

ความสัมพันธ์ของเหล็กกับการเกิดปมและการตรึงไนโตรเจนของ ถั่วลิสง

ปรีดา พากเพียร นันทกร บุญเกิด และ วิทยา ธนานุสนธิ์¹

บทคัดย่อ

ถั่วลิสงที่ปลูกในดินเหนียวสีดำ (Black calcareous soils or Typic Calcinstults) โดยทั่วไปมักจะติดปมน้อยและมีอาการเหลืองซีด เนื่องจากการขาดเหล็ก แต่พืชจะกลับเจริญเติบโตเขียวเป็นปกติหลังจากให้ปุ๋ยเหล็กทางใบภายใน 3-5 วัน เพื่อศึกษาว่าเหล็กมีผลกระทบต่อระยะใดของการตรึงไนโตรเจนมากที่สุด จึงทำการทดลองในเรือนกระจกโดยใช้ถั่วลิสง 2 สายพันธุ์ (ไทนาน 9 และ โรบัท 33-1) ปลูกในดินเหนียวสีดำที่เก็บมาจากแปลงทดลองในศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ พื้นที่บริเวณดังกล่าวเคยปลูกถั่วลิสง และพืชแสดงอาการขาดเหล็กอย่างรุนแรง ถั่วลิสงที่ปลูกในกระถางของแต่ละสายพันธุ์ถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งให้ปุ๋ยเหล็กทางใบเมื่อพืชเริ่มแสดงอาการขาดเหล็ก อีกกลุ่มหนึ่งไม่ให้ปุ๋ยเหล็กเลย จากนั้นเริ่มสุ่มเก็บตัวอย่างพืชจากทั้ง 2 กลุ่มมาตรวจสอบ การติดปม และความเจริญเติบโตของปม รวมทั้งปริมาณเชื้อไรโซเบียมในปมเป็นระยะ ๆ

ผลการทดลองพบว่า การขาดเหล็กไม่มีผลกระทบต่อ การเกิดปม (nodule initiation) และไม่ทำให้ปริมาณเชื้อไรโซเบียมในดินบริเวณรอบ ๆ รากพืชลดลง อย่างไรก็ตามพืชที่ได้รับเหล็กอย่างเพียงพอจะให้ปมที่สมบูรณ์และมีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนสูงกว่าอีกทั้งมีขนาดปมที่ใหญ่ จึงทำให้มีน้ำหนักรวมสูงขึ้นด้วย เพียง 5 วันหลังจากพืชได้รับปุ๋ยเหล็กทางใบถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 มีปริมาณเชื้อไรโซเบียมในปมเพิ่มมากขึ้นถึง 200 เท่า พร้อมทั้งมีเล็กลีโมโกลบิน (Leghaemoglobin) เพิ่มขึ้น 14 เท่า นอกจากนี้สมรรถนะของเอ็นไซม์ที่ใช้ในการตรึงไนโตรเจนได้แก่เอ็นไซม์ไนโตรจิเนสของกลุ่มพืชที่ไม่ได้รับปุ๋ยเหล็กมีความล่าช้าจนไม่อาจจะตรวจพบได้

พืชตระกูลถั่วมีความต้องการธาตุอาหารพืชที่จำเป็นรวม 16 ธาตุ เหมือนกับพืชอื่น ๆ โดยทั่วไป และเมื่อขาดธาตุหนึ่งธาตุใดจะทำให้ผลผลิต รวมทั้งขบวนการตรึงไนโตรเจนลดลง Loneragan and Robson (1972) ได้กล่าวสรุปถึงผลกระทบอันเนื่องมาจากการขาดธาตุอาหารต่อขบวนการตรึงไนโตรเจนไว้ดังนี้ คือ 1) การเจริญเติบโต และความอยู่รอดของเชื้อไรโซเบียมในดิน 2) การเกิดปม 3) การพัฒนาและการเจริญเติบโตของปม และ 4) หน้าที่ของปม

ถึงแม้ว่าเหล็กจะถูกจัดอยู่ในกลุ่มของธาตุปริมาณน้อย แต่พืชทุกชนิดมีความจำเป็นต้องใช้เพื่อการเจริญเติบโตให้ครบวงจร นอกจากนี้เหล็กจัดเป็นธาตุปริมาณน้อยที่สำคัญยิ่งต่อ

