



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา)

ปริญญา

ปฐพีวิทยา

ปฐพีวิทยา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ผลของโซเดียมเบนทอนไนต์ต่อสมบัติดิน และการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง
พันธุ์ระยอง 5

Effects of Na-Bentonite on Soil Properties and Growth of Rayong 5 Cassava Variety

นามผู้วิจัย นางสาวภัทรสวันต์ แสงคำ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรุณศิริ กำลั้ง, D.Agr.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์สุรียา สาสนรักกิจ, วท.ด.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์, วท.ม.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของโซเดียมเบนทอนไนต์ต่อสมบัติดิน และการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5

Effects of Na-Bentonite on Soil Properties and Growth of Rayong 5 Cassava Variety

โดย

นางสาวภัทรสวรรค์ แสงคำ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา)

พ.ศ. 2552

ภัทรสวันต์ แสงคำ 2552: ผลของโซเดียมเบนทอไนต์ต่อสมบัติดิน และการเจริญเติบโตของ
มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5 ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา) สาขาปฐพีวิทยา ภาควิชา
ปฐพีวิทยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรุณศิริ กำลัง, D.Agr. 157 หน้า

การศึกษาผลของโซเดียมเบนทอไนต์ต่อสมบัติดิน และการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง
5 ประกอบด้วย 2 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 ทำในห้องปฏิบัติการ เพื่อศึกษาผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ต่อการเปลี่ยนแปลง
สมบัติดิน โดยกำหนดปริมาณการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตรา 0, 5, 10, 15, 20 และ 25% ของน้ำหนักดิน
ผลการทดลองพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ได้จากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใส่โซเดียม
เบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ กับการเปลี่ยนแปลงสมบัติดินมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย
การใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในอัตราที่มากขึ้น ทำให้ค่า pH, EC_e, exchangeable Na, CEC, ESP และ SAR สูงขึ้น
นอกจากนี้ได้ศึกษาผลของการใช้วัสดุอินทรีย์ 2 ชนิด คือ แกลบกับปุ๋ยหมัก ต่อการเพิ่มความสามารถในการ
ระบายน้ำของดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ โดยใช้สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการใส่โซเดียมเบนทอไนต์
อัตราต่างๆ กับการเปลี่ยนแปลงค่า ESP ในดิน เพื่อประเมินปริมาณการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ที่ใช้ผสมกับดิน
ให้มีค่า ESP ประมาณ 5, 10, 15, 20 และ 25% แล้วนำไปวัดค่าสภาพน้ำนำของดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำโดยวิธี
Constant head ผลการทดลองพบว่า การใส่แกลบและการใส่ปุ๋ยหมักลงไปดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์มี
ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใส่แกลบลงไปดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ช่วยเพิ่มสภาพ
น้ำนำของดินได้ดีกว่าปุ๋ยหมัก

การทดลองที่ 2 ทำในโรงเรือนปลูกพืชทดลอง เพื่อศึกษาผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในอัตรา
0, 5, 10, 15, 20 และ 25% ของน้ำหนักดิน ต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5 โดยวางแผนการ
ทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ แบ่งการทดลองเป็น 6 ดำรับ จำนวน 4 ซ้ำ ผลการทดลองพบว่า ความสูงของ
มันสำปะหลังอายุ 1 และ 3 เดือน มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยดำรับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ 25% ของ
น้ำหนักดิน ให้ค่าความสูงของมันสำปะหลังน้อยกว่าดำรับควบคุม และดำรับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ 5-
20% ของน้ำหนักดิน ส่วนความสูงของมันสำปะหลังอายุ 2, 6, 9 และ 12 เดือน ในแต่ละดำรับการทดลองไม่มี
ความแตกต่างกันทางสถิติ และได้ศึกษาผลของการจัดการดินที่ใส่โซเดียมเบนทอไนต์ 25% โดยวางแผนการ
ทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ได้จัดดำรับการทดลองแบบ 4 x 3 แพลทอเรียลร่วมกับดำรับควบคุม (ดำรับที่ไม่มีกร
ใส่โซเดียมเบนทอไนต์) จำนวน 4 ซ้ำ โดยมีปัจจัยที่ศึกษา คือ 1) ปริมาณความต้องการยิปซัมมี 4 ระดับ คือ 1GR,
1/2GR, 1/4GR และไม่ใส่ยิปซัม (0GR) (1 GR คือ การใส่ยิปซัมในปริมาณที่ Ca²⁺ ในยิปซัม เข้าไปแทนที่ Na⁺
ในโซเดียมเบนทอไนต์ที่ใส่ในดินในอัตรา 25% ได้ทั้งหมด) และ 2) ปริมาณแกลบมี 3 ระดับ คือ ไม่ใส่แกลบ
(0%) ใส่แกลบอัตรา 0.5% และ 1% ของน้ำหนักดิน ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ต่อความสูง
ของมันสำปะหลังเปรียบเทียบกับดำรับควบคุมมีความแตกต่างกันทางสถิติในช่วงอายุ 1-2 เดือน โดยดำรับ
ควบคุมให้ค่าความสูงมากกว่ากลุ่มดำรับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ 25% เมื่อมันสำปะหลังอายุมากขึ้นไม่พบ
ความแตกต่างกันทางสถิติ สำหรับปัจจัยความต้องการยิปซัมแต่ละอัตราต่อความสูงของมันสำปะหลังไม่มีความ
แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปัจจัยการใส่แกลบทำให้ความสูงของมันสำปะหลังที่อายุ 3 เดือน มีความแตกต่างกัน
ทางสถิติ โดยการใส่แกลบในอัตรา 0.5% ให้ค่าความสูงมากที่สุด ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างการใส่ยิปซัมร่วมกับ
การใส่แกลบทำให้ความสูงของมันสำปะหลังในช่วงอายุ 1-2 เดือน มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ในช่วงอายุ
3-12 เดือน พบแนวโน้มการใส่แกลบ 0.5% ร่วมกับการใส่ยิปซัมไม่ว่าอัตราใดก็ตามให้ค่าความสูงมากกว่าการ
ไม่ใส่แกลบและการใส่แกลบ 1.0%

Pattarasawan Sangkum 2009: Effects of Na-Bentonite on Soil Properties and Growth of Rayong 5 Cassava Variety. Master of Science (Soil Science), Major Field: Soil Science, Department of Soil Science. Thesis Advisor: Assistant Professor Arunsiri Kumlung, D.Agr. 157 pages.

The effects of some remediation methods for Na-bentonite polluted soil on growth of Rayong 5 cassava variety were examined according to series of 2 experiments. Experiment I was arranged at the laboratory of Soil Science Department. It was the study on the relationship of Na-bentonite rates on the changes of soil properties. The treatments consisted of 6 Na-bentonite pollution rates of 0, 5, 10, 15, 20 and 25% (w/w). The results showed that correlation coefficients of the relationship between Na-bentonite pollution rates and soil properties were highly significant. Polluted soil had higher values of pH, EC_e , exchangeable Na, CEC, ESP and SAR. The parallel experiments were conducted to study the effects of rice husk and compost on hydraulic conductivity of Na-bentonite polluted soils. The Na-bentonite was applied to soil at the rates to yield 5 levels of soil exchangeable sodium percentage (ESP), namely, 5, 10, 15, 20, and 25%. This was done via the equation relating rates of application and ESP values of the soil earlier calibrated. The results showed that applying rice husk to Na-bentonite polluted soils gave higher hydraulic conductivity values than applying compost. Experiment II was studied in the greenhouse of Soil Science Department. It was the study on the effects of Na-bentonite polluted at the rates 5, 10, 15, 20 and 25% (w/w) on growth of Rayong 5 cassava variety. The experimental design was CRD with 6 treatments and 4 replications. The results showed that the effect of treatments on cassava height at 1 and 3 months of age were significantly different. The plant grown on Na-bentonite polluted at 25% (w/w) was shorter than the control (no Na-bentonite) and Na-bentonite pollution rate between 5-20% (w/w). Height difference of cassava plant at 2, 6, 9, and 12 months were found none significant among treatments. Therefore, the Na-bentonite pollution rate of 25% (w/w) was selected for the soil reclamation experiments. The experimental design of such experiment was 4 x 3 factorial arrangement of treatments plus control in completely randomized design having 4 replications. Two methods of remediation consisting of gypsum application at the rate of 0, 1/4, 1/2 and 1 GR (1 GR = amount of gypsum providing Ca^{2+} that can replace all Na^+ from 25% Na-bentonite polluted soils) and rice husk application at the rate of 0, 0.5 and 1.0% of soil mass. The results showed that the effect of treatments on cassava height at 1- 2 months of ages were significantly different. The height of control plants (no Na-bentonite) were higher than Na-bentonite polluted at 25% (w/w), but at the ages of 3-12 months heights of the plants were not significantly different. Among different remediation methods, gypsum rates have a none significant effect on plant growth. Applying rice husk at 0.5% (w/w), the cassava height at 3 months of age was significantly higher than rice husk applied at the rates of 0 and 1.0%. The interactions of gypsum and rice husk at 1- 2 months of ages were significantly different. But at the ages of 3-12 months, the tendency was found that rice husk application at 0.5% to all levels of gypsum resulted taller plants than when applied at 0 and 1.0%.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรุณศิริ กำลั้ง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ดร. สุริยา สาสนรักกิจ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และอาจารย์จันทร์จรัส วีรสาร ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำและช่วยเหลือในการเรียน การค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการทำวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ขงยุทธ โอสถสภา ประธานการสอบปากเปล่าขั้นสุดท้าย และดร. วิสุทธิ์ วีรสาร ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ และคุณแม่ที่ได้อบรมสั่งสอนเลี้ยงดู ให้กำลังใจและโอกาสทางการศึกษาแก่ข้าพเจ้า จนวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และคณาจารย์ทุกท่านที่เมตตาอบรมสั่งสอนให้ความรู้จนกระทั่งปัจจุบัน

ขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเคมีและความอุดมสมบูรณ์ของดิน และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทางฟิสิกส์ของดิน ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน ที่ได้อนุเคราะห์ให้ใช้สถานที่ อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการและช่วยเหลือในการวิเคราะห์ดินและพืช ขอขอบคุณสำหรับพี่ ๆ น้อง ๆ ในภาควิชาปฐพีวิทยา ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจด้วยดีตลอดมา

ภัทรสวันต์ แสงคำ

พฤษภาคม 2552

สารบัญ

| | หน้า |
|-----------------------------|------|
| สารบัญ | (1) |
| สารบัญตาราง | (2) |
| สารบัญภาพ | (7) |
| คำนำ | 1 |
| วัตถุประสงค์ | 2 |
| การตรวจเอกสาร | 3 |
| อุปกรณ์และวิธีการ | 27 |
| อุปกรณ์ | 27 |
| วิธีการ | 28 |
| ผลและวิจารณ์ | 36 |
| ผล | 36 |
| วิจารณ์ | 139 |
| สรุปผลการทดลอง | 143 |
| เอกสารและสิ่งอ้างอิง | 144 |
| ภาคผนวก | 153 |
| ประวัติการศึกษา และการทำงาน | 157 |

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | | หน้า |
|----------|--|------|
| 1 | สมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมีบางประการของชุดดินห้วยโป่งที่ใช้ในการศึกษา | 37 |
| 2 | สมบัติทางเคมีบางประการของโซเดียมเบนทอไนต์ที่ใช้ในการศึกษา | 38 |
| 3 | สมการสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆกับการเปลี่ยนแปลงสมบัติดิน | 42 |
| 4 | ผลของการใช้วัสดุอินทรีย์ต่อการเพิ่มความสามารถในการระบายน้ำของดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ | 48 |
| 5 | ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ ต่อสมบัติทางเคมีบางประการของ ดินก่อนปลูก | 50 |
| 6 | ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของมันสำปะหลังที่อายุ 1, 2, 3, 6, 9 และ 12 เดือนหลังปลูก | 53 |
| 7 | ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ ต่อน้ำหนักสดและค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน | 55 |
| 8 | ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ ต่อความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน | 57 |
| 9 | ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ ต่อความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน | 59 |
| 10 | ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ ต่อความเข้มข้นของโพแทสเซียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน | 61 |
| 11 | ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ ต่อความเข้มข้นของโซเดียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน | 63 |
| 12 | ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ ต่อความเข้มข้นของแคลเซียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน | 65 |
| 13 | ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ ต่อปริมาณสะสมของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน | 67 |
| 14 | ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ ต่อปริมาณสะสมของฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน | 69 |

สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่ | | หน้า |
|----------|---|------|
| 15 | ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ ต่อปริมาณสะสมของโพแทสเซียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน | 71 |
| 16 | ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ ต่อปริมาณสะสมของโซเดียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน | 73 |
| 17 | ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ ต่อปริมาณสะสมของแคลเซียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน | 75 |
| 18 | ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ ต่อสมบัติทางเคมีบางประการของ ดินหลังปลูก | 77 |
| 19 | ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ต่อการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของมันสำปะหลังที่อายุ 1, 2, 3, 6, 9 และ 12 เดือนหลังปลูก เมื่อเปรียบเทียบกับคำรับควบคุม | 81 |
| 20 | ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ด้วยยิปซัมและแกลบ และปฏิกิริยา สัมพันธ์ร่วมที่มีต่อการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของมันสำปะหลังที่อายุ 1, 2, 3, 6, 9 และ 12 เดือนหลังปลูก | 82 |
| 21 | ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ต่อน้ำหนักสด และค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน เมื่อเปรียบเทียบกับคำรับควบคุม | 86 |
| 22 | ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ด้วยยิปซัมและแกลบ และปฏิกิริยาสัมพันธ์ร่วมที่มีต่อน้ำหนักสด และค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน | 87 |
| 23 | ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ต่อความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับคำรับควบคุม | 91 |
| 24 | ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ด้วยยิปซัมและแกลบ และปฏิกิริยาสัมพันธ์ร่วมที่มีต่อความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง | 92 |
| 25 | ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ต่อความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับคำรับควบคุม | 95 |

สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่ | | หน้า |
|----------|---|------|
| 26 | ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ด้วยยิปซัมและแกลบ และ ปฏิกิริยาสัมพันธ์ร่วมที่มีต่อความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในส่วนเหนื่อดินและ ส่วนหัวของมันสำปะหลัง | 96 |
| 27 | ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ต่อความเข้มข้นของโพแทสเซียม ในส่วนเหนื่อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับค่ารับควบคุม | 99 |
| 28 | ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ด้วยยิปซัมและแกลบ และ ปฏิกิริยาสัมพันธ์ร่วมที่มีต่อความเข้มข้นของโพแทสเซียมในส่วนเหนื่อดินและ ส่วนหัวของมันสำปะหลัง | 100 |
| 29 | ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ต่อความเข้มข้นของโซเดียมใน ส่วนเหนื่อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับค่ารับควบคุม | 104 |
| 30 | ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ด้วยยิปซัมและแกลบ และ ปฏิกิริยาสัมพันธ์ร่วมที่มีต่อความเข้มข้นโซเดียมในส่วนเหนื่อดินและส่วนหัว ของมันสำปะหลัง | 105 |
| 31 | ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ต่อความเข้มข้นของแคลเซียมใน ส่วนเหนื่อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับค่ารับควบคุม | 109 |
| 32 | ผลของการจัดการผสมโซเดียมเบนทอไนต์ด้วยยิปซัมและแกลบ และปฏิกิริยา สัมพันธ์ร่วมที่มีต่อปริมาณแคลเซียมในส่วนเหนื่อดินและส่วนหัวของ มันสำปะหลัง | 110 |
| 33 | ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ต่อปริมาณสะสมของไนโตรเจน ในส่วนเหนื่อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับค่ารับควบคุม | 114 |
| 34 | ผลของการจัดการผสมโซเดียมเบนทอไนต์ด้วยยิปซัมและแกลบ และปฏิกิริยา สัมพันธ์ร่วมที่มีต่อปริมาณสะสมของไนโตรเจนในส่วนเหนื่อดินและส่วนหัว ของมันสำปะหลัง | 115 |
| 35 | ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ต่อปริมาณสะสมของฟอสฟอรัส ในส่วนเหนื่อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับค่ารับควบคุม | 118 |

สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่ | | หน้า |
|----------|---|------|
| 36 | ผลของการจัดการผสมโซเดียมเบนทอไนต์ด้วยยิปซัมและแกลบ และปฏิกิริยาสัมพันธร่วมที่มีต่อปริมาณสะสมของฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง | 119 |
| 37 | ผลของการจัดการดินผสม โซเดียมเบนทอไนต์ต่อปริมาณสะสมของโพแทสเซียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม | 122 |
| 38 | ผลของการจัดการผสมโซเดียมเบนทอไนต์ด้วยยิปซัมและแกลบ และปฏิกิริยาสัมพันธร่วมที่มีต่อปริมาณสะสมของโพแทสเซียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง | 123 |
| 39 | ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ต่อปริมาณสะสมของโซเดียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม | 126 |
| 40 | ผลของการจัดการผสมโซเดียมเบนทอไนต์ด้วยยิปซัมและแกลบ และปฏิกิริยาสัมพันธร่วมที่มีต่อปริมาณสะสมของโซเดียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง | 127 |
| 41 | ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ต่อปริมาณสะสมของแคลเซียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม | 130 |
| 42 | ผลของการจัดการผสมโซเดียมเบนทอไนต์ด้วยยิปซัมและแกลบ และปฏิกิริยาสัมพันธร่วมที่มีต่อปริมาณสะสมของแคลเซียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง | 131 |
| 43 | ผลของการจัดการดินผสม โซเดียมเบนทอไนต์ต่อสมบัติทางเคมีบางประการของดินหลังปลูก เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม | 135 |
| 44 | ผลของการจัดการดินผสม โซเดียมเบนทอไนต์ด้วยยิปซัมและแกลบ และปฏิกิริยาสัมพันธร่วมที่มีต่อสมบัติทางเคมีบางประการของดินหลังปลูก | 137 |

สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางผนวกที่ | | หน้า |
|--------------|---|------|
| 1 | ระดับความรุนแรงของความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (ดิน : น้ำ = 1 : 1) | 154 |
| 2 | ค่าการนำไฟฟ้าและระดับความเค็มของดิน | 154 |
| 3 | ระดับอินทรีย์วัตถุ (%organic carbon X 1.724) | 155 |
| 4 | ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Bray II) | 155 |
| 5 | ปริมาณแคตไอออนที่แลกเปลี่ยนได้ (1N Ammonium acetate pH 7) | 156 |
| 6 | ความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) | 156 |

