

อิทธิพลของปุ๋ยคอกต่อความเป็นพิษของอะลูมิเนียมในข้าวฟ่าง

Effect of Cattle Manure on Aluminum Toxicity in Sorghum (*Sorghum bicolor* L.)

สุรศักดิ์ เสร็จพงศ์¹

Surasak Seripong¹

Abstract : A greenhouse experiment was conducted on February, 1994 at Faculty of Agriculture, Khon Kaen University to determine the effect of cattle manure on growth and mineral composition of sorghum seedlings grown in Yasothon soil (Oxic Paleustult) treated with varying amounts of $AlCl_3$. The treatments consisted of four Al rates : 0, 1, 2 และ 3 me Al/100 g soil and four cattle manure rates : 0, 2, 4 และ 6 ton/rai. The experiment was factorially arranged in a randomized complete block design with four replications. In the absence of cattle manure, increasing amounts of Al in the soil significantly decreased dry matter production and P concentration in plant tops. The addition of cattle manure to pots containing Al significantly increased dry matter yield of sorghum plants. Increasing the cattle manure application also suppressed the reduction in plant growth, which accompanied Al stress. The significantly decreased in Al concentration in plant tops as a result of the application of cattle manure were shown. The beneficial effect of cattle manure was also significantly increased in the P, K, Ca, and Mg contents of the sorghum tops. The cattle manure treatment also significantly increased pH but significantly decreased levels of exchangeable Al and % Al saturation in soil used in the study.

¹ ภาควิชาปฐพีศาสตร์, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น 40002

¹ Dept. of Soil Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

บทคัดย่อ : ทำการทดลองในเรือนทดลองเมื่อเดือนกุมภาพันธ์ 2537 ที่คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยคอกต่อการเจริญเติบโต และองค์ประกอบแร่ธาตุของข้าวฟ่างที่ปลูกในดินชุดยโสธรเมื่อได้รับ Al ระดับต่างๆ ดำรับการทดลองประกอบด้วยอะลูมิเนียม 4 อัตราคือ 0, 1, 2 และ 3 me Al/100 g ในรูปของ $AlCl_3$ และปุ๋ยคอก 4 อัตราคือ 0, 2, 4 และ 6 ตัน/ไร่ วางแผนการทดลองแบบ Factorial in Randomized Complete Block Design มี 4 ซ้ำ ผลการทดลองปรากฏว่าเมื่อไม่มีการใส่ปุ๋ยคอกน้ำหนักแห้งของต้นและรากของข้าวฟ่างและความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในต้นข้าวฟ่างลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อมีการเพิ่มอะลูมิเนียมในดิน แต่การเพิ่มปุ๋ยคอกทำให้น้ำหนักแห้งของต้นและรากของข้าวฟ่างเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใส่ปุ๋ยคอกทำให้การลดลงของน้ำหนักแห้งของต้นและรากมีน้อยลงเมื่อได้มีการใส่อะลูมิเนียมในดินอัตราเพิ่มขึ้น และการใส่ปุ๋ยคอกทำให้ความเข้มข้นของอะลูมิเนียมในต้นข้าวฟ่างลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใส่ปุ๋ยคอกทำให้ข้าวฟ่างมีการดูดใช้แร่ธาตุอาหาร P, K, Ca และ Mg เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยคอกยังทำให้ pH ของดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ทำให้ระดับ ของ Exchangeable Al และ % Al saturation ในดินลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Index words : ข้าวฟ่าง, ปุ๋ยคอก, อะลูมิเนียม, Sorghum, Cattle manure, Aluminum

