การจัดการดินกรดโดยใช้ปูนและอินทรียวัตถุ

Acid Soil Management by Using the Lime and Organic Matter

ศิราณี วงศ์กระจ่าง วท.ม (Siranee Wongkrachang, M.Sc.)[1]

บัญชา รัตนีทู วท.ม (Buncha Rattaneetu, M.Sc.)[2]

บทคัดย่อ

ดินกรด เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีปัญหาทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการปลูกพืช ปัญหาอาจเกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดิน สภาพทางภูมิประเทศที่เอื้ออำนวยให้เกิดการชะล้างพังทลาย และจากกิจกรรมของมนุษย์ที่ใช้ดินไม่ถูกต้อง โดยพื้นที่ทำการเกษตรในภาคใต้มีพื้นที่ประมาณ 27 ล้านไร่ ส่วนใหญ่ดินเป็นกรด เนื่องจากสภาพภูมิอากาศภาคใต้เป็นแบบร้อนชื้น ฝนตกชุก ทำให้ธาตุอาหารสำคัญถูกชะล้าง จึงส่งผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินคือ ขาดธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และ สังกะสี เป็นต้น ฟอสฟอรัสจะละลายออกมาในสารละลายดินได้น้อยแม้จะมีการใส่ปุ๋ย จึงเป็นข้อจำกัดต่อการเจริญเติบโตของพืช หากต้องการใช้ประโยชน์จากดินเพื่อการเพาะปลูก จำเป็นจะต้องมีการปรับปรุงดินเช่น การใส่ปุ๋ย และการใส่วัสดุปูน เพื่อทำให้ดินนั้นมีความอุดมสมบูรณ์ มีธาตุอาหารในดินเพิ่มมากขึ้นจนสามารถใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูกได้

คำสำคัญ : ดินกรด ปูน อินทรียวัตถุ

Abstract

The acid soil is the soil that has low fertility. It has various problem including physical , chemical and biological which is not suitable for crop production. These problem might occur from parent material and typical characteristic of the mainland that causes soil erosion easily. Furthermore, human also uses soil unproperly. Refering to the agricultural areas in Southern part of Thailand which covers around 27 million rai, most of the soil are acid because the weather is hot - rainy. Therefore, the important nutrients is leached which affects soil fertility. Specifically, it lacks of essential nutrients such as Nitrogen, Phosphorus, Potassium, Calcium and Magnisium. Phosphorus, especially can hardly dissolved in the soil although fertilizer has been done. Hence, it limits the opportunity for plant to contain growing which relates to the soil improvement before growing plant such as adding fertilizer and lime to make the soil fertile so that it can be used for cultivation crop production.

Keywords : Acid soil, lime, organic matter

[1] อาจารย์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์

[2] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีนราธิวาส มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์

บทนำ

ดินเป็นปัจจัยขั้นพื้นฐานที่สำคัญปัจจัยหนึ่งต่อการผลิตในภาคเกษตรกรรม เพราะว่าการทำเกษตรกรรม การเลี้ยงสัตว์หรือปลูกพืชต้องอาศัยดินที่มีความอุดมสมบูรณ์มีแร่ธาตุอาหารพอเพียงสำหรับพืช ซึ่งจะทำให้พืชสามารถเจริญงอกงามได้ดี ได้รับผลผลิตที่สูงและมีคุณภาพดี แต่สภาพปัญหาที่พบในพื้นที่การเกษตรปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นดินขาดความอุดมสมบูรณ์ เนื่องมาจากการใช้พื้นที่ทางการเกษตรติดต่อเป็นเวลานานและการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวโดยไม่มีการเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดิน ปัญหาดังกล่าวหากมิได้มีการแก้ไขอย่างถูกวิธีจะก่อให้เกิดปัญหาดินเสื่อมโทรมตามมา เช่น การเกิดดินกรด

ดินกรดเป็นดินที่มี pH ต่ำกว่า 7 ซึ่งมีประมาณ 25-30 เปอร์เซนต์ ของโลก ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีดินกรดมากถึง 54 เปอร์เซนต์ ของพื้นที่ สำหรับในประเทศไทยพบว่า มีพื้นที่ดินกรดกระจายอยู่ทั่วประเทศประมาณ 140 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 44 เปอร์เซนต์ ของพื้นที่ทั่วประเทศ (จำเป็น อ่อนทอง, 2550) ดินกรดเป็นดินที่เกิดภายใต้สภาพที่มีการชะล้างรุนแรงและยาวนาน ทำให้เป็นดินที่มีการพัฒนาการสูง ธาตุประจุบวกที่เป็นด่างถูกชะล้างออกไป ดินจึงมีสภาพเป็นกรด ซึ่งทำให้เหล็กและอะลูมินัมละลายออกมามากจนเป็นพิษต่อพืช และความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารลดลง การนำดินกรดมาใช้ประโยชน์จึงมีความจำเป็นต้องปรับปรุงเพื่อขจัดปัญหาหรือข้อจำกัดต่างๆ ให้สามารถนำมาใช้ปลูกพืชและทำให้พืชให้ผลผลิตสูงได้

กรมพัฒนาที่ดิน (2532) รายงานว่าดินกรด ก่อให้เกิดผลกระทบต่อการปลูกพืชโดยตรง ระดับธาตุอาหารพืชที่เป็นประโยชน์ในดินจะมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับความเป็นกรดในดิน ดินที่เป็นกรดธาตุอาหารบางชนิดจะไม่อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ หรือบางชนิดจะละลายออกมามากในดินจนถึงระดับที่เป็นพิษต่อพืชได้ ดังนั้น การลดความเป็นกรดในดินที่นิยมโดยทั่วไป คือ โดยการใส่ปูน วัสดุปูนที่ใช้สำหรับปรับปรุงดินกรด เพื่อยกระดับ pH ของดินให้สูงขึ้น ได้แก่ ออกไซด์ ไฮดรอกไซด์ คาร์บอเนตของแคลเซียมและแมกนีเซียม การใช้ปูนเป็นวิธีการที่นิยมและปฏิบัติได้ง่ายในการปรับระดับ pH ของดินที่เป็นกรด (เจริญ เจริญจำรัสชีพ, กำชัย กาญจนธนเศรษฐ และเมธิน ศิริวงศ์, 2540)