สารบัญภาพ

| ภาพที่ | | หน้า |
|--------|--|------|
| 1 | สหสัมพันธ์ระหว่างการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ กับการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดิน | 43 |
| 2 | สหสัมพันธ์ระหว่างการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ กับการเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (EC _d) | 43 |
| 3 | สหสัมพันธ์ระหว่างการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ กับการเปลี่ยนแปลงปริมาณโซเดียมแลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Na) ในดิน | 44 |
| 4 | สหสัมพันธ์ระหว่างการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ กับการเปลี่ยนแปลงค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) ในดิน | 44 |
| 5 | สหสัมพันธ์ระหว่างการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ กับการเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์เซ็นต์โซเดียมแลกเปลี่ยนได้ (ESP) ในดิน | 45 |
| 6 | สหสัมพันธ์ระหว่างการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ กับการเปลี่ยนแปลงค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (SAR) | 45 |
| 7 | สหสัมพันธ์ระหว่างการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ กับการเปลี่ยนแปลงค่าความหนาแน่นรวม (ρ_b) ของดิน | 46 |
| 8 | สหสัมพันธ์ระหว่างการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ กับการเปลี่ยนแปลงค่าสภาพการนำน้ำขณะดินอิ่มตัว (K_{sat}) | 46 |
| 9 | ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของมันสำปะหลังที่อายุ 1, 2, 3, 6, 9 และ 12 เดือนหลังปลูก | 53 |
| 10 | ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ ต่อค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน | 55 |
| 11 | ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ ต่อความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน | 57 |
| 12 | ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ ต่อความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน | 59 |
| 13 | ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ ต่อความเข้มข้นของโพแทสเซียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน | 61 |

สารบัญภาพ (ต่อ)

| ภาพที่ | | หน้า |
|--------|--|------|
| 14 | ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในดินอัตราต่างๆ ต่อความเข้มข้นของโซเดียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน | 63 |
| 15 | ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในดินอัตราต่างๆ ต่อความเข้มข้นของแคลเซียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน | 65 |
| 16 | ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในดินอัตราต่างๆ ต่อปริมาณสะสมของไนโตรเจนใน ส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน | 67 |
| 17 | ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในดินอัตราต่างๆ ต่อปริมาณสะสมของฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน | 69 |
| 18 | ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในดินอัตราต่างๆ ต่อปริมาณสะสมของโพแทสเซียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน | 71 |
| 19 | ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในดินอัตราต่างๆ ต่อปริมาณสะสมของโซเดียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน | 73 |
| 20 | ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในดินอัตราต่างๆ ต่อปริมาณสะสมของแคลเซียมใน ส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน | 75 |
| 21 | ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนด์ต่อการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของมันสำปะหลังที่อายุ 1, 2, 3, 6, 9 และ 12 เดือนหลังปลูก เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม | 83 |
| 22 | ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนด์ต่อค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวของ มันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม | 88 |
| 23 | ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนด์ต่อความเข้มข้นของไนโตรเจนใน ส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม | 93 |
| 24 | ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนด์ต่อความเข้มข้นของฟอสฟอรัสใน ส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม | 97 |
| 25 | ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนด์ต่อความเข้มข้นของโพแทสเซียมใน ส่วนเหนือดินและส่วนหัวมันของสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม | 101 |

สารบัญญภาพ (ต่อ)

| ภาพที่ | | หน้า |
|--------|---|------|
| 26 | ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ต่อความเข้มข้นของโซเดียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม | 106 |
| 27 | ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ต่อความเข้มข้นของแคลเซียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม | 111 |
| 28 | ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ต่อปริมาณสะสมของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม | 116 |
| 29 | ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ต่อปริมาณสะสมของฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม | 120 |
| 30 | ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ต่อปริมาณสะสมของโพแทสเซียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม | 124 |
| 31 | ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ต่อปริมาณสะสมของโซเดียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม | 128 |
| 32 | ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ต่อปริมาณสะสมของแคลเซียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม | 132 |

ผลของโซเดียมเบนทอไนต์ต่อสมบัติดิน
และการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5

**Effects of Na-Bentonite on Soil Properties and
Growth of Rayong 5 Cassava Variety**

คำนำ

ปัจจุบันทรัพยากรธรรมชาติได้ถูกใช้อย่างฟุ่มเฟือยและลดลงอย่างรวดเร็วทำให้ต้องแสวงหาทรัพยากรธรรมชาติอย่างอื่นขึ้นมาทดแทน โดยอาศัยความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น ในปัจจุบันได้มีการผลิตก๊าซธรรมชาติเพื่อทดแทนน้ำมัน โดยขั้นตอนดำเนินการวางท่อส่ง ก๊าซธรรมชาติโดยส่วนใหญ่จะใช้วิธีการขุดเปิดหน้าดิน (open cut) แต่ในบางพื้นที่จำเป็นต้องผ่านสิ่งกีดขวางขนาดใหญ่ เช่น แม่น้ำ ถนนหลายช่องจราจร เป็นต้น จึงต้องมีการใช้วิธีการเจาะลอด (horizontal directional drilling: HDD) ซึ่งจะใช้โซเดียมเบนทอไนต์เพื่อหล่อลื่นหัวเจาะและเคลือบผนังท่อที่ขุดเจาะ รวมทั้งเคลือบช่องดินที่เจาะไม่ให้ทรุดตัวภายหลังดึงท่อก๊าซธรรมชาติผ่านช่องเจาะ (ปาริชาติ, 2544) สารโซเดียมเบนทอไนต์ที่ใช้จะอยู่ในรูปของไหล (fluid) ซึ่งเตรียมโดยใช้ผงโซเดียมเบนทอไนต์มาผสมกับน้ำในอัตราที่กำหนด ภายหลังการผสมจะได้โซเดียมเบนทอไนต์ที่สามารถพองตัวและมีลักษณะคล้ายดินโคลน (Daniel and Teruo, 1986) เมื่อใช้โคลนเบนทอไนต์ในการเจาะลอด สารนี้จะแทรกตัวอยู่ในช่องดินที่ขุดลอด ส่วนที่เหลือจะถูกดันให้ไหลออกไปยังปลายท่อ และถูกเก็บกักไว้ในบ่อพักเพื่อรอการกำจัดและการจัดการต่อไป

โซเดียมเบนทอไนต์มีลักษณะเป็นดินเหนียวที่มีการยึดเหนี่ยวตัวมากและมีโซเดียมเป็นส่วนประกอบสูง หากตกค้างหรือกระจายในดินปริมาณมากอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและส่งผลกระทบต่อพืชผลทางการเกษตรได้ ด้วยเหตุนี้จึงได้ศึกษาแนวทางการจัดการดินปนเปื้อนโซเดียมเบนทอไนต์โดยการใส่ยิปซัมและแกลบ เพื่อช่วยลดอิทธิพลของโซเดียมและปรับปรุงความสามารถในการแทรกซึมน้ำและการระบายน้ำของดิน โดยใช้พืชที่ปลูกในบริเวณที่มีการขุดเจาะวางท่อส่งก๊าซธรรมชาติ คือ มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5 เป็นพืชทดสอบ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณ โขเคียมเบนทอไนด์ต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติดินทางเคมีบางประการ
2. เพื่อศึกษาผลของการใช้วัสดุอินทรีย์ต่อการเพิ่มความสามารถในการระบายน้ำของดินผสมโขเคียมเบนทอไนด์
3. เพื่อศึกษาผลของการใส่โขเคียมเบนทอไนด์อัตราต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5
4. เพื่อศึกษาผลของการจัดการดินผสม โขเคียมเบนทอไนด์ต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5

การตรวจเอกสาร

1. เบนทอไนต์

1.1 สมบัติของเบนทอไนต์

เบนทอไนต์ได้ถูกค้นพบเป็นครั้งแรกในปี ค.ศ.1898 โดย Knight พบว่า เบนทอไนต์เป็นสารที่มีลักษณะคล้ายดินเหนียว มีสมบัติลื่นเมื่อเปียก เกิดจากการสลายตัวของแร่ภูเขาไฟ ใกล้เคียงเมืองฟอร์ทเบนตัน ในรัฐไวโอมิง ประเทศสหรัฐอเมริกา (Ralph and Necip, 1978) ต่อมาในปี ค.ศ. 1984 Odom พบว่า เบนทอไนต์ประกอบด้วยแร่ในกลุ่มสเมกไทต์ (smectite) เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งในโครงสร้างมีอลูมิโนซิลิเกต (aluminosilicate) เป็นองค์ประกอบสำคัญ แร่ในกลุ่มสเมกไทต์ ได้แก่ มอนต์มอริลโลไนต์ (montmorillonite) ไบเดลไลต์ (beidellite) นอนโทรไนต์ (nontronite) แซพโพไนต์ (saponite) และเฮคโตรไนต์ (hectorite) (จรัสศรี, 2545) แร่แต่ละชนิดมีโครงสร้างเหมือนกันแต่แตกต่างกันที่ปริมาณการถูกไล่ที่ของ Si หรือ Al ในโครงสร้างของผลึกด้วยธาตุอื่นๆ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) และยังพบว่าแร่กลุ่มนี้มีโครงสร้างเป็นรูพรุน สามารถพองตัวด้วยน้ำได้ (swelling property) และมีสมบัติแบบซีโอไลต์ (zeolitic property) คือ สามารถแลกเปลี่ยนและดูดซับไอออนหรือโมเลกุลต่างๆ ได้ (ลัดดา และคณะ, 2543)

Inglethorpe *et al.* (1993) ได้กล่าวถึง โครงสร้างของเบนทอไนต์เป็นแบบผลึกประกอบด้วย แผ่นซิลิกาเตตระฮีดรัล (tetrahedral) 2 แผ่น ประกบเชื่อมยึดติดกับออกตะฮีดรัล (octahedral) 1 แผ่น ซึ่งอยู่ระหว่างกลาง โดยเป็นแบบไดออกตะฮีดรัล ผลึกของเบนทอไนต์จะเชื่อมต่อกันในแนวระดับและซ้อนกันเป็นชั้นๆ มีลักษณะเป็นแผ่น เมื่อขยายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกนนิ่ง แผ่นโครงสร้างและหลักระหว่างแผ่นที่ซ้อนทับกันมีความหนาประมาณ 10 อังสตรอม โดยคณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2544) ได้กล่าวถึง หลักระหว่างแผ่นที่ซ้อนทับกันอาจขยายกว้างหรือแคบได้ เพราะไม่มีพันธะไฮโดรเจน (hydrogen bond) ยึดระหว่างแผ่นผลึกที่ซ้อนทับกันอยู่ เนื่องจากทั้งด้านบนและด้านล่างของหลักระหว่างแผ่นก็มีออกซิเจนซึ่งเป็นของแผ่นซิลิกา ดังนั้นพันธะไฮโดรเจนจึงไม่เกิดขึ้น แต่จะเกิด oxygen-oxygen linkage ขึ้นแทน ซึ่งเป็นแรงเกาะกันที่เบาบางมาก ไม่สามารถยึดหลักระหว่างแผ่นให้มีความคงที่ไว้ได้ โมเลกุลของน้ำและแคตไอออนต่างๆ เช่น Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , H^+ , K^+ และ Li^+ จะแทรกซึมเข้าไปดูดซับอยู่ที่ผิวภายในหลักระหว่างแผ่น (internal surface) ได้

