บทบาทของอะลูมินั่มในดินกรด

(The Role of Aluminum in Soil Acidity)

โดย

นายบุรี บุญสมภพพันธ์

กองสำรวจดิน
กรมพัฒนาที่ดิน
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

เอกสารวิชาการ
ฉบับที่ 53
ตุลาคม 2526

Create PDF by Nittaya Thanomklin

บทบาทของอะลูมินั่มในดินกรด

(The Role of Aluminum in Soil Acidity)

โดย

นายบุรี บุญสมภพพันธ์

กองสำรวจดิน
กรมพัฒนาที่ดิน
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

เอกสารวิชาการ
ฉบับที่ ๕๓
ตุลาคม ๒๕๒๖

บทบาทของอะลูมินั่มในดินกรด

ดินในแถบร้อนชุ่มชื้น (humid tropic) ที่มีการวิวัฒนาการของดินมาเนาน มักเป็นดินที่มีสภาพเป็นกรด ดินกรดเป็นดินที่มีปัญหาต่อการเกษตรกรรม ซึ่งจำเป็นต้องมีการปรับปรุงแก้ไข การแก้ดินกรดเพื่อให้ใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูกได้ โดยการปรับสภาพปฏิกิริยาของดินให้เป็นกลาง (neutral pH) เพื่อให้ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช อยู่ในรูปและปริมาณที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช

เอกสารฉบับนี้จะกล่าวถึงดินกรดในสภาพที่มีการระบายน้ำดี (well drained) ได้แก่ ดินในอันดับ Ultisols, Oxisols ดินเหล่านี้มีความเป็นกรดค่อนข้างสูง และความเป็นกรดเนื่องมาจากอะลูมินั่มเป็นส่วนใหญ่ การค้นคว้าเกี่ยวกับอะลูมินั่มในระยะแรกมุ่งถึงผลแห่งความเป็นพิษของอะลูมินั่มที่ละลายอยู่ในดินที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช ปลายปี ๑๙๕๐ นักวิทยาศาสตร์ทางดินยังเชื่อว่าสาเหตุความเป็นกรดเนื่องมาจากไฮโดรเจนเป็นส่วนใหญ่ แต่จากรายงานของ Colemann และThomus (๑๙๖๗) ได้เสนอแนะว่า ความเป็นกรดของดิน เนื่องมาจากอะลูมินั่มมากกว่าไฮโดรเจน เมื่อดินมีปฏิกิริยาน้อยกว่า ๕ และได้พิสูจน์ให้เห็นว่า อะลูมินั่มที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Al) เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดสภาพการเป็นกรด ส่วนไฮโดรเจนจะทำปฏิกิริยาแทนที่อะลูมินั่มที่เกลือบอยู่ที่อนุภาคดินเหนียวให้ออกมาอยู่ใน soil solution จึงทำให้มีไฮโดรเจนเป็นปริมาณน้อยในดินกรด ดินที่มีอินทรีย์วัตถุสูงไฮโดรเจนจะรวมกับอนุมูลกรดจากสารอินทรีย์ เช่น carboxyl group, amino group, hydroxyl group กลายเป็นสารประกอบรูปต่าง ๆ กัน นอกจากนี้ยังมีผู้ทำการศึกษาอีกหลายคน อาทิเช่น Russell ชี้ให้เห็นว่าดินที่เป็นกรดเกิดจากอะลูมินั่มไม่ใช่จากไฮโดรเจน และอยู่ในสภาพอิสระ คือสภาพอะลูมินั่มไอออน (Al^{+3}) Lin และ Yu ได้รายงานการศึกษาดินเหลือง – ดินแดงโดยกล่าวว่า ความเป็นกรด เนื่องมาจาก exchangeable Al Yarosuv สรุปว่า ความเป็นกรดของดินบนเนื่องจากไฮโดรเจนส่วนดินล่างเนื่องมาจากอะลูมินั่ม ซึ่งอะลูมินั่มนี้จะแทรกอยู่ระหว่างหลืบของแร่ดินเหนียวชนิดก่ำกึ่งระหว่าง ๒: ๑ และ ๒: ๒ แร่ดินเหนียวชนิดนี้ คือเวอร์มิคูไลท์ (Heddleson, และคณะ, ๑๙๖๐)