คำนำ

ดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่เป็นดินกรด กล่าวคือมากกว่า 50% มี pH ต่ำกว่า 5.6 และประมาณ 30% มีค่า pH อยู่ในช่วง 5.6-6.5 (Suwanarit, 1985) ดินส่วนใหญ่ขาดความอุดมสมบูรณ์เนื่องจากความเป็นกรด คือจะมีแร่ธาตุอาหารพวกที่เป็นค้างอยู่ต่ำ เช่น Ca และ Mg เป็นต้น แต่จะมีพวกแร่ธาตุที่ละลายได้ดีในดินกรด เช่น แร่ธาตุอะลูมิเนียม (Al) อยู่สูง และบางกรณีอาจมีมากจนเป็นพิษกับพืชขึ้นได้ ดินชุดยโสธรเป็นดินที่ใช้ปลูกพืชไร่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมักให้ผลผลิตที่ค่อนข้างต่ำ ซึ่งอาจเนื่องจากดินมีปฏิกิริยาเป็นกรดแรงศักดิ์ (2525) ได้ทำการวิจัยพบว่าดินกรดชุดยโสธรในไร่นาทดลองของมหาวิทยาลัยขอนแก่น มี Al อยู่สูงเป็นหย่อมๆ และผลผลิตของข้าวฟ่างจะลดลงอย่างมากเมื่อดินมีความอิ่มตัวด้วย Al (% Al saturation) มากกว่า 15% ขึ้นไป ปีพามาและสุรศักดิ์ (2532) พบว่าข้าวฟ่างที่ปลูกในดินชุดยโสธรชั้นล่าง (pH 3.91) ไม่เจริญเติบโตเนื่องจากมีความเป็นพิษของ Al ในดิน โดยที่ Al จะเป็น

อันตรายต่อการเจริญเติบโตของรากพืชมาก ซึ่งรากจะมีลักษณะสั้นและอ้วน (Sanchez, 1976) ข้าวฟ่างเป็นพืชที่ทนแล้งได้ดีจึงเหมาะที่จะปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือแต่ก็จะปรากฏว่าข้าวฟ่างเป็นพืชที่ไม่ค่อยทนทานต่อการมี Al มากในดิน (Foy, 1973)

วิธีปฏิบัติในการลดความเป็นกรดของดินที่นิยมกันทั่วไปได้แก่การใส่ปูน Evans and Kamprath (1970) พบว่าการใส่ปูนช่วยทำให้การเจริญเติบโตของข้าวโพดดีขึ้น เมื่อดินมีค่าความอิ่มตัวด้วย Al อยู่สูงกว่า 70% แต่ค่าความอิ่มตัวด้วย Al ที่จะแสดงถึงภาวะที่เป็นอันตรายต่อพืชในดินต่างๆกันจะแตกต่างกัน พบว่าการเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินกรดจะได้ผลดีเท่ากับการใส่ปูนในการลดความเป็นพิษของ Al ในดินเหลือง นอกจากนี้ Vityakon et al. (1988) ก็ได้พบว่า การเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินโดยใช้ปุ๋ยคอกจะช่วยทำให้ pH ของดินเพิ่มขึ้น

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษา

อิทธิพลของปุ๋ยคอกในการลดความเป็นพิษของอะลูมิเนียมในข้าวฟ่างที่ปลูกในดินชุดยโสธร เพื่อจะได้เป็นวิธีการปรับปรุงดินกรดที่มีการลงทุนต่ำต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการทดลองในเรือนทดลองเมื่อเดือนกุมภาพันธ์ 2538 โดยใช้ดินชุดยโสธร (Oxic Paleustult) ซึ่งเก็บจากบริเวณใกล้หมวดดินและปุ๋ย คณะเกษตรศาสตร์ อำเภอมือง จังหวัดขอนแก่น ดินมี pH 4.6, OM 0.7%, Exch. Al 0.15 me/100 g นำดินมาผึ่งให้แห้งในร่มและบดร่อนผ่านตะแกรงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรู 2 มม. ชั่งดินจำนวน 4 กก. ใส่ถุงพลาสติกแล้วนำไปใส่ไว้ในกระถางดินที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางปากกระถาง 19.3 ซม. และมีความสูง 20.0 ซม. ดำรับการทดลองประกอบด้วย อะลูมิเนียม ($AlCl_3$) จำนวน 4 อัตรา คือ 0, 1, 2 และ 3 มิลลิกรัมสมมูลย์ Al/ดิน 100 กรัม (me Al/100g) และปุ๋ยคอก (มูลวัว) จำนวน 4 อัตรา คือ 0, 2, 4 และ 6 ตัน/ไร่ จัดการทดลองแบบ Factorial in Randomized Complete Block Design มี 4 ซ้ำ ใส่ปุ๋ยรองพื้น (ปุ๋ยสูตร 15-15-15) อัตรา 50 กก.ของ N, P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่ คลุกปุ๋ยที่ใส่ให้ผสมกับดินอย่างทั่วถึง รดน้ำให้ชุ่มด้วยน้ำกรองเป็นเวลา 7 วัน หลังจากนั้นหยอดเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์ PB Hegari จำนวน 10 เมล็ดต่อกระถาง ต่อจากนั้น 10 วันทำการถอนแยกให้เหลือ 2 ต้นต่อกระถาง รดน้ำให้ดินมีความชื้นประมาณ 70% ของ Water Holding Capacity ตลอดการทดลอง เก็บเกี่ยวพืชเมื่อมีอายุได้ 30 วัน โดยตัดต้นพืชที่ระดับผิวดิน และแยกส่วนรากออกจากดินโดยใช้น้ำล้าง นำตัวอย่างพืชไปอบแห้งที่อุณหภูมิ $70^{\circ}C$ แล้วชั่ง