ขบวนการตรึงไนโตรเจนในพืชตระกูลถั่ว โดยเหล็กทำหน้าที่สำคัญ ๆ ได้แก่การเข้าเป็นองค์ประกอบทางเคมีของสารประกอบต่าง ๆ เพื่อใช้ในขบวนการดังกล่าวดังต่อไปนี้ คือ ไนโตรจิเนส เอ็นไซม์ เล็กลีโมโกลบิน เพอร์ดีออกซิน เชื้อไรโซเบียมที่อยู่ในปมของพืชตระกูลถั่วจะได้รับเหล็กโดยตรงจากต้นพืชที่มันอาศัยเท่านั้นเช่นเดียวกันกับธาตุอาหารตัวอื่น ๆ (Dilworth and Glenn, 1984)

ในปัจจุบัน พบว่า พืชตระกูลถั่วหลายชนิดที่เกษตรกรปลูกกันอย่างแพร่หลายในดินเหนียวสีดำ มักแสดงอาการขาดเหล็กคือ มีใบเหลืองซีด ในประเทศไทยมีดินดังกล่าวมากกว่า 3,000,000 ไร่ ซึ่งส่วนใหญ่พบในภาคกลาง และภาคเหนือ โดยทั่วไปดินชนิดนี้

¹ กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร บางเขน กทม. 10900

มีความอุดมสมบูรณ์สูงเหมาะแก่การปลูกพืชไร่ เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ฝ้าย ถั่วลิสง ถั่วเหลือง ถั่วเขียว เนื่องจากดินมีปฏิกิริยาเป็นด่าง ($\text{pH} > 7.0$) จึงมีผลทำให้สารละลายเหล็กในดินที่พืชจะนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่ำ (Vose, 1982 ; Romheld and Marschner, 1986) ดังนั้นพืชตระกูลถั่วโดยเฉพาะถั่วเหลือง และถั่วลิสง (สายพันธุ์ที่แนะนำให้เกษตรกรปลูก) จึงให้ผลผลิตต่ำกว่าที่ควร และในบางกรณีไม่ได้รับผลผลิตเลย

จากการสังเกตพบว่า ถั่วลิสงที่แสดงอาการขาดเหล็ก เมื่อได้รับการพ่นปุ๋ยเหล็กทางใบพืชจะฟื้นตัวเขียวเป็นปกติ รวมทั้งมีปมมากขึ้นด้วย แต่ไม่สามารถอธิบายได้ว่าปมที่เกิดขึ้นนั้นมีผลเนื่องจากเหล็กเคลื่อนย้ายไปสู่รากและใช้เพื่อการเจริญเติบโตของปม หรือเป็นผลทางอ้อมจากการที่พืชได้รับเหล็กและฟื้นตัว เจริญเติบโตก่อนและทำให้เกิดพัฒนาตามไปด้วย เพื่อค้นหาคำตอบนี้จึงวางแผนการทดลองโดยมีเป้าหมายที่จะตรวจดูว่าขั้นตอนใดของกระบวนการตรึงไนโตรเจนที่เหล็กเข้ามามีบทบาทสำคัญที่สุด นอกจากนี้ยังทำการศึกษบทบาทของเหล็กต่อการเจริญเติบโตของเชื้อไรโซเบียม (*Bradyrhizobia*) การเกิดปม (nodule initiation) และการพัฒนาการติดปมตลอดจนหน้าที่ของปม (nodule development and function)

ลักษณะดินเหนียวสีดำ

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

เก็บตัวอย่างดินเหนียวสีดำ ความลึก 0-20 ซม. จากแปลงที่ใช้ปลูกถั่วลิสง และพืชแสดงอาการขาดเหล็กอย่างรุนแรง ดินจากบริเวณดังกล่าวมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้ 1) ปฏิกิริยาดิน (ในน้ำ) 7.9 2) ปริมาณดินเหนียว 47% 3) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ 2.9% 4) แคลเซียมในรูปแลกเปลี่ยนได้ $150 \text{ meq.} 100 \text{ g}^{-1}$ 5) เหล็กในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช 2.4 ug.g^{-1}