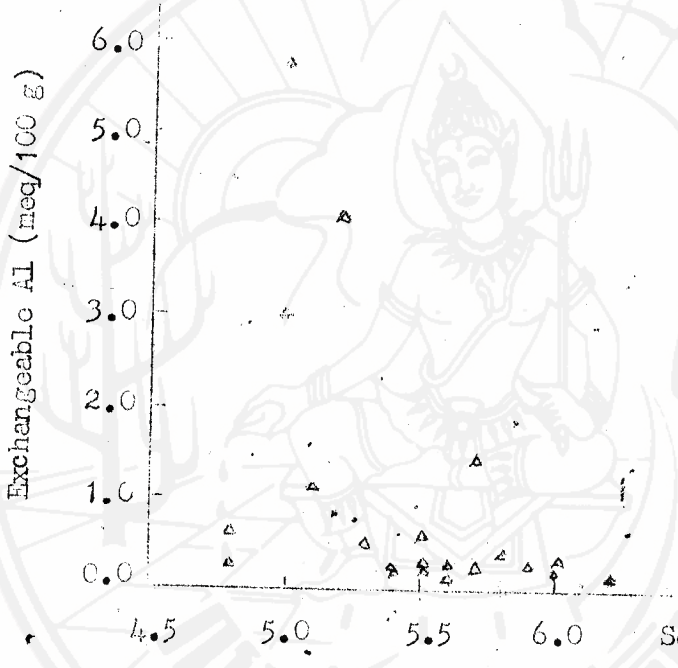
อะลูมินั่มที่อยู่ในดินมีหลายรูป และมีสูตรทางเคมีซับซ้อนมาก เป็นส่วนประกอบในแร่ปฐมภูมิ (primary minerals) ได้แก่ ไมกา (mica) และ clay minerals ได้แก่ มอนท์โมริลโลไนท์ (montmorillonite) อะลูมินั่มที่อยู่ในหลืบ (interlayer) ของอนุภาคดินเหนียว เป็นรูป exchangeable Al มีสูตรทั่วไป คือ $Al(OH)_x$, เมื่อ $x < 3$

อะลูมินั่มในสารละลายดิน

Exchangeable Al จะยึดอย่างเหนียวแน่นที่อนุภาคดินเหนียวพวกซิลิเกต (silicate clay) ปริมาณอะลูมินั่มในสารละลายดินขึ้นอยู่กับปริมาณอินทรียวัตถุ และปริมาณเคลือในดิน (Kamprath, ๑๙๖๖) ปริมาณอะลูมินั่มเพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณแคลือเพิ่มขึ้นที่เป็นเช่นนี้เพราะประจุบวกอื่น ๆ จะเข้าแทนที่อะลูมินั่มที่ยึดอยู่ที่อนุภาคดินเหนียว และได้ที่อะลูมินั่ม (Al^{+3}) ให้มาอยู่ในสารละลายดิน (Bronos และ Pearson, ๑๙๗๓)

การศึกษาเกี่ยวกับบทบาทของอะลูมินั่มในดินกรด ในระยะ ๑๕ ปี ที่ผ่านมา พบว่า exchangeable Al เป็นประจุบวกที่เด่นในดินที่มีการชะล้างสูงในอเมริกา และในประเทศเขตร้อนชุ่มชื้น เมื่อปฏิกิริยาของดิน < 5 (Kamprath, ๑๙๗๐) และเป็นธาตุตัวหนึ่งที่ทำให้การเจริญเติบโตของพืชไม่ดีเท่าที่ควรในดินกรด Hye และคณะ (๑๙๖๑) พบว่าเมื่อการอิ่มตัวด้วยอะลูมินั่ม (Al saturation) มากกว่า ๖๐ % จะพบอะลูมินั่มไอออนในสารละลายดิน อย่างไรก็ดีถ้าปริมาณแคลือเพิ่มขึ้น (อาจเป็นกรณีที่ใส่ปุ๋ยมากเกินไป) ปริมาณอะลูมินั่มในสารละลายดินจะเพิ่มมากขึ้น

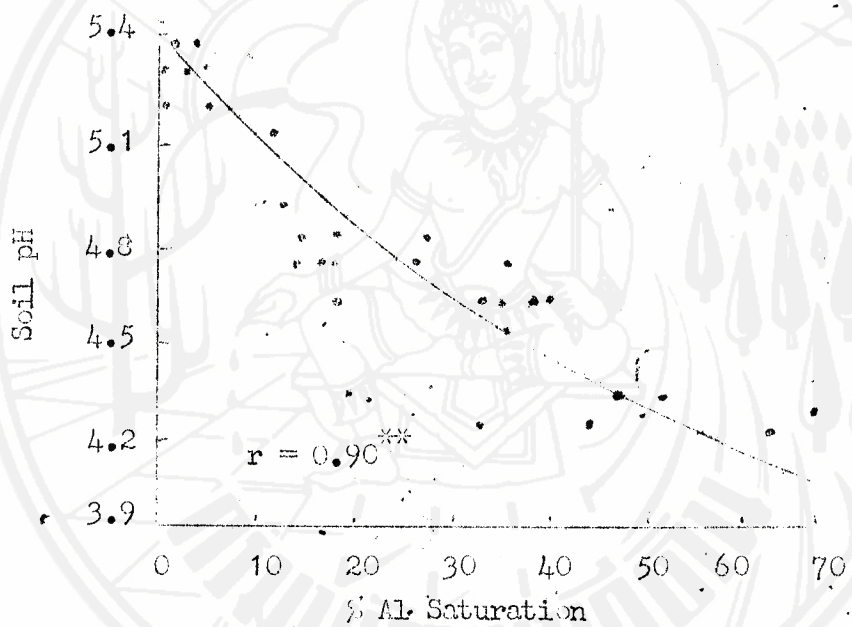
Exchangeable Al จะตกตะกอนที่ pH ๕.๕ – ๖.๐ ดังนั้นเมื่อ pH สูงขึ้นจะไม่พบ exchangeable Al หรือพบในปริมาณที่น้อยมาก (รูปที่ ๑)