โดยง่ายทำให้มีพื้นที่ผิวดูดซับโมเลกุลของน้ำและแก๊สไอออนได้มาก การพองตัวและหดตัวก็จะเกิดขึ้นมากเมื่อเปียกหรือแห้งตัวลง

1.2 ชนิดของเบนทอไนต์

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม [มอก.] (2535) แบ่งเบนทอไนต์ออกเป็น 3 ชนิด ตามการใช้ประโยชน์ ได้แก่ โซเดียมเบนทอไนต์ (sodium bentonite) แคลเซียมเบนทอไนต์ (calcium bentonite) และแคลเซียมเบนทอไนต์แปรสภาพ (activated calcium bentonite) โดยมอก. (2534) กล่าวว่า โซเดียมเบนทอไนต์เมื่อดูดซับน้ำแล้วจะมีความสามารถในการพองตัวได้ 15 - 20 เท่าจากปริมาตรเดิม มีสมบัติเป็นตัวหล่อลื่น และกันการแพร่ผ่าน โดยนิยมใช้ผสมทำโคลนเจาะในการเจาะบ่อน้ำบาดาล บ่อน้ำมัน เจาะสำรวจแร่ และใช้อุดหรือยาแนวขอบเขื่อนทำนบ สำหรับแคลเซียมเบนทอไนต์มีความสามารถในการพองตัวได้น้อยกว่าโซเดียมเบนทอไนต์ ดังนั้นจึงนิยมใช้เป็นสารฟอกสี หรือเป็นสารดีเทอร์เจนต์ในการดูดซับน้ำมันจากพืชและสัตว์ (สรินทร, 2545) ส่วนแคลเซียมเบนทอไนต์แปรสภาพเป็นเบนทอไนต์ที่มีสมบัติใกล้เคียงกับโซเดียมเบนทอไนต์ โดยนำแคลเซียมเบนทอไนต์ไปทำปฏิกิริยากับกรด ซึ่งจะได้แอคติเวเตดเคลย์ (activated clays) สำหรับใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา หรือทำปฏิกิริยากับโซเดียมคาร์บอเนต (โซดาแอช) เปลี่ยนจากแคลเซียมเบนทอไนต์เป็นโซเดียมเบนทอไนต์ (มอก., 2535)

1.3 การนำเบนทอไนต์มาใช้ประโยชน์

ราชบัณฑิตยสถาน (2544) กล่าวว่า เบนทอไนต์ในสภาพธรรมชาติเป็นก้อนแข็ง มีสีเหลืองอมน้ำตาล สีเขียว สีเขียวอมน้ำเงิน สีน้ำเงิน หรือสีชมพู ซึ่งก่อนการนำเบนทอไนต์มาใช้จะถูกบดให้เป็นผงละเอียด เนื่องจากเบนทอไนต์มีหลายชนิด จึงสามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านอุตสาหกรรมได้มากมาย และยังเป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ต่างๆ โดยเฉพาะเป็นส่วนประกอบในดินเพื่อทำเซรามิกหรือเครื่องปั้นดินเผา สร้างที่อยู่อาศัย นอกจากนี้ยังถูกนำไปใช้ในการเกษตรเพื่อเป็นสารปรับปรุงดิน เป็นตัวดูดซับกลิ่นของเสียที่เกิดจากการขับถ่ายของสัตว์เลี้ยง และดูดซับสารพิษที่เกิดจากการใช้ยากำจัดวัชพืช ซึ่งในการใช้ประโยชน์เบนทอไนต์ควรคำนึงถึงสมบัติของเบนทอไนต์ (Ralph and Necip, 1978) เบนทอไนต์มีสมบัติในการดูดซับที่ดี และสามารถเกิดการแลกเปลี่ยนไอออนได้ ซึ่งความสามารถในการดูดซับและแลกเปลี่ยนไอออนขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของแรมอนต์มอริลโลไนต์ที่เป็นส่วนประกอบของเบนทอไนต์ เช่น

เบนทอไนต์ที่มีไอออนโซเดียมแทนที่อยู่ในโครงสร้างของแร่มอนต์มอริลโลไนต์เป็นปริมาณมาก จะมีสมบัติในการดูดซับน้ำและเกิดการแลกเปลี่ยนไอออนได้ดีกว่าเบนทอไนต์ที่มีไอออนแคลเซียม หรือโพแทสเซียมแทนที่อยู่ในโครงสร้างของแร่มอนต์มอริลโลไนต์ (สรินทร์, 2545) หากเบนทอไนต์ที่มีไอออนโซเดียมตกค้างในดินมากเกินไป อาจทำให้ดินมีลักษณะคล้ายดินเกลือที่มีปริมาณโซเดียมแลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Na) สูง (Voorhees, 1986) และเมื่อดินเปียกจะมีลักษณะคล้ายดินเหนียวสามารถดูดซับน้ำและอุ้มน้ำได้มาก ซึ่งอาจเกินความจำเป็นของพืชในการใช้ประโยชน์ แต่เมื่อดินแห้งจะทำให้ดินหดตัวเป็นผลทำให้เกิดแผ่นแข็งที่ผิวดิน (surface crusting) และทำให้ความสามารถในการซอนไซหาอาหารของรากพืชลดลง นอกจากนี้เบนทอไนต์ยังมีความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารพืชได้ดี แต่ในกรณีที่มีการดูดซับธาตุอาหารพืชไว้มากเกินไป อาจทำให้เป็นพิษต่อพืชได้เช่นกัน (Dollhopf and Bauman, 1981)

2. ดินเกลือ

2.1 ความหมายและการจำแนกดินเกลือ

ดินเกลือ หรือดินที่ได้รับอิทธิพลของเกลือ (salt affected soil) คือ ดินที่มีเกลือซึ่งละลายน้ำได้ง่าย และ/หรือมีปริมาณโซเดียมแลกเปลี่ยนได้มากเกินไป จนทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชลดลง (Brady and Weil, 2002) ซึ่งสามารถจำแนกดินเกลือได้ 3 ประเภท ตามสมบัติดินทางเคมีบางประการ ได้แก่ ค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity; EC_e) ของสารละลายที่สกัดจากดินอิ่มตัวด้วยน้ำ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ค่าเปอร์เซ็นต์โซเดียมแลกเปลี่ยนได้ (exchangeable sodium percentage; ESP) อัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (sodium adsorption ratio; SAR) ซึ่งวัดจากสารละลายที่สกัดจากดินอิ่มตัวด้วยน้ำ และค่า pH ของดิน ดังรายละเอียด

| ประเภทของดิน | EC _e (dS m ⁻¹) | ESP (%) | SAR | Soil pH |
|--------------|---------------------------------------|---------|--------|---------|
| ดินเค็ม | > 4.0 | < 15.0 | < 13.0 | < 8.5 |
| ดินเค็มโซดิก | > 4.0 | > 15.0 | > 13.0 | < 8.5 |
| ดินโซดิก | < 4.0 | > 15.0 | > 13.0 | > 8.5 |

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Edward (2003)

คณะกรรมการจัดทำมาตรฐานกรมปศุสัตว์ (2541) ได้ให้ความหมายของดินเค็ม (saline soil) ดินเค็มโซดิก (saline-sodic soil) และดินโซดิก (sodic soil) ว่า

ดินเค็ม (saline soil) คือ ดินที่มีปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้อยู่ในสารละลายดินมากจนมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งมีค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) ของสารละลายที่สกัดจากดินอิ่มตัวด้วยน้ำมากกว่า 4 dS m^{-1} ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ค่าเปอร์เซ็นต์โซเดียมแลกเปลี่ยนได้ (ESP) น้อยกว่า 15 หรืออัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (SAR) น้อยกว่า 13 และมี pH น้อยกว่า 8.5 โดยเกลือที่พบมักเป็นเกลือคลอไรด์และเกลือซัลเฟตของโซเดียม แคลเซียม และแมกนีเซียม

ดินเค็มโซดิก (saline-sodic soil) คือ ดินที่มีปริมาณเกลือมากเกินไป มีค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) ของสารละลายดินที่สกัดจากดินอิ่มตัวด้วยน้ำมากกว่า 4 dS m^{-1} ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ค่าเปอร์เซ็นต์โซเดียมแลกเปลี่ยนได้ (ESP) มากกว่า 15 หรืออัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (SAR) มากกว่า 13 และมี pH มากกว่า 8.5

ดินโซดิก (sodic soil) คือ ดินที่มีค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) ของสารละลายดินที่สกัดจากดินอิ่มตัวด้วยน้ำน้อยกว่า 4 dS m^{-1} ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ค่าเปอร์เซ็นต์โซเดียมแลกเปลี่ยนได้ (ESP) มากกว่า 15 หรืออัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (SAR) มากกว่า 13 และมี pH มากกว่า 8.5 โดยเกลือที่ละลายน้ำได้มีเกลือคาร์บอเนตและเกลือไบคาร์บอเนตของโซเดียม

