

การศึกษาเทคนิคการผสมหินปูนฝุ่นปรับสภาพน้ำเปรี้ยวเพื่อใช้ในการเกษตร

ชัยวัฒน์ สิทธิบุศย์, อภิชาติ จงสกุล, ถาวร มีชัย และสายหยุด ภักดีสุวรรณ
ศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทองฯ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 12 กรมพัฒนาที่ดิน จังหวัดสงขลา

บทคัดย่อ

การศึกษาเทคนิคการผสมหินปูนฝุ่นปรับสภาพน้ำเปรี้ยวเพื่อใช้ในการเกษตรดำเนินการในบริเวณลุ่มน้ำบางนรา จังหวัดนราธิวาสในปี พ.ศ. 2536-2537 คุณภาพน้ำในแม่น้ำบางนราที่มีสภาพเป็นกรดจัดมากทำให้ไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในพื้นที่เกษตรกรรมบริเวณลุ่มน้ำบางนราซึ่งส่วนใหญ่เป็นดินเปรี้ยวจัด จึงทำการศึกษาเพื่อหาเทคนิคที่เหมาะสมในการผสมหินปูนฝุ่นปรับสภาพน้ำเปรี้ยวก่อนส่งเข้าสู่ระบบชลประทานพบว่า หินปูนฝุ่นเป็นวัสดุที่เหมาะสมในการปรับสภาพน้ำเปรี้ยวโดยใช้ในอัตราเท่ากับ $\frac{1}{4}$ ของความ ต้องการปูนขึ้นไป และใช้วิธีให้น้ำเปรี้ยวไหลผ่านหินปูนฝุ่นในแนวราบ คุณภาพของน้ำเปรี้ยวที่ปรับสภาพแล้วมีค่า pH สูงขึ้นประมาณ 6-7 และมีค่าความกระด้างสูงพอที่จะสะเทินกรดในดินเปรี้ยวจัดได้ การทดสอบแบบจำลองพบว่า หินปูนฝุ่นใช้ปรับสภาพน้ำเปรี้ยว ให้สามารถใช้ปลูกข้าวได้ติดต่อกัน 2 ฤดูปลูก การวิเคราะห์คุณภาพของน้ำ พบว่า ค่า pH จากเดิมประมาณ 3-3.5 เมื่อผ่านกล่องไฟเบอร์ค่า pH จะเพิ่มสูงขึ้นทันที เป็น 6-7 และเมื่อผ่านกล่องที่ 2 ที่ 3 ไป ค่า pH จะสูงขึ้นอีกเล็กน้อยเท่านั้น ปริมาณแคลเซียมที่ละลายได้ อยู่ในระดับที่ถือได้ว่าเป็นน้ำกระด้างเหมาะสม นำไปใช้กับดินเปรี้ยวจัดเพื่อสะเทินกรดในดินได้ แต่การผ่านกล่องบรรจุหินปูนฝุ่น ไม่ควรให้ผ่านมากเกินไป 3 กล่อง เพราะเมื่อ pH สูงมากขึ้น ปริมาณแคลเซียมจะถูกปรับให้ตกตะกอนเป็น CaCO_3 เพื่อรักษาสภาพ pH ให้คงที่ ดังนั้นหากพยายามปรับ pH ให้สูงมากเกินไปจะทำให้ปริมาณแคลเซียมในน้ำลดลงไม่เหมาะสมจะนำไปสะเทินกรด ส่วนการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำที่ปรับสภาพความเป็นกรดแล้วด้วยการใช้ปลูกข้าวในดินเปรี้ยวจัด พบว่า ข้าวมีอัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตเป็นที่น่าพอใจใกล้เคียงกับการปลูกโดยวิธีใส่หินปูนฝุ่นในนาและดีกว่าการปลูกข้าวโดยใช้น้ำจัดโดยผลผลิตเฉลี่ยของข้าวที่ได้สูงถึง 500 กก./ไร่

คำสำคัญ : หินปูนฝุ่น น้ำเปรี้ยว

หลักการและเหตุผล

พื้นที่เกษตรกรรมในบริเวณลุ่มน้ำบางนรา จังหวัดนราธิวาส ส่วนใหญ่จะเป็นพื้นที่ดินมีปัญหา โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือดินเปรี้ยวจัด เกษตรกรประสบปัญหาในการใช้ที่ดินอย่างมากนอกจากนั้นแล้วน้ำที่นำมาใช้ในการเกษตรก็ไม่พอเพียง (จักรพงษ์, 2528) จึงได้เกิดมีโครงการพัฒนาลุ่มน้ำบางนราอันเนื่องมาจากพระราชดำริ โดยการสร้างประตุน้ำเพื่อควบคุมการไหลและระดับน้ำในแม่น้ำบางนรา ซึ่งเป็นแม่น้ำที่ไหลออกสู่ทะเลได้ 2 ทางประตุน้ำนี้จะกั้นมิให้น้ำเค็มรุกเข้าไปในแม่น้ำ และกักเก็บน้ำจัดไว้ใช้ในการเกษตร ในการจัดส่งน้ำจากแม่น้ำบางนรา สู่พื้นที่เกษตรกรรม กลับปรากฏว่าน้ำที่จัดส่งนั้นมีสภาพเป็นน้ำเปรี้ยวผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำของศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทองฯ ซึ่งทำอย่างต่อเนื่องติดต่อกันมา พบว่า ค่า pH ของน้ำในแม่น้ำบางนราโดยเฉพาะบริเวณคลองน้ำแบ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 3-3.5 เกือบตลอดทั้งปี (ไมตรี และคณะ, 2528)

พระบาทสมเด็จพระมหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร ได้เสด็จพระราชดำเนินทอดพระเนตรสภาพโครงการพัฒนาลุ่มน้ำบางนราอันเนื่องมาจากพระราชดำริ โดยทางเรือตามลำแม่น้ำบาง

นราและสถานีสูบน้ำบ้านตอหลัง ตำบลไพรวัน อำเภอตากใบ จังหวัดนราธิวาส เมื่อวันที่ 11 ตุลาคม 2535 ได้พระราชทานพระราชดำริเกี่ยวกับคุณภาพน้ำในคลองน้ำแบ่งว่ายังมีความเป็นกรดค่อนข้างสูงควรพิจารณาใช้หินปูนฝุ่นผสมในน้ำเปรี้ยวเพื่อเจือจางสภาพความเป็นกรดให้ลดลงถึงระดับที่สามารถใช้เพื่อการเพาะปลูกได้ก่อนที่จะส่งเข้าระบบส่งน้ำ

“...ก็ต้องทำแบบทำบ่อสูบน้ำตรงเข้าไปในบ่อ แล้วก็ปรุงน้ำโดยเอาปูนใส่ไปละลายให้ได้น้ำดีได้ pH พอเหมาะ แล้วปล่อยจากนั้นไปตามคลองลงแปลงนาทำให้ไม่ต้องลงไปใส่ปูนในแปลงนาต้องใส่ 2,000 ไร่ ซึ่งต้องทำงานมาก แต่ถ้าเอาน้ำที่ได้ที่แล้วไปใส่เราก็ไม่ต้องวิ่งตาม ลองคิดว่าอย่างไหนจะสะดวกกว่ากัน ถ้าเราปรุงน้ำให้ดีแล้วใส่ในนา หรือเอาน้ำที่ปรุงไม่ดีไปตามในนาอย่างไหนจะประหยัดกว่าคือใช้แนวความคิดนี้ในรายละเอียดก็ต้องไปคิด...”