รูปที่ ๑ แสดง Exchangeable aluminum ที่ระดับต่าง ๆ ในดิน Oxisols และดิน Andepts จากปานามา (Mendez – Lay, ๑๙๗๓ site by Sanchez, ๑๙๗๖)

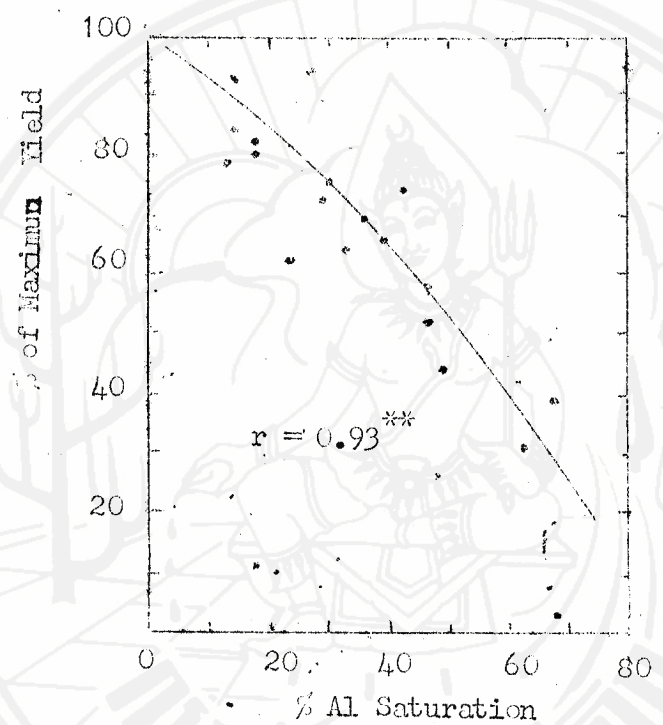
ค่าที่ใช้วัดความเป็นกรดของดิน คือ ค่าเปอร์เซ็นต์การอิ่มตัวด้วยอะลูมินัม (% Al saturation) ซึ่งคำนวณมาจาก exchangeable Al (และ exchangeable H ถ้ามี) ต่อผลบวกของ exchangeable bases กับ exchangeable Al (และ exchangeable H ถ้ามี) ดังสูตรต่อไปนี้

$$\% \text{ Al - saturation} = \frac{\text{Exch.Al (และ Exch.H ถ้ามี)}}{\text{Exch.bases + Exch Al (และ Exch H ถ้ามี)}} \times 100$$



รูปที่ ๖ แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง pH ของดินกับ aluminum saturation ของดิน Ultisols และ Oxisols จากปอร์โตรีโก (Abruna et al, ๑๙๗๕)

สาเหตุที่ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ เนื่องจากสภาพดินที่เป็นกรดนี้ ทำให้พืชซึ่งการเจริญเติบโต จะเห็นได้ว่าผลผลิตของพืชจะลดลงเมื่อเปอร์เซ็นต์การอิ่มตัวด้วยอะลูมินั่มเพิ่มขึ้น ดังรูปที่ ๓



รูปที่ ๓ แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง aluminum saturation ต่อผลผลิตของ snap bean ในดิน Oxisols และดิน Alfisols จากปอร์โตริโก (Abruna et al, ๑๙๗๕)

ความเป็นพิษของอะลูมินั่ม (Aluminum toxicity) ความเข้มข้นของอะลูมินั่มในสารละลายดิน มากกว่า ๑ ส่วนในล้าน(ppm) ขึ้นไป พบว่าเป็นเหตุให้ผลผลิตของพืชลดลง จากการศึกษาของ Abruna และคณะ ได้ทดลองกับยาสูบ และ Villagarcia ทดลองกับมันฝรั่ง(site by sanchez, ๑๙๗๖) แสดงให้เห็นถึงความเป็นพิษของอะลูมินั่มที่มีผลกระทบกระเทือนต่อระบบรากพืช อาการของรากจะ