ความหมายของดินกรด

ดินกรด คือ ดินซึ่งเมื่อละลายอยู่ในน้ำแล้วจะต้องปล่อย H^+ ออกมา โดยจะปล่อย H^+ เพียงบางส่วนเท่านั้น โดย H^+ ส่วน ใหญ่จะถูกดูดยึดอยู่ที่ผิวของอนุภาคดิน ส่วนของ H^+ ที่ถูกปลดปล่อยออกมานี้เรียกว่า กรดจริง (active acidity) ส่วน H^+ ที่ดูดยึดอยู่ที่ผิวอนุภาคดินเรียกว่า กรดแฝง (potential acidity) ดินกรดโดยทั่วไปจะเป็นดินที่ขาดความอุดมสมบูรณ์ จึงทำให้การเจริญเติบโตของพืชมักถูกจำกัดโดยความเป็นพิษของอะลูมินัม แมงกานีส และเหล็ก อีกทั้งยังส่งผลให้ดินขาดธาตุแคลเซียม แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส และโมลิดินัม (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)

สาเหตุของการเกิดดินกรด

ในดินเขตร้อนที่ผ่านการผุพังสลายตัวมาเป็นเวลานาน จะทำให้ประจุบวกที่เป็นด่าง (base cation) ที่ดูดซึมอยู่ใต้ผิวของอนุภาคดินเหนียว ถูกชะล้างโดยน้ำฝนที่ตกลงมาและไหลซึมผ่านดินไป ทั้งนี้ขณะน้ำฝนไหลซึมผ่านดินจะละลายเอาก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งมีอยู่จำนวนมากในดิน เกิดเป็นกรดคาร์บอนิค (H_2CO_3) ซึ่งจะแตกตัวให้ H^+ ทำให้น้ำที่ไหลผ่านดินมีปฏิกิริยาเป็นกรด และในขณะที่ไหลผ่านลงดิน H^+ ก็จะไล่ที่ประจุเป็นด่างที่ดูดยึดอยู่ที่ผิวของอนุภาคดินให้สูญหายไป และ H^+ ก็จะดูดยึดที่ผิวของอนุภาคดินแทน เมื่อกระบวนการนี้ดำเนินไปเป็นเวลานาน ในที่สุดผิวของอนุภาคดินมี H^+ มากกว่าประจุเป็นด่างก็จะทำให้ดินนั้นมีปฏิกิริยาเป็นกรด นอกจากนี้ยังมีกระบวนการอื่นๆ ที่ทำให้เกิดดินกรด เช่น ซากเน่าเปื่อยผุพังของอินทรียวัตถุในดิน ซึ่งจะก่อให้เกิดกรดไนตริกและกรดซัลฟิวริก (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)

ข้อจำกัดของดินกรดต่อการเจริญเติบโตของพืช

ดินกรดโดยทั่วไปมี 2 ปัจจัยที่เป็นตัวจำกัดการเจริญเติบโตของพืช คือ การขาดธาตุอาหาร ได้แก่ การขาดธาตุฟอสฟอรัสและแคลเซียม และอีกปัจจัยหนึ่งคือ การที่มีธาตุอาหารพืชบางชนิดอยู่ในระดับสูงจนเป็นพิษต่อพืช เช่น อะลูมินัม ดินกรดที่เกิดภายใต้สภาพที่มีการชะล้างรุนแรงและยาวนาน อยู่ในพื้นที่ที่ส่งเสริมให้กระบวนการผุพังสลายตัวของดินเกิดขึ้นได้ดี คือ มีอุณหภูมิสูงและฝนตกชุก ธาตุอาหารในดินถูกชะล้างได้ง่ายโดยเฉพาะธาตุประจุบวกที่เป็นด่าง ดินจึงมีสภาพเป็นกรด ส่งผลให้ปริมาณของเหล็กและอะลูมินัมละลายออกมามากจนเป็นพิษกับพืชและยังไปลดความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสอีกด้วย (กรมพัฒนาที่ดิน, 2532)

1. ความเป็นพิษของอะลูมินัม

ในสภาพดินเป็นกรดอะลูมินัมจะละลายออกมาอยู่ในสารละลายดิน เมื่อพืชได้รับอะลูมินัมในปริมาณมากเกินไป จะเกิดอาการกับรากโดยรากจะกุด หยาบและสั้นไม่มีการพัฒนาของราก พืชไม่มีขนรากอ่อนและรากเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลถึงน้ำตาลเข้ม

2. ความเป็นพิษของแมงกานีส

แมงกานีสเป็นธาตุที่ละลายได้ดีในดินที่มีระดับ pH ต่ำกว่า 5.5 และถ้าต่ำกว่า 5.0 จะละลายออกมาอยู่ในสารละลายดินได้สูงมากขึ้นกว่าเดิมหลายเท่าตัว (จำเป็น, 2550) แมงกานีสเป็นธาตุที่พืชต้องการในปริมาณน้อย ปริมาณที่พบในพืชอยู่ในระดับ 20-500 $mgkg^{-1}$ หากพืชได้รับแมงกานีสมากเกินความต้องการ พืชจะแสดงอาการแมงกานีสเป็นพิษซึ่งมีลักษณะอาการที่เห็นได้ชัดเจนในทุกพืช และมีลักษณะใกล้เคียงกันคือใบล่างจะมีจุดสีน้ำตาลเล็กๆ เกิดขึ้นบริเวณท้องใบ ถ้าอาการเป็นพิษรุนแรงจะทำให้ใบหดคล้ายถ้วย (สุมาลี สุทธิประดิษฐ์, 2536)