ค่า ESP สามารถคำนวณได้จากสมการ ดังนี้ (Raymond and Duane, 2001)

$$ESP = \frac{\text{exchangeable Na (cmol kg}^{-1}\text{)}}{\text{cation exchange capacity (cmol kg}^{-1}\text{)}} \times 100$$

ค่า SAR สามารถคำนวณได้จากสมการ ดังนี้ (Brady and Weil, 2004; John *et al.*, 2005)

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{+2} + Mg^{+2}}{2}}} \quad \text{เมื่อความเข้มข้นของไอออนมีหน่วยเป็น meq l}^{-1} \text{ หรือ mmol l}^{-1}$$

หรือ $SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{Ca^{+2} + Mg^{+2}}} \quad \text{เมื่อความเข้มข้นของไอออนมีหน่วยเป็น mmol l}^{-1}$

2.2 สาเหตุของการเกิดดินเกลือ

2.2.1 สาเหตุของการเกิดดินเค็ม

Raymond and Duane (2001) ได้กล่าวว่า ดินเค็มเกิดขึ้นเมื่อดินธรรมดาได้รับเกลือที่ละลายง่ายเข้ามามากกว่าอัตราการชะละลายออกไป จึงมีการสะสมของเกลือเหล่านั้นมากขึ้นเรื่อยๆ จนเป็นอันตรายต่อพืช เกลือที่สะสมในดินมาจาก 4 แหล่ง คือ

ก. เกลือทะเล ดินจะมีการสะสมเกลือเมื่อน้ำทะเลท่วมถึง หรือลมพัดละอองน้ำเค็มมาและตกลงไปสะสมในดินที่ระเหยและต่อเนื่องเป็นระยะเวลายาวนาน

ข. เกลือจากการสลายของหินและแร่ หินที่มีเกลือซึ่งละลายง่ายเป็นองค์ประกอบ ได้แก่ หินเกลือ (rock salt) ซึ่งมีโซเดียมคลอไรด์เป็นองค์ประกอบ นอกจากนี้ยังมีหินชนิดอื่นซึ่งมีเกลือที่ละลายง่ายแทรกอยู่ระหว่างผลึก เมื่อวัตถุต้นกำเนิดดินซึ่งมีหินและแร่ประเภทนี้สลายตัวก็จะปลดปล่อยเกลือดังกล่าวออกมาสะสมในดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแถบแห้งแล้ง

ค. เกลือจากน้ำชลประทาน น้ำชลประทานอาจมีเกลืออยู่มากน้อยแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแหล่งน้ำที่สำคัญ กิจกรรมของมนุษย์บางอย่างก็มีส่วนเพิ่มเกลือลงไปในพื้นที่ด้วย เช่น การระบายน้ำเสียจากชุมชน หรือ โรงงานอุตสาหกรรมลงไปในแม่น้ำลำคลอง เป็นต้น

ง. การเคลื่อนย้ายเกลือจากดินชั้นล่างมาสะสมบนผิวดินในดินที่มีระดับน้ำใต้ดินสูง เมื่อน้ำจากผิวดินระเหยออกไป น้ำจากดินชั้นล่างก็เคลื่อนย้ายขึ้นมาแทนที่ เป็นเหตุให้เกลือที่มากับน้ำค่อยๆ สะสมที่ผิวดิน ประกอบกับดินมีการระบายน้ำยาก การสะสมเกลือที่ผิวดินจึงสูงกว่าการระบายออกไป เกลือในดินบนจึงสูงขึ้นจนกลายเป็นดินเค็มได้

2.2.2 สาเหตุของการเกิดดินเค็มโซเดียม และดินโซเดียม

เมื่อดินมีปริมาณของโซเดียมแลกเปลี่ยนได้สูงจนเป็นอันตรายต่อพืช และ/หรือมีผลกระทบต่อสมบัติทางกายภาพของดิน ดินนั้นจะกลายเป็นดินโซเดียม ซึ่งมี 4 กระบวนการ ดังนี้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544)

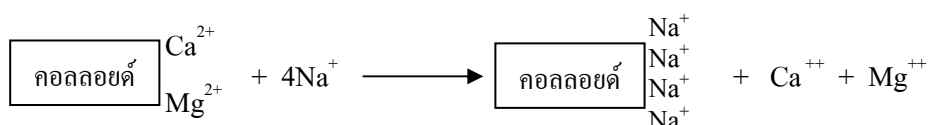
ก. การเพิ่มเกลือที่ละลายง่ายในดิน (salinization)

ดินที่ได้รับเกลือละลายง่ายจากหลายแหล่ง เช่น จากเกลือทะเล การสลายตัวของหินและแร่ จากน้ำชลประทาน หรือการเคลื่อนย้ายเกลือจากชั้นล่างมาสะสมที่ผิวดินในดินที่มีระดับน้ำใต้ดินสูง โดยได้รับอย่างต่อเนื่องและความเค็มของดินจะเพิ่มขึ้นตามลำดับ เกลือที่เพิ่มเข้ามาในส่วนใหญ่นี้เป็นเกลือโซเดียม

ข. การเพิ่มโซเดียมแลกเปลี่ยนได้ในดิน (sodication)

พื้นที่ในเขตร้อนซึ่งมีการระเหยน้ำจากผิวดินสูง และมีอัตราการคายน้ำของพืชสูง หรือเรียกว่าดินมีการสูญเสียน้ำจากการคายระเหยสูง จะเกิดผลดังต่อไปนี้

- 1) เมื่อปริมาณน้ำในดินลดลงแต่ปริมาณเกลือยังเท่าเดิม ความเข้มข้นของเกลือในสารละลายดินจะเพิ่มสูงขึ้น
- 2) เกลือในดินที่ละลายยาก หรือละลายได้ต่ำ เช่น เกลือแคลเซียมซัลเฟต แมกนีเซียมคาร์บอเนต ก็ไม่อาจคงอยู่ในสารละลายได้จึงตกตะกอน
- 3) เมื่อแคลเซียมและแมกนีเซียมตกตะกอนลงไป ในสารละลายดินจึงมีอัตราส่วนของโซเดียมไอออนสูงกว่าไอออนอื่นๆ
- 4) โซเดียมไอออนในภาวะดังกล่าวมีอำนาจในการแทนที่ไอออนอื่น (replacing power) ที่ผิวของคอลลอยด์ดินสูงขึ้น โซเดียมไอออนจึงเข้าแทนที่แคลเซียมและแมกนีเซียมไอออนที่ผิวของคอลลอยด์ดิน ปริมาณของโซเดียมแลกเปลี่ยนได้ในดินจึงสูงขึ้นเล็กน้อย จึงกลายเป็นดินโซดิกดังสมการ



ในสภาพดังกล่าว ดินมีเกลือที่ละลายได้อยู่มาก และมีโซเดียมแลกเปลี่ยนได้สูง ดินนี้จึงเป็นดินเค็มโซดิก หากไม่มีกระบวนการขั้นต่อไปเกิดขึ้น ดินนี้ก็จะกลายเป็นดินเค็มโซดิก

ค. การลดความเค็มของดิน (desalinization)

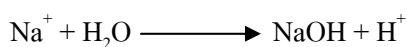
การลดความเค็มของดินเกิดจากการชะเกลือที่ละลายง่ายในดินออกไป การชะละลายดังกล่าวอาจเกิดขึ้นตามธรรมชาติ เช่น จากฝน หรือการกระทำของมนุษย์ เช่น การชลประทาน โดยที่น้ำซึ่งชะล้างดินมีแคลเซียมและ/หรือแมกนีเซียมต่ำ จึงมีผลเพียงลดความเค็มของดินเท่านั้น แต่ยังคงมีโซเดียมแลกเปลี่ยนได้สูงหรือเป็นดินโซดิกนั่นเอง

แต่ถ้าไม่มีเกลือที่ชะละลายได้ออกไป ดินก็ยังคงมีเกลือที่ละลายง่ายอยู่มาก และโซเดียมแลกเปลี่ยนได้สูง ซึ่งเรียกว่าดินเค็มโซดิก

ง. การเพิ่ม pH ของดินโซดิก

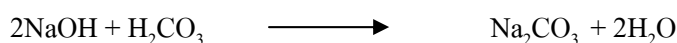
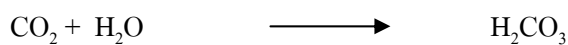
การเพิ่ม pH ของดิน เป็นกระบวนการทางเคมีของดินโซดิกที่ทำให้ pH ของดินนั้นค่อยๆ เพิ่มขึ้น โดยมีขั้นตอนดังนี้

- 1) โซเดียมไอออนในสารละลายดินถูกไฮโดรไลส์ได้ NaOH กับ H^+ ดังนี้



- 2) H^+ เข้าดูดซับที่ผิวคอลลอยด์ดิน เป็น H^+ แลกเปลี่ยนได้

3) NaOH ซึ่งมีฤทธิ์เป็นด่างแก่ อาจทำปฏิกิริยากับกรดคาร์บอนิก ซึ่งเกิดจากการรวมตัวของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ ดังนี้



การที่ดินมี NaOH และ Na_2CO_3 เพิ่มขึ้นเช่นนี้จึงมีปฏิกิริยาเป็นต่าง pH ของดินบนอาจสูงถึง 8.5 ก็ได้ ดิน โซดิกจึงเป็นดินที่มี pH สูงหรือเป็นด่างจัด

