

ผลของการใส่หินปูนร่วมกับการระบายน้ำต่อการแก้ไขความเป็นกรด ความเป็นพิษของธาตุอะลูมิเนียม เหล็ก และแมงกานีสในดินกรดจัด

Effect of Limestone and Drainage on Ameliorate Acidity, Salinity and Toxicity of Aluminum, Iron and Manganese in Acid Sulfate Soil

พัชรินทร์ สุรินทร์<sup>1</sup> ศิวกร พรคนิง<sup>1</sup> กัญจน์รัตน์ ลชิตาวงศ์<sup>2</sup> และ สุกัญญา แยมประชา<sup>1</sup>  
Patcharin Surin, Siwakron Pronkanung, Kunjarat Lachitavong and Sukunya Yampracha

บทคัดย่อ

การใส่หินปูนและการระบายน้ำเป็นวิธีแก้ไขปัญหาคือความเป็นกรดและความเป็นพิษของธาตุอะลูมิเนียม เหล็ก และแมงกานีสในดินกรดจัด แต่ดินกรดจัดในตำบลหนองเสือ อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี เริ่มพบปัญหาการสะสมความเค็ม จากการรุกคืบของน้ำเค็มในช่วงฤดูแล้ง การระบายน้ำอาจลดความเค็มออกจากดินได้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใส่หินปูนร่วมกับการระบายน้ำเพื่อการแก้ไขความเป็นกรด ความเป็นพิษของธาตุอะลูมิเนียม เหล็ก และแมงกานีส รวมทั้งความเค็มที่สะสมในดิน ทำการทดลองในกระถางทดลอง เป็นระยะเวลา 56 วัน เริ่มทำการทดลองในวันที่ 27 มกราคม 2560 ถึงวันที่ 24 มีนาคม 2560 กำหนดให้มี 3 ตำรับการทดลอง 4 ซ้ำ คือ ตำรับที่ 1 ไม่ใส่หินปูน (control) ตำรับที่ 2 ใส่หินปูนอัตรา 2.64 ตันต่อไร่ (Lime 1) และตำรับที่ 3 ใส่หินปูนอัตรา 3.36 ตันต่อไร่ (Lime 2) โดยทุกตำรับการทดลองมีการขังน้ำแล้วระบายออกทุกๆ 2 สัปดาห์ เก็บตัวอย่างหลังจากการขังน้ำในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 และ 56 เพื่อวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า รูปที่เป็นพิษของเหล็ก แมงกานีส และอะลูมิเนียม จากผลการศึกษาพบว่า การขังน้ำแล้วระบายออกเพียงอย่างเดียวทำให้ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณเหล็กและแมงกานีสที่เป็นพิษลดลงแต่ยังคงอยู่ในระดับที่เป็นพิษ และไม่สามารถลดความเป็นกรดและอะลูมิเนียมที่เป็นพิษได้ ส่วนการใส่หินปูนทั้ง 2 อัตรา ร่วมกับการระบายน้ำ ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างเข้าใกล้ความเป็นกลาง ส่งผลให้อะลูมิเนียมที่เป็นพิษลดลงจนถึงระดับที่ไม่เป็นพิษ แต่ไม่สามารถลดความเป็นพิษของเหล็กและแมงกานีสได้

คำสำคัญ: ดินกรดจัด หินปูน การระบายน้ำ ความเค็ม ธาตุที่เป็นพิษ

Abstract

Submergence and liming can ameliorate the acidity and toxicity of aluminum (Al), iron (Fe) and manganese (Mn) in acid sulfate soil. But, salinity accumulation in acid sulfate soil from seawater intrusion becomes a problem in tampon Nong Suea, Thanyaburi district, Pathum Thani province. Drainage may reduce salinity in the soil. The objective of this experiment was to study the effect of liming and drainage on amelioration of acidity, toxicity of Al, Fe and Mn including salinity in acid sulfate soil. The incubation experiment was conducted in a greenhouse with 3 treatment 4 replications for 56 days. The treatments consisted of i) control (no liming), ii) applied limestone at the rate of 2.64 ton/rai and iii) applied limestone at the rate of 3.36 ton/rai. All treatments were submerged and drained every 2 weeks. Soil samples were collected at 0, 3, 5, 7, 14, 21, 35, 42, 49 and 56 days after incubation, and analyzed soil pH, electric conductivity, iron, manganese and aluminum toxicity. The results showed that

<sup>1</sup> ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

<sup>2</sup> ฝ่ายวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดิน เขต 1 อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110

submergence and drainage decreased the electric conductivity, iron and manganese toxicity, but they were still being in the toxic range. However, it's could not decrease the acidity and Al toxicity from the soil. Both of limestone application rates neutralized soil acidity to neutral and it is resulting in decreased aluminum content, but iron and manganese contents were still being in the toxic range.