3. ปัญหาการขาดฟอสฟอรัสในดินกรด

ชัยรัตน์ นิลนนท์, วิเชียร จาฎุพจน์, วรรณา เลี้ยววาริน และสุภาวณี ยงค์ (2538) ได้ศึกษาสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดิน ปลูกมังคุดบางชนิดในภาคใต้ของประเทศไทยซึ่งดินส่วนใหญ่มีฟอสฟอรัสต่ำกว่า 10 $mgkg^{-1}$ และเมื่อนำดินดังกล่าวมาทดสอบโดยการปลูกข้าวโพด พบว่าดินขาดฟอสฟอรัส

4. ปัญหาการขาดโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในดินกรด

สรัญญา ดำอำภัย (2548) กล่าวว่าเมื่อนำดินคอหงส์ซึ่งเป็นดินกรดในอันดับอัลทิซอลส์มาปลูกข้าวโพด พบว่าข้าวโพดมีลักษณะยอดอ่อนไม่คลี่ ขอบใบอ่อนไหม้ตาย และที่ปลายรากอ่อนมีเมือกเหนียวๆ ซึ่งเป็นอาการขาดแคลเซียม

การจัดการดินกรด

การปรับปรุงคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดินสามารถทำได้หลายวิธี ดังนี้

1) การใช้ปูนเพื่อปรับสภาพความเป็นกรดของดินอย่างมีประสิทธิภาพและไม่เป็นอันตรายต่อพืชปลูก ควรใส่ปูนตามปริมาณที่ให้คำแนะนำหรือใส่เพียงครึ่งหนึ่งในปีแรกและที่เหลือใส่อีกครั้งในปีต่อไป และควรปล่อยให้ปูนทำปฏิกิริยากับดินสักระยะหนึ่งก่อนปลูกพืช

2) การใช้วัสดุอินทรีย์ ซึ่งประสิทธิภาพของวัสดุอินทรีย์แต่ละชนิดแตกต่างกัน ได้มีการนำวัสดุอินทรีย์ มาใช้เพื่อปรับปรุงดินในการปลูกพืชต่างๆ มากมาย และผลการวิจัยส่วนใหญ่ พบว่า วัสดุอินทรีย์มีคุณสมบัติในการเพิ่มผลผลิตพืช (ปรีชา สุริยพันธ์ และ สมศักดิ์ เชี่ยวสมุทร, 2519)

3) การใส่ปุ๋ยหมักในดินกรดเป็นการเพิ่มแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ส่งผลให้ปริมาณและกิจกรรมจุลินทรีย์เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนธาตุอาหารในดิน รวมถึงกิจกรรมจุลินทรีย์ พวกไมโคไรซา ที่บริเวณรากพืชด้วย

การจัดการดินกรดเพื่อการผลิตพืช ประกอบด้วย การจัดการลดความรุนแรงของกรดในดิน โดยการใส่วัสดุปูน การเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดิน การเลือกชนิดพันธุ์พืชที่ทนทานความเป็นกรด การปรับปรุงสภาวะธาตุอาหารพืชในดินให้เพียงพอและมีประสิทธิภาพ การจัดการผิวดินให้เหมาะสม เพื่อลดการชะล้างพังทลาย และรักษาความชื้นไว้ในดินให้นานที่สุด และปรับสภาวะแวดล้อมของดินรอบๆ รากพืชใต้ชั้นไถพรวนให้เหมาะสม ทั้งด้านความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณธาตุอาหารพืชและความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน อย่างไรก็ตามลักษณะภูมิประเทศ ภูมิอากาศ พืชพรรณในพื้นที่ ดังกล่าวและลักษณะปัญหาอื่นๆ จะแตกต่างกันไปด้วย ดังนั้น การจัดการดินกรด จึงต้องเป็นการผสมผสานระหว่างวิธีการต่างๆ ตามลักษณะปัญหาอื่นของดินนั้นๆ และชนิดของพืชพรรณที่นำมาปลูกให้เหมาะสม

1. การปรับปรุงดินกรดโดยการใช้ปูน

การลดความเป็นกรดในดินที่นิยมโดยทั่วไป คือ โดยการใส่ปูน วัสดุปูนที่ใช้สำหรับปรับปรุงดินกรด เพื่อยกระดับ pH ของดินให้สูงขึ้น ได้แก่ ออกไซด์ ไฮดรอกไซด์ คาร์บอเนตของแคลเซียม และแมกนีเซียม การใช้ปูนเป็นวิธีการที่นิยมและปฏิบัติได้ง่ายในการปรับระดับ pH ของดินที่เป็นกรดจัด (เจริญ เจริญจำรัสชีพ, กำชัย กาญจนธนเศรษฐ และเมธิน ศิริวงศ์, 2540)

1.1 ชนิดของปูนที่ใช้ในการเกษตร

ปูนที่ใช้ในการเกษตร สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

- ออกไซด์ (Oxide) สารประกอบของปูนประเภทนี้คือ CaO และ MgO มีชื่อเรียกว่า burned lime หรือ quick lime เป็นปูนที่ไวต่อการทำปฏิกิริยาในดิน ได้มาจากการนำหินปูนและเปลือกหอยมาเผา

- ไฮดรอกไซด์ (Hydroxide) สารประกอบของปูนประเภทนี้ได้แก่ $Ca(OH)_2$ และ $Mg(OH)_2$ มีชื่อเรียกว่า hydrated lime หรือ Slaked lime ได้จากการทำปฏิกิริยาของน้ำกับ burned lime

- คาร์บอเนต (Carbonate) สารประกอบของปูนประเภทนี้ได้แก่ หินปูน ($CaCO_3$) และหินโดโลไมท์ $CaMg(CO_3)_2$ ได้มาจากภูเขาหินปูน โดยนำมาบดให้มีขนาดเล็กผ่านตะแกรงขนาด 60 mesh

