

## คำนำ

ดินเขตร้อน โดยเฉพาะดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ซึ่งได้ผ่านกระบวนการชะล้างและการสลายตัวมาเป็นเวลานานทำให้ดินมีสภาพเป็นกรด ตลอดจนทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ขณะที่ดินมีสารพวกออกไซด์ของเหล็กและอลูมิเนียมสูง ซึ่งเป็นส่วนสำคัญต่อการดูดซับแร่ธาตุอาหารไม่ให้เป็นประโยชน์ต่อพืช เช่น โมลิบดีนัมจะถูกดูดซับแบบจำเพาะและบางส่วนยังจะถูกดูดซับโดยผิวของอนุภาคอีกด้วย ซึ่งจะทำให้การเจริญเติบโตของพืชลดลง โดยเฉพาะพืชตระกูลถั่ว เนื่องจากพืชตระกูลถั่วต้องการแร่ธาตุโมลิบดีนัมเป็นจำนวนมาก โมลิบดีนัมมีความสำคัญในกระบวนการตรึงไนโตรเจนจากอากาศโดยแบคทีเรีย *Rhizobium* ที่อาศัยอยู่ในปมที่รากถั่ว ถ้าในดินมีโมลิบดีนัมไม่เพียงพอพืชตระกูลถั่วก็จะเกิดการขาดแร่ธาตุไนโตรเจนได้ในที่สุด และผลผลิตก็จะลดลงด้วย การขาดโมลิบดีนัมของพืชจะทำให้การดูดใช้ในเตรทและการสร้างกลอโรฟิลล์ลดลง และมีผลต่อเอนไซม์บางชนิดในพืชด้วย ความเป็นประโยชน์ของโมลิบดีนัมในดินจะลดลงเมื่อดินเป็นกรดเพิ่มขึ้น

วัตถุประสงค์ของการทดลองเพื่อศึกษาผลของการใส่โมลิบดีนัมอัตราต่างๆในดินกรดระดับต่างๆต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองและถั่วลิสง

## อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการทดลองในดินชุดยโสธร (Oxic Paleustult) ในเรือนทดลอง ซังดินจำนวน 4 กก. ที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มม. ใส่ในถุงพลาสติกสีดำ ใช้แผนการทดลองแบบ Factorial Experiment in Randomized Complete Block Design จำนวน 3 ซ้ำ โดยมีปัจจัยในการศึกษา 2 ปัจจัย ได้แก่ (1) ใส่ปูน 4 อัตราคือ 0%, 25%, 50% และ 100% ของความต้องการปูนของดิน หรือเท่ากับ 0, 0.58, 1.16 และ 2.32 กรัม  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ /กระถาง และ (2) ใส่โมลิบดีนัม 4 อัตราคือ 0, 50, 100 และ 200 กรัม Mo/ไร่ ในรูป  $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  หรือเท่ากับ 0, 1.58, 3.15 และ 6.30 มก.  $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ /กระถาง) มีการใส่ปุ๋ยเคมีรองพื้นสูตร 15-15-15 อัตรา 30 กก./ไร่ และรักษาระดับความชื้นให้ใกล้เคียงที่ field capacity โดยการชั่งในระหว่างการทดลอง คลุกเชื้อไรโซเบียมร่วมกับเมล็ดพืชที่ปลูกเมื่อต้นพืชเจริญเติบโตมีอายุได้ 40 วันก็ทำการเก็บเกี่ยวพืชเพื่อชั่งน้ำหนักแห้งของต้นพืชและรากพืช การเกิดปม และปริมาณความเข้มข้นของโมลิบดีนัมในต้นพืช นอกจากนี้ยังมีการวิเคราะห์โมลิบดีนัมในดินหลังจากที่ได้เก็บเกี่ยวถั่วเหลืองแล้ว

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### การเจริญเติบโตของพืช

การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองทั้งส่วนต้นและส่วนรากไม่แตกต่างกันในทางสถิติเมื่อมีการเพิ่มโมลิบดีนัมในดิน แต่การเพิ่มปริมาณปุ๋ยในดินมีผลทำให้ถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตทั้งส่วนต้นและส่วนรากเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อได้มีการใส่ปุ๋ยจำนวน 25 เปอร์เซ็นต์ของความต้องการปุ๋ยของดิน แต่การใส่ปุ๋ยอัตราที่สูงกว่านี้มีแนวโน้มทำให้ถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตของส่วนต้นและส่วนรากลดลง (ตารางที่ 1 และ 2)