Keywords: acid sulfate soil, limestone, drainage, salinity, element toxicity

## คำนำ

พื้นที่ในตำบลหนองเสือ อำเภอลำลูกเกด จังหวัดปทุมธานี และพื้นที่ใกล้เคียง เกษตรกรส่วนใหญ่ ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ซึ่งพื้นที่บริเวณนี้มีสภาพเป็นดินกรดจัด ดินล่างมีแร่ไพไรท์ในปริมาณที่สูงเกษตรกร จึงนิยมปลูกข้าวเป็นหลักเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการออกซิเดชันของแร่ไพไรท์ที่ทำให้เป็นกรดมากยิ่งขึ้น (Sukitprapanon *et al.*, 2016) เดิมในพื้นที่นี้มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่ต่ำกว่า 4.0 จึงก่อให้เกิดความเป็นพิษของโลหะหนัก และธาตุอาหารบางตัว เช่น อะลูมิเนียม เหล็ก และแมงกานีสในดิน (สุกัญญา, 2554) อะลูมิเนียม (Al) ละลายออกมามากใน pH ที่ต่ำกว่า 5 ซึ่งอะลูมิเนียมทำให้เกิดความเป็นพิษต่อระบบของรากพืช ทำให้รากแคระแกร็น มีรากขนอ่อนแตกออกมาน้อยมีสีน้ำตาล (จักรพงษ์, 2554) ในดินกรดจัดที่มีความเป็นกรดจัด (pH <4) จึงมีอะลูมิเนียมละลายออกมาจนเป็นปัจจัยหลักในการจำกัดการเจริญเติบโตของพืชในดินกรดจัด (Mokolobate and Haynes, 2002) นอกจากนี้ในดินกรดจัดเหล็ก (Fe) และแมงกานีส (Mn) จะละลายออกมาในปริมาณมาก ประกอบกับเมื่ออยู่ในสภาพที่ขังน้ำ ดินขาดออกซิเจนหรืออยู่ในสภาพที่ติดขัง ทำให้เหล็กและแมงกานีสอยู่ในรูปที่ละลายได้ง่ายจนอาจเป็นพิษต่อพืช เหล็กและแมงกานีสเป็นพิษต่อข้าว โดยพืชมีต้นแคระแกร็น ชะงักการเจริญเติบโตได้ ใบข้าวจะค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแล้วเหี่ยวแห้งตายไปส่งผลให้เกิดอาการใบไหม้จากใบล่างขึ้นมาด้านบน และแห้งตายในที่สุด (Tanaka *et al.*, 1966; กรมพัฒนาที่ดิน, 2544) นอกจากนี้ ปัญหาจากสภาพดินกรดจัดแล้ว พื้นที่ดังกล่าวยังเริ่มพบปัญหาการสะสมของความเค็ม ซึ่งเกิดจากการรุกคืบของน้ำเค็มในช่วงฤดูแล้งเข้ามาภายในพื้นที่ และการใช้น้ำชลประทานในการปลูกข้าว ซึ่งหากน้ำชลประทานมีความเค็มเท่ากับ 0.05 dS/m การปลูกข้าวใน 1 ฤดูการ จะทำให้มีเกลือสะสมมากขึ้น (สมศรี, 2539) ความเค็มที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ดินบริเวณนี้มีการสะสมความเค็มมากขึ้นและอาจไม่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกข้าว นำไปสู่ผลผลิตที่ลดลง ไม่มีคุณภาพ (เมล็ดลีบ) และทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโต การแก้ไขความเป็นพิษของอะลูมิเนียมสามารถแก้ไขได้โดยการใส่ปูนทางการเกษตรเพื่อยกระดับ pH ของดินให้สูงมากกว่า 5.0 จะช่วยลดความเป็นพิษของอะลูมิเนียมและเพิ่มผลผลิตของพืชได้ (Mokolobate and Haynes, 2002) ความเป็นพิษของเหล็กและแมงกานีสในดิน สามารถแก้ไขได้โดยการขังน้ำและการใส่ปูนทางการเกษตรเพื่อปรับค่า pH ให้เข้าใกล้ความเป็นกลางมากยิ่งขึ้น หรือระบายน้ำหลังจากการขังน้ำทิ้ง (ศิริณี และ บัญญา, 2557) อย่างไรก็ตามการใส่ปูนทางการเกษตรเป็นการเพิ่มปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมลงไปในดินด้วย ในกรณีที่ในดินมีธาตุเหล่านี้ อยู่ในปริมาณที่สูงอยู่แล้วจะส่งผลให้การดูดตั้งโพแทสเซียมที่เป็นธาตุอาหารหลักลดลง พืชอาจแสดงอาการขาดโพแทสเซียมได้ (นุกูล, 2559) ส่วนการสะสมความเค็มในดินนั้น วิธีการขังน้ำและระบายออกอาจจะทำให้ความเค็มในดินลดลงได้ (วันชัย, 2553) ดังนั้นในการแก้ไขปัญหาคือการเป็นกรดของดินกรดจัดและความเค็มที่สะสมในดินอาจทำได้โดยการใส่ปูนทางการเกษตร ร่วมกับการระบายน้ำออกหลังจากขังน้ำจนเกิดการรั่วซึมของธาตุเหล็กและแมงกานีส อย่างไรก็ตามการระบายน้ำออกอาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของปูนทางการเกษตรในการลดความเป็นกรดและความเป็นพิษของธาตุอะลูมิเนียม เหล็ก และแมงกานีส และในปัจจุบันยังไม่มีข้อมูลผลของการจัดการปัญหาดังกล่าวร่วมกัน การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใส่หินปูนร่วมกับการระบายน้ำ ต่อการแก้ไขความเป็นกรด ความเค็ม และความเป็นพิษของธาตุอะลูมิเนียม เหล็ก และแมงกานีสในดินกรดจัดที่ใช้ปลูกข้าว

## อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการทดลองในกระถางที่โรงเรือนทดลอง ฝ่ายวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 1 จังหวัดปทุมธานี (วันที่ 27 มกราคม 2560 ถึงวันที่ 24 มีนาคม 2560) ดินที่นำมาใช้ในการทดลอง เป็นดินนาในพื้นที่ตำบลหนองเสือ อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี โดยสุ่มเก็บดินเก็บที่ระดับความลึกประมาณ 0-20 เซนติเมตร จากนั้นนำดินมาผึ่งให้แห้งคลุกเคล้าให้เป็นเนื้อเดียวกัน

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) กำหนดให้มี 3 ตำรับการทดลอง 4 ซ้ำ ดังนี้ ตำรับที่ 1 ไม่ใส่หินปูน (control) ตำรับที่ 2 ใส่หินปูนอัตรา 2.64 ตันต่อไร่ (Lime 1) และตำรับที่ 3 ใส่หินปูนอัตรา 3.36 ตันต่อไร่ (Lime 2) โดยคำนวณหาอัตราการใช้หินปูนตามการคำนวณค่าความต้องการปูนที่วิเคราะห์โดยฝ่ายวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดิน เขต 1 โดยวิธี woodruff และ modified woodruff ตามลำดับ ในทุกตำรับการทดลอง ใช้ดิน 7 กิโลกรัม ใส่หินปูนตามอัตราที่กำหนด และคลุกเคล้าให้เข้ากัน เติมน้ำกลั่นโดยให้น้ำสูงจากผิวดินประมาณ 8 เซนติเมตร เพื่อให้มีสภาพใกล้เคียงกับการปลูกข้าวมากที่สุดช่วงน้ำเป็นเวลา 56 วัน เก็บตัวอย่างในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 และ 56 ทั้งหมด 10 ครั้ง ในระหว่างการทดลอง จะขังน้ำและระบายออกในทุกๆ 2 สัปดาห์ จึงระบายออกในวันที่ 14, 28 และ 42 ของการทดลองและเติมน้ำกลั่นลงไปแทนที่น้ำหลังการระบายน้ำออกในทุกครั้ง เริ่มระบายน้ำในวันที่ 14 ของการขังน้ำเนื่องจากเป็นระยะที่ดินเกิดปฏิกิริยารีดักชันโดยสมบูรณ์