ชงักการเติบโต และตายเป็นจุด ๆ นอกจากนี้ความเป็นพิษของอะลูมินั่ม ยังมีข้อจำกัดสำหรับพืชแต่ละชนิดอีกด้วย เช่น รากข้าวโพดจะมีผลต่อเมื่อ Al – saturation ≥ ๖๐ เปอร์เซ็นต์ เป็นต้น

ดิน	ปฏิกิริยาของดิน pH	Exch Al (meq/100 g)	Al – saturation (%)	น้ำหนักรากแห้ง (mg/pot)	
				ข้าวโพด	ข้าวฟ่าง
Ultisols	๔.๘	๘	๔๐	๕๓๑	๔๐๐
	๔.๕	๖	๕๗	๔๗๔	๒๔๖
	๓.๙	๑๑	๘๗	๒๐๔	๑๙
Oxisol	๔.๘	๓	๕๓	๖๘๗	๓๔๕
	๔.๕	๔	๗๐	๖๓๐	๑๖๖
	๔.๐	๕	๘๗	๓๔๕	๑๖๘

ตารางที่ ๑ แสดงผลของอะลูมินั่มต่อการเจริญเติบโตของรากข้าวโพดในดิน Ultisol และ Oxisol จากเปอร์โตริโก (Brenes และ Pearson, ๑๙๗๓)

จากตารางจะเห็นว่าการเจริญเติบโตของรากข้าวโพดจะไม่ได้รับผลกระทบกระเทือนเมื่อ Al – saturation ไม่เกิน ๖๐ เปอร์เซ็นต์ สำหรับดิน Ultisol และไม่เกิน ๗๐ เปอร์เซ็นต์ ในดิน Oxisols ส่วนข้าวฟ่างจะกระทบกระเทือนอย่างมาก เมื่อ Al – saturation สูงประมาณ ๘๕ – ๙๐ เปอร์เซ็นต์ ในดิน Ultisols และในดิน Oxisol จะกระทบกระเทือนเมื่อ Al – Saturation ประมาณ ๗๐ % ขึ้นไป

ค่าวิกฤตของ Al – saturation และ pH ที่มีผลกระทบกระเทือนต่อผลผลิตของพืชแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของพืชที่ปลูก จะเห็นว่าค่าวิกฤตของพืชส่วนใหญ่จะให้ผลผลิตต่ำกว่า ๕๐ เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตสูงสุด เมื่อ Al – saturation มีปริมาณระหว่าง ๔๕ – ๕๐ เปอร์เซ็นต์ และจะให้ผลผลิต

มากกว่า ๙๐ เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตสูงสุด เมื่อ Al - saturation อยู่ระหว่าง ๗ – ๖๐ เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ ๖

แหล่งปลูก	ชนิดพืช	ระดับวิกฤต (Critical level) ผลผลิตสูงสุด > ๙๐ %		ผลผลิตสูงสุด > ๙๐ %	
		pH	Al - saturation(%)	pH	Al - saturation(%)
บราซิล	ข้าวโพด	–	–	๕.๓–๕.๖	< ๑๐
ปอร์โตริโก	ข้าวโพด	๔.๔	๙๐	๕.๐	< ๑๕
อเมริกา	ข้าวโพด	๔.๕	๖๐	๕.๑	< ๙๐
ฟิลิปปินส์	ข้าวโพด	๔.๔	๗๖	๕.๐	< ๖๐
บราซิล	ถั่วเหลือง	–	–	๕.๖	< ๑๐
ปอร์โตริโก	ถั่วเหลือง	๕.๐	๖๐	๕.๖	< ๑๐
อเมริกา	ถั่วเหลือง	๔.๕	๙๐	๕.๖	< ๖๐
ปอร์โตริโก	อ้อย	๔.๔	๙๐	๕.๐	< ๑๐
อเมริกา	ฝ้าย	๕.๖	๔๕	๖.๐	< ๗
ยูกานดา	ฝ้าย	–	–	๕.๓	๐

ตารางที่ ๖ ค่าวิกฤตของ Al-saturation และ pH ของดินต่อผลผลิตของพืชชนิดต่าง ๆ (Kamprath, ๑๙๗๐)

วิธีแก้ความเป็นกรด

สารประกอบที่มีเป็นปริมาณมาก หาง่ายและราคาถูกสามารถใช้แก้ความเป็นกรดของดินได้เป็นอย่างดี ได้แก่ ปูน ซึ่งเป็นเกลือพวกคาร์บอเนต ออกไซด์ หรือไฮดรอกไซด์ ของแคลเซียมและแมกเนเซียม สารประกอบเหล่านี้ ได้แก่ แคลเซียมออกไซด์ (CaO) แคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) การใส่ปูนต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ เช่น pH ของดิน และปริมาณปูนที่ใส่ลงไปในดิน การใส่ปูนเป็นการยกระดับ pH ให้สูงขึ้นถึงจุดเหมาะสม เช่นที่ pH ประมาณ ๖.๖ – ๗.๓ ทั้งนี้เพื่อให้ธาตุอาหารที่จำเป็น และที่เป็นพิษของการอยู่ในรูปที่พืชใช้ประโยชน์ได้ ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม โดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกจุลธาตุ (micronutrients) ได้แก่ โบรอน สังกะสี และแมงกานีส เป็นต้น (Kamprath, ๑๙๗๑ และ (Pearson, ๑๙๗๕)