ปัจจุบันมีปูนที่นิยมใช้กันมากในการเกษตร ได้แก่ ปูนขาว ซึ่งปูนขาวเกิดจากการนำหินปูน (Calcium carbonate) มาเผาที่ความร้อนสูงถึง 600 - 900 องศาเซลเซียสขึ้นไปเพื่อไล่คาร์บอนไดออกไซด์ออกไปกลายเป็นแคลเซียมออกไซด์เพื่อให้ผู้ใช้นำไปผสมเองหรืออาจผสมสำเร็จ โดยเมื่อได้ที่แล้วจะมีการพรมน้ำลงไปตามส่วนเพื่อให้เกิดเป็นแคลเซียมไฮดรอกไซด์ขึ้นมานำไปใช้ได้ อาทิเช่น Quicklimes , Blended Quicklimes , Lime putty , Burnt lime และ plaster lime

1.2 การเลือกใช้วัสดุปูน

เลือกจากคุณภาพให้ดูตรงค่าการทำให้เป็นกลางสูง ต้องมากกว่า 80 และมีขนาดละเอียด หาซื้อได้ง่าย ราคาถูก และเลือกให้เหมาะกับพืชที่ปลูกการใช้ปูนในนาข้าว พืชผัก ในภาคกลาง ภาคตะวันออกแนะนำให้ใช้ปูนมาร์ล สำหรับภาคใต้ใช้หินปูนบด (หินปูนฝุ่น) สำหรับในไม้ผล ปาล์มน้ำมัน แนะนำให้ใช้ปูนโดโลไมท์ เพราะมีแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบ พืชดังกล่าวต้องการแมกนีเซียมสูง หากต้องการปรับความเป็นกรดเป็นด่างอย่างรวดเร็วให้ใช้ปูนขาว

1.3 ความต้องการปูน

ปริมาณปูนที่ใส่เพื่อปรับ pH ให้ได้ตามที่ต้องการเรียกว่า ความต้องการปูน (lime requirement) ซึ่งจะแตกต่างกันตามปริมาณความเป็นกรดทั้งหมดที่อยู่ในดิน แม้ว่าดินจะมี pH เท่ากันหากต้องการการปรับ pH ให้สูงเท่ากัน แต่ปริมาณปูนที่ใช้อาจแตกต่างกัน ดังนั้นการวัด pH ทำให้ทราบว่าดินมี pH เหมาะสมต่อการปลูกพืชหรือไม่ แต่ไม่สามารถจะบอกถึงปริมาณปูนที่ต้องการใส่เพื่อปรับ pH ให้เหมาะสมได้ โดยทั่วไปแล้วดินเนื้อละเอียดและมีอินทรียวัตถุสูงมีความสามารถในการทนทานการเปลี่ยนแปลง pH ได้ดี จึงต้องใช้ปูนจำนวนมากเพื่อปรับ pH ให้ได้ตามที่ต้องการ ในขณะที่ดินเนื้อหยาบ pH จะเปลี่ยนแปลงได้ง่าย จึงต้องระมัดระวังเรื่องการใส่ปูน เพราะหากใส่ปูนมากเกินไปจะส่งผลเสียต่อพืชคือ

ทำให้ปริมาณเหล็ก แมงกานีส และสังกะสี ที่เป็นประโยชน์กับพืชในดินลดต่ำลง ทำให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินลดลงเพราะจะเปลี่ยนไปอยู่ในรูปแคลเซียมฟอสเฟตซึ่งจะละลายน้ำได้ยาก และแคลเซียมที่มีอยู่สูงเกินไปจะขัดขวางการดูดซึมโบรอนของพืช

โดยทั่วไปการใส่ปูนเพื่อปรับ pH ของดินเป็น 6.5 แต่ถ้าเป็นดินกรดเขตร้อนควรปรับ pH ประมาณ 5.5 เพราะ pH ระดับนี้ก็สามารถลดความเป็นพิษของอะลูมินัมซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่เป็นข้อจำกัดต่อการปลูกพืชได้ ถึงแม้ว่าการใส่ปูนปริมาณมากกว่านี้ก็ไม่ได้ทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดีขึ้น (กรมพัฒนาที่ดิน, 2532)

1.4 อัตราการใช้ปูน

พิจารณาจากความรุนแรงของกรดในดินและชนิดของพืชที่ปลูก การหาปริมาณความต้องการปูนที่เหมาะสมมีคำแนะนำอัตราการใช้โดยทั่วไป ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อัตราการใช้ปูนตามความเป็นกรดของดินในระดับต่างๆ

ค่า pH	**ระดับความเป็นกรด**	**อัตราการใช้ปูน (ตัน/ไร่)**
4.5-5.0	กรดรุนแรงเล็กน้อย	0.5
4.0-4.5	กรดปานกลาง	0.5-1.0
ต่ำกว่า 4.0	กรดจัดมาก	1.5-2.0

ที่มา : สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน (2550)

สำหรับดินกรดบนที่ดอน ดินเนื้อหยาบ อัตราการใช้ปูนอยู่ระหว่างประมาณ 200-400 กิโลกรัมต่อไร่ และต้องไม่ใส่ปูนในอัตราที่สูงเกินไป

1.5 ผลของปูนต่อการแก้ไขดินกรด

การใช้ปูนในการแก้ไขดินที่มีสภาพเป็นกรด มีผลต่อดิน ดังนี้

1) ปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน

ดินเป็นกรดที่มีเนื้อหยาบเกินไปหรือเหนียวเกินไป เมื่อได้รับการปรับ pH ให้สูงขึ้นโครงสร้างของดินจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเกาะตัวกันเป็นเม็ดดินเป็นโครงสร้างของดินแบบก้อนกลมพรุน คือ ดินที่มีอนุภาคดินมาจับตัวกันเป็นก้อนกลมๆมีความพรุนสูง ส่งผลให้สมบัติในการอุ้มน้ำของดินดีขึ้นด้วย (คณาจาย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)