ดังนั้น ศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทองฯ จึงได้นำพระราชดำริมาขยายผลเพื่อทำการวิจัยหาวิธีการที่เหมาะสม ในการผสมวัสดุปูนเพื่อปรับสภาพน้ำเปรี้ยวก่อนส่งน้ำเข้าสู่พื้นที่เกษตรกรรมซึ่งเป็นดินเปรี้ยวจัดและทดสอบประสิทธิภาพของน้ำที่ปรับสภาพแล้ว เพื่อศึกษาเทคนิคและอัตราการที่เหมาะสมในการผสมหินปูนฝุ่นกับน้ำเพื่อปรับสภาพน้ำเปรี้ยว ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของน้ำเปรี้ยวหลังจากปรับสภาพความเป็นกรดด้วยหินปูนฝุ่น และทดสอบการใช้น้ำเปรี้ยวที่ปรับสภาพความเป็นกรดแล้วในการปลูกข้าว

อุปกรณ์และวิธีการ

1. อุปกรณ์

- 1.1 ถังพลาสติก
- 1.2 วัสดุปรับปรุงดิน
- 1.3 ข้าวพันธุ์ กข.23
- 1.4 ท่อส่งน้ำ
- 1.5 วาล์วควบคุม
- 1.6 เครื่องสูบน้ำ
- 1.7 กล้องไฟเบอร์
- 1.8 อุปกรณ์วิทยาศาสตร์และสารเคมีสำหรับวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ
- 1.9 ปุ๋ยเคมี

2. วิธีการ

2.1 การทดสอบเบื้องต้น

1) ดำเนินการโดยทดสอบการใช้วัสดุปูนชนิดต่างๆ ได้แก่ ปูนขาวหินปูนฝุ่นหินปูนก้อนใส่ผสมกับน้ำเปรี้ยวด้วยอัตราต่างๆ กันแล้วติดตามวัดการเปลี่ยนแปลงค่า pH เพื่อหาความเหมาะสมของชนิดและอัตราของวัสดุปูนที่จะนำมาใช้ในการปรับสภาพน้ำเปรี้ยว

2) ดำเนินการทดสอบเทคนิควิธีผสมหินปูนด้วยวิธีการต่างๆ ได้แก่ การกวน, การปล่อยให้ไหลผ่านทางแนวตั้งและแนวราบ โดยติดตามวัดการเปลี่ยนแปลงค่า pH ตลอด

2.2 การสร้างแบบจำลอง (model) ของวิธีการผสมหินปูนฝุ่น

นำข้อมูลจากการทดสอบเบื้องต้นมาออกแบบ สร้างถังเก็บน้ำและร่องระบายน้ำ เพื่อผสมวัสดุปูนในการปรับสภาพน้ำเปรี้ยว ก่อนส่งเข้าระบบส่งน้ำเพื่อการเกษตร แล้วดำเนินการก่อสร้างตัวแบบเพื่อปรับสภาพ

น้ำเปรี้ยว ทำการก่อสร้างที่สถานีพัฒนาที่ดินจังหวัดนราธิวาส บ้านโคกกระตูกหมู ตำบลไพรวัน อำเภอตากใบ จังหวัดนราธิวาส ซึ่งสามารถนำน้ำเปรี้ยวจากคลองน้ำแบ่งมาทดสอบการปรับสภาพน้ำเปรี้ยวได้โดยตรง

2.3 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

เก็บตัวอย่างน้ำก่อนบำบัด และหลังจากผ่านถังปรับสภาพน้ำเปรี้ยวแล้วมาวิเคราะห์คุณภาพน้ำเปรียบเทียบกัน

2.4 การทดสอบการปลูกข้าว

นำน้ำเปรี้ยวที่ปรับสภาพความเป็นกรดแล้วไปทดสอบการใช้ประโยชน์โดยการปลูกข้าวในพื้นที่ดินเปรี้ยว โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomize Completely Block Design (RCBD) โดยวางตัวรับการทดลองดังนี้

ดำรับที่ 1	แปลงทดสอบ (Check) ใช้น้ำเปรี้ยว pH 3-3.5
ดำรับที่ 2	ใส่หินปูนฝุ่นอัตรา 2,600 กก./ไร่ และใช้น้ำเปรี้ยว pH 3-3.5
ดำรับที่ 3	ใช้น้ำจืด pH 6-7
ดำรับที่ 4	ใช้น้ำเปรี้ยวที่ปรับสภาพแล้ว pH 6-7

ทำการทดสอบ 4 ซ้ำโดยใช้พันธุ์ข้าวข.23 โดยใช้การจัดการตามวิธีการแนะนำเหมือนกันทุกดำรับ เก็บข้อมูลสถิติ การแตกกอ ความสูง ผลผลิต แล้วนำไปวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบผลการทดลองการทดสอบการปลูกข้าวดำเนินการ 2 ครั้ง

ผลการศึกษาและวิจารณ์

1. ผลการทดสอบเบื้องต้น

1.1 ชนิดและอัตราของวัสดุปูน

จากการทดสอบชนิดและอัตราของวัสดุปูนต่างๆ ได้แก่ ปูนขาว หินปูนฝุ่น และหินปูนกรวด ใช้อัตราตามค่าความต้องการปูน (Lime Requirement) ซึ่งหาโดยวิธีการ Incubation แล้วแปรค่าเป็น $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, 1 และ 2 เท่าของความต้องการปูนใช้น้ำเปรี้ยวมีค่า pH เริ่มต้น 3.5 ผสมน้ำเปรี้ยวกับปูนชนิดต่างๆ ในอัตราต่างกัน ติดตามวัดค่า pH ในแต่ละดำรับ (ตารางที่ 1) พบว่า

น้ำเปรี้ยวเมื่อไม่มีการใส่วัสดุปูนค่า pH จะเพิ่มขึ้นได้เล็กน้อยและอย่างช้าๆ เนื่องจากน้ำมีคุณสมบัติของตัวเองที่เรียกว่า Buffering capacity ที่จะใช้คาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายอยู่ควบคุมไม่ให้มีการเปลี่ยนแปลง pH อย่างรวดเร็ว

ในดำรับที่ใช้ปูนขาวปรับปรุง พบว่า สามารถยกระดับ pH ได้ทันที เมื่อใช้ปูนขาวในอัตราสูงกว่าหรือเท่ากับความต้องการปูนและเมื่อทิ้งไว้นานเกิน 4 สัปดาห์ ค่า pH ก็ไม่ลดลงแต่อย่างใดส่วนปูนขาวที่อัตราครึ่งหนึ่งของความต้องการปูนสามารถยกระดับ pH ได้เกิน 5 เดือนแต่ต้องใช้เวลานาน 10 วันขึ้นไปและปูนขาวอัตรา $\frac{1}{4}$ ของความต้องการปูนยกระดับ pH ได้น้อยมาก