วิธีการปลูกถั่วลิสง

ใช้ถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 และโรบัท หมายเลขสายพันธุ์ 33-1 เป็นพืชทดสอบโดยปลูก 10 เมล็ด ต่อกระถาง ซึ่งบรรจุดิน 3 กก. เมล็ดเมื่อปลูกได้ให้เชื้อไรโซเบียมเหลว 1 มล. ซึ่งเป็นเชื้อผสมประกอบไรโซเบียม 3 สายพันธุ์ (NC 92, TAL 1000 และ THA 205) กระถางทั้งหมดเก็บรักษาไว้ในเรือนทดลองกระจก และรักษาระดับความชื้นไว้ที่ระดับ 85% โดยใช้น้ำกลั่น เมื่อเมล็ดงอกจึงถอนแยกให้เหลือ 8 ต้นต่อกระถาง กระถางทั้งหมดแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งพ่นปุ๋ยเหล็ก

(เฟอร์รัสซัลเฟต- FeSO_4) ความเข้มข้น 0.5% (น้ำหนัก/ปริมาตร) ผสมกับสารเคลือบผิวใบ (Tween 80) ความเข้มข้น 0.75% เมื่อพืชมีอายุได้ 10 วัน อีกกลุ่มหนึ่งพ่นเพียงสารเคลือบใบ

การเก็บข้อมูลการทดลอง

เมื่อพืชมีอายุ 6 วัน หลังจากงอกจึงเริ่มเก็บเกี่ยวทุกวันอย่างต่อเนื่องไปจนครบ 19 วัน ในแต่ละครั้งของการเก็บเกี่ยวพืช 4 ต้นจาก 1 กระถางจะนำไปวัดหาปริมาณการตรึงไนโตรเจนโดยวิธีอะซิไธทีลีนรีดักชัน (acetylene reduction) เสร็จแล้วพืช 4 ต้นดังกล่าวจะแยกส่วนเป็นต้น รากและปม นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นจึงวิเคราะห์หาปริมาณเหล็กในแต่ละส่วนของพืชต่อไป (Allen, 1969) ส่วนอีก 4 ต้นที่เหลือจะแยกเป็นต้นกับรากที่มีปมติดอยู่ นำส่วนของรากมาล้างทำความสะอาด และแช่ในสารเคมีผสมของเอ็ทธานอล และกรดน้ำส้ม สัดส่วน 1 ต่อ 3 เพื่อเก็บรักษาไว้ใช้ตรวจนับการเกิดปม ส่วนปริมาณเชื้อไรโซเบียมในดินรอบ ๆ บริเวณรากพืชได้ทำการตรวจนับ 2 ครั้ง คือ เมื่อพืชอายุ 10 และ 16 วันตามลำดับ

ส่วนเทคนิคที่ใช้ในการย้อมปมเพื่อตรวจสอบการเกิดปมนั้นใช้วิธีการย้อมเช่นเดียวกันกับของเอ็นโดไมโคไรซาในถั่วลิสง รายละเอียดและวิธีการย้อมรวมทั้งเทคนิคต่าง ๆ ใช้วิธีของ Kormanik and McGraw, (1982).

ได้ดำเนินการทดลองในเรือนกระจก หอปฏิบัติการวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช หอปฏิบัติการวิเคราะห์จุลินทรีย์ดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร และ Murdoch University ประเทศออสเตรเลียรวมระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 1 ปี

ผลการทดลองและวิจารณ์

การเจริญเติบโตของพืช

ถั่วลิสงทั้ง 2 สายพันธุ์เริ่มแสดงอาการขาดเหล็กคือ ใบอ่อนเหลืองซีดหลังจากงอกแล้ว 7 วัน ลักษณะดังกล่าวปรากฏอยู่ตลอดการทดลองในต้นที่ไม่ได้รับการพ่นปุ๋ยเหล็ก อย่างไรก็ตามอาการขาดเหล็กของพืชที่ปลูกในกระถางมีความรุนแรงน้อยกว่าเมื่อพบในสภาพไร่มากเมื่อพืชที่เหลืองซีดได้รับการพ่นปุ๋ยเหล็กทางใบอาการดังกล่าวจะค่อย ๆ หายไปโดยพืชจะเริ่มฟื้นตัวหลังจากพ่นไป 3 วัน และพืชจะกลับสู่สภาพเขียวเป็นปกติภายใน 14 วัน ผลการตอบสนองของพืช

ต่อการให้ปุ๋ยเหล็กทางใบเกิดขึ้นอย่างเด่นชัดและมีนัยสำคัญใน
ขณะที่พืชมีอายุ 19 วัน (ตารางที่ 1) หรือพบภายใน 9 วัน
หลังจากการพ่นปุ๋ยเหล็ก (ภาพที่ 1) ในวันที่เก็บเกี่ยวพืชที่