การเก็บตัวอย่างดินแต่ละครั้ง เก็บโดยใช้ช้อนในการตักดิน โดยในกระถาง 1 กระถาง เก็บจำนวน 3 จุด นำมารวมเป็น 1 ตัวอย่าง น้ำหนักประมาณ 200 กรัม คลุกเคล้าดินให้เข้ากันและนำมาผึ่งในที่ร่มให้แห้ง นำมาบดและร่อนผ่านตะแกรง 2 มิลลิเมตร นำตัวอย่างมาวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในอัตราส่วนดินต่อน้ำที่ 1:1 วัดด้วยเครื่อง pH meter วิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้าของดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (ECe) ด้วยเครื่อง Electrical conductivity meter วิเคราะห์ปริมาณอะลูมิเนียมที่สกัดด้วย 1 N Potassium chloride (KCl) โดยวัดความเข้มข้นด้วยวิธี Aluminon ด้วยเครื่อง Spectrophotometer วิเคราะห์ปริมาณเหล็ก และแมงกานีสในรูปที่เป็นพืช โดยสกัดด้วย Ethylene diamine tetra acetic acid (EDTA) และวัดปริมาณเหล็ก ด้วยเครื่อง Spectrophotometer วัดปริมาณแมงกานีส ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547)

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (ANOVA) และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $P < 0.05$ )

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### 1. สมบัติของดิน

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินก่อนการทดลอง พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในระดับที่เป็นกรดจัดมากมีค่าเท่ากับ 3.7 (Table 1) ส่งผลให้มีปริมาณของอะลูมิเนียม เหล็ก และแมงกานีส อยู่ในระดับที่สูงโดยมีค่าเท่ากับ 7,063 mg/kg 31.92 g/kg และ 41 mg/kg ตามลำดับ (Table 1) ค่าการนำไฟฟ้าของดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ อยู่ในระดับที่เค็มเล็กน้อยมีค่าเท่ากับ 3.94 mS/cm ความเค็มที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากปริมาณไอออนที่อยู่ในระดับสูงมาก อย่างไรก็ตามค่า ECe แสดงให้เห็นว่าไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตแต่อาจส่งผลต่อผลผลิตของข้าวอาจทำให้มีเมล็ดที่ลีบ มีคุณภาพต่ำ (กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2544) ส่วนปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับที่สูง มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่าเท่ากับ 0.21 g/100 g และ 1.14 mg/kg ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับที่ต่ำมากเป็นผลมาจากดินที่มีสภาพเป็นกรดจัดมากความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารจึงต่ำ และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับที่สูงมาก (Table 1)

Table 1 Soil properties before incubation.

Characteristic	Value
pH	3.7
ECe (mS/cm)	3.94
Organic mater (g/100 g)	3.80
Total N (g/100 g)	0.21
Available P (mg/kg)	1.14
Exchangeable K (mg/kg)	254
Extractable Al (mg/kg)	7,063
Extractable Fe (g/kg)	31.92
Extractable Mn (mg/kg)	41
Exchangeable Na (mg/kg)	167

## 2. ผลการวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ผลการทดลองพบว่าตัวรับควบคุม มีค่า pH เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย มีแนวโน้มที่ค่อนข้างคงที่ตลอดทั้งการทดลอง โดย pH เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับก่อนการทดลอง และในช่วงที่มีการระบายน้ำออกทั้ง 3 ครั้ง ไม่ได้ส่งผลต่อค่า pH ในดิน เมื่อสิ้นสุดการทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.9 ซึ่งยังมีสภาพเป็นกรดจัดมากเช่นเดิม ส่วนตัวรับการทดลอง Lime 1 และ Lime 2 ที่มีการใส่หินปูนในทั้ง 2 อัตรา มีค่า pH เพิ่มขึ้นตั้งแต่วันที่ 3 และหลังจากวันที่ 3 มีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ตลอดทั้งการทดลอง ในช่วงที่มีการระบายน้ำออกไม่ได้ส่งผลต่อค่า pH ในดินเช่นเดียวกับในตัวรับควบคุม และเมื่อทำการทดลองครบ 56 วัน ตัวรับการทดลอง Lime 1 และ Lime 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.0 (กรดปานกลาง) และ 6.2 (กรดเล็กน้อย) ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม การใส่หินปูนทั้ง 2 อัตรา ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ทั้ง 2 ตัวรับการทดลอง มีค่า pH ที่สูงกว่าตัวรับควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ตั้งแต่วันที่ 3 หลังจากบ่มดินจนสิ้นสุดการทดลอง (Figure 1)

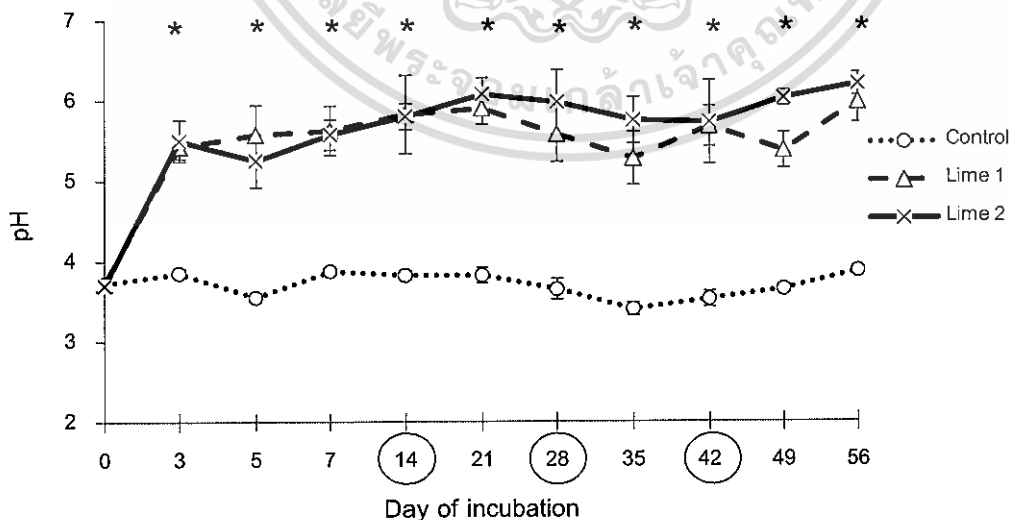


Figure 1 Changes of pH during incubation period. (\*Significant differences ( $P < 0.05$ ) between treatment at the same day of incubation. ○ Indicate drainage at 14, 28 and 42 days.)