การเจริญเติบโตของถั่วลิสงทั้งส่วนต้นและรากเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อมีการใส่โมลิบดีนัมอัตรา 100 มิลลิกรัมโซเดียมโมลิบเดต/กระถาง แต่การใส่โมลิบดีนัมอัตรานี้จะทำให้การเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันเมื่อใส่โมลิบดีนัมอัตรา 200 กรัมโซเดียมโมลิบเดต/กระถาง การเพิ่มปริมาณปุ๋ยในดินมีผลทำให้การเจริญเติบโตทั้งส่วนต้นและส่วนรากเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อใส่ปุ๋ยอัตรา 25 เปอร์เซ็นต์ของความต้องการปุ๋ยของดิน สำหรับการเพิ่มปริมาณปุ๋ยในดินที่สูงกว่านี้จะทำให้การเจริญเติบโตของถั่วลิสงไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ (ตารางที่ 3 และ 4)

การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองและถั่วลิสงมีการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยมากกว่าการใส่โมลิบดีนัม ทั้งนี้ก็เพราะว่าดินที่ใช้ปลูกเป็นดินกรดเมื่อได้มีการใส่ปุ๋ยให้กับดินนี้แล้วนอกจากปุ๋ยจะไปเพิ่มความเป็นประโยชน์ของโมลิบดีนัมในดินแล้วยังช่วยเพิ่มแคลเซียมที่ขาดให้กับดินนี้ด้วย แต่การใส่ปุ๋ยที่มากเกินไปก็จะทำให้การเจริญเติบโตของพืชลดลงได้ เนื่องจากพืชจะเกิดการขาดแร่ธาตุอาหารอื่นๆ เช่น เหล็กและแมงกานีสขึ้นได้ (Hassett and Banwart, 1992)

### การเกิดปมที่รากของพืช

การเกิดปมที่รากของพืชตระกูลถั่วมีน้อยมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอุณหภูมิในเรือนทดลองระหว่างทำการทดลองมีค่าสูงเกินไป (Anderson and Domsch, 1986)

### ความเข้มข้นของโมลิบดีนัมในใบและก้านใบพืช

การตอบสนองของถั่วเหลืองและถั่วลิสงต่อการใส่ปุ๋ยโมลิบดีนัมทำให้ความเข้มข้นของโมลิบดีนัมในใบและก้านใบมีเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 5 และ 6) แสดงถึงการมีปริมาณโมลิบดีนัมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินที่ใช้ปลูกพืชที่ไม่เพียงพอ นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยมีผลทำให้ความเข้มข้นของโมลิบดีนัมในใบและก้านใบของพืชทั้งสองชนิดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงถึงความเป็นประโยชน์ของโมลิบดีนัมในดินกรดมีเพิ่มขึ้นเมื่อได้ใส่ปุ๋ย ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับผลการทดลองของ Welch and Anderson (1962) ที่ได้รายงานไว้ว่าเมื่อใส่

ปุ๋ยโมลิบดีนัมเพิ่มขึ้นทำให้ความเข้มข้นของโมลิบดีนัมในใบเพิ่มขึ้น และความเป็นประโยชน์ของโมลิบดีนัมในดินเพิ่มขึ้นเมื่อใส่ปุ๋ย Sellschop (1967) ยังได้กล่าวไว้ว่าการขาดโมลิบดีนัมของพืช นั้นวิธีแก้ไขที่ดีที่สุดคือการใส่ปุ๋ยในดิน Burmester และคณะ (1988) ก็ได้รายงานไว้ว่าปุ๋ยนอกจากจะช่วยลดการขาดโมลิบดีนัมในดินแล้วยังช่วยลดการเป็นพิษของอลูมิเนียมในดินด้วย

**ความเข้มข้นของโมลิบดีนัมในดิน**

การใส่ปุ๋ยโมลิบดีนัมทำให้ความเข้มข้นของโมลิบดีนัมในดินที่ปลูกถั่วเหลืองมีเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 7) การใส่ปุ๋ยในดินทำให้ความเข้มข้นของโมลิบดีนัมมีเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าปุ๋ยที่ใส่ในดินช่วยลดความเป็นกรดของดินแล้วทำให้ความเข้มข้นของโมลิบดีนัมในดินมีเพิ่มขึ้น (Troet and Thompson, 1993)

#### เอกสารอ้างอิง

- Anderson, T.H, and K.H. Domsch. 1986. Perspective in Microbial Ecology. Ed. by F. Megusar and M. Gantar. Slovene Society for Microbiology, Ljubljana.
- Burmester, C.H., J.F. Adams, and J.W. Odom. 1988. Response of soybean to lime and molybdenum on Ultisols in Northern Alabama. Soil Sci. Soc. Am. J. 52:1391-1394.
- Hassett, J.J., and W.L. Banwart. 1992. Soils and Their Environment. Prentice-hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ.
- Sellschop, J.P.F. 1967. Groundnuts-all aspects of cultivation. Farming in South Africa. pp. 3-19.
- Troeh, F.R., and L.M. Thompson. 1993. Soils and Soil Fertility. Oxford University Press, Inc., Madison Avenue, NY.
- Welch, L.F., and O.E. Anderson. 1962. Molybdenum content of peanut leaves and kernels as affected by soil pH and added molybdenum. Agron J. 54:215-217.