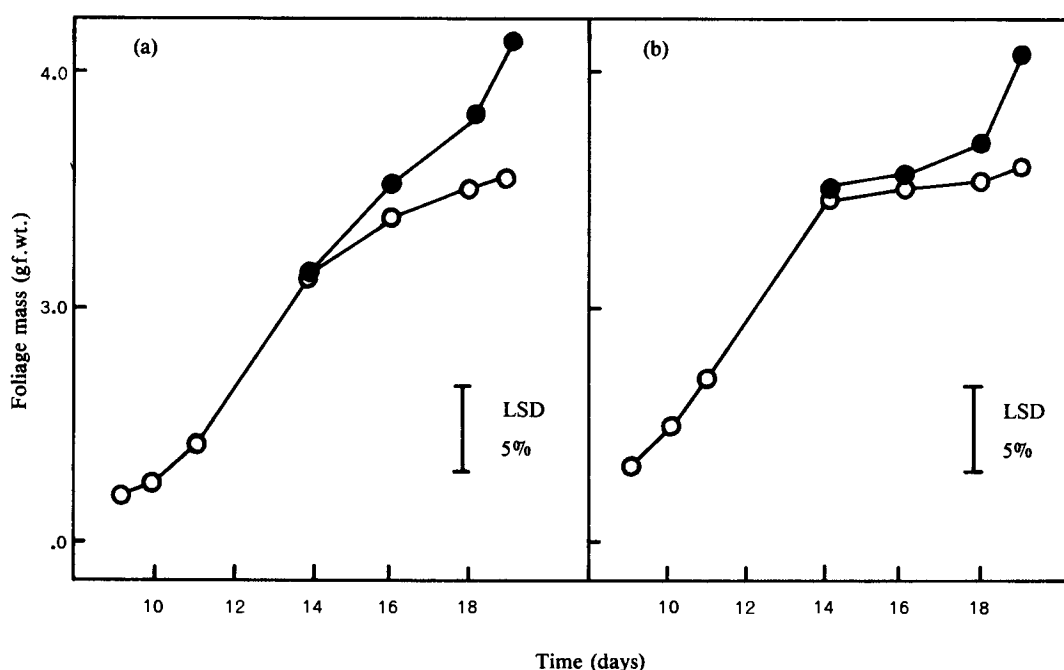
แสดงอาการขาดเหล็กมีน้ำหนักต้นและใบคิดเป็น 85% ของพืช
ที่ได้รับเหล็ก

ตารางที่ 1 อิทธิพลของเหล็กต่อจำนวนปมของถั่วลิสงเมื่อปลูกในดินเหนียวสีดำ

สายพันธุ์	ปุ๋ยเหล็ก	จำนวนวันหลังการงอก								
		6	8	10	11	12	14	16	18	19
จำนวนปม										
ไทนาน 9	-	3	5	18	28	36	50	55	60	68
	+					33	44	52	58	64
โรบัท 33-1	-	3	15	18	27	32	36	41	45	54
	+					32	34	44	46	50

+ ให้ปุ๋ยเหล็ก

- ไม่ให้ปุ๋ยเหล็ก



ภาพที่ 1 อิทธิพลของเหล็กที่มีต่อการเจริญเติบโตของถั่วลิสงทั้ง 2 สายพันธุ์ เมื่อปลูกในดินเหนียวสีดำ
(a), ไทนาน 9; (b), โรบัท 33-1; ○, ไม่ให้เหล็ก; ●, ให้เหล็ก

ปริมาณเชื้อไรโซเบียมในดิน

เป็นที่น่าสังเกตว่า ในขณะที่พืชแสดงอาการขาดเหล็ก
ปริมาณเชื้อไรโซเบียมบริเวณรอบ ๆ รากพืชนั้นไม่ได้ลดต่ำลง
แต่อย่างใด หรืออีกนัยหนึ่งอาจจะกล่าวได้ว่าการพ่นปุ๋ยเหล็กทาง

ใบไม่มีผลกระทบต่อปริมาณเชื้อไรโซเบียมในดินเลย ยกตัวอย่าง
เช่น ก่อนการพ่นปุ๋ยเหล็กเชื้อไรโซเบียมในดินรอบ ๆ รากถั่ว
สายพันธุ์ไทนาน 9 มีประมาณ 3×10^5 เซลล์ต่อราก 1 กรัม
หลังจากพ่นปุ๋ยเหล็กแล้ว 8 วัน ปริมาณเชื้อที่ตรวจนับได้คือ