จากผลการทดลองจึงเห็นได้ว่าการขังน้ำและระบายออกเพียงอย่างเดียว ทำให้มีค่า pH สูงขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แต่ความเป็นกรดอยู่ในระดับกรดจัดมาก ซึ่งเป็นระดับที่ยังไม่สามารถปลูกพืชได้ ส่วนการใส่หินปูนทั้ง 2 อัตรา ร่วมกับการระบายน้ำนั้นทำให้มีระดับความเป็นกรด-ด่างที่สูงขึ้นถึงระดับที่สามารถปลูกพืชได้ โดยค่าความเป็นกรด-ด่างเพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่วันที่ 3 ของการใส่หินปูน และมีแนวโน้มอยู่ในระดับคงที่จนถึงสิ้นสุดการทดลอง ทั้งนี้การที่ระดับความเป็นกรด-ด่างสูงขึ้นนั้น เกิดจากการที่  $Ca^{2+}$  เข้าไปแทนที่  $H^+$  ทำให้ออกมาทำปฏิกิริยากับ  $OH^-$  และ  $CO_3^{2-}$  ปริมาณของ  $H^+$  จึงลดลงส่งผลให้ระดับความเป็นกรด-ด่างของดินเพิ่มสูงขึ้น (ศิริภาณี และ บัญชา, 2557)

### 3. ผลการวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้าของดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (ECe)

ผลการทดลองพบว่าทั้ง 3 ตำรับการทดลอง มีค่าการนำไฟฟ้าของดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ทั้ง 3 ตำรับการทดลอง เมื่อมีการขังน้ำค่า ECe ลดลงในวันที่ 5 และจะเพิ่มขึ้นในวันที่ 7 หลังจากการระบายน้ำออกในวันที่ 14 พบว่า ค่า ECe ลดลงอย่างเห็นได้ชัด และเมื่อระบายน้ำออกในวันที่ 28 และ 42 พบว่า ค่า ECe มีค่าที่ค่อยๆลดลงอย่างต่อเนื่อง แสดงให้เห็นว่าการระบายน้ำออกในทุก 2 สัปดาห์ นั้นส่งผลให้ ค่า ECe ค่อยๆ ลดลงจนถึงสิ้นสุดการทดลอง และเมื่อทำการทดลองครบ 56 วัน ทั้ง 3 ตำรับการทดลอง มีค่าเฉลี่ยของ ECe เท่ากับ 2.76, 3.21 และ 3.44 mS/cm ซึ่งอยู่ในระดับเค็มเล็กน้อย และไม่ได้มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าว (กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน, 2544) และพบว่าทั้ง 3 ตำรับการทดลอง มีความแตกต่างกันทางสถิติในวันที่ 7, 14, 35 และ 42 หลังการบ่มดิน โดยในวันที่ 7 และ 14 ค่า ECe ของตำรับควบคุมสูงกว่าตำรับการทดลองที่ใส่ปูนทั้ง 2 อัตราอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในวันที่ 35 และ 42 พบว่าตำรับการทดลอง Lime 1 มีค่า ECe สูงกว่าตำรับควบคุมและ Lime 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังจากวันที่ 49 ของการบ่มดินพบว่าทั้ง 3 ตำรับการทดลอง มีค่า ECe ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Figure 2)

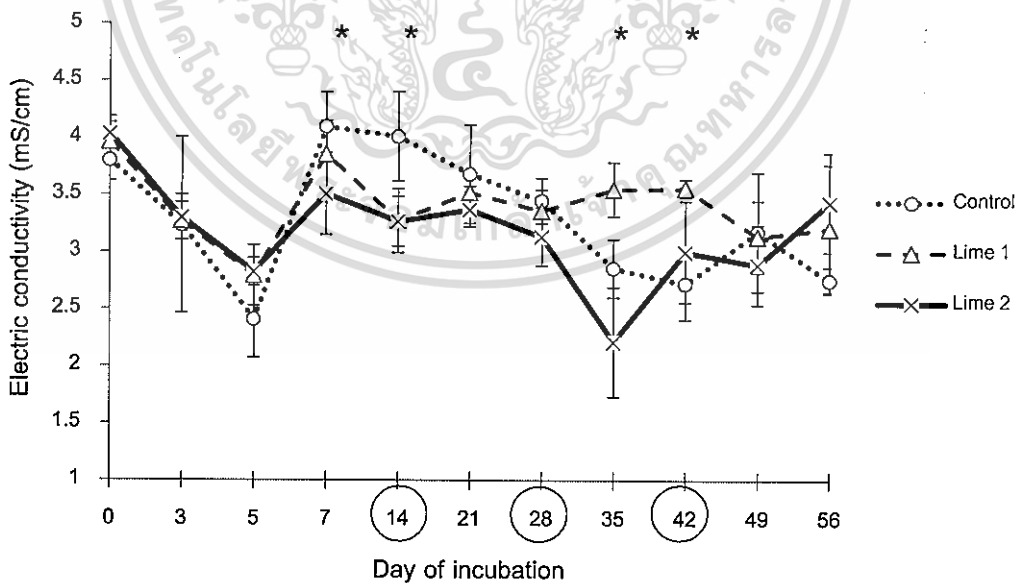


Figure 2 Changes of electric conductivity (EC) during incubation period. (\* Significant differences ( $P < 0.05$ ) between treatment at the same day of incubation. ○ Indicate drainage at 14, 28 and 42 days.)