ดำรับที่ใช้หินปูนฝุ่นเป็นวัสดุปรับสภาพน้ำเปรี้ยวนั้นปริมาณของหินปูนฝุ่นทุกๆ อัตราสามารถยกระดับ pH ได้เกิน 5 แต่ต้องใช้เวลาดังแต่ 9-10 วันขึ้นไป

การใช้หินปูนกรวดปรับสภาพน้ำเปรี้ยวสามารถยกระดับ pH เกิน 5 เมื่อหมักปูนไว้ 11 วันขึ้นไปแต่อัตราที่ใช้ $\frac{1}{4}$ และ $\frac{1}{2}$ LR สามารถปรับสภาพน้ำเปรี้ยวได้น้อยกว่าการใช้อัตราที่สูงขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากคุณสมบัติการละลายของหินปูนกรวดไม่ดีพอเมื่อเปรียบเทียบกับหินปูนฝุ่นแล้วจะละลายได้น้อยกว่าประสิทธิภาพในการปรับสภาพความเป็นกรดไม่ดีพอ

จากการทดลองเบื้องต้น ชี้ให้เห็นว่าวัสดุทั้ง 3 ชนิดสามารถใช้ปรับสภาพน้ำเปรี้ยวได้ทั้งหมด หากใช้ในอัตราที่สูงจะยกระดับ pH ได้ดีกว่าและวัสดุปูนที่ละลายน้ำได้ดี คือ ปูนขาวจะยกระดับ pH ให้สูงขึ้นได้

เร็วกว่า จากการทดสอบนี้ได้เลือกหินปูนฝุ่นเป็นวัสดุปรับสภาพน้ำเปรี้ยวเนื่องจากสามารถยกระดับ pH ได้ดี ปานกลางแต่ราคาถูกกว่าปูนขาว สำหรับหินปูนกรวดยกระดับ pH ได้ไม่ดีเท่าหินปูนฝุ่นส่วนอัตราของหินปูนฝุ่นเลือกใช้ได้ตั้งแต่อัตรา ¼ ของความต้องการปูนขึ้นไป (ตารางที่ 1)

1.2 วิธีการผสมวัสดุปูน

ทดสอบวิธี การผสมหินปูนฝุ่นในน้ำเปรี้ยวไหลซึมผ่านตะแกรงร้อนซึ่งบรรจุหินปูนฝุ่นหนา 2.5 ซม. โดยทดสอบให้ไหลผ่านทั้งในแนวตั้งและแนวนอน พบว่า น้ำเปรี้ยว pH 3.4 เมื่อไหลซึมผ่านตะแกรงบรรจุหินปูนฝุ่นค่า pH สูงขึ้นถึง 5 และเมื่อเพิ่มความหนาของชั้นหินปูนฝุ่นเป็น 5 ซม.น้ำจะไหลผ่านช้าลงแต่ค่า pH สูงขึ้นถึง 7 ทันที

จากผลการทดสอบนี้ จึงเลือกวิธีการผสมหินปูนฝุ่นโดยใช้วิธีปล่อยให้ น้ำเปรี้ยวไหลผ่านตะแกรงบรรจุหินปูนฝุ่นในทางแนวนอน เนื่องจากป้องกันการอุดตันได้ง่ายกว่า และน้ำที่ซึมผ่านแนวนอนจะมีการผสมกับหินปูนฝุ่นได้ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของน้ำเปรี้ยวที่ผสมกับวัสดุปูนชนิดและอัตราต่างๆ กัน

ชนิดวัสดุปูน	อัตราที่ใช้ กก./น้ำ 1 ม ³	จำนวนวันที่ผสมทิ้งไว้									
		1	2	4	7	9	11	14	16	21	28
ไม่ใส่	0	3.60	3.6	3.60	3.70	4.60	4.65	4.27	4.60	4.50	4.52
	7.60	3.60	4.15	4.15	3.92	4.05	5.11	4.27	4.87	4.80	4.81
ปูนขาว	15.27	3.60	4.72	4.67	4.60	4.67	4.63	5.20	5.37	5.38	5.63
	30.55	3.60	6.35	6.57	6.60	6.75	7.38	7.30	6.71	6.67	6.68
	61.10	3.60	7.95	7.47	7.35	7.52	7.38	7.13	7.43	7.39	7.41
	41.25	3.60	3.75	3.85	3.85	4.25	5.19	4.94	5.08	5.05	5.06
	82.50	3.60	3.90	4.10	4.30	4.60	5.70	5.43	5.54	5.50	5.52
หินปูนฝุ่น	165.00	3.60	4.22	4.45	4.60	4.85	5.92	5.67	5.48	5.42	5.44
	330.00	3.60	4.22	4.45	4.92	5.15	6.31	6.00	6.60	6.58	6.60
	41.25	3.60	3.72	3.75	3.75	4.80	4.95	4.64	4.60	4.57	4.59
หินปูนกรวด	82.50	3.60	3.90	4.00	3.92	4.55	5.20	4.86	4.97	4.92	4.94
	165.50	3.60	3.97	4.02	3.87	4.50	5.45	5.10	5.11	5.05	5.07
	330.00	3.60	4.20	4.45	4.47	4.47	5.93	5.59	5.95	5.90	5.92

2. การสร้างแบบจำลอง (model) ของวิธีการผสมหินปูนฝุ่น

จากผลการทดสอบเบื้องต้น ได้ออกแบบถังและร่องผสมหินปูนฝุ่นปรับสภาพน้ำเปรี้ยวด้วยหินปูนฝุ่น โดยใช้แรงงานและพลังงานน้อยที่สุดในการดำเนินการ โดยยกระดับน้ำให้สูงขึ้นสู่ถังแล้วลดระดับให้ไหลผ่านร่องผสมหินปูนฝุ่น ในแนวนอนผ่านกล่องไฟเบอร์ผนังมีรูพรุนบรรจุหินปูนฝุ่นจำนวน 5 กล่องที่ ระยะต่างๆ เรียงตามลำดับ สามารถยกกล่องออกเพื่อเติมหินปูนฝุ่น และทำความสะอาดได้ง่ายตัวร่องทำสลับเลี้ยวไปมา เพื่อทวนให้น้ำและหินปูนฝุ่นผสมกันได้มากขึ้นมีวาล์วควบคุมการไหลของน้ำในแต่ละชั้นและมีช่องปล่อยน้ำออกด้านข้างในทุกๆ ชั้นในกรณีนี้น้ำเปรี้ยวมีคุณสมบัติดีพอและไม่จำเป็นต้องผ่านกล่องไฟเบอร์ทั้ง 5 กล่องน้ำที่ปล่อย ออกจะส่งผ่านท่อพีวีซีส่งไปสู่แปลงนาต่อไป

3. ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

จากการนำตัวอย่างน้ำเปรี้ยวและน้ำที่ผ่านการปรับสภาพแล้ว โดยเก็บตัวอย่างที่ผ่านกรองไฟเบอร์บรรจุหินปูนฝุ่นกรองที่ 1 ถึงกรองที่ 5 รวม 6 ตัวอย่างมาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมี (ตารางที่ 2) พบว่า