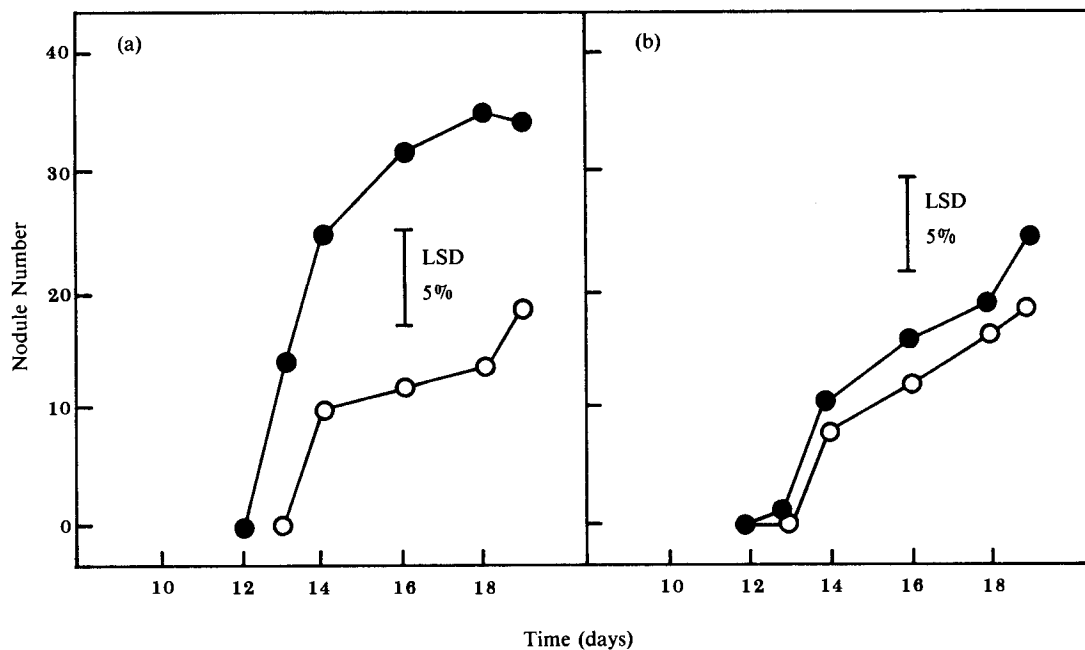
7×10^5 เซลล์ต่อราก 1 กรัม ในกรณีสายพันธุ์โรบัท 33-1 ปริมาณเชื้อก่อนพ่นมีประมาณ 1×10^6 เซลล์ต่อราก 1 กรัม หลังจากพ่นแล้ว 8 วัน ปริมาณเชื้อที่พบไม่เพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด (2×10^6 เซลล์ต่อราก 1 กรัม)

หลักกับการเกิดปม

การขาดเหล็กไม่มีผลต่อการเกิดปมที่รากของพืชในระยะกล้า ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 ทั้งนี้เนื่องจากไรโซเบียมสามารถเข้าสู่รากพืชโดยไม่มีขีดจำกัดถึงแม้ในขณะนั้นจะมีเหล็กเพียงเล็กน้อยไม่พอต่อการเจริญเติบโตของพืชที่มันจะเข้าอาศัยอยู่ก็ตาม การพ่นปุ๋ยเหล็กทางใบไม่มีส่วนช่วยให้เพิ่มการเกิดปมและการเกิดปมของถั่วลิสงทั้ง 2 สายพันธุ์ไม่ได้มีความแตกต่างกัน