จากผลการทดลองจึงเห็นได้ว่า การขังน้ำและการระบายน้ำออกส่งผลให้มีค่าการนำไฟฟ้าของดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำลดลง ทั้งนี้อาจเกิดจากปริมาณแคตไอออนในดิน (โพแทสเซียม โซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียม อะลูมิเนียม เหล็ก และแมงกานีส) ถูกระบายไปกับน้ำที่ปล่อยออกในทุกๆ 2 สัปดาห์ จึงทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำทั้ง 3 ตำรับการทดลอง มีค่าที่ลดลงแต่ลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งก็ยังคงมีความเค็มอยู่ในระดับที่เค็มน้อย พืชที่ไวต่อความเค็มเท่านั้นที่จะมีปัญหา ข้าวจัดเป็นพืชที่ทนเค็มอยู่ในระดับปานกลาง (อรุณี, 2539) ระดับที่เค็มน้อยนี้จึงไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวแต่อาจส่งผลต่อผลผลิตของข้าวทำให้มีผลผลิตที่ลดลงได้ (กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน, 2544)

#### 4. ความเป็นพิษของอะลูมิเนียม (Al)

ผลการทดลองพบว่าตำรับควบคุมมีปริมาณอะลูมิเนียมที่เพิ่มขึ้นตั้งแต่วันที่ 7 ของการทดลอง และมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นตลอดทั้งการทดลอง ในช่วงที่มีการระบายน้ำออกในวันที่ 14, 28 และ 42 ไม่ได้ส่งผลต่อปริมาณอะลูมิเนียมในดิน และเมื่อทำการทดลองครบ 56 วัน พบว่าปริมาณอะลูมิเนียมมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 23,215 mg/kg อยู่ในระดับเป็นพิษรุนแรงที่สุด ส่วนตำรับการทดลอง Lime 1 และ Lime 2 มีปริมาณอะลูมิเนียมที่ลดลงตั้งแต่วันที่ 3 ของการทดลอง ช่วงที่มีการระบายน้ำออกไม่ได้ส่งผลต่อปริมาณอะลูมิเนียมในดิน และเมื่อทำการทดลองครบ 56 วัน พบว่าตำรับการทดลอง Lime 1 มีปริมาณอะลูมิเนียมเฉลี่ยอยู่ที่ 670 mg/kg อยู่ในระดับที่เป็นพิษรุนแรงปานกลาง ส่วนตำรับการทดลอง Lime 2 มีปริมาณอะลูมิเนียมเฉลี่ยอยู่ที่ 28 mg/kg อยู่ในระดับที่ไม่มีความเป็นพิษ ซึ่งการใส่หินปูนทั้ง 2 อัตรา ทำให้ปริมาณอะลูมิเนียม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ทั้ง 2 ตำรับการทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อเทียบกับตำรับควบคุมตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง (Figure 3)

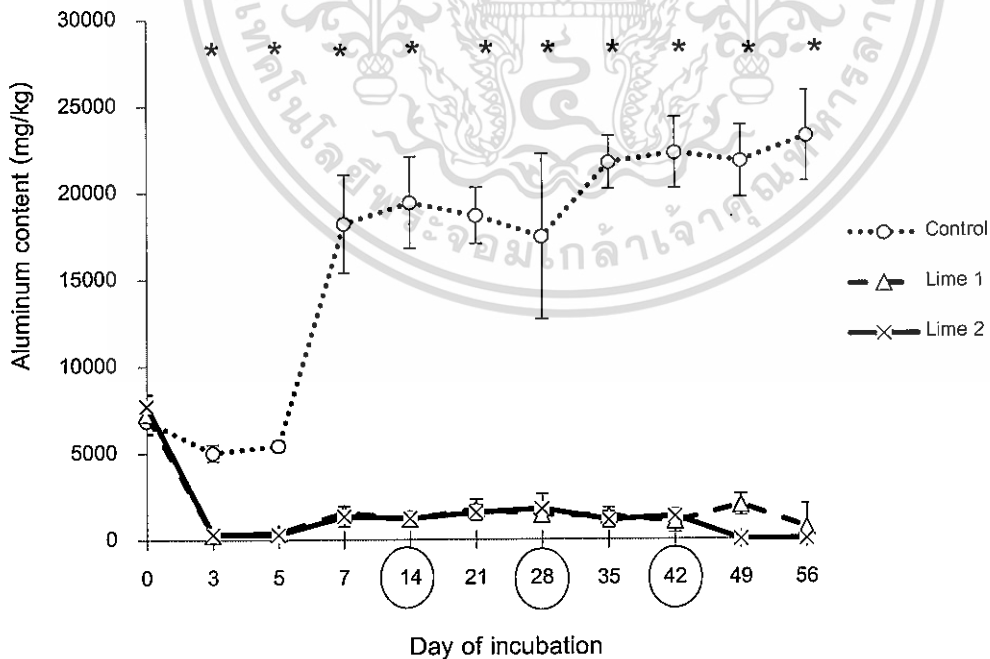


Figure 3 Changes of aluminum during incubation period. (\* Significant differences ( $P < 0.05$ ) between treatment at the same day of incubation. ○ Indicate drainage at 14, 28 and 42 days.

จากผลการทดลองจึงเห็นได้ว่าการขังน้ำแล้วระบายออกเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถลดความเป็นพิษของอะลูมิเนียมได้และยังส่งผลให้ปริมาณอะลูมิเนียมเพิ่มมากขึ้นจนอยู่ในระดับที่เป็นพิษรุนแรงที่สุด เนื่องจากค่า pH ของดินในตำรับควบคุมหลังจากการทดลองเป็นเวลา 56 วัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.9 ซึ่งมีสภาพเป็นกรดจัดมากเช่นเดิม (Figure 1) ในขณะที่ตำรับการทดลอง Lime 1 และ Lime 2 มีค่า pH ที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้มีปริมาณอะลูมิเนียมลดลงซึ่งเป็นไปในทางเดียวกับ Shazana *et al.* (2013) จักรพงษ์ (2554) ได้กล่าวไว้ว่า ถ้าดินมีความเป็นกรด-ด่างที่ต่ำกว่า 5 จะมีปริมาณอะลูมิเนียมที่ละลายออกมาในปริมาณที่สูง ส่วนการใส่หินปูนทั้ง 2 อัตรา พบว่า มีปริมาณอะลูมิเนียมละลายออกมาในปริมาณที่ลดลง เนื่องจากค่าความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 6.0 และ 6.2 ตามลำดับ ซึ่งมีสภาพเป็นกรดปานกลางและกรดเล็กน้อย การลดลงของปริมาณอะลูมิเนียมนั้นจึงเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (ศิริฉวี และบัญชา, 2557)