2.3 ผลของดินเกลือต่อสมบัติทางกายภาพของดิน

สมบัติทางกายภาพของดินขึ้นอยู่กับปริมาณของเกลือ ดินเหนียว อินทรีย์วัตถุ และ โซเดียมที่ดูดซับอยู่ที่ผิวอนุภาคดิน โดยทั่วไปดินเค็มที่มีเกลือละลายได้ง่ายอยู่มาก อนุภาคของดิน ยังคงเกาะตัวกันดีเช่นเดียวกับดินที่ไม่มีปัญหาเรื่องความเค็ม นอกจากนี้ความสามารถของดินในการให้น้ำซึมผ่านและถ่ายเทอากาศของดินยังคงเหมาะสม เนื่องจากความเข้มข้นของเกลือที่ละลายได้ในดินยังคงสูงอยู่ แต่ในดินโซดิกที่เป็นดินเหนียวซึ่งเป็นดินเกลือที่มีโซเดียมแลกเปลี่ยนได้สูง และมีเกลือที่ละลายได้ง่ายอยู่ในสารละลายดินน้อยเกินไปที่จะก่อให้เกิดการเกาะตัวกันของอนุภาคดิน (สุนทร, 2526) โดยตามทฤษฎีการเกิดเม็ดดินขนาดเล็ก (microaggregate) กล่าวว่า แขนยึด (bond) ที่สำคัญที่ยึดเหนี่ยวอนุภาคดินเข้ารวมกันเป็นเม็ดดิน เป็นแขนยึดแบบอนุภาคดินเหนียว-แคตไอออนประจุมากกว่าหนึ่ง-อินทรีย์วัตถุ โดยที่แคตไอออนถูกดูดซับอยู่ที่อนุภาคดินเหนียว และอินทรีย์วัตถุ เมื่อโซเดียมเข้าไปแทนที่ไอออนที่มีประจุมากกว่าหนึ่ง แขนยึดจะถูกทำลายไป เมื่อมีโซเดียมแลกเปลี่ยนได้เป็นสัดส่วนที่สูงขึ้น แขนยึดก็จะถูกทำลายเป็นสัดส่วนสูงขึ้น เป็นผลให้เม็ดดินพองตัวมากขึ้นตามการเพิ่มของโซเดียมแลกเปลี่ยนได้ แม้ว่าอาจจะไม่มีการฟุ้งกระจายเพราะไม่มีแรงที่จะทำลายแขนยึดที่ยังเหลืออยู่ เมื่อมีการพองตัวพร้อมกับมีแรงกดที่เกิดจากน้ำหนักของดินที่อยู่ตอนบน จะทำให้เม็ดดินแตกและทะลักเข้าไปในช่องว่างซึ่งมีอยู่ก่อนหน้าที่จะมีการพองตัวดังกล่าว ไม่ว่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจริงๆ จะเกิดขึ้นอย่างไรก็ตาม ผลปรากฏก็คือ เมื่อดินมีโซเดียมแลกเปลี่ยนได้สูงและมีเกลือต่ำ สภาพการนำน้ำ (hydraulic conductivity) ของดินจะต่ำลง (อำนาจ, 2525) โดยทั่วไปอนุภาคดินเหนียวขยายตัวและแพร่กระจายได้ง่ายเมื่อความเข้มข้นของเกลือในสารละลายดินอยู่ระหว่าง 200 - 400 meq l^{-1} ซึ่งการใส่สารอินทรีย์สังเคราะห์ และแคลเซียมลงไปในดินจะช่วยลดการขยายตัวและการแพร่กระจายของอนุภาคดินเหนียว และลดการแตกตัวของเม็ดดินได้ (สุนทร, 2526)

2.4 ผลของดินเกลือต่อการเจริญเติบโตของพืช

อรุณศิริ (2525) กล่าวว่า พืชที่ปลูกในดินหรือสารละลายที่มีเกลือมากกว่าปกติจะมีการเจริญเติบโตลดลง เนื่องจากสาเหตุ 3 ประการ คือ 1) ความเครียดออสโมติก (osmotic stress)

2) ความเค็มทำให้พืชขาดแคลนธาตุอาหารบางธาตุ (deficiency stress) และ 3) ความเป็นพิษเนื่องจากไอออนบางชนิดที่พืชดูดไปสะสม (toxic effect of specific ion) โดยไพบูลย์ (2546) กล่าวว่า เมื่อความเคียดออสโมติกของน้ำเพิ่มขึ้นจะทำให้รากพืชดูดน้ำจากดินไปใช้ประโยชน์ได้ยาก ซึ่งถ้าสารละลายดินมีความเคียดออสโมติกสูงเกินไป จะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของน้ำไหลกลับจากรากออกมาสู่สารละลายดิน หรือเกิดกระบวนการที่เรียกว่า พลาสโมไลซิส (plasmolysis) ทำให้พืชขาดน้ำและเฉาตายได้ ส่วนความเค็มทำให้พืชขาดแคลนธาตุอาหารบางธาตุนั้น เนื่องจากภาวะปฏิปักษ์ (antagonism) ระหว่างไอออนโซเดียมในดินเค็มกับไอออนที่เป็นธาตุอาหารพืช ซึ่งจะทำให้พืชดูดธาตุอาหารไปใช้ประโยชน์ได้น้อย (จุมพล, 2535) และสาเหตุของความเค็มต่อการเจริญเติบโตของพืชอีกประการ คือ ความเป็นพิษเนื่องจากไอออนบางชนิดที่พืชดูดเข้าไปสะสมไว้ในเนื้อเยื่อมากเกินไป เช่น โซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียม คลอไรด์ และซัลเฟต ต่อพืชชนิดหนึ่งๆ จะมีความรุนแรงแตกต่างกันไป (อรุณศิริ, 2525) เช่น พืชตระกูลส้ม ถั่ว รวมทั้งผลไม้ที่มีการผลัดใบพืชเหล่านี้จะไวต่อการใช้ธาตุโซเดียมมากจึงมักจะดูดโซเดียมเข้าไปมากเกินไปจนทำให้แสดงอาการขอบใบแห้งและจะลุกลามเข้าหาเส้นกลางใบในที่สุด (ยงยุทธ, 2524)

Abrol *et al.* (1983) กล่าวว่า ดินโซเดียมมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากเป็นดินที่มีโซเดียมแลกเปลี่ยนได้สูงจึงทำให้สมบัติทางกายภาพของดินเลว เช่น ทำให้ความหนาแน่นของดินสูง เกิดแผ่นแข็งที่ผิวดิน (surface crusting) เป็นผลทำให้น้ำไม่สามารถซึมผ่านดินลงไปได้ จึงเกิดการชะล้างพังทลายของหน้าดิน และยังเป็นอุปสรรคต่อการงอกของกล้าพืช นอกจากนี้โซเดียมที่มากเกินไปจะเป็นตัวชักนำให้เกิดการขาดธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียม (อำนาจ, 2525) และอาจเป็นสาเหตุของการขาดธาตุอื่นๆ เช่น โพแทสเซียม สังกะสี ทองแดง และแมงกานีส ทำให้การเจริญเติบโตของพืชลดลง (Sumner, 2000)

2.5 การจัดการและปรับปรุงดินเกลือ

2.5.1 การปรับปรุงดินเค็ม

Edward (2003) กล่าวว่า การปรับปรุงดินเค็มทำได้โดยการใช้น้ำจืดชะล้างเกลือและระบายน้ำที่มีเกลือละลายอยู่หลังจากชะล้างออกไปจากดิน จึงจำเป็นต้องมีระบบการให้น้ำและการระบายน้ำเพื่อระบายน้ำที่มีเกลืออยู่หลังจากชะล้างเกลือให้ออกไปจากดิน สามารถลดปริมาณเกลือที่ละลายได้ในดินให้อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายหรือมีผลกระทบต่อเจริญเติบโตของพืช

แต่จะต้องคำนึงถึงสถานที่และวิธีเก็บกักน้ำส่วนที่ระบายออกไม่ให้แพร่เกลือไปยังพื้นที่ข้างเคียง นอกจากนี้ Raymond and Duane (2001) ได้กล่าวว่า หลังจากที่มีการชะล้างเกลือออกไปจากพื้นที่แล้วควรใช้ฟางปกคลุมผิวดินเพื่อลดการระเหยของน้ำ และลดการสะสมเกลือที่ผิวดิน

2.5.2 การปรับปรุงดินเค็มโซดิก (สุรเดช, 2547)

ปัญหาของดินประเภทนี้ คือ มีทั้งเกลือและ โซเดียมแลกเปลี่ยนได้สูง ฉะนั้นในการแก้ไขเพื่อจะให้สามารถปลูกพืชได้จะต้องจำกัดทั้งเกลือและ โซเดียมแลกเปลี่ยนได้ออกไปจนเหลือในปริมาณที่ไม่มีผลกระทบต่อพืช

2.5.3 การปรับปรุงดิน โซดิก

แนวทางการปรับปรุงดินโซดิก สามารถกระทำได้ 4 ลักษณะ ดังนี้

ก. ปรับปรุงโดยวิธีทางฟิสิกส์

วิธีการที่ใช้ คือ การปรับสภาพพื้นที่ ได้แก่ การไถพรวน หรือการผสมทราย ซึ่งการผสมทรายจะให้ผลดีกับดินเนื้อค่อนข้างละเอียด แต่การปรับปรุงด้วยวิธีนี้สิ้นเปลืองมากแต่ได้ผลถาวร ซึ่งการปรับปรุงโดยวิธีนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มการแทรกซึมน้ำและการระบายน้ำของดินให้ดีขึ้น (Brady and Weil, 2002)