3.1 pH

ค่า pH ของน้ำเพิ่มขึ้นจาก 3.4 เมื่อเริ่มต้นเป็น 6.6 ทันทีเมื่อผ่านหินปูนฝุ่นครั้งที่ 1 และเพิ่มเป็น 7.1, 7.2, 7.3 และ 7.3 เมื่อผ่านครั้งที่ 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับจะเห็นว่าสามารถยกระดับ pH น้ำเปรี้ยวได้ทันทีเมื่อผ่านหินปูนฝุ่นเพียงครั้งเดียวซึ่งสูงพอที่จะนำไปใช้ประโยชน์ (ตารางที่ 2)

3.2 แคลเซียมและแมกนีเซียม

ปริมาณแคลเซียมในน้ำเมื่อผ่านการปรับสภาพความเป็นกรดมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมาก โดยเพิ่มจาก 16.3 ppm เป็น 40.2 ppm เมื่อผ่านหินปูนฝุ่นครั้งที่ 1 และเพิ่มสูงสุดเป็น 63.3 ppm เมื่อผ่านครั้งที่ 3 แต่เมื่อผ่านครั้งที่ 4 และ 5 มีปริมาณลดลงแต่ยังคงสูงกว่าในน้ำเปรี้ยวก่อนปรับสภาพในช่วงแรกน้ำมีความเป็นกรดสูงมากดังนั้นหินปูนฝุ่นจึงมีการละลายได้ดีสามารถละลายแคลเซียมได้มากแต่เมื่อผ่านกรองที่ 3 ไปแล้วค่า pH สูงเกิน 7 ดังนั้นการละลายจึงลดลงและปริมาณแคลเซียมที่ละลายอยู่ถึงจุดอิ่มตัวจึงน่าจะตกตะกอนกับคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายอยู่กลายเป็น CaCO_3 เพื่อรักษาระดับ pH ให้คงที่ไว้จึงทำให้ปริมาณแคลเซียมลดลงส่วนปริมาณแมกนีเซียมค่อนข้างคงที่มีค่าประมาณ 5 ppm ตลอดไม่ว่าจะผ่านหินปูนฝุ่นกี่ครั้งก็ตามทั้งนี้อาจเนื่องจากหินปูนฝุ่นที่ใช้แมกนีเซียมน้อยจึงทำให้ปริมาณแมกนีเซียมไม่มีการเปลี่ยนแปลง (ตารางที่ 2)

3.3 ปริมาณเหล็กและอลูมิเนียม

ปริมาณเหล็กและอลูมิเนียมในน้ำเปรี้ยวมีค่าเท่ากับ 3.74 และ 3 ppm ตามลำดับ เมื่อผ่านการปรับสภาพความเป็นกรดแล้ว ปริมาณของธาตุทั้ง 2 ลดลง เหลือน้อยมากจนไม่สามารถวัดได้ (ตารางที่ 2)

3.4 ปริมาณซัลเฟต

อนุมูลซัลเฟตในน้ำเปรี้ยวลดลงจาก 152 ppm เป็น 1.5 ppm เมื่อผ่านหินปูนฝุ่นครั้งที่ 1 และลดลงตามลำดับเมื่อผ่านครั้งต่อไป การลดลงของอนุมูลซัลเฟตมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยอาจกล่าวได้ว่าปริมาณของอนุมูลซัลเฟตไม่มีการเปลี่ยนแปลง อันเนื่องมาจากยังอยู่ในรูปของสารละลายทั้งนี้หากมีปริมาณมากพอจะตกตะกอนโดยจับตัวกับแคลเซียมเปลี่ยนเป็นตะกอนยิบซัมได้ (ตารางที่ 2)

3.5 ความเป็นต่าง

น้ำเปรี้ยวเมื่อผ่านการปรับสภาพแล้วมีค่าความเป็นต่างเพิ่มขึ้น เป็น 62.36 มก./ลิตรแต่เมื่อผ่านหินปูนฝุ่นหลายครั้งค่าความเป็นต่างลดลงเล็กน้อย (ตารางที่ 2)

3.6 ความเป็นกรด

ความเป็นกรดของน้ำลดลงจาก 55.52 มก./ลิตร เหลือ 10.72 มก./ลิตร เมื่อผ่านหินปูนฝุ่นครั้งแรก และลดลงตามลำดับเมื่อผ่านหินปูนฝุ่นหลายครั้ง จนเหลือเพียง 5.76 มก./ลิตร เมื่อผ่านครั้งที่ 5 (ตารางที่ 2)

3.7 ความกระด้างของน้ำ

ความกระด้างของน้ำเพิ่มขึ้นอย่างมากจนอยู่ในระดับที่เรียกว่าน้ำกระด้าง เมื่อทำการปรับสภาพความเป็นกรดของน้ำเปรี้ยว โดยเพิ่มจาก 52.27 เป็น 124.25 มก./ลิตร และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อผ่านหินปูนฝุ่นหลายครั้ง (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเปรี้ยวและน้ำที่ผ่านการปรับสภาพโดยผ่านกล่องไฟเบอร์บรรจุหินปูนฝุ่น

ตัวอย่างน้ำ	pH	ppm					Mg/l as CaCO ₃		
		Ca	Mg	Al	Fe	SO ₄ ⁻	Alkalinity	Acidity	Hardness
น้ำเปรี้ยว	3.4	16.3	5.24	3	3.74	152	-	55.52	62.27
น้ำผ่านกล่องที่ 1	6.6	40.20	5.80	tr	tr	135	62.37	10.72	124.25
น้ำผ่านกล่องที่ 2	7.1	56.3	5.90	tr	0.06	131	67.59	9.28	164.86
น้ำผ่านกล่องที่ 3	7.2	63.3	5.70	tr	tr	124	49.98	7.12	184.52
น้ำผ่านกล่องที่ 4	7.3	26.4	5.40	tr	tr	127	38.58	7.36	88.15
น้ำผ่านกล่องที่ 5	7.3	39.9	5.30	tr	tr	124	39.98	5.76	121.44

การนำน้ำเปรี้ยวปรับสภาพ ทดลองไปปลูกข้าวในชุดดินต้นไทร พบว่า สามารถยกระดับค่า pH ของดินให้สูงขึ้นจาก 3.6 เป็น 4.8 และช่วยให้ปริมาณแคลเซียมในดินเพิ่มขึ้น จาก 1.2 เป็น 7.3 มิลลิกรัมสมมูลต่อดิน 100 กรัม อีกทั้งยังส่งผลให้ปริมาณของอลูมิเนียมในดินลดลงจาก 5.1 เหลือ 1.0 มิลลิกรัมสมมูลต่อดิน 100 กรัม ซึ่งมีผลทำให้การปลูกข้าวมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงใกล้เคียงกับตำรับที่ใส่หินปูนฝุ่น (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินก่อนและหลังปลูกข้าว