### 5. ความเป็นพิษของเหล็ก (Fe) และแมงกานีส (Mn)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณเหล็กที่เป็นพิษพบว่าทั้ง 3 ตำรับการทดลอง มีแนวโน้มไปเป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยปริมาณเหล็กในรูปที่เป็นพิษอยู่ในระดับที่รุนแรงมากที่สุดในวันแรกที่ทำการทดลอง เมื่อทำการทดลองในวันที่ 3 ถึง 14 จะเห็นได้ว่ามีปริมาณเหล็กที่ลดลงและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในวันที่ 21 จนสิ้นสุดการทดลอง ในช่วงที่มีการระบายน้ำออกส่งผลต่อปริมาณเหล็กในดินไม่ชัดเจน แต่หลังจากการทดลองแล้วเป็นเวลา 42 วัน ปริมาณเหล็กในรูปที่เป็นพิษทั้ง 3 ตำรับการทดลอง มีค่าเฉลี่ยที่ลดลงเมื่อเทียบกับช่วงแรกของการทดลองโดยมีค่าเท่ากับ 21.56 , 23.20 และ 22.11 g/kg ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตาม ปริมาณเหล็กที่ลดลงนั้นก็ยังคงอยู่ในระดับที่รุนแรงมากเช่นเดิม ซึ่งตำรับการทดลอง Lime 1 มีปริมาณเหล็กในรูปที่เป็นพิษมากที่สุด รองลงมาคือ ตำรับการทดลอง Lime 2 และตำรับควบคุม ตามลำดับ โดยที่ตำรับการทดลอง Lime 2 และ Control ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (Figure 4a)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณแมงกานีสที่เป็นพิษพบว่าทั้ง 3 ตำรับการทดลอง ปริมาณแมงกานีสในรูปที่เป็นพิษในช่วงแรกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในวันที่ 3 ถึง 14 ของการบ่มดิน และลดลงในวันที่ 21 จนสิ้นสุดการทดลอง การลดลงของแมงกานีสในรูปที่เป็นพิษอาจเนื่องจากการระบายน้ำในวันที่ 14 ของการบ่มดิน เมื่อสิ้นสุดการทดลองปริมาณแมงกานีสในรูปที่เป็นพิษทั้ง 3 ตำรับการทดลอง มีค่าเฉลี่ยที่ลดลงอยู่ที่ 26, 25 และ 21 mg/kg ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามปริมาณแมงกานีสที่ลดลงนั้นก็ยังคงอยู่ในระดับที่เป็นพิษเช่นเดิม และทั้ง 3 ตำรับการทดลอง ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง (Figure 4b)

ปริมาณเหล็กในดินกรดจัดก่อนการทดลองมีปริมาณสูง หลังจากขังน้ำในช่วงแรกเหล็กมีปริมาณลดลง เนื่องจากเหล็กในช่วงแรกของการขังน้ำจะอยู่ในรูปเฟอร์ริกออกไซด์ (Table 1) เมื่อขังน้ำและเกิดการรีดักชันอย่างสมบูรณ์ เฟอร์ริกจะค่อยๆถูกเปลี่ยนรูปเป็นเฟอร์รัส ทำให้สารประกอบเหล็กในดินลดลงในช่วงแรกของการขังน้ำและพบปริมาณเฟอร์รัสเพิ่มขึ้นในสารละลายหลังจากการขังน้ำครบ 14 วัน (ทรายขาว และคณะ, 2559) หลังจากการขังน้ำ 2-3 สัปดาห์ เหล็กในรูปเฟอร์รัสอาจตกตะกอนกับสารประกอบในดินอยู่ในรูป magnetite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) black hydrotroilite ( $\text{FeS} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) white siderite ( $\text{FeCO}_3$ ) และ blue vivianite ( $\text{Fe}_3\text{PO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ) (Kozlowski, 1984) จึงทำให้พบเหล็กที่สกัดได้ด้วย EDTA เพิ่มขึ้นตั้งแต่วันที่ 21 ของการทดลอง

ปริมาณแมงกานีสที่เพิ่มสูงขึ้นในช่วงแรก เป็นผลมาจากในสภาพรีดักชัน  $\text{Mn}^{4+}$  ถูกเปลี่ยนเป็น  $\text{Mn}^{2+}$  ที่ละลายน้ำได้มากขึ้น สอดคล้องกับการทดลองของ ทรายขาวและคณะ (2559) และที่ 14 วันหลังจากขังน้ำ ดินที่เกิดการรีดักชันอย่างสมบูรณ์จึงทำให้พบแมงกานีสสูงสุดในวันที่ 14 ของการขังน้ำ อย่างไรก็ตาม หลังจากการระบายน้ำครั้งแรกในวันที่ 14 ปริมาณแมงกานีสลดลงซึ่งอาจเกิดจากการสูญเสียไปกับน้ำที่

ระบาย หรือแมงกานีสอาจจะตกตะกอนกับฟอสฟอรัสหรือสารประกอบคาร์บอนในดิน ซึ่งส่งผลให้มีปริมาณแมงกานีสลดลงได้เช่นกัน (พิศิษฐ์, 2557: Kozlowski, 1984) อย่างไรก็ตามปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ใช้ในการทดลองมีปริมาณต่ำและทั้ง 3 ตำรับการทดลอง มีการลดลงของแมงกานีสไม่แตกต่างกัน ดังนั้นการลดลงของแมงกานีสอาจเกิดจากอิทธิพลของการระบายน้ำมากกว่า

จากการทดลองจึงเห็นได้ว่าการใส่ปุ๋ยไม่ได้ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณเหล็กและแมงกานีสในดินกรดจัด ปริมาณเหล็กและแมงกานีสที่สูง อาจเกิดจากสภาพความกรดจัดและวัตถุดิบกำเนิดของดินกรดจัดจึงทำให้มีปริมาณเหล็กและแมงกานีสที่พืชสูงมาก อัตราปุ๋ยที่ใส่อาจไม่เพียงพอที่จะส่งผลต่อปริมาณเหล็กและแมงกานีส หรืออาจเป็นผลมาจากการทดลองนี้เป็นการทดลองในระยะสั้นจึงไม่เห็นความแตกต่างได้ชัดเจน