2) ปรับปรุงสมบัติทางเคมีของดิน

ดินที่มีระดับ pH ต่ำกว่า 5.0 ถือว่ามีระดับความเป็นกรดอย่างมาก เป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของพืช เมื่อใส่ปูนจนมีระดับ pH ที่เหมาะสม สมบัติทางเคมีของดินหลายประการจะเปลี่ยนแปลงด้วย ธาตุที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เช่น

2.1) เพิ่มแคลเซียมและแมกนีเซียมให้มีปริมาณมากพอที่จะเป็นประโยชน์ต่อพืช

2.2) ทำให้ฟอสฟอรัสในดินกรดอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ได้ เพราะในดินกรดจัดเหล็กและอะลูมินัมละลายได้ดี จึงตรึงฟอสฟอรัสอยู่ในรูปเหล็กฟอสเฟตและอะลูมิเนียมฟอสเฟต เมื่อใส่ปูนลงไปจะลดการละลายของเหล็กและอะลูมินัมลง ทำให้ฟอสฟอรัสเป็นประโยชน์กับพืชมากขึ้น

2.3) ให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพราะเมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมจุลินทรีย์จะย่อยสลายอินทรียวัตถุได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้การปลดปล่อยธาตุอาหารต่างๆ ออกมาในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากยิ่งขึ้น เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และกำมะถัน

2.4) ลดความเป็นพิษของพวกจุลธาตุ ยกเว้นโมลิบดีนัมเพราะปูนช่วยปรับ pH ของดินให้สูงขึ้น ซึ่งพวกจุลธาตุจะเป็นประโยชน์เมื่อ pH ลดลง Maneepong, Nilnond, Onthong, Roland & Didier, (1998) ได้ศึกษาผลของปูนขาวยิปซัม และปูนขาวร่วมกับยิปซัมในการปรับปรุงดินกรดที่ระดับความลึกต่างกัน พบว่าการใส่ปูนสามารถปรับระดับ pH ของดินให้สูงขึ้น และลดอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้เพียงเล็กน้อยในดินบนและไม่แตกต่างในดินล่าง ส่วนการใส่ปูนขาวร่วมกับยิปซัมสามารถเพิ่มแคลเซียมและกำมะถันไปถึงระดับความลึก 60 เซนติเมตร จากผิวดินและสามารถลดความเข้มข้นของอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินล่างได้อีกด้วย แต่ส่งผลให้ปริมาณแมกนีเซียมในดินที่ระดับ 0-20 เซนติเมตร ลดลงเนื่องจากแมกนีเซียมถูกแทนที่ด้วยแคลเซียม

2.5) ความเป็นพิษของโลหะหนักลดลง เพราะโลหะหนักเช่น แคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว นิเกิล และสังกะสี ที่อยู่ในพวกของเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรม ละลายได้ดีในดินที่เป็นกรด ถ้า pH สูงกว่า 6.5 ทำให้ความเป็นพิษของโลหะหนักลดลง ทั้งนี้เพราะพืชดูดแคลเซียมได้ดีกว่าโลหะหนัก(เจริญ จำรัสชีพ, กำชัย กาญจนธนเศรษฐ และเมธิน ศิริวงศ์, 2540)

3) ปรับปรุงสมบัติทางชีวภาพของดิน

ดินที่มีสภาพเป็นกรดมากๆ ทำให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ถูกจำกัด ซึ่ง pH ที่เหมาะสมต่อการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ในดินคือเป็นกรดอ่อนหรือเป็นกลาง ดังนั้นเมื่อใส่ปูนลงไปในดินกรด จึงมีผลช่วยให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินที่เป็นประโยชน์ ดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อระดับ pH ของดินเป็นกรดอ่อนหรือเป็นกลาง (เกษม จันทรุจิรากร และคณะ, 2527)

1.6 ข้อเสียบางประการของการใส่ปูน

การใส่ปูนมากเกินไปหรือใส่ปูนแล้วปลูกพืชทันทีหรือใส่ปูนพร้อมกับหยอดใส่เมล็ดก็อาจจะเกิดผลเสียกับพืชที่ปลูกคือทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง pH ในดินอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือเมล็ดพืชที่กำลังงอกทำให้ระดับฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินลดลง และเกิดสารประกอบแคลเซียม ฟอสเฟตที่ละลายน้ำยากทำให้ระดับธาตุเหล็ก แมงกานีส ในดินลดต่ำลงมากจนเกินไป

1.7 การใส่ปูนต่อสมบัติของดินและการเจริญเติบโตของพืช

ชัยรัตน์ นิลนนท์ และ วิเชียร จาฎพจน์ (2539) รายงานว่าการใส่ปูนขาวอัตรา 325 $kgha^{-1}$ ทำให้น้ำหนักแห้งของถั่วฮามาตาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและเพิ่มขึ้นเล็กน้อยที่อัตรา 650-975 $kgha^{-1}$ และเมื่อใส่ปูนเพิ่มสูงขึ้นที่ 1,625-1,950 $kgha^{-1}$ ทำให้การเจริญเติบโตของถั่วลดลงอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามในสภาพเกินปูนดินมี pH เป็นด่าง ทำให้ขาดจุลธาตุในดินและการใส่ปูนในปริมาณที่เกินพอทำให้เสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นโดยไม่จำเป็น

นริศ หนูจันทร์ (2551) ได้ทำการศึกษาถึงอิทธิพลของการใส่ปูนและฟอสฟอรัสต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดหวานที่ปลูกในดินกรด พบว่าอิทธิพลของการใส่ปูนและฟอสฟอรัสต่อค่า pH ของดินในบริเวณระบบรากพืชมีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติ โดยทำให้ค่า pH ของดินในบริเวณระบบรากพืชเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