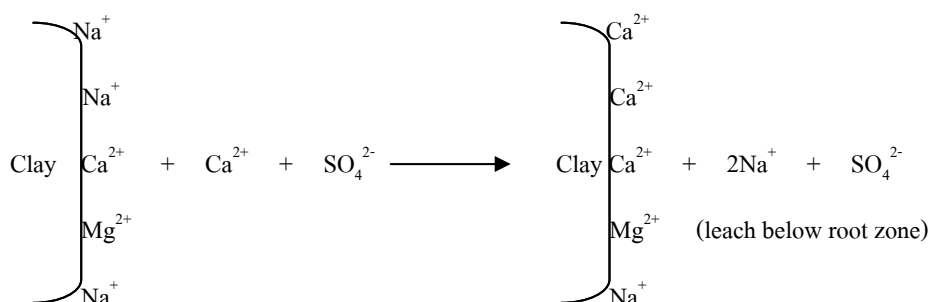
ข. ปรับปรุงโดยวิธีการทางชีวภาพ

สิ่งมีชีวิตและอินทรีย์วัตถุในดินมีผลในแง่การปรับปรุงดินโซดิก 2 ประการ คือ เพิ่มการแทรกซึมน้ำของดิน และการหายใจของสิ่งมีชีวิตในดิน การสลายตัวของอินทรีย์สารเพื่อเพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ในดิน จะช่วยเพิ่มการละลายของเกลือแคลเซียมคาร์บอเนตในดิน ซึ่งแคลเซียมไอออนที่ละลายออกมาจะช่วยลดโซเดียมแลกเปลี่ยนได้ให้ต่ำลง นอกจากนี้ร่มเงาของใบพืชที่ปกคลุมยังช่วยลดการระเหยน้ำของผิวดิน และการใส่อินทรีย์วัตถุลงไปในดินจะช่วยทำให้ดินร่วนซุยขึ้น (Sumner, 2000)

ค. ปรับปรุงโดยวิธีทางเคมี

ยงยุทธ (2524) กล่าวว่า หลักสำคัญในการปรับปรุงดินโซดิกควรดำเนินการลดโซเดียมแลกเปลี่ยนได้โดยใช้ยิปซัม ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) หรือกำมะถันผง และชะล้างเกลือโซเดียมซัลเฟตที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีออกไปจากดิน ซึ่งสารเคมีที่เหมาะสมแก่การแก้ปัญหาดินโซดิก มีดังนี้

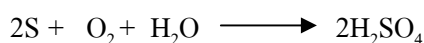
1) ยิปซัม ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) เป็นแร่ที่เหมาะสมสำหรับการใช้ปรับปรุงดินโซดิก เนื่องจากเป็นแร่ที่มีราคาถูก หาได้ในปริมาณมาก มีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบ ซึ่งเมื่อแตกตัวแล้วสามารถเข้าแทนที่โซเดียมแลกเปลี่ยนได้ อาจเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาดินที่เกิดขึ้นหลังจากการใช้ยิปซัมในดินโซดิก ดังนี้ (John *et al.*, 1999)



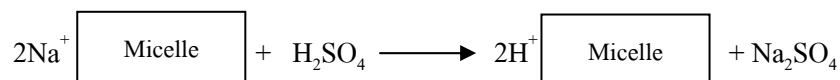
เมื่อปฏิกิริยาการแลกเปลี่ยนไอออนสิ้นสุดลง ดินจะมีแคลเซียมแลกเปลี่ยนได้เพิ่มขึ้น ส่วนโซเดียมซัลเฟตอันเป็นผลมาจากปฏิกิริยา ซึ่งเป็นเกลือที่ละลายได้ง่ายและถูกชะล้างออกไป ทำให้โซเดียมแลกเปลี่ยนได้ลดลง (Brady and Weil, 2004; John *et al.*, 2005)

2) กำมะถัน (S) เป็นวัสดุที่แพงแต่ช่วยลดโซเดียมแลกเปลี่ยนได้อย่างมีประสิทธิภาพ การใส่กำมะถันจะช่วยปรับปรุงดินโซดิก ดังนี้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544)

- กำมะถันจะถูกออกซิไดส์โดยจุลินทรีย์ดิน แล้วทำปฏิกิริยากับน้ำได้กรดกำมะถัน



- กรดกำมะถันแตกตัวให้ H^+ กับ SO_4^{2-} แล้ว H^+ เข้าแทนที่โซเดียม แลกเปลี่ยนได้ โซเดียมทำปฏิกิริยากับอนุโมลซัลเฟตได้โซเดียมซัลเฟตซึ่งละลายน้ำง่าย และชะล้างออกจากดินได้ง่ายด้วย ดังนี้ (Brady and Weil, 2002)



ง. การผสมผสานวิธีการปรับปรุงต่างๆ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544)

เนื่องจากดินโซดิกมักมีปัญหาเรื่องการระบายน้ำ เพราะดินแน่นทึบ ดังนั้น การไถพรวนอย่างถูกวิธีร่วมกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ และใส่ยิปซัมหรือกำมะถันผงจะช่วยลดโซเดียม แลกเปลี่ยนได้ในดินได้เร็วกว่าการใส่ยิปซัมหรือกำมะถันผงอย่างเดียว

นอกจากนี้ยังควรคัดเลือกพืชที่มีความทนทานต่อสภาพโซดิกเข้ามาปลูก จะทำให้การปรับปรุงดินสำเร็จได้เร็วขึ้น ซึ่งผลดีในการปลูกพืชระหว่างการปรับปรุงดิน คือ

- 1) การชอนไชของรากพืช ช่วยเพิ่มการแทรกซึมน้ำของดินล่าง
- 2) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการหายใจของราก จะช่วยเพิ่มการละลายของเกลือแคลเซียมคาร์บอเนตในดิน ซึ่งแคลเซียมไอออนที่ละลายออกมาจะช่วยลดโซเดียม แลกเปลี่ยนได้ให้ต่ำลง
- 3) ร่มเงาของพืชจะช่วยลดการสูญเสียน้ำจากผิวดิน ซึ่งการสะสมเกลือที่ผิวดินจะลดลง
- 4) การไถพรวนก่อนการปลูกพืชแต่ละครั้งจะช่วยคลุกเคล้าอินทรีย์วัตถุลงไปดินทำให้สมบัติทางกายภาพของดินดีขึ้น นอกจากนี้คาร์บอนไดออกไซด์และกรดอินทรีย์ที่ได้จากการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุยังช่วยละลายแคลเซียมคาร์บอเนตที่มีอยู่ และได้แคลเซียมไอออนซึ่งทำหน้าที่ลดโซเดียมแลกเปลี่ยนได้

3. มันสำปะหลัง

3.1 ลักษณะทั่วไปของมันสำปะหลัง

มันสำปะหลังจัดเป็นพืชหัวชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพในการผลิตคาร์โบไฮเดรตของประชากรโลกในเขตร้อน (โอภาส, 2539) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Mannihot esculenta* Crantz. ชื่อสามัญ ได้แก่ Cassava, Yuca, Mandioca, Manioc และ Tapioca (คณัย, 2537) เป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ในเขตร้อนของทวีปอเมริกา โดยเฉพาะในอเมริกาใต้แถบประเทศเปรู เม็กซิโก กัวเตมาลา และฮอนดูรัส ส่วนทวีปเอเชียมีการนำมันสำปะหลังเข้ามาปลูกครั้งแรกในประเทศฟิลิปปินส์ นอกจากนี้ยังมีหลักฐานว่า เมื่อปี พ.ศ.2337 ได้มีการนำมันสำปะหลังจากแอฟริกามาปลูกในประเทศอินเดีย เพื่อใช้ในการทดลอง สำหรับประเทศไทยยังไม่มีหลักฐานที่แน่นอนว่ามีการนำมันสำปะหลังเข้ามาปลูกเมื่อใด (กลุ่มอนุรักษ์ดินและน้ำ, 2546)

ปัจจุบันมันสำปะหลังเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย เนื่องจากมีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังเป็นอันดับ 3 ของโลก รองจากประเทศไนจีเรีย และบราซิล นอกจากนี้แล้วประเทศไทยยังเป็นผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังเป็นอันดับ 1 ของโลก (เจริญศักดิ์, 2546) จากการพยากรณ์ผลผลิตทางการเกษตรประจำปี 2550/2551 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง 7,176,000 ไร่ ผลผลิตต่อไร่ 3,662 ตัน ผลผลิตรวม 26,284,000 ตัน (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2550) ซึ่งมันสำปะหลังในปัจจุบันมีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงถึง 5-10 ตันต่อไร่ เป็นที่ทราบกันดีว่ามันสำปะหลังเป็นพืชที่มีการปรับตัวได้ดีในเกือบทุกสภาวะแวดล้อมไม่ว่าจะเป็นดินทราย ดินร่วนปนทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ พื้นที่แห้งแล้งไม่สามารถปลูกพืชไร่ชนิดอื่นได้ แต่ก็สามารถปลูกมันสำปะหลังและให้ผลตอบแทนกับเกษตรกรได้ดีกว่าการปลูกพืชชนิดอื่นๆ (ปิยะและคณะ, 2542) ลักษณะเด่นอีกประการหนึ่งของมันสำปะหลัง คือ ทนทานต่อสภาพดินเป็นกรดจัด เช่น ดินที่มี pH 4.4 ก็ไม่มีผลกระทบต่อผลผลิต (เจริญศักดิ์, 2532; Jackson and Jackson, 1990) แต่ไม่สามารถขึ้นได้ดีในดินที่เป็นด่าง ซึ่งมี pH มากกว่า 8.0 ขึ้นไป มันสำปะหลังเป็นพืชวันสั้น หากในช่วงแสงของวันยาวเกิน 10 - 12 ชั่วโมง จะมีผลทำให้ผลผลิตของมันสำปะหลังลดลง (โสภณ, 2526; คณัย, 2537)

แหล่งปลูกมันสำปะหลังที่สำคัญของประเทศไทย คือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รองลงมา คือ ภาคกลาง (รวมภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคตะวันตก) และภาคเหนือ ตามลำดับ (จรุงสิทธิ์

และอัจฉรา, 2537) ในปัจจุบันผลิตผลมันสำปะหลังประมาณครึ่งหนึ่งถูกนำไปแปรรูปเป็นมันเส้นหรือมันอัดเม็ดเพื่อนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารสัตว์และส่วนที่เหลือจะถูกแปรรูปในอุตสาหกรรมแป้ง นอกจากนี้ยังมีการผลิตเอทานอลเพื่อนำมาเป็นพลังงานทดแทนน้ำมันมากขึ้น ซึ่งก่อให้เกิดการจ้างงานและรายได้ให้กับประเทศที่สำคัญทางหนึ่ง (กล้าณรงค์ และคณะ, 2542; สมาคมการค้ามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย, 2545)