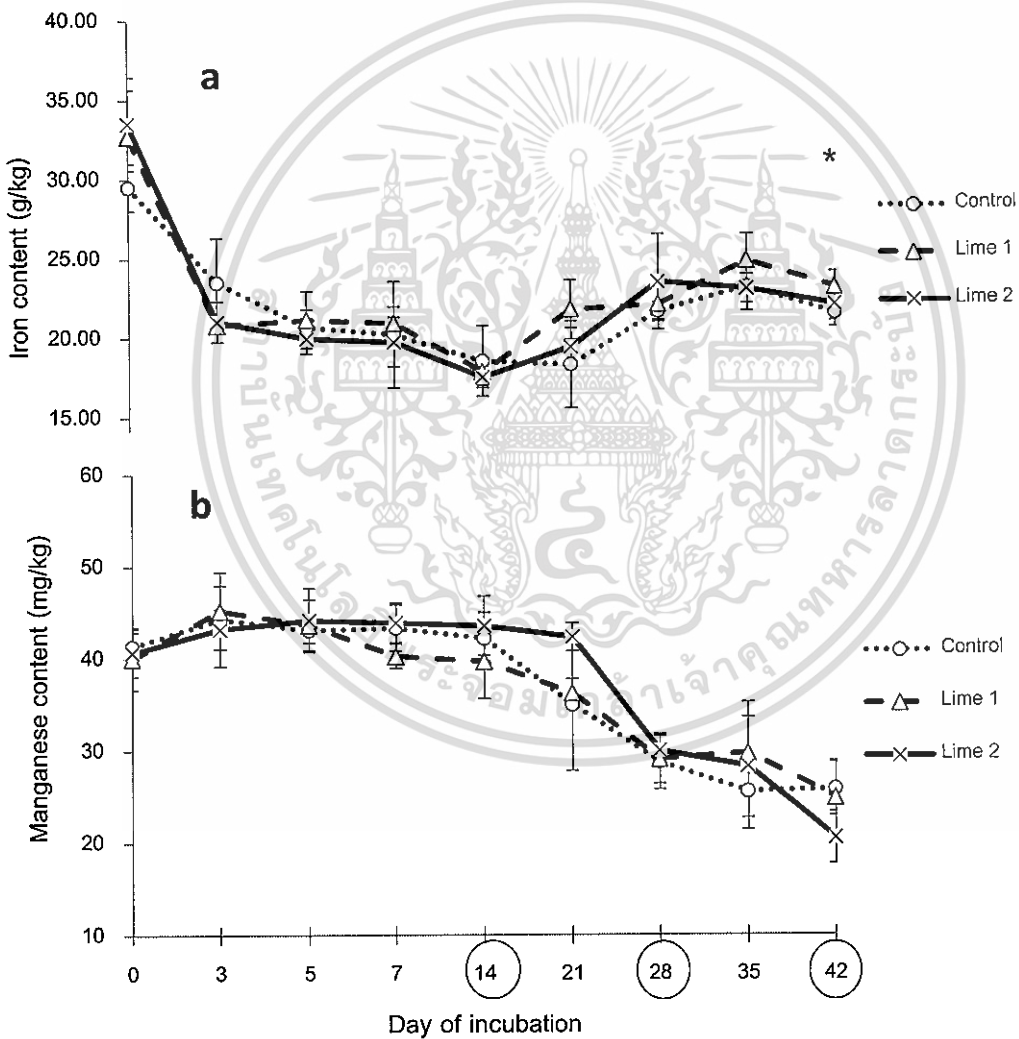


Figure 4 Changes of iron (a) and manganese (b) during incubation period. (\* Significant differences ( $P < 0.05$ ) between treatment at the same day of incubation. ○ Indicate drainage at 14, 28 and 42 days.

อิทธิพลของสารสกัดหยาบจากผักแขยงต่อเชื้อราสาเหตุโรคของธัญพืช  
ในสภาพห้องปฏิบัติการ

*In vitro* Effect of Crude Extracts of *Limnophila aromatica* (Lam.) Merr. against Plant  
Pathogenic Fungi Causing Diseases on Cereal Plants

จุลดิศ แก้วอร่าม<sup>1</sup> สุริยสิทธิ์ สมนึก<sup>1</sup> และถนิมนันต์ เจนอักษร<sup>1</sup>  
Julladit Keaw-aram, Suriyasit Somnuek and Tanimnun Jaenaksorn

บทคัดย่อ

งานวิจัยมีวัตถุประสงค์ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากผักแขยง (*Limnophila aromatica* (Lam.) Merr.) ความเข้มข้น 3 ระดับ (10000, 20000 และ 30000 ppm) ต่อการเจริญทางเส้นใยและการงอกของสปอร์เชื้อราที่เป็นสาเหตุโรคในธัญพืช ได้แก่เชื้อ *Curvularia* sp. จำนวน 2 ไอโซเลท, *Fusarium* sp., *Rhizoctonia* sp. และ *Nigrospora* sp. จากการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญทางเส้นใยด้วยวิธี Poisoned food technique ที่ 7 วัน พบว่าสารสกัดผักแขยงด้วยเอทานอล 50% แสดงประสิทธิภาพสูงสุดในการยับยั้งการเจริญทางเส้นใยของเชื้อ *Curvularia* spp. ทั้ง 2 ไอโซเลท และ *Nigrospora* sp. ได้ 44% ที่ระดับความเข้มข้น 30000 ppm ขณะที่สารสกัดผักแขยงด้วยเอทานอล 95% ที่ความเข้มข้น 30000 ppm สามารถยับยั้ง การเจริญทางเส้นใยของเชื้อ *Fusarium* sp. ได้ 42% ยับยั้งเชื้อ *Rhizoctonia* sp. ได้ 15% ส่วนสารสกัดผักแขยงด้วยน้ำมีประสิทธิภาพในการควบคุมโดยรวมเพียง 6% ส่วนการทดสอบการยับยั้งการงอกของสปอร์ ในสารสกัดผักแขยงด้วยเอทานอล 50 และ 95% มีค่าการยับยั้งสูงสุดที่ 59 และ 52% กับเชื้อ *Curvularia* spp. ทั้ง 2 ไอโซเลท ในขณะที่สารสกัดผักแขยงจากน้ำมีค่าการยับยั้ง 49% โดยสรุปจะเห็นได้ว่า สารสกัดผักแขยงด้วยเอทานอล 50 และ 95% มีประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคพืชได้น้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับ Positive control (สารเคมี) ที่มีค่าการยับยั้ง 100%