โสภิตา คำหาญ (2546) ได้ทำการศึกษาถึงแหล่งแคลเซียมที่เหมาะสมสำหรับการผลิตถั่วลิสงในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยใช้วัสดุปรับปรุงดินสี่ชนิดคือ ยิปซัม ปูนขาว ปูนมาร์ล และปูนโดโลไมท์ พบว่า ชนิดที่เหมาะสมต่อการผลิตถั่วลิสงสำหรับเกษตรกรรายย่อยในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือคือ ปูนขาว เนื่องจากเป็นแหล่งที่ให้แคลเซียม และสามารถปรับระดับ pH ของดินให้เพิ่มขึ้น ซึ่งเหมาะสมต่อสภาพพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่เป็นดินปนทราย ซึ่งมักขาดแคลเซียม และดินมีสภาพเป็นกรด และนอกจากนี้ การใช้ปูนขาวยังเป็นการใช้ต้นทุนในการผลิต ต่ำสุด และยังให้ผลผลิตสูงสุดด้วย

สุรศักดิ์ เสรีพงศ์ และสมพงษ์ นาสูงชน. (2545) ได้ทดลองปลูกมะละกอพันธุ์โกโก้ในชุดดินยโสธรทั้งในเรือนทดลองและแปลงทดลองโดยมีการใส่ปูน 4 อัตรา คือ 0, 4, 8, และ 12 กิโลกรัมต่อต้น ผลการทดลองพบว่ามะละกอเจริญเติบโตและได้น้ำหนักผลผลิตที่เหมาะสมเมื่อมีการใส่ปูนที่อัตรา 4-8 กิโลกรัมต่อต้น และการใส่ปูนอัตราเพิ่มขึ้นทำให้มีความเข้มข้นของแคลเซียมในก้านใบมะละกอเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. การปรับปรุงดินกรดโดยการใช้อินทรียวัตถุ

อินทรียวัตถุ หมายถึง สิ่งที่ได้จากการย่อยสลายของซากพืช ซากสัตว์ สิ่งขับถ่ายของมนุษย์และสัตว์ ขยะต่างๆ รวมไปถึงเซลล์ของจุลินทรีย์ที่ตายแล้ว โดยสิ่งเหล่านี้เมื่อย่อยสลายไปจนถึงขั้นสุดท้ายจะได้สารฮิวมัส ซึ่งเป็นสารที่เสถียรมีพื้นที่ผิวสัมผัสสูง มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูง สามารถดูดซับน้ำและธาตุอาหารได้ดี อินทรียวัตถุในดินประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ สารฮิวมิก (hurmic substance) ซึ่งเป็นส่วนที่มีโครงสร้างโมเลกุลซับซ้อนและจุลินทรีย์ย่อยสลายยากมาก และพวกที่ไม่ใช่สารฮิวมิก (non humic substance) มีโครงสร้างโมเลกุลไม่ซับซ้อน ย่อยสลายได้ง่ายโดยจุลินทรีย์ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ลิปิด กรดอะมิโน และกรดอินทรีย์ เป็นต้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) การจะได้มาซึ่งอินทรียวัตถุนั้น คือ การใส่อินทรีย์สารหรือปุ๋ยอินทรีย์ลงไปในดิน ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุอาหารพืชเป็นองค์ประกอบและเป็นสารปรับปรุงดิน ทำให้ดินมีสมบัติทางกายภาพเคมี และชีวภาพดีขึ้น (มุกดา สุขสวัสดิ์, 2544)

การปรับปรุงคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดินสามารถทำได้ หลายวิธี

1) การใช้วัสดุอินทรีย์ ซึ่งประสิทธิภาพของวัสดุอินทรีย์แต่ละชนิดแตกต่างกัน ได้มีการนำวัสดุอินทรีย์ มาใช้เพื่อปรับปรุงดินในการปลูกพืชต่างๆ มากมาย และผลการวิจัยส่วนใหญ่ พบว่า วัสดุอินทรีย์มีคุณสมบัติในการเพิ่มผลผลิตพืช (ปรีชา สุริยพันธ์ และ สมศักดิ์ เชี่ยวสมุทร, 2519)

2) การใส่ปุ๋ยหมักในดินกรดเป็นการเพิ่มแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ดินทำให้ปริมาณและกิจกรรมจุลินทรีย์เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนธาตุอาหารในดิน ร่วมถึงกิจกรรมจุลินทรีย์ พวกไมโคไรซา ที่บริเวณรากพืชด้วย (สรสิทธ์ วัชโรทยาน, 2535)

3. ผลของการใช้ปูนและปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตของพืช

ดนัย วรรณวนิช (2537) ได้ศึกษาการลดความเป็นพิษของอะลูมินัมโดยใช้ปูนและวัสดุปรับปรุงดิน คือ ปูนขาว ยิปซัม และอินทรียวัตถุและใช้ข้าวโพดเป็นพืชทดลอง พบว่า ชุดดินที่มีปริมาณอะลูมินัมในดินสูง การใส่วัสดุปรับปรุงดินลงไปโดยเฉพาะอย่างยิ่งปูนขาวผสมปุ๋ยหมัก ทำให้ได้น้ำหนักแห้งต้นข้าวโพดมากที่สุด คือ 36.46 กรัม ส่วนการใส่ปูนขาว ใส่ปุ๋ยหมัก ใส่ยิปซัม และไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน ทำให้ได้น้ำหนักแห้งต้น 25.17, 11.72, 9.16 และ 8.95 กรัม ตามลำดับ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้ง และราก ของต้นข้าวโพดที่ปลูกในดินที่ปรับปรุงดินด้วยปูนขาวผสมปุ๋ยอินทรีย์

สิ่งทดลอง	น้ำหนักแห้งต้น (กรัม)	ปริมาตรราก
ไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน	8.95 c	5.27 c
ใส่ปูนขาว	25.17 b	35.00 b
ใส่ยิบซัม	9.16 C	5.30 c
ใส่ปุ๋ยหมัก	11.72 C	8.15 c
ใส่ปูนขาวผสมปุ๋ยหมัก	36.46 a	52.70 a