น้ำหนักแห้ง และนำส่วนต้นพืชไปบดเพื่อวิเคราะห์ทางเคมีและเก็บตัวอย่างดินในแต่ละกระถางหลังจากเก็บเกี่ยวพืชแล้วเพื่อวิเคราะห์ทางเคมีต่อไป

การวิเคราะห์พืชเพื่อหาค่า P, K, Ca, Mg และ Al โดยทำการย่อยด้วยวิธีเผาตัวอย่างพืชที่อุณหภูมิ $550^{\circ}C$ เป็นเวลา 3 ชม. และละลายใน 2 N HCl กรองและทำให้สารละลายมีปริมาตร 100 มล.ด้วยน้ำกลั่น หาค่า P ด้วยวิธี Vanadomolybdophosphoric yellow color (Jackson, 1958) สำหรับ K หาค่าด้วยวิธี Flame photometry (Pratt, 1965) และ Ca และ Mg หาค่าด้วยวิธี Atomic absorption spectrophotometry (Thomas, 1982) สำหรับ Al หาค่าโดยใช้วิธีของ Aluminon (Chapman and Pratt, 1961)

การวิเคราะห์ดินหลังเก็บเกี่ยวประกอบด้วยหาค่า pH (ดิน:น้ำ = 1:1) โดยใช้ pH meter การหาค่า K, Ca, Mg และ Na ที่แลกเปลี่ยนได้โดยการสกัดดินด้วย 1 N NH_4OAc วัด Ca และ Mg ด้วยวิธี Atomic absorption spectrophotometry (Thomas, 1982) และ K และ Na ด้วยวิธี Flame photometry (Pratt, 1965) หาค่า H และ Al ที่แลกเปลี่ยนได้โดยสกัดดินด้วย 1 N KCl และหาค่า H และ Al ด้วยวิธี Titration (McLean, 1965) หาค่า Effective cation exchange capacity (ECEC) ซึ่งเป็นผลบวกในหน่วยของ me/100 g ของ K, Ca, Mg, Na, H และ Al ส่วนเปอร์เซ็นต์ความอิ่มตัวด้วย Al นั้น ได้แก่ อัตราส่วนเป็นเปอร์เซ็นต์ของ Exch. Al (me/100 g) ต่อ ECEC (me/100 g)

ผลการทดลองและวิจารณ์

การเจริญเติบโตของข้าวฟ่าง

กรณีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยคอกน้ำหนักแห้งของดินและรากของข้าวฟ่างมีการลดลงอย่างมากและมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อมีการเพิ่ม Al ในดิน (ตารางที่ 1) กล่าวคือ น้ำหนักแห้งของต้นลดลงจาก 8.71 กรัม/กระถางที่ระดับ 0 me Al/100 g เป็น 0.06 กรัม/กระถางที่ระดับ 3 me Al/100 g