อัตราการใส่ปูนเป็นสิ่งสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะการที่จะใส่ปูนให้คุ้มค่า และประหยัดจำเป็นต้องคำนึงถึงปริมาณปูนด้วยว่าจะต้องใช้ปริมาณเท่าใด เพื่อทำให้ pH อยู่ในระดับเหมาะสมต่อการเพาะปลูก การเอาค่า exchangeable Al เป็นตัวกำหนดว่าควรใส่ปูนมากน้อยเท่าใด ได้รับการเสนอให้ใช้สำหรับดินที่มี Permanent charge ต่ำ และ pH – dependent charge สูง (Kamprath, ๑๙๗๐ ; Roeve และ Sumner, ๑๙๗๐) เหตุผลคือ อะลูมินั่นเป็นสารที่ก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อพืชในดินกรด การใส่ปูนเพื่อลดระดับอะลูมินั่นที่มีมากในดิน ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการเติบโตของพืช

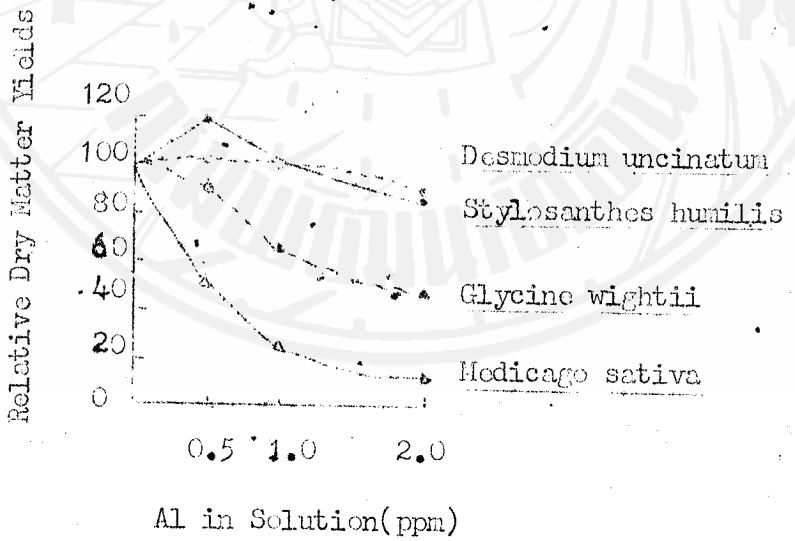
วิธีการคำนวณว่าใส่ปูนมากเท่าใดที่จะพอดีกับ exchangeable Al นั้น หาโดยอัตราการใส่ปูน (ในรูปสมมูลย์เคมี) ซึ่งจะเป็นหน่วยของปริมาณ exchangeable Al จนกระทั่งทำให้ – exchangeable Al เป็นกลาง หรือสะเทิน (Kamprath, ๑๙๗๐) จากการศึกษาพบว่า อัตราการใส่ปูนจะเป็น ๑.๕ ถึง ๓ เท่าของ exchangeable Al

Exchangeable Al หาได้โดยสกัดจากโปแตสเซียมคลอไรด์ (KCl) โดยมีกฎทั่ว ๆ ไป สำหรับอัตราการใส่ปูน คือ

meq. $CaCO_3$ /100g. = meq. KCl - extractable acidity/100 g. x 2.
ดังนั้นปริมาณปูนที่ใช้ ๑ meq $CaCO_3$/100g.จะเท่ากับปูน ๑ ตันต่อเนื้อที่ ๑ เฮกเตอร์ หรือประมาณ ๑๖๐ กก./ไร่ เมื่อดินลึก ๑๕ ซม.