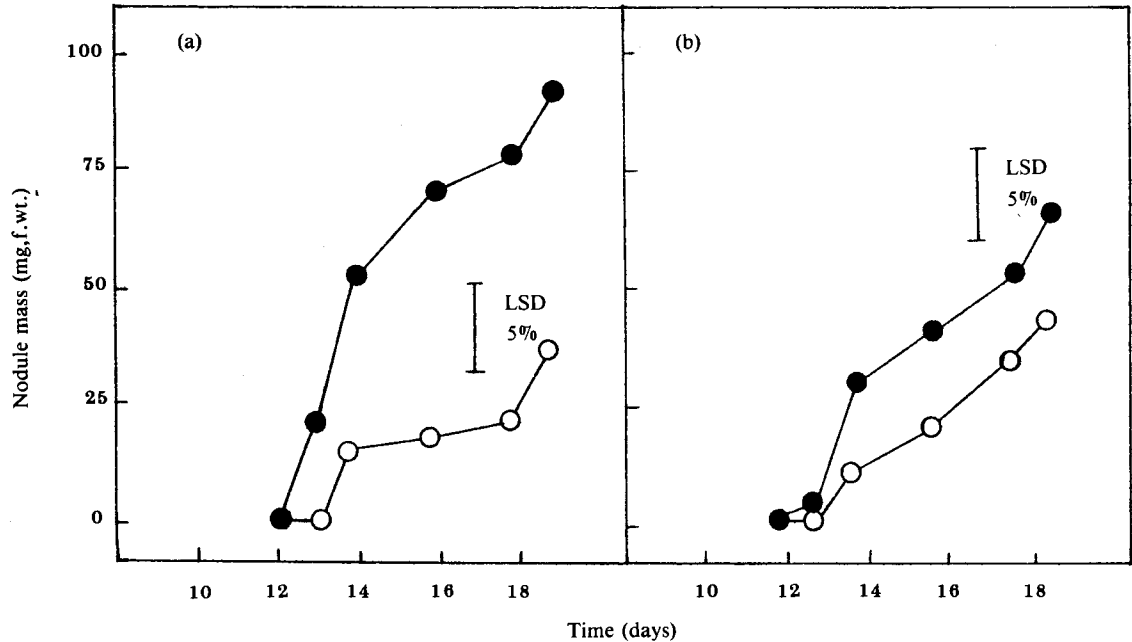
การเจริญเติบโตของปม

ภายในระยะเวลาเพียง 3 วัน หลังจากพืชได้รับปุ๋ยเหล็ก ปมที่เกิดขึ้นจะมีอัตราการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วสูงกว่าในพืชที่ไม่ได้รับปุ๋ยเหล็ก (ภาพที่ 2) ภายใน 3 วัน น้ำหนักปมของรากพืชที่มีเหล็กอย่างเพียงพอจะเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และมีแนวโน้มจะเจริญเติบโตขึ้น (ภาพที่ 3) ในการเก็บเกี่ยวครั้งสุดท้ายเมื่อพืชมีอายุครบ 19 วัน กลุ่มพืชของสายพันธุ์ไททาน 9 ที่ไม่ได้ให้ปุ๋ยเหล็กผลิตปมเพียง 50% ของกลุ่มพืชที่ได้รับปุ๋ยเหล็กและมีผลทำให้น้ำหนักปมลดลง 60% ส่วนสายพันธุ์โรบัท 33-1 มีการตอบสนองต่อเหล็กน้อยกว่า จำนวนปมที่ผลิตในกลุ่มที่ไม่ได้รับปุ๋ยเหล็กจึงลดลงเพียง 25% และน้ำหนักปมลดลง 40% เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับปุ๋ยเหล็ก



ภาพที่ 2 อิทธิพลของเหล็กที่มีต่อการเกิดของถั่วลิสงทั้ง 2 สายพันธุ์ เมื่อปลูกในดินเหนียวสีดำ

(a), ไททาน 9; (b), โรบัท 33-1; 0, ไม่ให้เหล็ก; ●, ให้เหล็ก



ภาพที่ 3 อิทธิพลของเหล็กที่มีต่อการเกิดปมของถั่วลิสงทั้ง 2 สายพันธุ์ เมื่อปลูกในดินเหนียวสีดำ

(a), ไทนาน 9; (b), โรบัท 33-1; 0, ไม่ให้เหล็ก; 1, ให้เหล็ก

ปริมาณเชื้อไรโซเบียมในปม

ปริมาณเชื้อไรโซเบียมในปมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังจากที่

พืชได้รับปุ๋ยเหล็ก 5 วัน ปริมาณเชื้อเพิ่มขึ้นคิดเป็น 215 เท่า มากกว่าในปมของต้นที่ไม่ได้รับปุ๋ยเหล็ก (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 อิทธิพลของเหล็กต่อน้ำหนักปม ความเข้มข้นของเหล็กฮิโมโกลบิน จำนวนเชื้อไรโซเบียมในปมและประสิทธิภาพของการตรึงไนโตรเจนของถั่วลิสงที่ปลูกในดินเหนียวสีดำเมื่อพืชอายุได้ 15 วัน

