

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การศึกษาได้กระทำที่คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ระหว่าง เดือนสิงหาคม ถึง ธันวาคม 2533 โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน การทดลองที่ 1 เป็นการทดลองปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ ส.จ.5 ในสารละลายอาหารธาตุ (Nutrient solution) การทดลองที่ 2 เป็นการทดลองปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ ส.จ.5 ในดิน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การทดลองในสารละลายอาหารธาตุ (Nutrient solution)

การทดลองในส่วนแรกนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อที่จะศึกษาปริมาณของอะลูมิเนียมในสารละลาย ต่อลักษณะอาการความเป็นพิษของอะลูมิเนียมในถั่วเหลืองพันธุ์ ส.จ.5 โดยทำการเพาะเมล็ดถั่วเหลืองในทรายที่ผ่านการล้างน้ำจนสะอาด เมื่อเมล็ดถั่วงอกรากออกมายาวประมาณ 4 - 5 เซนติเมตร (ประมาณ 4 วัน) จึงย้ายต้นถั่วลงปลูกในสารละลายอาหารธาตุ Modified Hoagland No.2 (Wivutvongvana, 1979) ความเข้มข้นของธาตุอาหารได้แสดงในตารางที่ 1 การทดลองนี้ประกอบด้วย ความเข้มข้นของอะลูมิเนียม 6 ระดับ คือ 0, 10, 15, 20, 25 และ 30 ppm ทำการทดลอง 4 ซ้ำ โดยบรรจุน้ำยาในถังพลาสติกขนาด 7 ลิตร ขณะทำการทดลองได้ให้อากาศในสารละลายตลอดเวลา โดยการใช้ปั๊มลมพ่นอากาศลงในสารละลาย ตลอดระยะเวลาของการทดลองได้สังเกตการเจริญ และการผิดปกติที่แสดงออกถึงความ เป็นพิษของอะลูมิเนียมที่ระดับอะลูมิเนียมต่าง ๆ ทั้งในส่วนต้น และส่วนราก เมื่อถั่วเหลืองมีอายุได้ 30 วัน วัดความยาวของราก ความสูงของส่วนต้น นับจำนวนใบแท้ จำนวนกิ่ง แล้วแยกส่วนต้นและส่วนราก ไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เพื่อชั่งน้ำหนักแห้งของทั้งสองส่วน นำเอาส่วนใบไปวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหาร (N , P , K , Ca , Mg , Mn , Fe และ Al) โดยอาศัยการวิเคราะห์ตามหลักการของ Greweling (1976)

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารในสารละลาย

สารประกอบ	ความเข้มข้นใน สารละลาย	ธาตุอาหาร	ความเข้มข้นใน สารละลาย (ppm)
ธาตุอาหารหลัก	(mM)		
$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	0.5	N	105.0
KNO_3	3	P	15.5
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	2	K	117.5
MgSO_4	1	Ca	80.0
		Mg	12.0
ธาตุอาหารรอง	(mg/L)	S	16.0
H_3BO_3	1.43	B	0.25
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.11	Zn	0.025
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.04	Cu	0.010
$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.02	Mo	0.005
Fe-EDTA	0.19	Fe	1.25
$\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0.032	Mn	0.10

* Al (ใช้ในรูปของ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$) เปลี่ยนแปลงไปตามความเข้มข้นที่ใช้

2. การทดลองในกระถาง

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจากแปลงทดลองต่าง ๆ ในสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมการเกษตรแม่เหิยะ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มาวิเคราะห์ เพื่อหาตัวอย่างดินที่เป็นกรดนำมาใช้ในการทดลอง หลังจากได้ดินกรดที่ต้องการแล้วจึงทำการขุดเอาหน้าดินชั้นไทรพรวน (ระดับลึก 0 - 15 เซนติเมตร) ในปริมาณที่ต้องการจากนั้นจัดการสุ่มตัวอย่างดินส่วนหนึ่งมาวิเคราะห์หาข้อมูลพื้นฐาน (ดังแสดงในตารางที่ 2) ตามวิธีการวิเคราะห์ของ Black (1965) ดังนี้

1. ความเป็นกรด-เบส (pH) ด้วย glass electrode โดยใช้อัตราส่วน ดิน : น้ำ = 1 : 1
2. ปริมาณอินทรีย์วัตถุตามวิธีของ Walkley - Black
3. Total N ด้วยวิธี Micro-Kjeldahl
4. ความจุของประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ (Cation exchange capacity , CEC) สกัดโดยใช้สารละลาย 1 นอร์มอล แอมโมเนียมอะซิเตท pH 7.0
5. ปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม และพोटัสเซียม ที่แลกเปลี่ยนได้ด้วย 1 นอร์มอล แอมโมเนียมอะซิเตท pH 7.0
6. ปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้ด้วยน้ำยาสกัด Bray II
7. ปริมาณเหล็กที่แลกเปลี่ยนได้ด้วยน้ำยาสกัดแอมโมเนียมอะซิเตท pH 4.8
8. ปริมาณแมงกานีสที่แลกเปลี่ยนได้ ด้วยสารละลาย 1 นอร์มอล แอมโมเนียมอะซิเตท pH 7.0
9. ปริมาณอะลูมิเนียมที่สกัดได้ด้วยสารละลาย 1 นอร์มอล ของพोटัสเซียม คลอไรด์

ตัวอย่างดินที่ได้ นำมาทดลองปลูกถั่วเหลืองในกระถาง โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลพื้นฐานของดินที่ใช้ในการทดลองจากสถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรม
การเกษตรแม่เหิยะ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Great soil group : Red Yellow Podzolic soil