และน้ำหนักแห้งของรากลดลงจาก 2.01 เป็น 0.04 กรัม/กระถางที่ระดับ 0 และ 3 me Al/100 g ตามลำดับ การมี Al มากในดินจะยับยั้งการแบ่งเซลล์ที่ปลายรากทำให้การเจริญเติบโตของรากลดลง นอกจากนี้ Al ยังขัดขวางการดูดการเคลื่อนย้ายและการใช้ประโยชน์ของ Ca, Mg, P และ K ด้วย (Clarkson, 1965; Foy *et al.* 1978) ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานของ Shuman *et al.* (1990) ที่พบว่าความเป็นพิษของ Al ในดินกรด 4 ชนิดทำให้การเจริญเติบโตของข้าวฟ่างลดลง

Table 1 Influence of aluminum and cattle manure treatments on sorghum growth in Yasothon soil.

Cattle manure added (ton/rai)	Aluminum added (me Al/100 g)				Mean
	0	1	2	3	
<u>Shoot dry wt. (g/pot)</u>					
0	8.71	3.18	0.74	0.06	3.17
2	11.43	6.26	4.10	0.78	5.64
4	11.40	10.38	8.05	3.99	8.46
6	13.54	11.82	11.49	8.95	11.45
Mean	11.27	7.91	6.10	3.45	
LSD (0.05) : Aluminum = 1.08					
Cattle Manure = 1.08					
Aluminum x Cattle Manure = 2.16					
<u>Root dry wt. (g/pot)</u>					
0	2.01	0.53	0.17	0.04	0.69
2	2.17	0.86	0.95	0.12	1.03
4	2.27	1.62	1.28	0.71	1.47
6	2.28	1.78	1.94	1.42	1.86
Mean	2.18	1.20	1.09	0.57	
LSD (0.05) : Aluminum = 0.31					
Cattle Manure = 0.31					
Aluminum x Cattle Manure = 0.62					

การเพิ่มปุ๋ยคอกทำให้น้ำหนักแห้งของต้นและรากของข้าวฟ่างเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1) คือ น้ำหนักแห้งของต้นเพิ่มขึ้นจาก 8.71 กรัม/กระถางที่ระดับปุ๋ยคอก 0 ตัน/ไร่ เป็น 13.54 กรัม/กระถางที่ระดับปุ๋ยคอก 6 ตัน/ไร่ และน้ำหนักแห้งของรากเพิ่มขึ้นจาก 2.01 เป็น 2.28 กรัม/กระถางที่ระดับปุ๋ยคอก 0 และ 6 ตัน/ไร่ ตามลำดับ นอกจากนี้ปรากฏว่าปุ๋ยคอกและ Al มีอิทธิพลร่วมกัน (Interaction) กล่าวคือการเพิ่มอัตราปุ๋ยคอกทำให้การลดลงของน้ำหนักแห้งของต้นและรากของข้าวฟ่างมีน้อยลงเมื่อมีการใส่ Al อัตราเพิ่มขึ้นเกี่ยวกับอิทธิพลของปุ๋ยคอกที่ช่วยลดความเป็นพิษของอะลูมิเนียมที่มีต่อพืชในถั่วพุ่ม

ก็ได้รับผลเช่นเดียวกัน (Sripong, 1991)

ปริมาณแร่ธาตุอาหารในต้นข้าวฟ่าง

เมื่อไม่ได้ใส่ปุ๋ยคอกความเข้มข้นของอะลูมิเนียมในต้นข้าวฟ่างเพิ่มขึ้นตามปริมาณของ Al ที่เพิ่มขึ้นโดยเฉพาะที่ระดับ 3 me Al/100 g อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2) แต่เมื่อได้มีการใส่ปุ๋ยคอกเพิ่มขึ้นจะทำให้ความเข้มข้นของอะลูมิเนียมในต้นข้าวฟ่างลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่ากรดอินทรีย์ที่ได้จากการสลายตัวของปุ๋ยคอกทำปฏิกิริยาเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับ Al ในดินซึ่งทำให้มี Al ที่พืชจะดูด

Table 2 Influence of aluminum and cattle manure treatments on Al and P concentration in sorghum tops.