ตำรับการทดลอง	ค่า pH		Ca (meg/100 g)		Al ³⁺ (meg/100 g)	
	ก่อนปลูก	หลังเก็บเกี่ยว	ก่อนปลูก	หลังเก็บเกี่ยว	ก่อนปลูก	หลังเก็บเกี่ยว
1. ตำรับตรวจสอบ	3.75	4.02	1.6	1.6	5.4	4.6
2. ใส่หินปูนฝุ่นและใช้น้ำเปรี้ยว	3.55	6.30	1.0	16.2	5.1	0
3. ใช้น้ำจืด	3.62	4.37	1.8	1.67	6.2	3.2
4. น้ำเปรี้ยวปรับสภาพ	3.60	4.80	1.2	7.3	5.1	1.0

4. ผลการทดสอบปลูกข้าวครั้งที่ 1

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำเปรี้ยวที่ทำการปรับสภาพความเป็นกรดด้วยวิธีการผสมหินปูนฝุ่น โดยการปลูกข้าวเปรียบเทียบกับการใช้น้ำเปรี้ยว การใส่หินปูนฝุ่นในแปลง และการใช้น้ำจืดทำการทดลองในดินเปรี้ยวจัด ชุดต้นไทร ซึ่งยังไม่เคยมีการใช้ประโยชน์มาก่อนมีค่า pH เมื่อเริ่มต้น 3.5 ได้ผลการทดสอบดังนี้คือ

4.1 การแตกกอ

- เมื่อข้าวอายุ 30 วัน จากค่าเฉลี่ยจำนวนต้น/กอ ของทั้ง 4 ตำรับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยการแตกกอของตำรับที่ใส่หินปูนฝุ่นมีการแตกกอสูงสุด (12.3 ต้น/กอ) และตำรับที่ใช้น้ำเปรี้ยวมีการแตกกอต่ำสุด (8.77 ต้น/กอ) ส่วนตำรับที่ใช้น้ำปรับสภาพความเป็นกรดมีค่าเท่ากับ 9.75 ต้น/กอ

- เมื่อข้าวอายุ 40 วัน การแตกกอในแต่ละตำรับเริ่มมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยตำรับที่ใส่หินปูนฝุ่นแตกกอสูงสุด (15.5 ต้น/กอ) ตำรับที่ใช้น้ำจืด 12.07 ต้น/กอ ตำรับที่ใช้น้ำปรับสภาพ 11.90 ต้น/กอ และตำรับตรวจสอบแตกกอเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย 8.97 ต้น/กอ (ตารางที่ 4)

- ก่อนเก็บข้าว พบว่า การแตกกอมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยตำรับที่ 2 แตกกอสูงสุด 18.22 ต้น/กอ ตำรับใช้น้ำปรับสภาพมีการแตกกอดีขึ้น และไม่แตกต่างกับตำรับที่สองโดยมีค่า 16.40 ต้น/กอ ตำรับที่ 3 มีการแตกกอ 15.38 ต้น/กอ และแปลงตรวจสอบแตกกอเพียง 11.68 ต้น/กอ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT ของการแตกกอของข้าวเมื่ออายุต่างๆ (ต้น/กอ)

อายุข้าว	ตำรับที่	ลำดับที่	ค่าเฉลี่ย
30 ข้าว	T ₁	4	8.77 ^a
	T ₂	1	12.30 ^a
	T ₃	2	11.30 ^a
	T ₄	3	9.75 ^a
40 วัน	T ₁	4	8.97 ^b
	T ₂	1	15.50 ^a
	T ₃	2	12.07 ^{ab}
	T ₄	3	11.90 ^{ab}
ก่อนการเก็บเกี่ยว	T ₁	4	11.68 ^b
	T ₂	1	18.22 ^a
	T ₃	3	15.38 ^{ab}
	T ₄	2	16.40 ^a

4.2 ความสูง

- ข้าวอายุ 30 วัน ตำรับที่ใส่หินปูนฝุ่นจะมีความสูงเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 44.58 ซม. ตำรับที่ใช้น้ำจืดและน้ำปรับสภาพ จะมีความสูงเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือ 42.13 และ 41.60 ซม. ตามลำดับ ส่วนตำรับตรวจสอบจะมีความสูงน้อยที่สุดเท่ากับ 38.50 ซม. โดยมีค่าแตกต่างทางสถิติกับตำรับที่ 2 แต่ไม่แตกต่างกัน ตำรับที่ 3 และ 4

- ข้าวอายุ 40 วัน ความสูงเฉลี่ยจะมีความแตกต่างคล้ายกับเมื่อข้าวอายุได้ 30 วันแต่ตำรับที่ 3 และ 4 (50.85 และ 52.63 ซม.) จะแตกต่างทางสถิติกับตำรับที่ 1 (42.33 ซม.) โดยตำรับที่ 2 ยังคงมีค่าความสูงเฉลี่ยสูงสุดคือ 56.60 ซม.

- ข้าวก่อนเก็บเกี่ยว ตำรับที่ 2 และ 4 มีค่าความสูงเฉลี่ยใกล้เคียงและไม่แตกต่างกัน คือ 93.17 และ 91.70 สูงกว่าตำรับที่ 3 (81.68 ซม.) และตำรับที่ค่าความสูงเฉลี่ยต่ำสุดคือ ตำรับที่ 1 เท่ากับ 73.63 ซม. (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT ของความสูงต้นข้าวเมื่ออายุต่างๆ (เซนติเมตร)

อายุข้าว	ตำรับที่	ลำดับที่	ค่าเฉลี่ย
30 ข้าว	T ₁	4	38.50 ^b
	T ₂	1	44.58 ^a
	T ₃	2	42.13 ^{ab}
	T ₄	3	41.60 ^{ab}
40 วัน	T ₁	4	42.33 ^c
	T ₂	1	56.60 ^a
	T ₃	2	50.85 ^b
	T ₄	3	52.63 ^b
ก่อนการเก็บเกี่ยว	T ₁	4	73.63 ^c
	T ₂	1	93.17 ^a
	T ₃	3	81.68 ^b
	T ₄	2	91.70 ^a

4.3 ความยาวและจำนวนรวง

ได้เก็บสถิติของความยาวรวงและจำนวนรวงเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง ในแต่ละตำรับการทดลอง ได้ดังนี้

- ความยาวรวง พบว่า ความยาวรวงของข้าวในตำรับที่ 4 ซึ่งใช้น้ำที่ปรับสภาพความเป็นกรดแล้ว จะยาวสูงสุดคือ 24.83 ซม. โดยมีค่าแตกต่างทางสถิติกับอีก 3 ตำรับการทดลอง คือ ตำรับที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 22.85, 23.55 และ 23.23 ซม. ตามลำดับ

- จำนวนรวง จากการหาค่าของจำนวนรวงในทั้ง 4 ตำรับ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางกันสถิติ โดยค่าเฉลี่ยเรียงตามลำดับ จำนวนสูงสุดไปหาต่ำสุดเท่ากับ 14.80, 14.68, 12.20 และ 9.82 ซม. ของตำรับที่ 2, 4, 3 และ 1 (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT ของความยาวและจำนวนรวงของข้าว