ข้อมูลพื้นฐาน	ค่าที่ได้	หน่วย
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	5.3	
ความจุของประจุบวกที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ (CEC)	6.45	meq/ดิน 100 กรัม
ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (organic matter)	0.82	%
Texture	Loam	
อนุภาค sand	49.68	%
อนุภาค silt	30.72	%
อนุภาค clay	19.60	%
ปริมาณธาตุอาหาร		
N (total)	0.048	%
P	4.5	ppm
K	43.0	ppm
Ca	685.4	ppm
Mg	89.4	ppm
Fe	22.0	ppm
Mn	42.0	ppm
Al	2.5	ppm

2.1 การทดลองปลูกข้าวเหลืองในดินที่มีระดับความเป็นกรดต่าง ๆ กัน

นำดินมาเติมด้วยสารละลายกรดซัลฟูริก และปูนขาวในปริมาณที่ต้องการ เพื่อให้ได้ดินที่มี pH 5 ระดับ คือ 4.1, 4.5, 5.1, 5.3 และ 6.1 โดยการหมักดินใหม่ ความชื้นประมาณระดับความชื้นสนาม เป็นเวลา 1 - 2 เดือน เพื่อให้ปฏิกิริยาดินเข้าสู่ภาวะสมดุลและคงที่ หลังจากหมักแล้ว นำดินมาใส่กระถางดินเผาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 เซนติเมตร กระถางละ 9 กิโลกรัม โดยใช้วิธีการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ทำการทดลอง 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 5 กระถาง pH ของดินทั้ง 5 ระดับที่เตรียมได้ ใช้สัญลักษณ์ดังนี้

Tr₁ = ดินที่หมักด้วยกรดซัลฟูริกจนมี pH ประมาณ 4.1

Tr₂ = ดินที่หมักด้วยกรดซัลฟูริกจนมี pH ประมาณ 4.5

Tr₃ = ดินที่หมักด้วยกรดซัลฟูริกจนมี pH ประมาณ 5.1

Tr₄ = ดินที่นำมาจากแปลงทดลองไม่มีการเติมกรดหรือปูน ซึ่งมี pH ประมาณ 5.3

Tr₅ = ดินที่เติมปูนขาวจนมีระดับ pH ประมาณ 6.1

2.2 การปลูกข้าวเหลืองในดินที่มีระดับของอะลูมิเนียมต่างกัน

นำดินจากแปลงทดลอง (pH 5.3) มาใส่กระถางดินเผา กระถางละ 9 กิโลกรัม แล้วเติมด้วยสารละลายอะลูมิเนียมซัลเฟต ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$) ในอัตรา 0, 3, 6 และ 9 meq-Al/ดิน 100 กรัม แล้วคลุกเคล้าให้เข้ากับดินจนทั่ว ก่อนที่จะนำไปปลูกข้าวเหลือง การทดลองส่วนนี้ใช้วิธีการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ประกอบด้วย 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 5 กระถาง โดยใช้สัญลักษณ์ดังนี้

Tr₆ = ดินที่นำมาจากแปลงทดลองโดยไม่ได้เติมอะลูมิเนียม (0 meq/ ดิน 100 กรัม)

Tr₇ = ดินที่เติมด้วยสารละลายอะลูมิเนียมในอัตรา 3 meq/ดิน 100 กรัม

Tr_8 = ดินที่เติมด้วยสารละลายอะลูมิเนียมในอัตรา 6 meq/ดิน 100 กรัม

Tr_9 = ดินที่เติมด้วยสารละลายอะลูมิเนียมในอัตรา 9 meq/ดิน 100 กรัม

การทดลองในกระถางทั้งสองส่วนนี้ หลังจากเตรียมดินที่จะใช้ในการศึกษาในกระถางเรียบร้อยแล้ว ก่อนปลูกได้ใส่พอสซีเอ็มไนเตรต และ ซูเปอร์ฟอสเฟต อย่างละ 6.5 และ 2.5 กรัม/กระถางตามลำดับ หลังจากนั้นนำเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์ ส.จ.5 คลุกด้วยเชื้อไรโซเบียมลงปลูกกระถางละ 7 - 8 เมล็ด เมื่อเมล็ดงอกออกมาได้ 3 - 4 วัน ทำการถอนต้นถั่วเหลืองให้เหลือต้นที่สมบูรณ์กระถางละ 2 ต้น รักษาความชื้นในกระถางโดยการให้น้ำประมาณระดับความชื้นสนาม (Field capacity)

หลังจากปลูก ได้ศึกษาการเจริญเติบโต และลักษณะอาการที่อาจแสดงออกถึงความเป็นพิษของอะลูมิเนียมที่มีต่อถั่วเหลือง และทำการสุ่มเก็บตัวอย่าง เมื่อต้นถั่วอายุได้ 2, 4, 8 และ 12 สัปดาห์ เพื่อนำส่วนต้น และส่วนรากที่ผ่านการล้างสะอาดด้วยน้ำกลั่นนำไปอบแห้งน้ำหนักแห้งที่อุณหภูมิประมาณ 70 องศาเซลเซียส และนำมาวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหาร N, P, K, Ca, Mg, Mn, Fe และ Al ในพืช ตามวิธีการของ Greweling (1976) พร้อมทั้งได้เก็บตัวอย่างดินมาศึกษาการเปลี่ยนแปลงของ pH ดิน

การเก็บเกี่ยวผลผลิตของถั่วเหลือง โดยเก็บเมล็ดแยกออกจากส่วนของลำต้นและใบ นำไปผึ่งแดดให้แห้ง เพื่อชั่งหาน้ำหนักแห้ง วัดปริมาณความชื้นในเมล็ด และนับจำนวนเมล็ดที่ได้ในแต่ละกระถาง