Cattle manure added (ton/rai)	Aluminum added (me Al/100 g)				Mean
	0	1	2	3	
<u>Plant Al (ppm)</u>					
0	247.64	229.22	335.39	905.62	429.47
2	203.97	197.95	231.90	663.69	324.38
4	192.42	189.82	196.30	245.13	205.92
6	189.69	179.63	201.68	185.52	189.13
Mean	208.43	199.16	241.32	499.99	
LSD (0.05) : Aluminum = 202.42					
Cattle Manure = 202.42					
Aluminum x Cattle Manure = NS					
<u>Plant P (%)</u>					
0	0.43	0.35	0.44	0.14	0.34
2	0.47	0.46	0.38	0.28	0.40
4	0.51	0.38	0.32	0.33	0.39
6	0.44	0.41	0.36	0.31	0.38
Mean	0.46	0.40	0.38	0.27	
LSD (0.05) : Aluminum = 0.07					
Cattle Manure = NS					
Aluminum x Cattle Manure = NS					

ไปใช้ได้น้อยลง ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในดิน เช่นเดียวกับในรายงานของ Hue and Amien (1989)

การเพิ่ม AI ในดินยังทำให้ความเข้มข้นของ ฟอสฟอรัสในดินข้าวฟ่างลดลงอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ (ตารางที่ 2) ซึ่งอาจเนื่องจากการที่มี AI อยู่มากในสารละลายดินแล้วมีการทำปฏิกิริยากับ ฟอสฟอรัสเกิดเป็นสารประกอบอะลูมิเนียมฟอสเฟต ที่ไม่ละลายน้ำขึ้นทำให้ดินมีฟอสฟอรัสที่พืชจะ นำมาใช้ประโยชน์ได้น้อยลง Tan and Binger (1986) ก็ได้พบว่าในใบข้าวโพดเมื่อมีความเข้มข้น ของ AI สูงแล้วจะมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสต่ำ เช่นเดียวกัน

เกี่ยวกับปริมาณการดูดใช้แร่ธาตุอาหาร (Nutrient uptake) ในข้าวฟ่างได้แก่ P, K, Ca และ Mg นั้นปรากฏว่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อมี การเพิ่ม AI ในดิน (ตารางที่ 3) Malkanthi et al. (1995) ได้ทำการศึกษเกี่ยวกับการดูดและการ เคลื่อนย้ายแร่ธาตุอาหารของพืชชนิดต่างๆพบว่า AI มีอิทธิพลทำให้มีการดูดใช้ Ca และ Mg ได้น้อยลง นอกจากนี้ Tan and Binger (1986) ก็ได้พบว่าเมื่อ เพิ่ม AI แล้วทำให้ข้าวโพดมีการดูดใช้ P ได้น้อยลง แต่จะมีผลเพียงเล็กน้อยกับการดูดใช้ K สำหรับ การใส่ปุ๋ยคอกจะทำให้ข้าวฟ่างมีการดูดใช้แร่ธาตุ อาหารพวก P, K, Ca และ Mg ได้เพิ่มขึ้นอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ และมีข้อที่น่าสังเกตว่า การเพิ่ม ขึ้นในการดูดใช้ K, Ca และ Mg จะมีน้อยลง เมื่อ ใส่ AI อัตรามากขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าปุ๋ยคอก ช่วยปรับปรุงคุณสมบัติของดิน และทำปฏิกิริยา

เป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับ AI ในดิน ซึ่งจะทำ ให้มี AI ในสารละลายดินที่เป็นพิษกับพืชน้อยลง นอกจากนี้ปุ๋ยคอกยังมีแร่ธาตุอาหารต่างๆเป็นองค์ ประกอบอยู่จำนวนมากด้วย (Tisdale et al., 1993)