อายุข้าว	ตำรับที่	ลำดับที่	ค่าเฉลี่ย
ความยาวรวง (ซม.)	T ₁	3	22.85 ^b
	T ₂	1	23.85 ^b
	T ₃	4	23.23 ^b
	T ₄	2	24.83 ^a
จำนวนรวง	T ₁	4	9.82 ^a
	T ₂	1	14.80 ^a
	T ₃	3	12.20 ^a
	T ₄	2	14.68 ^a

4.4 ผลผลิต

เนื่องจากในช่วงที่ข้าวเริ่มงอก เน็ดช่อดอกและตั้งท้องได้เกิดฝนตกหนักที่จังหวัดนราธิวาสเป็นสาเหตุให้ช่อดอกจมน้ำ และเปียกน้ำตลอดเวลา ทำให้ข้าวไม่ได้รับการผสมจนกระทั่งข้าวมีอายุครบเก็บเกี่ยวได้ก็ถูกน้ำท่วมตลอด ผลผลิตของข้าวในทุกๆ ตำรับ จึงเกิดเมล็ดลีบทั้งหมด ไม่สามารถวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของผลผลิตได้ ดังนั้นจึงได้ดำเนินการปลูกข้าวเพื่อทดสอบใหม่

5. ผลการทดสอบปลูกข้าวครั้งที่ 2

5.1 การแตกกอ

- เมื่อข้าวอายุได้ 30 วัน ตำรับที่ 2, 3 และ 4 ไม่แตกต่างกันและทั้ง 3 ตำรับ มีการเจริญเติบโตดีกว่าตำรับที่ 1 โดยตำรับที่ 2 เจริญเติบโตได้ดีที่สุด (13.88 ต้น/กอ) และตำรับที่ใช้น้ำปรับสภาพมีการแตกกอ 12.15 ต้น/กอ (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT ของการแตกกอของข้าวเมื่ออายุต่างๆ (ต้น/กอ) ในการปลูกทดสอบครั้งที่ 2

อายุข้าว	ตำรับที่	ลำดับที่	ค่าเฉลี่ย
30 ข้าว	T ₁	4	9.08 ^b
	T ₂	1	13.88 ^a
	T ₃	2	12.20 ^a
	T ₄	3	12.15 ^a
40 วัน	T ₁	4	10.60 ^a
	T ₂	1	14.33 ^a
	T ₃	2	12.85 ^a
	T ₄	3	13.82 ^a
ก่อนการเก็บเกี่ยว	T ₁	4	13.05 ^a
	T ₂	1	15.98 ^a
	T ₃	3	13.90 ^a
	T ₄	2	15.73 ^a

- เมื่อข้าวอายุได้ 40 วัน ทั้ง 4 ตำรับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยตำรับที่ 2 ยังคงมีการแตกกอสูงสุด (14.33 ต้น/กอ) และตำรับที่ใช้น้ำปรับสภาพมีการแตกกอดีขึ้นคือเท่ากับ 13.82 ต้น/กอ สำหรับตำรับที่ 1 มีการแตกกอต่ำสุดเช่นเดิมเท่ากับ 10.60 ต้น/กอ

- ก่อนเก็บเกี่ยวข้าว ทุกตำรับมีการแตกกอไม่แตกต่างกัน โดยตำรับที่ 2 มีการแตกกอ 15.98 ต้น/กอ ซึ่งสูงสุดเช่นเดิม รองลงมาเป็นตำรับที่ใช้น้ำปรับสภาพมีการแตกกอใกล้เคียงกับตำรับที่ 1 คือ 15.73 ต้น/กอ ตำรับที่การแตกกอต่ำสุดยังคงเป็นตำรับที่ 1 เท่ากับ 13.05 ต้น/กอ ใกล้เคียงกับตำรับที่ใช้น้ำจืดซึ่งมีการแตกกอเท่ากับ 13.90 ต้น/กอ

5.2 ความสูง

- ความสูงของต้นข้าวเมื่ออายุได้ 30 วัน พบว่า ตำรับที่ 2, 4 และ 1 สามารถเจริญเติบโตได้ดีทัดเทียมกัน โดยมีความสูงเท่ากับ 42.32, 42.03 และ 37.08 ซม. ตามลำดับ ตำรับที่ 2 และ 4 แตกต่างกับตำรับที่ 3 ซึ่งมีความสูงเพียง 35.97 ซม.

- เมื่อข้าวอายุได้ 40 วัน ความสูงต้นข้าวในตำรับที่ 2 และ 4 จะสูงกว่าตำรับที่ 1 และ 3 โดยความสูงข้าว ตำรับที่สูงที่สุดคือตำรับที่ 2 เท่ากับ 57.95 ซม. และตำรับที่ 4 เท่ากับ 54.20 ซม. ส่วนตำรับที่ 1 และ 2 ความสูงเท่ากับ 47.60 และ 47.55 ซม. ตามลำดับ

- ก่อนเก็บเกี่ยวข้าว ความสูงของข้าวตำรับที่ใช้น้ำปรับสภาพจะสูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 98.15 ซม. และไม่แตกต่างกับตำรับที่ 2 ซึ่งทั้ง 2 ตำรับนี้ความสูงแตกต่างกัน 2 ตำรับที่เหลือ โดยตำรับที่ 1 และ 2 มีความสูงเท่ากับ 83.78 และ 88.25 ซม. ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT ของความสูงของต้นข้าวเมื่ออายุต่างๆ (เซนติเมตร) ในการปลูกทดสอบครั้งที่ 2

อายุข้าว	ตำรับที่	ลำดับที่	ค่าเฉลี่ย
30 ข้าว	T ₁	4	37.88 ^{ab}
	T ₂	1	42.32 ^a
	T ₃	2	35.97 ^b
	T ₄	3	42.03 ^a
40 วัน	T ₁	4	47.60 ^b
	T ₂	1	57.95 ^a
	T ₃	2	47.55 ^b
	T ₄	3	54.20 ^a
ก่อนการเก็บเกี่ยว	T ₁	4	83.78 ^b
	T ₂	1	96.50 ^a
	T ₃	3	88.25 ^b
	T ₄	2	98.15 ^a

5.3 ความยาวรวงและจำนวนรวง

- ความยาวรวงของข้าวในการทดสอบนี้ พบว่า เรียงตามลำดับจากน้อยไปหามากตามตำรับดังนี้ คือ ตำรับที่ 3 ตำรับที่ 1 ตำรับที่ 4 และตำรับที่ 2 โดยมีค่าเท่ากับ 24.31, 24.93, 25.63 และ 25.83 ซม. ตามลำดับ ทุกตำรับไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

- จำนวนรวงของข้าวในแต่ละตำรับไม่มีความแตกต่างทางสถิติเช่นเดียวกัน โดยมีค่าเท่ากับ 12.45, 13.38, 15.22 และ 15.45 รวง โดยเรียงตามลำดับคือ ตำรับที่ 1 ตำรับที่ 3 ตำรับที่ 4 และตำรับที่ 2 นาน้อยไปหามาก (ตารางที่ 9)