ที่มา : ดนัย วรรณวนิช (2537)

นิรันดร์ สุขจันทร์ และ วันชัย ถนอมทรัพย์ (2555) ได้ศึกษาการใช้วัสดุอินทรีย์ และปูนมาร์ลในการปรับปรุงดินกรดสำหรับปลูกข้าวโพด พบว่าผลผลิตข้าวโพดเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณวัสดุอินทรีย์ จาก 0 ถึง 6 ตัน/ไร่ โดยเมื่ออัตราจาก 0 เป็น 2, 2 เป็น 4, 4 เป็น 6 ตัน/ไร่ ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น จาก 244 กก./ไร่ เป็น 371, 490 และ 549 ตามลำดับ และการใช้วัสดุอินทรีย์ 6 ตัน/ไร่ + LR และ ½ LR ให้ความสูงของต้น สูงสุด คือ 220 และ 219 เซนติเมตร ในขณะที่วิธีการควบคุมให้มีความสูงของต้นน้อยที่สุด คือ 99 เซนติเมตร ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลของการใช้วัสดุอินทรีย์และปูนมาร์ลต่อผลผลิตของข้าวโพด

กรรมวิธี	ผลผลิต (ก.ก/ไร่)	ความสูงต้น (ซม.)
1. Control	244 [f]	99 [e]
2. OM 2 ตัน/ไร่	371 [e]	150 [d]
3. OM 2 ตัน/ไร่ + ½ LR	433 [d]	185 [c]
4. OM 2 ตัน/ไร่ + LR	440 [d]	190 [c]
5. OM 4 ตัน/ไร่	490 [c]	199 [b]
6. OM 4 ตัน/ไร่ + ½ LR	521 [ab]	205 [ab]
7. OM 4 ตัน/ไร่ + LR	520 [ab]	209 [ab]
8. OM 6 ตัน/ไร่	549	211 [ab]
9. OM 6 ตัน/ไร่ + ½ LR	549 [a]	219 [a]
10. OM 6 ตัน/ไร่ + LR	544 [a]	220 [a]

หมายเหตุ OM = วัสดุอินทรีย์ และ LR = การใส่ปูนตามค่าวิเคราะห์ดิน (Lime requirement)
ที่มา: นิรันดร์ สุขจันทร์ และ วันชัย ถนอมทรัพย์ (2555)

สุวพันธ์ รัตนะรัต, มณฑล เสวตานนท์, สนั่น รัตนานุกูล และ แสงจันทร์ ศรีสายเชื้อ (2526) ได้ศึกษาผลของปูนขาวและปุ๋ยอินทรีย์ในการปรับปรุงดินกรดสำหรับปลูกถั่วเหลือง ประกอบด้วยการใส่ปูนขาวอัตรา 800 ก.ก./ไร่ ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 5 ตัน/ไร่ ใส่ปูนขาวและปุ๋ยอินทรีย์ ร่วมกัน เปรียบเทียบกับไม่ใส่ปูนขาวและปุ๋ยอินทรีย์ ดังตารางที่ 4 ผลปรากฏว่าการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปูนขาวและปุ๋ยอินทรีย์ทำให้ได้ผลผลิตถั่วเหลืองมากที่สุด คือ 261 ก.ก/ไร่ การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมักและใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปูนขาว และใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวให้ผลผลิต คือ 239, 141 และ 63 ก.ก/ไร่ ตามลำดับ

ตารางที่ 4 แสดงผลผลิตของถั่วเหลือง (yield components) จากการปรับปรุงดินกรดด้วยปูนขาวและปุ๋ยอินทรีย์

สิ่งทดลอง	น้ำหนักเมล็ด (กก./ไร่)	น้ำหนักตอซัง (กก./ไร่)	ความสูง (ซม.)
NPK	63 c	189 c	67 c
NPK + Compost	261 a	641 a	71 a
NPK + Lime	141 b	462 b	61 b
NPK + Lime + Compost	239 a	554 a	74 a

ที่มา : สุวพันธ์ รัตนะรัต มณฑล เสวตานนท์ สนั่น รัตนานุกูล และแสงจันทร์ ศรีสายเชื้อ (2526)

สรุป

การศึกษาการใส่ปูนและปุ๋ยหมักในดินกรดต่อการเจริญเติบโตของพืช เป็นที่ทราบโดยทั่วไปว่าดินกรดในภาคใต้ บางส่วนเป็นดินกรด นอกจากนี้ดินยังเป็นดินเนื้อหยาบซึ่งจะทำให้การชะล้างพวกไอออนที่เป็นด่างออกไปจากดินได้มากขึ้น ทำให้ดินมีธาตุอาหารพวกแคลเซียม แมกนีเซียม และโปแทสเซียมต่ำ แล้วยังทำให้ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส ที่เป็นประโยชน์ในดินต่ำด้วย ดังนั้นการปลูกพืชในดินกรดจึงประสบปัญหา เรื่อง การขาดธาตุอาหาร การที่จะทำให้ผลผลิตพืชดีขึ้นในดินกรดนั้น จึงควรหาวิธีแก้ไขและปรับปรุงสมบัติทางกายภาพ และปริมาณธาตุอาหารให้เหมาะสม ในทางปฏิบัติกันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ การใส่ปูน ซึ่งเป็นวิธีง่ายและได้ผลดี ประกอบกับปัจจุบันได้มีการแนะนำการใช้หินฟอสเฟต และปุ๋ยอินทรีย์เป็นที่แพร่หลาย

ดังนั้น ในการเตรียมดินเพื่อปลูกพืช จำเป็นต้องปรับสมบัติทางกายภาพของดินให้ดี ทำให้ดินมีความร่วนซุยขึ้น และมีการระบายน้ำดีขึ้น ซึ่งสามารถทำได้ โดยการใส่อินทรียวัตถุ หรือปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดินกระตุ้นกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน ทำให้ดินมีสมบัติทางกายภาพดีขึ้น และเป็นการเพิ่มธาตุอาหารให้แก่พืชที่ปลูกด้วย