คุณสมบัติทางเคมีของดินหลังการเก็บเกี่ยวพืช

การเพิ่ม AI ในดินทำให้ pH ของดินลดลง แต่ทำให้ Effective CEC, Exchangeable AI และ % AI saturation ของดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ (ตารางที่ 4) สำหรับการเพิ่มปุ๋ยคอกมี อิทธิพลทำให้ pH ของดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ แต่ทำให้ Exchangeable AI และ % AI saturation ของดินลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ปรากฏว่าปุ๋ยคอกและ AI มีอิทธิพล ร่วมกันต่อคุณสมบัติทางเคมีของดินดังนี้คือ การ ใส่ปุ๋ยคอกทำให้ pH ของดินเพิ่มขึ้นได้น้อยลงเมื่อมี ปริมาณ AI ในดินมากขึ้นและการใส่ปุ๋ยคอกทำให้ การลดลงของ Exchangeable AI และ % AI saturation มีน้อยลงเมื่อมีปริมาณ AI ในดินมากขึ้น Tisdale et al. (1993) ได้อธิบายเกี่ยวกับประ โยชน์ ของปุ๋ยคอกที่ทำให้ pH ของดินเพิ่มขึ้น และ Takahashi et al. (1995) ก็ได้รายงานเกี่ยวกับ อิทธิพลของสารอินทรีย์ที่มีต่อปริมาณ AI ที่ละลาย ได้ในสารละลายดินได้แก่ Humus และ Allophanic materials ในดิน โดยสารอินทรีย์เหล่านี้จะทำ ปฏิกิริยากับ AI เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อน ที่ไม่ละลายน้ำขึ้น ซึ่งจะทำให้มี AI ที่ละลายได้ ในสารละลายดินลดลง

Table 3 Influence of aluminum and cattle manure treatments on nutrient uptake of sorghum tops.

Cattle manure added (ton/rai)	Aluminum added (me Al/100 g)				Mean
	0	1	2	3	
<u>P uptake (mg/pot)</u>					
0	37.33	12.64	2.87	0.07	13.23
2	52.35	28.14	14.41	2.44	24.34
4	58.35	39.97	25.67	16.12	35.02
6	59.84	49.08	41.10	27.88	44.48
Mean	51.97	32.46	21.10	11.63	
LSD (0.05) : Aluminum = 5.55					
Cattle Manure = 5.55					
Aluminum x Cattle Manure = NS					
<u>K uptake (mg/pot)</u>					
0	496.68	200.26	43.88	2.62	185.86
2	711.98	400.53	232.33	45.50	347.59
4	766.15	681.24	535.05	255.85	559.57
6	939.68	838.99	792.16	568.43	784.81
Mean	728.62	530.26	400.86	218.1	
LSD (0.05) : Aluminum = 75.18					
Cattle Manure = 75.18					
Aluminum x Cattle Manure = 150.36					
<u>Ca uptake (mg/pot)</u>					
0	39.28	15.22	3.74	0.38	14.66
2	46.04	26.01	18.75	4.61	23.85
4	46.64	46.09	37.78	26.02	39.13
6	55.61	50.51	55.40	50.76	53.07
Mean	46.89	34.46	28.92	20.44	
LSD (0.05) : Aluminum = 5.02					
Cattle Manure = 5.02					
Aluminum x Cattle Manure = 10.04					
<u>Mg uptake (mg/pot)</u>					
0	24.30	5.43	1.39	0.14	7.82
2	35.38	20.39	12.96	2.06	17.83
4	46.62	46.65	31.07	2.06	17.83
6	46.62	40.59	49.54	38.89	46.22
Mean	40.54	28.27	23.74	14.13	
LSD (0.05) : Aluminum = 4.73					
Cattle Manure = 4.73					
Aluminum x Cattle Manure = 9.46					

Table 4 Influence of aluminum and cattle manure treatments on some soil chemical properties of soil used in the study.