5.4 ผลผลิต

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำที่ปรับสภาพแล้วในการใช้ปลูกข้าวครั้งที่ 2 นี้ พบว่า ข้าวสามารถเจริญเติบโต และให้ผลผลิตได้โดยค่าเฉลี่ยผลผลิตข้าว ของแปลงที่ใส่หินปูนฝุ่นในนา กับแปลงที่ใช้น้ำปรับสภาพ มีค่าใกล้เคียงกันมาก ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ให้ผลผลิตสูงมาก โดยค่าผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 496 และ 495 กก./ไร่ ในตำรับที่ 2 และตำรับที่ 4 ตามลำดับ สำหรับตำรับที่ใช้น้ำจืดในการปลูกข้าวได้ผลผลิตเพียง 282 กก./ไร่ ซึ่งแตกต่างกับตำรับที่ใช้น้ำเปรี้ยวปลูก ซึ่งได้ผลผลิตต่ำสุดได้เพียง 226 กก./ไร่ เท่านั้น (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT ของความยาวและจำนวนรวงของข้าว ในการปลูกทดสอบครั้งที่ 2

อายุข้าว	ตำรับที่	ลำดับที่	ค่าเฉลี่ย
ความยาวรวง (ซม.)	T ₁	3	24.93 ^a
	T ₂	1	25.83 ^a
	T ₃	4	24.31 ^a
	T ₄	2	25.63 ^a
จำนวนรวง	T ₁	4	12.45 ^a
	T ₂	1	15.45 ^a
	T ₃	3	13.38 ^a
	T ₄	2	15.22 ^a

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT ของผลผลิตข้าว(กก./ไร่) ในการปลูกทดสอบครั้งที่ 2

ตำรับที่	ลำดับที่	ค่าเฉลี่ย
T ₁	4	226.0 ^c
T ₂	1	496.0 ^a
T ₃	3	282.0 ^b
T ₄	2	495.0 ^a

สรุป

จากผลการศึกษาเพื่อหาเทคนิคในการผสมหินปูนปรับสภาพน้ำเปรี้ยวก่อนจะนำน้ำ ส่งไปใช้ในการเกษตรนี้ พบว่า วัสดุปูนจำพวก หินปูนฝุ่น สามารถใช้เป็นวัสดุปรับสภาพน้ำเปรี้ยวได้ดี ซึ่งอัตราที่ใช้สามารถใช้ได้ตั้งแต่ ¼ ของปริมาณความต้องการปูนของน้ำเปรี้ยวขึ้นไป การผสมหินปูนฝุ่นกับน้ำเปรี้ยวในกรณีที่ต้องใช้น้ำปริมาณมากสำหรับพื้นที่การเกษตรนั้น การผสมโดยกวนน้ำกับหินปูนฝุ่นโดยตรงจะทำให้ลำบากมาก ดังนั้นจึงควรใช้วิธีการให้น้ำเปรี้ยวไหลผ่านชั้นหินปูนฝุ่น และวิธีการที่ดีคือการปล่อยให้น้ำไหลผ่านทางแนวนราบ เนื่องจากน้ำจะมีการสัมผัสกับชั้นหินปูนฝุ่นได้มากกว่าลดปัญหาในการอุดตันได้ดีกว่าแล้วไหลไปตามร่องทางน้ำซึ่งควรทำให้เป็นทางเลี้ยวไปมา เพื่อให้กระแสน้ำมีการเปลี่ยนทิศทางเหมือนกับการกวนให้หินปูนฝุ่นผสมกับน้ำได้มากยิ่งขึ้น การให้น้ำไหลในแนวนราบใช้วิธียกระดับน้ำขึ้นไปบนถังเก็บแล้วลดระดับให้ต่ำลงมาในร่องทางน้ำมีกล่องไฟเบอร์ซึ่งทนต่อการกัดกร่อนของน้ำเปรี้ยวและมีรูพรุนทั้ง 2 ด้านให้น้ำไหลผ่านภายในบรรจุหินปูนฝุ่น เมื่อน้ำไหลผ่านจะยกระดับ pH ให้สูงขึ้นได้ทันที ในขณะเดียวกันร่องน้ำจะเลี้ยวไปมามีกล่องไฟเบอร์ขวางให้น้ำเปรี้ยวไหลผ่านเป็นระยะในกรณีที่น้ำเปรี้ยวมาก ๆ ควรมีกล่องไฟเบอร์ประมาณ 3 กล่อง หากน้ำเปรี้ยวน้อยให้ใช้กล่องไฟเบอร์บรรจุหินปูนฝุ่นจำนวนลดลงตามลำดับ หากน้ำเปรี้ยวผ่านหินปูนฝุ่นมากเกินไป จะทำให้ปริมาณแคลเซียมที่ละลายไปกับน้ำลดลง ซึ่งจะลดประสิทธิภาพของน้ำในการปรับสภาพดินเปรี้ยว

ในการขยายผลที่จะนำเทคนิคการผสมหินปูนฝุ่นปรับสภาพน้ำเปรี้ยวไปใช้งานในด้านชลประทานในพื้นที่จริง จำเป็นต้องมีการคำนวณปริมาณน้ำที่จะนำไปใช้ เพื่อการออกแบบขนาดหน้าตัด และความหนาของกล่องบรรจุหินปูนฝุ่นให้เหมาะสมก่อน เพื่อให้อัตราการไหลของน้ำสม่ำเสมอและเพียงพอ ทั้งนี้ต้องคำนึงว่าน้ำ

เปรี้ยวที่ไหลผ่านนั้นสามารถสัมผัสกับหินปูนฝุ่นได้เต็มที่ มีช่วงเวลาเหมาะสมที่จะยกระดับ pH และละลายแคลเซียมไปได้เพียงพอ และไม่อุดตันหรือแน่นทึบจนน้ำเปรี้ยวไหลผ่านไม่ได้ ในกรณีหินปูนฝุ่นแน่นทึบเกินไป ควรใช้หินปูนกรดใส่เป็นแกนด้านข้างแล้วใส่หินปูนฝุ่นซึ่งมีขนาดเล็กจนถึงป็นผงใส่ตรงกลาง จะช่วยให้การไหลของน้ำดีขึ้น

หินปูนฝุ่นที่ใช้สามารถปรับสภาพน้ำเปรี้ยวได้นาน แต่เมื่อใช้ไปปริมาณของหินปูนฝุ่นจะลดลงเหลือแต่ก้อนขนาดใหญ่ พวกรวด ซึ่งมีอัตราการละลายน้ำได้น้อยลง เมื่อใช้นานๆ ควรมีการนำหินปูนฝุ่น ขนาดเล็กมาเติมเพิ่มขึ้นและให้เต็มกล่องอยู่เสมอ ระยะเวลาในการเปลี่ยนหินปูนฝุ่นในกล่องไฟเบอร์นี้ไม่สามารถกำหนดได้แน่นอน ขึ้นอยู่กับความเป็นกรดของน้ำที่ผ่านชั้นกับระดับความละเอียดของหินปูนฝุ่น ผู้ดูแลการผสมหินปูนฝุ่นจะต้องใช้ความสังเกตอย่างสม่ำเสมอ วิธีการง่ายที่สุดคือ การวัด pH ของน้ำที่ผ่านกับน้ำก่อนผ่าน หากน้ำเปรี้ยวผ่านกล่องบรรจุหินปูนฝุ่น กล่องที่ยกระดับ pH ได้ไม่ถึง 5.0 จำเป็นต้องมีการล้างทำความสะอาดและเติมหินปูนฝุ่นได้แล้ว ในการทดสอบแบบจำลองนี้ พบว่า หินปูนฝุ่นที่บรรจุในกล่องไฟเบอร์สามารถใช้ได้ตลอดในการปลูกข้าวทั้งสองครั้ง ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าหินปูนฝุ่นใช้ปรับสภาพน้ำเปรี้ยว โดยให้ได้น้ำเพียงพอต่อการปลูกข้าวนั้น สามารถใช้ซ้ำกันได้นานเพียงพอต่อการปลูกข้าวอย่างน้อย 2 ครั้ง