ข้อเสนอแนะ

ดินกรด เป็นดินที่ขาดธาตุอาหารและมีความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ ไม่เอื้ออำนวยต่อการเพาะปลูก หากต้องการให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ จะต้องทำการปรับสภาพดินให้มีธาตุอาหารที่มากพอสำหรับการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งการใส่ปูนขาวจะทำให้ pH ของดินเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะเมื่อทำการใส่ปูนขาวเท่ากับความต้องการของปูน ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากปูนส่งผลให้ธาตุอาหารของพืชอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์มากขึ้น แต่ถึงอย่างไรก็ตามดินกรดทั่วไปนั้นมักขาดธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในดิน ดังนั้น หลังจากการปรับปรุงสมบัติทางเคมีของดินให้มีความเหมาะสมแล้ว จำเป็นจะต้องมีการเพิ่มธาตุอาหารลงไปในดิน โดยเฉพาะปุ๋ยที่ทำให้ธาตุอาหารเพิ่มขึ้นซึ่งได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ซึ่งจะทำให้ได้ผลผลิตมากยิ่งขึ้น

รายการอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. (2532). **การจัดการดินและพืชเพื่อปรับปรุงดินอินทรียวัตถุต่ำ.** กรุงเทพฯ : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เกษม จันทรุจิรากร สุวพัน รัตนะรัต บัณฑิต ชมศิริ และประณีต ไทยอุทัย. (2527). **อิทธิพลและผลตกค้างของปูนขาว ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยมูลไก่ ต่อปอแก้วไทยที่ปลูกในดินชุดร้อยเอ็ด.** รายงานผลการค้นคว้าวิจัย ปี 2527 พืชเส้นใย อ้อย และยาสูบ กองพืชไร่. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. (2548). **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จำเป็น อ่อนทอง. (2550). **ดินมีปัญหาและการจัดการ.** สงขลา : คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เจริญ เจริญจำรัสชีพ กำชัย กาญจนธนเศรษฐ และเมธิน ศิริวงศ์. (2540). **การจัดการดินกรดในประเทศไทย.** กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาที่ดิน.

ชัยรัตน์ นิลนนท์ วิเชียร จาฏุพจน์ วรรณา เลี้ยววาริน และสุภาวณี ยงค์ (2538). สภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินปลูกมังคุดบางชนิดภาคใต้. **วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 27**(1), 727-737.

ชัยรัตน์ นิลนนท์ และวิเชียร จาฏุพจน์. (2539). การประเมินความอุดมสมบูรณ์และความต้องการธาตุอาหารของพืชอาหารสัตว์ตระกูลถั่วในชุดดินคอหงส์. **วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 18**(1), 35-42.

ดนัย วรรณนิช.(2537). **การลดความเป็นพิษของอลูมินัมในดินกรดโดยใช้ปูนยิปซัมและอินทรียวัตถุ.** เข้าถึงเมื่อวันที่ 17 มกราคม 2555, จาก http//: www.ldd.go.th.

นริศ หนูจันทร์. (2551). **อิทธิพลของการใส่ปูนและฟอสฟอรัสต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดหวานที่ปลูกในดินกรด.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

นิรันดร์ สุขจันทร์ และ วันชัย ถนอมทรัพย์. (2555). **การใช้วัสดุอินทรีย์และปูรมาร์ลในการปรับปรุงดินกรดสำหรับปลูกข้าวโพด.** เข้าถึงเมื่อวันที่ 17 มกราคม 2555, จาก http//: www.ldd.go.th.

ปรีชา สุริยพันธ์ และสมศักดิ์ เชี่ยวสมุทร. (2519). **ศึกษาผลตอบสนองของข้าวต่อการใช้ปูนและปุ๋ยฟอสฟอเฟตในดินกรดชุดรังสิต.** กรุงเทพฯ : กองพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร.

มุกดา สุขสวัสดิ์. (2544). **ความอุดมสมบูรณ์ของดิน.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. 368 หน้า.

สรสิทธิ์ รัชโรทยาน. (2535). **ความอุดมสมบูรณ์ของดิน.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สรัญญา ดำอำภัย. (2548). **ผลของสารปรับปรุงดินบางชนิดต่อสมบัติของดิน และการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกในดินกรดที่ดอนภาคใต้ของประเทศไทย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา การจัดการทรัพยากรดิน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุมาลี สุทธิประดิษฐ์. (2536). **ความอุดมสมบูรณ์ของดิน.** สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุวพันธ์ รัตนะรัต มณฑล เสวตานนท์ สนั่น รัตนานุกูล และแสงจันทร์ ศรีสายเชื้อ . (2526). **ผลของปูนขาวและปุ๋ยอินทรีย์ในการปรับปรุงดินกรด สำหรับปลูกถั่วเหลือง.** รายงานผลการวิจัยดินและปุ๋ยพืชไร่ 2520-2526 กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร.

สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน. (2550). **การใช้สารปรับปรุงบำรุงดินในพื้นที่เกษตรกรรม.** กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

โสภิตา คำหาญ. (2546). **แหล่งแคลเซียมที่เหมาะสมสำหรับการผลิตถั่วลิสงในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.** สัมมนา. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการเกษตร วิชาเอกพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

สุรศักดิ์ เสรีพงศ์ และสมพงษ์ นาสูงชน. (2545). **การศึกษาอิทธิพลของปูนและปุ๋ยคอกต่อผลผลิตมะละกอที่ปลูกในดินกรด.** รายงานการวิจัย ภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Maneepong, S., Nilnond,C., Onthong, J., Roland, P. and Didier,B. (1998). Effect of lime and gypsum on alleviation of upland acid soil infertility in Southern Thailand. **Poceeding of 16th world congress of soil science, Montpellier, France.** 20-26 August 1998.