Cattle manure added (ton/rai)	Aluminum added (me Al/100 g)				Mean
	0	1	2	3	
	<u>Soil pH</u>				
0	0.48	3.83	3.49	3.10	3.63
2	4.35	4.20	3.54	3.30	3.85
4	4.64	4.19	3.70	3.53	4.02
6	4.92	4.53	3.96	3.51	4.23
Mean	4.50	4.19	3.67	3.36	
LSD (0.05) : Aluminum = 0.07					
Cattle Manure = 0.07					
Aluminum x Cattle Manure = 0.14					
	<u>Effective CEC (me/100 g)</u>				
0	1.43	1.83	2.29	3.58	2.28
2	1.44	1.93	2.36	3.07	2.20
4	1.64	1.78	2.18	2.85	2.11
6	1.93	1.98	2.21	2.98	2.28
Mean	1.61	1.88	2.26	3.12	
LSD (0.05) : Aluminum = 0.17					
Cattle Manure = 0.17					
Aluminum x Cattle Manure = 0.35					
	<u>Exchangeable Al (me/100 g)</u>				
0	0.18	0.32	0.52	1.40	0.61
2	0.09	0.14	0.36	0.75	0.34
4	0.02	0.10	0.29	0.49	0.23
6	0.00	0.01	0.14	0.48	0.16
Mean	0.07	0.14	0.33	0.78	
LSD (0.05) : Aluminum = 0.04					
Cattle Manure = 0.04					
Aluminum x Cattle Manure = 0.08					
	<u>% Al saturation</u>				
0	13.09	18.05	22.55	39.10	23.20
2	6.76	7.72	15.47	24.33	13.57
4	1.53	5.69	14.01	17.42	9.66
6	0.05	1.26	6.54	16.14	6.00
Mean	5.36	8.18	14.64	24.25	
LSD (0.05) : Aluminum = 1.53					
Cattle Manure = 1.53					
Aluminum x Cattle Manure = 3.06					

สรุปผลการทดลอง

การมีแร่ธาตุอะลูมิเนียม (Al) สูงในดินนั้นมีผลเสียต่อการเจริญเติบโตของพืช คือเมื่อมีการเพิ่ม Al ในดินอัตรา 0, 1, 2 และ 3 me Al/100 g ทำให้น้ำหนักแห้งของต้นและรากของข้าวฟ่างลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อมีการใส่ปุ๋ยคอกในดินอัตรา 0, 2, 4 และ 6 ดัน/ไร่ปรากฏว่าน้ำหนักแห้งของต้นและรากของข้าวฟ่างมีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และปุ๋ยคอกกับ Al มีอิทธิพลร่วมกัน (Interaction) คือ เมื่อใส่ปุ๋ยคอกอัตราเพิ่มขึ้นมีผลทำให้การลดลงของน้ำหนักแห้งของต้นและรากของข้าวฟ่างมีน้อยลงเมื่อมีการใส่ Al อัตราเพิ่มขึ้นในดิน

การเพิ่ม Al ในดินทำให้ความเข้มข้นของ P ในต้นข้าวฟ่าง และปริมาณการดูดใช้แร่ธาตุอาหาร (Nutrient uptake) พบก P, K, Ca และ Mg ในต้นข้าวฟ่างลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการเพิ่มปุ๋ยคอกทำให้ข้าวฟ่างมีการดูดใช้ P, K, Ca และ Mg เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปุ๋ยคอกกับ Al มีอิทธิพลร่วมกันต่อการดูดใช้ K, Ca และ Mg กล่าวคือเมื่อใส่ปุ๋ยคอกอัตราเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้การเพิ่มขึ้นของการดูดใช้ K, Ca และ Mg มีน้อยลงที่ระดับอะลูมิเนียมสูงขึ้น การเพิ่มปุ๋ยคอกทำให้ pH ของดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ทำให้ปริมาณของ Exchangeable Al และ % Al saturation ในดินลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการใส่ปุ๋ยคอกทำให้การลดลงของ Exchangeable Al และ % Al saturation มีน้อยลงเมื่อใส่ Al เพิ่มขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- ปัทมา วิทยากร และ สุรศักดิ์ เสรีพงศ์ (2532) . อิทธิพลของดินกรดและการแก้ไขโดยการใส่ปูน และธาตุแมกเนเซียมต่อการเจริญเติบโตของข้าวฟ่างที่ปลูกในดิน Ultisol ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รายงานผลการวิจัยในการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 27 วันที่ 30 มกราคม-1 กุมภาพันธ์ 2532. หน้า 81-91.
- เริงศักดิ์ กตเวทิน (2525). ความไม่สม่ำเสมอของดินชุดยโสธร ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวฟ่าง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 130 หน้า.
- Ahmad, F. and K.H. Tan. (1986). Effect of organic matter on soybean seedlings grown in aluminum-toxic soil. Soil Sci. Soc. Am. J. 50 : 656-661.
- Chapman, H.D. and P.F. Pratt. (1961). Methods of soil analysis for soils, plants, and waters. Division of Agricultural Sciences, University of California, Davis. 309 p.
- Clarkson, D.T. (1965). The effect of aluminum and some other trivalent cations on cell division in root apices of *Allium cepa*. Ann. Bot. (London) N. S. 29 : 309-315.
- Evans, C.E. and E.J. Kamprath. (1970). Lime response as related to percent Al saturation, solution Al, and organic matter content. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 34 : 893-896.
- Foy, C.D. (1974). Effects of aluminum on plant growth. p. 601-642. In E.W. Carson (ed.) The plant root and its environment. Univ. Press of Virginia, Charlottesville. 691 p.