คุณภาพของน้ำเปรี้ยวเมื่อผ่านการปรับสภาพแล้ว ค่า pH จะสูงขึ้นโดยเดิมค่า pH ประมาณ 3-3.5 เมื่อผ่านกล่องไฟเบอร์ค่า pH จะเพิ่มสูงขึ้นทันที ประมาณ 6-7 และเมื่อผ่านกล่องที่ 2 ที่ 3 ไปเรื่อย ค่า pH จะสูงขึ้นอีกเล็กน้อยเท่านั้น ปริมาณแคลเซียมละลายสูงมากพอ อยู่ในระดับที่ถือได้ว่าเป็นน้ำกระด้างเหมาะสมนำไปใช้กับดินเปรี้ยวจัดเพื่อสะเทินกรดในดินได้ แต่การผ่านกล่องบรรจุหินปูนฝุ่น ไม่ควรให้ผ่านมากเกินไป 3 กล่อง เพราะเมื่อ pH สูงมากขึ้น ปริมาณแคลเซียมจะถูกปรับให้ตกตะกอนเป็น CaCO_3 เพื่อรักษาสภาพ pH ให้คงที่ ดังนั้นหากพยายามปรับ pH ให้สูงมากเกินไปจะทำให้ปริมาณแคลเซียมในน้ำลดลงไม่เหมาะสมจะนำไปสะเทินกรด

สำหรับธาตุที่ละลายออกมามากจนเป็นพิษต่อพืช เช่น เหล็ก อลูมิเนียม โดยปกติแล้วธาตุพวกนี้ละลายได้ดีเมื่อ pH อยู่ในช่วง 3-4 เมื่อปรับ pH ให้สูงขึ้นเกิน 5 ธาตุเหล่านี้จะตกตะกอนทำให้น้ำปรับสภาพมีธาตุเหล่านี้น้อยลงส่วนตะกอนเหล็ก และอลูมิเนียมที่ตกตะกอนจะจับเป็นคราบในร่องผสมหินปูนฝุ่นเมื่อใช้ไปนาน ควรมีการทำความสะอาดร่องผสมหินปูนฝุ่นด้วย

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำที่ปรับสภาพแล้วในการปลูกข้าว พบว่า การใช้น้ำปรับสภาพปลูกข้าว นั้น ข้าวมีการเจริญเติบโตได้ดีเทียบเท่ากับการใช้วิธีใส่หินปูนฝุ่นลงในแปลงนา รวมทั้งให้ผลผลิตได้สูงเท่ากันคือได้ 50 ถัง/ไร่ ซึ่งถือได้ว่าอยู่ในระดับที่น่าพอใจ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำจัดปลูกข้าวอันเป็นการเลียนแบบการปลูกข้าวโดยระบบน้ำฝนที่เกษตรกรทำ อยู่ได้ผลผลิตเพียง 28 ถัง/ไร่ ซึ่งค่อนข้างต่ำและในแปลงที่ใช้น้ำเปรี้ยวปลูก โดยไม่มีการปรับปรุงดินให้ผลผลิตเพียง 23 ถัง/ไร่ ผลการทดสอบนี้ชี้ให้เห็นว่าการใช้น้ำปรับสภาพแล้วในการเกษตร สามารถปรับปรุงดินเปรี้ยวจัดให้สามารถปลูกข้าวได้เช่นเดียวกับการใส่หินปูนฝุ่นในแปลงนา แต่วิธีนี้จะช่วยลดแรงงานที่ต้องใช้ในการโรยหินปูนซึ่งเกษตรกรน่าจะมีการยอมรับได้มากกว่า

ผลการศึกษาในครั้งนี้หากจะนำไปขยายผลในพื้นที่จริง ผู้นำไปใช้จะต้องคำนึงถึงการออกแบบให้น้ำที่ผ่านมีปริมาณเพียงพอ และต้องใช้สำหรับน้ำชลประทานที่มีคุณภาพเป็นน้ำเปรี้ยวจัดเท่านั้น หากน้ำเป็นน้ำจัดแล้ว การปรับสภาพเพื่อให้มีปริมาณแคลเซียมมากขึ้น จะไม่ได้ผล ดังนั้นจึงสามารถนำไปใช้กับน้ำที่อยู่ในคลองระบาย ซึ่งต้องการระบายน้ำเปรี้ยวออกไปทิ้งให้กลับมาใช้ใหม่ได้แทนที่จะระบายน้ำเปรี้ยวที่ลงสู่แม่น้ำหรือทะเลอันเป็นการย้ายปัญหาจากพื้นที่ดินเปรี้ยวจัดไปสู่ระบบนิเวศอื่นๆ ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาตามมาเป็นลูกโซ่ได้อีก การปรับสภาพน้ำเปรี้ยวนี้จึงเป็นการใช้ทรัพยากรน้ำอย่างประหยัด และมีประสิทธิภาพ สามารถนำน้ำเปรี้ยวกลับมาใช้ประโยชน์หมุนเวียนได้อีกสำหรับประสิทธิภาพของน้ำในการปลูกข้าวควรมีการศึกษา

ต่อเนื่องถึงผลตกต่างของน้ำที่ใช้ในแปลงนาด้วย เนื่องจากเมื่อใช้น้ำปรับสภาพไปนานๆ ซ้ำกันอาจมีการสะสมของแคลเซียม ในดินมากพอจนดินไม่เกิดการเพิ่มขึ้นอีก เมื่อถึงระยะเวลาที่สมควรอาจไม่จำ เป็นต้องใช้น้ำปรับสภาพนี้แล้ว การปลูกข้าวอาจใช้เพียงน้ำจืดธรรมดา ก็เพียงพอแล้ว

เอกสารอ้างอิง

จักรพงษ์ เจริญศิริ, 2528. อิทธิพลของคุณภาพน้ำต่อการเจริญเติบโตของพืช, ในน้ำสำหรับการเกษตร, เอกสารวิชาการด้านเคมีและความอุดมสมบูรณ์ของดิน เล่มที่ 3, กองปฐพีวิทยากรมวิชาการเกษตร. 116 หน้า.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจารุวรรณ สมศิริ, 2528. คุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง. ฝ่ายวิจัยสิ่งแวดล้อมสัตว์น้ำ, สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง, 115 หน้า.