คำสำคัญ: ผักแขยง สารสกัดหยาบ เชื้อราสาเหตุโรคพืช

Abstract

This research investigated the efficacy of three concentrations (10000, 20000 and 30000 ppm) of aqueous extract, 50 and 95% ethanol extracts of rice paddy herb (*Limnophila aromatica* (Lam.) Merr.) against mycelial growth and spore germination of fungi causing diseases on cereal plants. Tested fungi were 2 isolates of *Curvularia* sp., 1 isolate of *Fusarium* sp., *Rhizoctonia* sp. and *Nigrospora* sp. Regard to antifungal activity of rice paddy herb tested on poisoned food assay at 7 DAI, 50% ethanol crude extract exhibited the highest efficacy in inhibiting mycelial growth of the 2 isolates of *Curvularia* spp. and the isolate of *Nigrospora* sp. about 44% at the concentration of 30000 ppm whereas 95% ethanol extract at 30000 ppm showed 42% inhibition on *Fusarium* sp. and 15% on *Rhizoctonia* sp. Besides, only 6% inhibition was obtained from aqueous extract. Similarly, result from spore germination test showed that 50 and 95 % ethanol extracts gave the highest inhibition effect about 59 and 52%, respectively on both isolates *Curvularia* spp., while 49% inhibition was noted on aqueous extract. Overall, the

<sup>1</sup> ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

## สรุป

การขังน้ำแล้วระบายออกมีผลทำให้ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณเหล็กและแมงกานีสที่เป็นพิษมีปริมาณที่ลดลง ซึ่งค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในระดับที่เค็มเล็กน้อย ไม่เป็นอันตรายต่อการเจริญเติบโตของพืช ส่วนปริมาณเหล็กและแมงกานีสที่เป็นพิษลดลงแต่ยังอยู่ในระดับที่เป็นพิษต่อข้าว อย่างไรก็ตามการขังน้ำแล้วระบายออกไม่สามารถลดความเป็นกรดของดินได้ ส่วนการใส่หินปูนทั้ง 2 อัตรา แล้วระบายน้ำออก มีผลในเชิงบวกกับค่าความเป็นกรด-ด่างและปริมาณอะลูมิเนียมในดิน ทำให้มีค่าความเป็นกรด-ด่างเข้าใกล้ความเป็นกลางมากยิ่งขึ้นจึงส่งผลให้มีปริมาณอะลูมิเนียมในรูปที่เป็นพิษลดลง และการใส่หินปูนทั้ง 2 อัตรา ที่ได้จากการวิเคราะห์ความต้องการการปูนด้วยวิธี woodruff และ modified woodruff ส่งผลไม่แตกต่างกัน

## เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2544. วิธีวิเคราะห์ดินทางเคมี. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. เอกสารทางวิชาการกองวิเคราะห์ดิน ฉบับที่ 1/2544 : 124 น.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2547. คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย วัสดุปรับปรุงดิน และการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบมาตรฐานสินค้า. กรมพัฒนาที่ดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน. 2544. คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช. กองปฐพีวิทยา. กรมวิชาการเกษตร
- จักรพงษ์ โสฬะเงิน. 2554. แบบจำลองสมดุลเคมีของอะลูมิเนียมและแมงกานีส จากดินนาข้าวจังหวัดพระนครศรีอยุธยา. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปทุมธานี
- ทรายขาว วันนา, ศวพร ศุภผล, ศุภกาญจน์ ลีวนมณี และ สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม. 2559. แบคทีเรียที่มีบทบาทต่อการเปลี่ยนแปลงสารอินทรีย์ ในดินกรดก้ามะถันชุดดินรังสิต. เกษตร 44(1) : 19-28
- นุกูล ถวิลถึ้ง. 2559. เอกสารประกอบการสอนวิชาการจัดการดินและธาตุอาหารพืช. เอกปฐพีวิทยา ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- พิสิษฐ์ ลินธุวนิช. 2557. แนวทางการวางระบบการพัฒนาที่ดินที่มีปัญหาทางการเกษตรของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. สำนักงานพัฒนาที่ดิน เขต 2. กรมพัฒนาที่ดิน
- วันชัย วงษา. 2553. ดินเค็มและการปรับปรุงแก้ไข. สถาบันพัฒนาที่ดินกาฬสินธุ์ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต5 กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- ศิริณี วงศ์กระจำ และ บัญชา รัตนชู. 2557. การจัดการดินกรดโดยการใส่ปูนและอินทรีย์วัตถุ. ปีที่ 6. ฉบับที่ 1.
- สมศรี อรุณินท์. 2539. ดินเค็มในประเทศไทย. กรมพัฒนาที่ดิน. หน้า 37
- สุกัญญา แยมบระชา. 2554. เอกสารประกอบการสอนวิชาเคมีดิน. เอกปฐพีวิทยา ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- อรุณี ยูวณิยม. 2539. การจัดการแก้ไขปัญหาดินเค็ม. กลุ่มวิจัยและพัฒนากิจการจัดการดินเค็ม สำนักวิจัยและพัฒนากิจการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- Kozłowski, T.T. 1984. Flooded and plant growth: Physiological ecology. Academic Press, INC. 358 pages.
- Mokolobate, M.S. and R.J. Haynes. 2002. Comparative liming effect of four organic residues applied to an acid soil. Biol Fertil Soils. 35: 79-85.
- Shazana, M.A.R.S., J. Shamsuddin, C.I. Fauzian and S.R. Syed Omar. 2013. Alleviating the infertility of an acid sulphate soil by using ground basalt without lime and organic fertilizer under submerged conditions. Land degradation and development. 24: 129-140.
- Sukitprapanon, T., A. Suddhiprakarn, I. Kheoruenromne, S. Anusontpomperm and R.J. Gilkes. 2016. A comparison of potential, active and post-active acid sulfate soils in Thailand. Geoderma Regional. 7: 346-356.
- Tanaka, A., R. Loe and S.A. Navasero. 1996. Some mechanisms involved in the development of iron toxicity symptoms in the rice plant. Soil Science and Plant Nutrition. 12(4): 32-38.