมดในพืชจะคงที่ หรือมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก โดยที่พืชจะพยายามรักษาระดับ ionic balance หรือ electroneutrality ให้คงที่ การเพิ่มธาตุอาหารตัวใดตัวหนึ่ง (ในปริมาณที่มากเกินพอ) จะทำให้ความเข้มข้นของธาตุอาหารตัวอื่นลดลง ซึ่งเรียกความสัมพันธ์เช่นนี้ว่า ความสัมพันธ์แบบต่อต้าน (antagonism) (Mengel and Kirkby, 1987)

โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม เป็นธาตุอาหารประจุบวกที่มีสมบัติเป็นด่าง และเป็นธาตุอาหารที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันทั้งภายในดินและภายในพืช การเพิ่มธาตุอาหารตัวใดตัวหนึ่งในพืชจะมีผลทำให้ธาตุอาหารอีกสองตัวที่เหลือลดลง (Lucas และ Scarseth, 1947) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Bedi and Sekon (1977) และของ Walworth and Sumner (1990) ที่พบว่า การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมจะทำให้ความเข้มข้น และการดูดใช้โพแทสเซียมในพืชเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แต่ความเข้มข้นของแคลเซียมและแมกนีเซียมในพืชลดลง ในทำนองเดียวกัน การใส่แมกนีเซียมจะทำให้ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในพืชสูงขึ้น แต่ทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมลดลง

และจากการทดลองของ Yang (1991) ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ยังพบความสัมพันธ์ของการดูดใช้โพแทสเซียม และแมกนีเซียมของข้าวสาลีที่ปลูกในกระถาง พบว่า ที่ระยะสุกแก่ (mature stage) ของข้าวสาลี เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมและเปอร์เซ็นต์แมกนีเซียมในข้าวสาลี มีความสัมพันธ์ในทางกลับกัน (r = -0.0242 ,-0.9021** และ -0.6469* สำหรับดิน purple soil, yellow soil และ alluvial soil ตามลำดับ) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า เกิดการต่อต้านกันของโพแทสเซียมกับแมกนีเซียม โดยที่ปริมาณโพแทสเซียมที่มากเกินพออาจจะไปต่อต้านการดูดซับแมกนีเซียม Yang สรุปว่า การที่จะปลูกข้าวสาลีให้ได้ผลผลิตที่ดีนั้น อัตราส่วนระหว่างแมกนีเซียมต่อ

โพแทสเซียมในข้าวสาลี (Mg/K) ควรจะประมาณ 0.05-0.06 และถ้าอัตราส่วน Mg/K ในข้าวสาลีมากกว่า 0.1 พืชจะแสดงอาการขาดโพแทสเซียม

Ulrich และ Ohki (1956) พบว่า การให้ปุ๋ยโพแทสเซียมในปริมาณที่สูง จะส่งผลให้มีการจำกัดการดูดซับแมกนีเซียมของต้นบีท

ส่วน Shukla และ Mukhi (1979) พบว่า เมื่อโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น จะมีผลทำให้ความเข้มข้นของแคลเซียมและแมกนีเซียมในพืชลดลง นักวิทยาศาสตร์ทั้งสองให้ข้อคิดเห็นว่าเกิดการต่อต้านกันขึ้นของโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ในระหว่างกระบวนการดูดซึมธาตุอาหารของราก และการเคลื่อนที่จากรากไปยังลำต้น ซึ่งสอดคล้องกับ Daliparty *et al.* (1994) ที่รายงานว่า การต่อต้านกันของโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม จะเกิดขึ้นในกระบวนการดูดซึมธาตุอาหารของราก และกระบวนการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารจากรากไปยังลำต้น แต่ Wilkinson et al. (2000) สรุปว่า การต่อต้านกันของธาตุอาหารดังกล่าวเกิดขึ้นในกระบวนการเคลื่อนย้ายเพียงอย่างเดียว

สรุปโดยรวมแล้ว การใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมต้องพิจารณาถึงความต้องการของพืช และความเป็นประโยชน์ของแมกนีเซียมในดินที่จะใช้ปลูกเป็นหลัก Hagstrom (1991) ได้สรุป ระดับการตอบสนองของพืชต่อการใช้ปุ๋ยแมกนีเซียมจากหลายงานทดลอง โดยใช้ปริมาณแมกนีเซียมในพืช และการตอบสนองของพืชต่อแมกนีเซียมเป็นเกณฑ์ ดังตารางที่ 2.1

สำหรับความเป็นประโยชน์ของแมกนีเซียมในดิน จะขึ้นอยู่กับปริมาณแมกนีเซียมและปริมาณของธาตุอาหารอื่น ๆ ในดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งโพแทสเซียม ซึ่งวิธีประเมินแมกนีเซียมในดินที่นิยมใช้มี 3 วิธี คือ (i) ปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมดในดินที่เป็นประโยชน์และแลกเปลี่ยนได้ (absolute level of available or exchangeable soil Mg) (ii) สัดส่วนของโพแทสเซียมต่อแมกนีเซียมในดิน (K/Mg) (iii) เปอร์เซ็นต์การอิ่มตัวด้วยแมกนีเซียม (%Mg saturation of the exchange complex) อย่างไรก็ตามยังไม่มีวิธีการใดที่ให้ความแม่นยำสูงในการทำนายผลผลิตพืชที่ตอบสนองต่อปุ๋ยแมกนีเซียม

ตารางที่ 2.1 ระดับการตอบสนองของพืชชนิดต่าง ๆ ต่อการใช้ปุ๋ยแมกนีเซียม

Very responsive	Moderately responsive	Minimally responsive
Oil Palm	Maize	Rice
Citrus	Soybean	Wheat
Tobacco	Sugar Cane	Oats
Potato	Grape	Alfalfa
Tomato	Cotton	Grass hay
Coffee	Banana	
Pineapple	Rubber	
	Tree fruits	

ที่มา: Hagstrom (1991)

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University