ปุ๋ยเหล็ก	น้ำหนักปม (มิลลิกรัม/ต้น)	ความเข้มข้นของ เหล็กฮิโมโกลบิน (นาโนโมล/น.น.สดปม 1 กรัม)	ปริมาณเชื้อ ไรโซเบียมในปม (10^6 /ต้น)	Acetylene reduction activity (พิโกโมล/นาที/ต้น)
-	15	6	2	3
+	60	86	430	35

+ ให้ปุ๋ยเหล็ก
- ไม่ให้ปุ๋ยเหล็ก

ปริมาณเหล็กฮิโมโกลบิน

การผลิตสารฮิโมโกลบินในปมของพืชที่ขาดเหล็กจะล่าช้า ดังนั้นเมื่อวัดจึงมีปริมาณต่ำ ตัวอย่างเช่น ในสายพันธุ์ไทนาน 9 5 วันหลังจากที่พ่นปุ๋ยเหล็ก จะมีปริมาณสูงถึง 86 ± 10 nmol ต่อน้ำหนักปม 1 กรัม ในขณะที่ปมซึ่งพืชไม่ได้รับปุ๋ยเหล็ก จะมีเพียง 6 ± 3 nmol ต่อน้ำหนักปม 1 กรัม จะเห็นได้ว่ามีความแตกต่างกันถึง 14 เท่า

สมรรถนะของเชื้อที่ขึ้น รีดักชัน

กิจกรรมในการตรึงไนโตรเจนเกิดการล่าช้าออกไปในพืชขาดเหล็ก พบว่าปมของสายพันธุ์ไทนาน 9 เริ่มมีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนหลังจากให้ปุ๋ยเหล็กไปแล้ว 3 วัน แต่ในพืชที่ขาดเหล็กจะเริ่มกิจกรรมดังกล่าวช้ากว่าอีก 3 วัน นอกจากนี้ อัตราการทำงานต่อต้านในการตรึงไนโตรเจนของพืชที่ได้รับปุ๋ยเหล็กจะสูงกว่ามากเช่นกัน (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 อิทธิพลของเหล็กต่อประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนของถั่วลิสงเมื่อปลูกในดินเหนียวสีดำ

สายพันธุ์พืช	เหล็ก	อายุพืชเริ่มนับจากวันที่ปลูก (วัน) จำนวนวันหลังการรอก				
		13	14	16	18	19
———— นาโนโมล/นาที/น้ำหนักสดปม 1 กรัม ————						
ไทนนาน 9	—	0	0	0.2	0.6	1.5
	+	0.1	0.2	1.3	5.8	5.1
โรบัท 33-1	—	0	0	0	0.75	1.4
	+	0	0	0.5	3.1	5.7

+ ให้น้ำเหล็ก
- ไม่ให้น้ำเหล็ก

ความเข้มข้นของเหล็ก

ภายหลังจากการให้น้ำเหล็กเพียง 2 วันปริมาณเหล็กในรากและปมของพืชเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัดเมื่อเปรียบเทียบกับพืช

ที่ไม่ได้รับเหล็ก หลังจากให้น้ำเหล็กปริมาณเหล็กในปมและรากจะเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นถึงการเคลื่อนย้ายของเหล็กจากใบมาสู่รากและปม

ตารางที่ 4 อิทธิพลของเหล็กต่อปริมาณเหล็กในรากและปมถั่วลิสงเมื่อปลูกในดินเหนียวสีดำ

สายพันธุ์พืช	เหล็ก	อายุพืชนับจากวันหลังงอก(วัน)			
		6		18	
		ราก	ปม	ราก	ปม
		มิลลิกรัม Fe/น้ำหนักแห้ง 1 กรัม			
ไทนนาน 9	-	1528	800	1600	1430
	+	1822	1470	2058	3830
โรบัท 33-1	-	1310	939	2303	2067
	+	1637	971	3488	3359

+ ให้น้ำเหล็ก
- ไม่ให้น้ำเหล็ก

อนึ่งการขาดเหล็กไม่ทำให้ปริมาณเชื้อไรโซเบียมในดินรอบ ๆ บริเวณรากพืชลดลง พฤติกรรมการเจริญเติบโตและความอยู่รอดของเชื้อไรโซเบียมภายใต้สภาพดังกล่าวนี้ อาจจะสันนิษฐานได้ว่า เชื้อไรโซเบียมที่มีชีวิตอย่างอิสระนี้มีขีดความสามารถในการใช้เหล็กจากในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ได้ดีโดยเชื้อไรโซเบียมอาจจะมีการพัฒนาระบบการดูดใช้เหล็กจากดินด้วยการสร้างสารพิเศษคือ สารดังกล่าวจะเชื่อมต่อกับโมเลกุลของเหล็ก และแปรสภาพเหล็กให้อยู่ในรูปสารละลาย