ชนิดของพืชที่ทนต่อความเป็นกรด

การแก้ปัญหาเกี่ยวกับความเป็นกรดของดิน นอกจากการใส่ปูนแล้ว การเลือกชนิดของพืชที่ทนต่อปริมาณอะลูมินั่มในดิน เป็นสิ่งจำเป็นไม่น้อยเหมือนกัน ตัวอย่างเช่น ข้าวโพด และถั่ว อาจจะตายเมื่อความเป็นกรดของดินอยู่ที่ระดับใกล้เคียงกับหนึ่ง แต่พืชอีกหลายชนิดสามารถทนความเป็นกรดที่ระดับปฏิกิริยาเดียวกันนี้ได้ เช่น สับปะรด ชา กาแฟ มันสำปะหลัง เป็นต้น หญ้าหลายชนิดและพืชตระกูลถั่วบางชนิดสามารถปรับตัวเข้ากับดินกรดได้ดี เช่น หญ้า guinea หญ้า mollasses สามารถขึ้นได้ในดินที่เป็นกรดจัด พืชตระกูลถั่วบางชนิดไม่สามารถเติบโตได้ดีในดินกรด เนื่องจากความต้องการแคลเซียมสูง แต่ยังมีพืชตระกูลถั่วที่ใช้ทำทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ สามารถปลูกได้ในดินกรด เช่น Stylosanthes spp.,Centrosema spp.,Calopogonium spp., และ Pueraria spp.



รูปที่ ๔ แสดงพันธุ์ต่าง ๆ ของพืชตระกูลถั่วที่ใช้ทำทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ที่ทนทานต่อสภาพปริมาณอะลูมินั่มในสารละลายดิน (Andrew และ Vanden Berg, ๑๙๗๓; site by sanchez, ๑๙๗๖)

จากรูปข้างบนแสดงให้เห็นว่า Stylosanthes humilis และ Desmodium uncinatum สามารถทนต่อความเข้มข้นของอะลูมินั่มได้ดี และให้ผลผลิตสูง ถึงแม้จะมีความเข้มข้นของอะลูมินั่มถึง ๖ ppm. ในขณะที่ Glycine wightii และ Medicago sativa ให้ผลผลิตต่ำ และไม่สามารถทนต่อความเข้มข้นของอะลูมินั่มระดับสูงได้

Spain และคณะ (๑๙๗๕) ได้จัดทำตารางแสดงพืชชนิดต่าง ๆ ที่สามารถปรับตัวได้กับ Al - saturation ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ กัน (ตารางที่ ๓)

Lime Requirement	Al - saturation (%)	pH	Crops (Using Tolerant Varieties)
0.25-0.50 tons/ha (40-80กก/ไร่)	68 - 75	4.5 - 4.7	ข้าวไร่ มันสำปะหลัง มะม่วง มะม่วงหิมพานต์, ส้ม, สับปะรด. stylosanthes spp., Desmodium spp., Centrosema spp., Brachiaria decumbens; Paspalum plicatulum; หญ้า molasses; Kudzu
0.5-1.0tons/ha (80-160กก/ไร่)	45 - 58	4.7 - 5.0	Cowpeas, plaintian (?)
1.0-2.0tons/ha (160-320กก/ไร่)	31 - 45	5.0 - 5.3	ข้าวโพด, ถั่วดำ

ตารางที่ ๓ Crops and pasture species suitable for acid soils with minimum lime requirements (Spain et.al 1975 site by sanchez, 1976.)

ตารางที่ ๔ Soil Acidity Levels in Some Tropical Soil Profiles (Sanchez, 1976)

Soil and Location	Horizon (cm)	pH (in H_2O)	Exch. Al (meq/100 g.)	Aluminum Saturation (%)
Oxisols				
Haplustox (Colombia)	0 - 8	4.8	3.1	63
	8 - 22	4.7	3.2	83
	22 - 46	4.4	1.9	83
	46 - 132	4.9	0.6	71
	132 - 140	5.4	0.3	44
Eutrustox (Brazil)	0 - 10	5.5	0.2	2
	20 - 30	4.9	0.8	6
	40 - 50	5.1	0.6	5
	100 - 110	5.3	0.3	4
	140 - 170	5.5	0.3	4
Acrustox (Brazil)	0 - 20	4.7	2.6	94
	20 - 40	4.8	1.9	94
Ultisols				
Paleudult (Peru)	0 - 5	3.6	1.9	52
	5 - 40	4.2	4.2	89
	40 - 60	4.1	4.5	72
	60 - 90	4.2	6.0	92
	90 - 140+	4.0	6.1	73

Soil and Location	Horizon (cm)	pH (in H_2O)	Exch. Al (meq/100 g.)	Aluminum Saturation (%)
Tropaqualt	0 - 5	5.6	0.0	0
(Peru)	5 - 10	4.7	5.5	28
	10 - 50	4.6	14.6	79
	50 - 90	4.7	29.3	83
Alfisols				
Haplustalf	0 - 5	6.8	0.01	0.2
(Nigeria)	5 - 15	6.7	0.01	0.1
	15 - 45	7.1	0.03	0.6
	45 - 65	6.7	0.04	0.9
	65 - 95	6.3	0.06	1.5
Ustalf	0 - 27	5.8	0.20	4.5
(Nigeria)	27 - 75	6.0	0.18	2.8
	75 - 116	6.1	0.17	2.0
Tropaqualf	0 - 5	5.5	0.55	3
(Peru)	5 - 25	4.9	9.20	33
	25 - 80	5.0	12.50	44
	80 - 100	5.2	14.55	44