- Foy, C.D., R.L. Chaney and M.C. White. (1978). The physiology of metal toxicity in plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 29 : 511-566.
- Hue, N.V. and I. Amien. (1989). Aluminum detoxification with green manure. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 20 : 1499-1511.
- Jackson, M.L. (1958). Soil chemical analysis. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J. 498 p.
- Malkanthi, D.R.R., K. Yokoyama, T. Yoshida, M. Moritsugu and K. Matsushita. (1995). Effect of low pH and Al on growth and nutrient uptake of several plants. *Soil Sci. Plant Nutr.* 41 : 161-165.
- McLean, E.O. (1965). Aluminum. In C.A. Black *et al.* (ed.) *Methods of soil analysis. Part 2. Agronomy* 9 : 978-998.
- Pratt, P.F. (1965). Potassium and Sodium. In C.A. Black *et al.* (ed.) *Methods of soil analysis. Part 2. Agronomy* 9 : 1022-1034.
- Sanchez, P.A. (1976). Properties and management of soils in the tropics. John Wiley & Sons, Inc., New York. 618 p.
- Seripong, S. (1991). Effect of manure on growth, nodulation and mineral composition of cowpea grown in aluminum-toxic soil. *Thai J. Agric. Sci.* 24 : 5-17.
- Shuman, L.M., E.L. Ramseur and R.R. Duncan. (1990). Soil aluminum effects on the growth and aluminum concentration of sorghum. *Agron. J.* 82 : 313-318.
- Suwanarit, A. (1985). Soil salinity and acidity. p. 12.1-12.47. In S. Jantawat *et al.* (ed.) *Soil, water, cropping systems research data bases relevant to rainfed Agriculture in Northeast Thailand.* Department of Soils, Kasetsart University, Bangkok. 747 p.
- Takahashi, T., T. Fukuoka and R.A. Dahlgren. (1995). Aluminum solubility and release rates from soil horizons dominated by aluminum-humus complexes. *Soil Sci. Plant Nutr.* 41 : 119-131.
- Tan, K.H. and A. Binger. (1986). Effect of humic acid on aluminum toxicity in corn plants. *Soil Sci.* 141 : 20-25.
- Tisdale, S.L., W.L. Nelson, J.D. Beaton and J.H. Havlin. (1993). *Soil Fertility and Fertilizers.* 5th ed. Macmillan Publishing Company. New York. 634 p.
- Thomas, G.W. (1982). Exchangeable cations. In A.L. Page (ed.) *Methods of soil analysis. Part 2.* 2nd ed. *Agronomy* 9: 160-161.
- Vityakon, P., S. Seripong and M. Kongchum. (1988). Effects of manure on soil chemical properties, yields, and chemical compositions of Chinese kale grown in alluvial and sandy paddy soils of Northeast Thailand. I. Soil chemical properties and yields of Chinese kale. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 22 : 245-250.