และไม่ตกตะกอนในสภาพดินที่มีปฏิกิริยาเป็นด่าง สารซิเดโอโอฟอสนี้ อาจจะถูกสร้างขึ้นมาในบริเวณรอบ ๆ รากพืชหรือในปมทำให้ทั้งเชื้อไรโซเบียมและพืชสามารถนำเหล็กมาใช้ให้เกิดประโยชน์เมื่อเกิดสภาวะการขาดเหล็ก ดังนั้นสายพันธุ์ไรโซเบียมที่เจริญเติบโตได้ดีในดินต่างน่าจะมีความสามารถพิเศษในการสังเคราะห์ซิเดโอโอฟอส จึงควรจะศึกษาต่อไปว่าเมื่อเชื้อเหล่านี้เข้าสู่ปมแล้วจะสามารถสังเคราะห์สารพิเศษได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่

สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลองแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของเหล็กกับการเจริญเติบโตของปมของถั่วลิสง หรืออาจกล่าวได้ว่าเหล็กมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการเจริญเติบโตของปม แต่การให้ปุ๋ยเหล็กไม่มีผลทำให้จำนวนปมเพิ่มขึ้น ถ้าหากขาดเหล็กในช่วงดังกล่าวปมจะไม่สามารถพัฒนาต่อไปจนกระทั่งทำหน้าที่ในการตรึงไนโตรเจนได้อย่างสมบูรณ์

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณ Dr. Graham O'Hara และ Professor Dr. Mike Dilworth แห่งมหาวิทยาลัย Murdoch ประเทศออสเตรเลีย ซึ่งได้ร่วมงานวิจัยอย่างใกล้ชิด พร้อมทั้งให้คำแนะนำในการเขียน และเทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิจัย โครงการนี้ได้รับความช่วยเหลือทางด้านเงินทุนจาก Australian Center for International Agricultural Research (8603)

เอกสารอ้างอิง

- Dilworth, M.J. and A.R. Glen. 1984. How does a legume nodule work? Trends in Biochemical Sciences. 9 : 519–522.
- Loneragan, J.F. and A.D. Robson. 1972. Mineral nutrients limiting nitrogen fixation in legumes. Page 277–293 in : The Mineral Nutrition of Legumes on Tropical and Subtropical Soils. C.S. Anden and E.J. Kampratheds. CSIRO, Melbourne.
- Romheld, v. and H. Marschner. 1986. Mobilization of iron in the rhizosphere of different plant species Page 155–204 in : Advances in Plant Nutrition. B. Tinker and A. Lauchies. Praeger, New York.
- Vose, P.B. 1982. Iron nutrition in plants : A world overview. Journal of Plant Nutrition 5 : 233–249.

Involvement of Iron in Nodulation and Symbiotic Nitrogen Fixation in Peanut

By

Preeda Parkpian, Nantakorn Boonkerd and Witaya Tananusunt

Soil Science Division, Department of Agriculture, Bangkok, Bangkok, Thailand 10900

ABSTRACT

Iron (Fe) deficiency limits crop production on black calcareous soils (Typic Calciustolls) of Thailand. Most of the black calcareous soils are considered quite fertile, however, the presence of CaCO_3 and alkaline pH may cause Fe deficiency in field crops. Severe Fe chlorosis on peanut failed to nodulate until given foliar Fe applications.

Glasshouse experiments were conducted on two cultivars (Tainan 9 and Robut 33 – 1) to identify which stage of the nodule symbiosis was most sensitive to Fe deficiency. The findings suggested that Fe deficiency specifically limited nodule development in peanut. However soil and rhizos here *Bradyrhizobium* populations were not limited in the calcereous soils producing Fe deficiency. In addition, root infection by bradyrhizobium was not restricted. Plants sprayed with Fe produced greater numbers of excisable nodules and carried a greater nodule mass than untreated plants. Five days after Fe application, nodules on sprayed plants of cv. Tainan 9 contained 200 – fold higher bacteriod numbers per unit weight and 14 fold higher concentration of leghaemoglobin. The activity of nitrogenase enzyme was also delayed by Fe deficiency in both cultivars.