Soil and Location	Horizon (cm)	pH (in H_2O)	Exch. Al (meq/100 g.)	Aluminum Saturation (%)
Tropaqualt	0 - 5	5.6	0.0	0
(Peru)	5 - 10	4.7	5.5	28
	10 - 50	4.6	14.6	79
	50 - 90	4.7	29.3	83
Alfisols				
Haplustalf	0 - 5	6.8	0.01	0.2
(Nigeria)	5 - 15	6.7	0.01	0.1
	15 - 45	7.1	0.03	0.6
	45 - 65	6.7	0.04	0.9
	65 - 95	6.3	0.06	1.5
Ustalf	0 - 27	5.8	0.20	4.5
(Nigeria)	27 - 75	6.0	0.18	2.8
	75 - 116	6.1	0.17	2.0
Tropaqualf	0 - 5	5.5	0.55	3
(Peru)	5 - 25	4.9	9.20	33
	25 - 80	5.0	12.50	44
	80 - 100	5.2	14.55	44

ตารางที่ ๔ (ต่อ) ตัวอย่างดินกรดในสภาพระบายน้ำดี (well drained soil)
ในประเทศไทย (กรมพัฒนาที่ดิน, ๑๙๗๔)

Soil and Location	Horizon (cm)	pH (in H_2O) 1/	Exch Al (meq/100 g.) 1/	Al - saturation (%) 2/
Oxisols :	0-20	5.3	0.2	82
- Tha Mai series : Ti	20-50	5.3	0.3	83
(clayey, kaolinitic,	50-95	5.2	0.7	91
isohyperthermic Typic	95-125	5.3	0.3	88
Haplorthox)	125-155	5.2	0.5	90
	155-180	5.1	0.4	88
- Chok Chai series : Ci	0-10/14	4.4	0.1	69
(clayey, kaolinitic,	10/14-36	4.2	0.2	83
isohyperthermic. Typic	36-60	3.9	1.7	91
Haplustox)	60-86	3.8	1.7	90
	86-120	3.8	1.7	91
	120-156	3.9	1.9	92
	156-185	3.9	1.9	95
	185-220	4.1	1.7	94
Ultisols :				
- Pak Chong series : Pc	0-12	6.2	tr *	48
(clayey, kaolinitic,	12-30	5.3	0.4	60
isohyperthermic. Oxic	30-53	4.4	3.9	82
Paleustults)	53-90	4.4	5.0	93

* tr = trace

Soil and Location	Horizon (cm)	pH 1/ (in H_2O)	Exch Al 1/ (meq/100 g.)	Al - saturation 2/ (%)
Alfisol				
- Sikhiu series : Si	0-13	5.5	tr*	44
(fine - loamy, siliceous,	13-33	5.2	0.5	58
isohyperthermic. Rhodic	33-53	5.3	0.6	59
Paleustalfs)	53-75	6.4	tr*	35
	75-94	5.8	tr*	39
	94-125	5.5	tr*	37
	125-152	6.0	tr*	33
	152-190	7.3	tr*	21

1/ จากกองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน

2/ จากการคำนวณ

Soil and Location	Horizon (cm)	pH 1/ (in H_2O)	Exch Al 1/ (meq/100 g.)	Al - saturation 2/ (%)
Alfisol				
- Sikhiu series : Si	0-13	5.5	tr*	44
(fine - loamy, siliceous,	13-33	5.2	0.5	58
isohyperthermic. Rhodic	33-53	5.3	0.6	59
Paleustalfs)	53-75	6.4	tr*	35
	75-94	5.8	tr*	39
	94-125	5.5	tr*	37
	125-152	6.0	tr*	33
	152-190	7.3	tr*	21

1/ จากกองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน

2/ จากการคำนวณ

จากตารางที่ ๔ จะเห็นว่าดิน Oxisols โดยทั่วไปจะมีเปอร์เซ็นต์ Al-saturation สูง ยกเว้นดินที่อยู่ใน great group Eutrustox ในประเทศบราซิล ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ base saturation สูง จึงทำให้ exchangeable Al และ Al - saturation ต่ำ (Moura และ Buol, ๑๙๖๘) ส่วนดินในอันดับ Ultisols มี Al - saturation สูงทุกโปรไฟล์ เมื่อเปรียบเทียบดินทั้ง Oxisols และ Ultisols กับ Alfisols จะเห็นได้ว่า ค่า exchangeable Al และเปอร์เซ็นต์ Al - saturation แตกต่างกันมาก ทั้งนี้เนื่องจากปฏิกิริยาของดิน Alfisols ค่อนข้างเป็นกลาง จึงทำให้ความเป็นประโยชน์ในดิน Alfisols มีสูงกว่าดิน Oxisols และ Ultisols