ปุ๋ยโมลลิบดีนัมเพิ่มขึ้นทำให้ความเข้มข้นของโมลลิบดีนัมในใบเพิ่มขึ้น และความเป็นประโยชน์ของโมลลิบดีนัมในดินเพิ่มขึ้นเมื่อใส่ปุ๋ย Sellschop (1967) ยังได้กล่าวไว้ว่าการขาดโมลลิบดีนัมของพืช นั้นวิธีแก้ไขที่ดีที่สุดคือการใส่ปุ๋ยในดิน Burmester และคณะ (1988) ก็ได้รายงานไว้ว่าปุ๋ยนอกจากจะช่วยลดการขาดโมลลิบดีนัมในดินแล้วยังช่วยลดการเป็นพิษของอลูมิเนียมในดินด้วย

#### ความเข้มข้นของโมลลิบดีนัมในดิน

การใส่ปุ๋ยโมลลิบดีนัมทำให้ความเข้มข้นของโมลลิบดีนัมในดินที่ปลูกถั่วเหลืองมีเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 7) การใส่ปุ๋ยในดินทำให้ความเข้มข้นของโมลลิบดีนัมมีเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าปุ๋ยที่ใส่ในดินช่วยลดความเป็นกรดของดินแล้วทำให้ความเป็นประโยชน์ของโมลลิบดีนัมในดินมีเพิ่มขึ้น (Troet and Thompson, 1993)

#### เอกสารอ้างอิง

- Anderson, T.H, and K.H. Domsch. 1986. Perspective in Microbial Ecology. Ed. by F. Megusar and M. Gantar. Slovene Society for Microbiology, Ljubljana.
- Burmester, C.H., J.F. Adams, and J.W. Odom. 1988. Response of soybean to lime and molybdenum on Ultisols in Northern Alabama. Soil Sci. Soc. Am. J. 52:1391-1394.
- Hassett, J.J., and W.L. Banwart. 1992. Soils and Their Environment. Prentice-hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ.
- Sellschop, J.P.F. 1967. Groundnuts-all aspects of cultivation. Farming in South Africa. pp. 3-19.
- Troeh, F.R., and L.M. Thompson. 1993. Soils and Soil Fertility. Oxford University Press, Inc., Madison Avenue, NY.
- Welch, L.F., and O.E. Anderson. 1962. Molybdenum content of peanut leaves and kernels as affected by soil pH and added molybdenum. Agron J. 54:215-217.

ตารางที่ 1. อิทธิพลของการใส่โมลิบดีนัมและปุ๋ยมอนาซไนท์แห้งของต้นถั่วเหลือง (กรัม/กระถาง)

โมลิบดีนัม (มก. $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ /กระถาง)	ปุ๋ย (เปอร์เซ็นต์ของความต้องการปุ๋ยของดิน)				
	0	25	50	100	เฉลี่ย *
0	5.46	7.05	7.38	6.48	6.59 a
50	5.84	8.29	5.96	4.81	6.22 a
100	5.64	7.48	5.26	5.66	6.01 a
200	6.41	8.25	6.17	5.55	6.59 a
เฉลี่ย *	5.84 B	7.77 A	6.19 B	5.62 B	

\* ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่พิมพ์ด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กและค่าเฉลี่ยในแถวที่พิมพ์ด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดย DMRT

ตารางที่ 2. อิทธิพลของการใส่โมลิบดีนัมและปุ๋ยมอนาซไนท์แห้งของรากถั่วเหลือง (กรัม/กระถาง)

โมลิบดีนัม (มก. $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ /กระถาง)	ปุ๋ย (เปอร์เซ็นต์ของความต้องการปุ๋ยของดิน)				
	0	25	50	100	เฉลี่ย *
0	1.53	1.93	2.16	1.69	1.83 a
50	1.23	2.26	1.98	1.29	1.69 a
100	1.57	2.29	1.62	1.60	1.77 a
200	1.63	1.99	2.12	1.52	1.81 a
เฉลี่ย *	1.49 B	2.12 A	1.97 A	1.52 B	

\* ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่พิมพ์ด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กและค่าเฉลี่ยในแถวที่พิมพ์ด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดย DMRT

๗๖  
5  
๖๖7  
๐.๖5  
๙๘๙๔



ตารางที่ 3. อิทธิพลของการใส่โมลิบดีนัมและปุ๋ยมอน้ำหนักแห้งของต้นถั่วลิสง (กรัม/กระถาง)

โมลิบดีนัม (มก. $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ /กระถาง)	ปุ๋น (เปอร์เซ็นต์ของความต้องการปุ๋นของดิน)				เฉลี่ย *
	0	25	50	100	
0	2.28	3.64	6.66	7.86	5.11 b
50	3.06	5.43	6.64	6.54	5.42 b
100	5.58	7.26	7.43	6.36	6.66 a
200	6.05	6.40	5.71	5.93	6.02 ab
เฉลี่ย *	4.24 B	5.68 A	6.61 A	6.67 A	

\* ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่พิมพ์ด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กและค่าเฉลี่ยในแถวที่พิมพ์ด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดย DMRT

ตารางที่ 4. อิทธิพลของการใส่โมลิบดีนัมและปุ๋ยมอน้ำหนักแห้งของรากถั่วลิสง (กรัม/กระถาง)

โมลิบดีนัม (มก. $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ /กระถาง)	ปุ๋น (เปอร์เซ็นต์ของความต้องการปุ๋นของดิน)				เฉลี่ย *
	0	25	50	100	
0	0.22	0.34	0.32	0.71	0.40 c
50	0.28	0.60	0.60	0.51	0.50 bc
100	0.47	0.69	0.66	0.64	0.61 a
200	0.42	0.51	0.65	0.62	0.55 ab
เฉลี่ย *	0.35 B	0.53 A	0.56 A	0.62 A	

\* ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่พิมพ์ด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กและค่าเฉลี่ยในแถวที่พิมพ์ด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดย DMRT

ตารางที่ 5. อิทธิพลของการใส่โมลิบดีนัมและปุ๋ยต่อโมลิบดีนัมในใบและก้านใบถั่วเหลือง (ppm)

โมลิบดีนัม (มก. $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ /กระถาง)	ปุ๋ย (เปอร์เซ็นต์ของความต้องการปุ๋ยของดิน)				เฉลี่ย *
	0	25	50	100	
0	0.10	0.17	0.21	0.24	0.18 b
50	0.12	0.19	0.23	0.27	0.20 ab
100	0.13	0.21	0.23	0.28	0.21 ab
200	0.14	0.20	0.24	0.32	0.23 a
เฉลี่ย *	0.12 D	0.19 C	0.23 B	0.28 A	

\* ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่พิมพ์ด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กและค่าเฉลี่ยในแถวที่พิมพ์ด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดย DMRT

ตารางที่ 6. อิทธิพลของการใส่โมลิบดีนัมและปุ๋ยต่อโมลิบดีนัมในใบและก้านใบถั่วลิสง (ppm)

โมลิบดีนัม (มก. $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ /กระถาง)	ปุ๋ย (เปอร์เซ็นต์ของความต้องการปุ๋ยของดิน)				เฉลี่ย *
	0	25	50	100	
0	0.18	0.22	0.24	0.27	0.23 d
50	0.51	0.56	0.56	0.65	0.57 c
100	0.72	0.76	0.75	0.80	0.76 b
200	1.05	1.09	1.11	1.21	1.11 a
เฉลี่ย *	0.61 B	0.66 AB	0.67 AB	0.73 A	

\* ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่พิมพ์ด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กและค่าเฉลี่ยในแถวที่พิมพ์ด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดย DMRT

ตารางที่ 7. อิทธิพลของการใส่โมลิบดีนัมและปุ๋ยต่อ โมลิบดีนัมในดินหลังเก็บเกี่ยวข้าวเหลือง

(ppm)					
โมลิบดีนัม (มก. $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ /กระถาง)	ปุ๋ย (เปอร์เซ็นต์ของความต้องการปุ๋ยของดิน)				เฉลี่ย
	0	25	50	100	
0	0.20	0.33	0.43	0.53	0.37 d
50	1.53	2.00	2.33	3.03	2.22 c
100	3.47	4.10	4.23	4.87	4.17 b
200	5.70	6.73	8.83	10.43	7.92 a
เฉลี่ย	2.72 C	3.29 C	3.96 B	4.72 A	

\* ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์ที่พิมพ์ด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กและค่าเฉลี่ยในแถวที่พิมพ์ด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดย DMRT