สรุป

๑. ดินที่มีสภาพเป็นกรดโดยเฉพาะ pH < ๕.๕ แล้ว exchangeable Al เป็นตัวสาคัญที่ทำให้เกิดกรด

๒. Aluminum toxicity เป็นเหตุให้ดินขาดความสมบูรณ์ ทำให้รากพืชดูดการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารบางชนิดเข้าสู่ประโยชน์ต่อพืชได้น้อย เช่น P, Ca, Mg โดยเฉพาะพวก micronutrients ได้แก่ B Zn (Kamprath, ๑๙๖๒, Pearson, ๑๙๗๕)

๓. ปริมาณปูนที่ใช้เพื่อปรับระดับ pH ให้เหมาะสมในการที่พืชดูดธาตุอาหารจะละลายได้ดี

๔. ขนาดของปูน และระยะเวลาที่ใส่ ที่จะทำให้ระดับ pH ของดินมีสภาพเป็นกลาง

๕. ชนิดของพืช ที่ทนต่อสภาพความเป็นกรด

การแก้ปัญหาดินกรดในสภาพที่มีการระบายน้ำดี และมีการวิวัฒนาการของดินมานาน ความเป็นกรดส่วนใหญ่เนื่องจาก exchangeable Al อย่างไรก็ดีการหาเกณฑ์ที่นำมาคูณค่า exchangeable Al เพื่อช่วยการพยากรณ์อัตราการใส่ปูน เพื่อทำให้สภาพดินเป็นกลางนั้น จะต้องศึกษาสมบัติทางเคมีของดินให้มากขึ้นอีก โดยเฉพาะในช่วงความชื้นที่รากพืชดูดน้ำ นอกจากนี้การศึกษาค่าวิกฤตของ Al - saturation ของพืชแต่ละชนิดในสภาพภูมิอากาศร้อนชื้นยังเป็นสิ่งที่จำเป็นอีกมาก

เอกสารอ้างอิง

Abruna, F.; J. Vicente-Chandler. R.W. Pearson, et.al. 1970.. Crop response to soil acidity factors in Ultisols and Oxisols, I, Tobacco. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 34 : 629-635

Abruna, F., R.W. Pearson, and R. Perez-Escolar. 1975. Lime response of corn and beans grown on typical Ultisols and Oxisols of Puerto Rico. In. Sanchez (eds). Properties and management of soils in the tropics. p 223-253.

Brenes, E. and R.W. Pearson. 1973. Root response of three graminoae species to soil acidity in an Oxisol and Ultisol. Soil Sci. 116 : 295-302.

Coleman, N. T. and G.W. Thomas. 1967. The basic chemistry of soil acidity Agron. Monogr. 12 : 1-41.

Haddidson, H.R.; E.C. Mclean, and N. Holowaychuk, 1960. Aluminum in soils : IV. The role of aluminum in soil acidity Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 24 : 91-93.

Kamprath, E.J. 1970. Exchangeable aluminum as a criterion for liming leached mineral soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 34 : 252-254.

Kamprath, E.J. 1971. Potential detrimental effects from liming highly weathered soils to neutrality. Proc. soil crop. Sci. Soc. Fla : 31 : 200-203.

Kamprath, E.J. 1972. Soil acidity and liming. In Sanchez (eds). Properties and management of soils in the tropics. p. 223-253.

Kamprath, E.J. 1980. Soil acidity in well-drained soils of the tropics as a constraint to food production. IRRI. Philippines. P. 171-187.

Moura, W. and S.W. Buol. 1972. Studies on a Latosol Roxo. (Eutrustox) in Brazil. In sanchez (eds). Properties and management of soil in the tropics. P. 223-253.

Nye, P., D Craig., N. T. Coleman., and J.L. Ragland. 1961 Ion exchange equilibrium involving aluminium Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 25 : 14-17.

Pearson, R.W. 1975. Soil acidity and liming in the humid tropics. Agr. Bull. 30.

Reeve, N.G., and M.E. Sumner. 1970. Lime requirements of Natal Oxisols based on exchangeable aluminum. Soil Sci Soc. Amer. Proc. 34 : 595-598.

Sanchez, P.A. 1976. Soil acidity and liming. Properties and management of soils in the Tropics. p. 223-253.

Spain, J. M., C.A. Francis., R.L. Roveler., and F. Calvo. 1975. Differential species and varietal tolerance to soil acidity in tropical crops and pastures. In Sanchez (eds). Properties and management of soils in the Tropics. p. 223-253.

Soil Survey Division. 1979. Second international Soil Classification Workshop. Part II. Land Development Department, Bangkok.