3.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

3.2.1 ลำต้น

มันสำปะหลังเป็นไม้พุ่มและมีอายุอยู่ได้หลายปี ซึ่งลักษณะของลำต้นจะแตกต่างกันตามพันธุ์และสภาพแวดล้อม ความสูงของมันสำปะหลังอาจสูงได้ถึง 1-5 เมตร โดยทุกส่วนของลำต้นมันสำปะหลังจะมียางสีขาว การแตกกิ่งของมันสำปะหลังจะมีการแตกกิ่งหรือไม่มีการแตกกิ่งก็ได้แต่จะแตกกิ่งได้ไม่เกิน 4 กิ่ง ลำต้นของมันสำปะหลังจัดเป็นพวกไม้เนื้ออ่อน โดยไส้กลางของลำต้น (pith) ถ้ามีขนาดใหญ่จะทำให้ดินเปราะหักง่าย ส่วนดินที่แฉกไส้กลางของต้นจะมีขนาดเล็กกว่าส่วนที่ยังอ่อน สีของลำต้นในส่วนยอดมีสีเขียว ส่วนที่ต่ำลงมาจะมีสีแตกต่างกันตามพันธุ์ ลำต้นมีเปลือกบางลอกได้ง่าย ส่วนของลำต้นที่แก่มักใบร่วง ทำให้เกิดรอยแผลเป็นของก้านใบ (กลุ่มอนุรักษ์ดินและน้ำ, 2546; กรมวิชาการเกษตร, 2547)

3.2.2 ใบ

ใบมันสำปะหลังเป็นแบบใบเดี่ยว (simple leaf) แผ่นใบประกอบด้วยแฉกใบ (lobe) ลึกแบบฝ่ามือหรือนิ้วมือ (palmate) ใบที่อยู่ใกล้ช่อดอกมีขนาดเล็กและมีจำนวน lobe น้อย รูปร่างของ lobe แตกต่างกันตามพันธุ์ ก้านใบติดอยู่กับฐานของแผ่นใบเป็นรูปตัว V พยุงให้แผ่นใบอยู่ในแนวราบ ก้านยาวประมาณ 5 - 30 เซนติเมตร ยาวกว่าแผ่นใบ ส่วนลักษณะต่างๆ ของใบ ได้แก่ ความยาว ความกว้าง จำนวน lobe สีของใบอ่อน ใบแก่ และสีของก้านใบ สามารถใช้จำแนกพันธุ์ได้ (กลุ่มอนุรักษ์ดินและน้ำ, 2546)

3.2.3 ดอก

มันสำปะหลังเป็นพืชชนิด monoecious คือ มีทั้งดอกตัวผู้ (staminate flower) และดอกตัวเมีย (pistillate flower) อยู่แยกดอกกัน แต่อยู่ในช่อดอกเดียวกัน ดอกตัวผู้อยู่ส่วนบนของช่อดอก ส่วนดอกตัวเมียอยู่ส่วนล่างของช่อดอก โดยทั่วไปดอกตัวเมียจะมีขนาดใหญ่กว่าดอกตัวผู้ (กลุ่มอนุรักษ์ดินและน้ำ, 2546; กรมวิชาการเกษตร, 2547)

3.2.4 ผลและเมล็ด

ผลของมันสำปะหลังเป็นแบบ capsule ซึ่งผลจะแก่เต็มที่หลังจากการผสมพันธุ์แล้วประมาณ 3 เดือน เมล็ดของมันสำปะหลังมีสีน้ำตาลดำ หรือสีเทา คล้ายกับเมล็ดละหุ่งแต่เล็กกว่า การปลูกมันสำปะหลังด้วยเมล็ดไม่เป็นที่นิยม เพราะแต่ละเมล็ดมีความแตกต่างกันทางพันธุกรรมสูง (วิจิตรา, 2547)

3.2.5 หัว

กรมวิชาการเกษตร (2547) กล่าวว่า มันสำปะหลังมีระบบราก 2 ชนิด คือ รากจริง (true or wiry roots) และรากสะสม (modified or storages roots) รากจริงเจริญเติบโตไปทางลึกมากกว่าด้านข้างเป็นรากยึดเหนี่ยวและหาอาหารให้แก่ลำต้น ส่วนรากสะสมเจริญเติบโตไปทางด้านข้างรอบๆ ต้นเป็นส่วนมาก เมื่อมันสำปะหลังอายุ 2 - 3 เดือนหลังจากปลูก รากสะสมจะเริ่มขยายขึ้น เรียกรากส่วนนี้ว่า หัว โดยทั่วไปมันสำปะหลังจะมีหัวประมาณ 5-15 หัวต่อต้น หัวมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3 - 15 เซนติเมตร ขึ้นอยู่กับอายุและสภาพแวดล้อม โดยจำนวนหัวรูปร่าง ขนาด สี น้ำหนัก และเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวจะแตกต่างกันตามพันธุ์ ซึ่งสอดคล้องกับกลุ่มอนุรักษ์ดินและน้ำ (2546) ที่กล่าวว่า มันสำปะหลังเป็นพืชที่เก็บสะสมอาหารไว้ในราก เมื่อพืชมีการสร้างอาหารจากใบและส่วนที่เป็นสีเขียวแล้วจะสะสมอาหารในรูปคาร์โบไฮเดรต คือ แป้ง ซึ่งความสามารถในการสร้างและสะสมแป้งในหัวมีความแตกต่างกัน เนื่องจากพันธุ์ของมันสำปะหลังอายุเก็บเกี่ยว ปริมาณน้ำฝนในช่วงแรกก่อนการเก็บเกี่ยว และปัจจัยอื่นๆ จึงทำให้ส่วนประกอบของหัวมันสำปะหลังแตกต่างกัน

3.3 การปลูกและการดูแลรักษา

3.3.1 ฤดูปลูก

มันสำปะหลังเป็นพืชที่สามารถปลูกได้ตลอดปี จากการสำรวจโดยกองเศรษฐกิจการเกษตรร่วมกับ Phillip ในปี 2519 พบว่า เขตที่ปลูกมันสำปะหลังมาก คือ จังหวัดระยอง ชลบุรี และนครราชสีมา สามารถเลือกช่วงเวลาปลูกได้ 2 ช่วง คือ ช่วงปลายฤดูฝน ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน - เดือนมกราคม หรือช่วงต้นฤดูฝน ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ - เดือนเมษายน (กลุ่มอนุรักษ์ดินและน้ำ, 2546) การปลูกในช่วงต้นฤดูฝนจะทำให้ผลผลิตหัวสดสูงกว่าการปลูกในปลายฤดูฝน เนื่องจากการปลูกปลายฤดูฝนมันสำปะหลังจะติดแล้งในระยะแรกของการเจริญเติบโต ทำให้หัวมันสำปะหลังมีขนาดใหญ่ป้อม ไม่ดก ต่างจากมันสำปะหลังที่ปลูกในช่วงต้นฤดูฝน ซึ่งจะทำให้หัวมันสำปะหลังมีขนาดเล็กกว่า เรียวยาว แต่จำนวนหัวมากกว่า (ปิยะ และคณะ, 2542)

3.3.2 การเตรียมดิน

การเตรียมดินสำหรับปลูกมันสำปะหลัง ควรไถพรวนให้ลึก 8 - 12 นิ้ว ด้วยพล 3 และพล 7 โดยไถกลบเศษเหลือของพืช เช่น ลำต้น เหง้า ใบ และยอดของมันสำปะหลังที่เหลือจากการเก็บเกี่ยว ถ้าปลูกในพื้นที่ลาดเท ควรไถขวางทิศทางของความลาดเท เพื่อลดการสูญเสียน้ำดิน และถ้าพื้นที่เพาะปลูกเป็นที่มีน้ำขังควรทำร่องระบายน้ำและยกร่องปลูก (กลุ่มอนุรักษ์ดินและน้ำ, 2546)

3.3.3 การคัดเลือกท่อนพันธุ์ (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

ก. อายุของท่อนพันธุ์มันสำปะหลังที่จะใช้ปลูก ควรได้จากต้นที่มีอายุตั้งแต่ 8 - 12 เดือน เพราะท่อนพันธุ์ที่ได้จากต้นจะเจริญเติบโตและอยู่รอดดีกว่าท่อนพันธุ์ที่ได้จากกิ่ง

ข. ขนาด เมื่อพิจารณาขนาดของลำต้นตามแนวขวาง ใ้กกลางของลำต้นมีขนาดใหญ่ แสดงว่าต้นพันธุ์ยังอ่อนหรือถ้าใ้กกลางมีขนาดเล็กเกินไป ซึ่งเล็กกว่าครึ่งหนึ่งของเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นแสดงว่าต้นพันธุ์นั้นแก่เกินไป ท่อนพันธุ์ที่ตัดจากต้นควรมีความยาว

ประมาณ 20 เซนติเมตร สำหรับปลูกในฤดูฝน หรือประมาณ 25 เซนติเมตร สำหรับปลูกในช่วงปลายฝนและต้องมีจำนวนตาอย่างน้อย 5 - 10 ตาต่อท่อนพันธุ์

3.3.4 วิธีการปลูก

การปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกรมีหลายวิธี เช่น การปลูกแบบวางนอน (ฝัง) และการปลูกแบบปักซึ่งเป็นที่นิยมในปัจจุบัน โดยการปลูกในฤดูฝนควรปักให้ลึก 5-10 เซนติเมตร และในช่วงปลายฤดูฝนควรปักให้ลึก 10 - 15 เซนติเมตร ในพื้นที่ต่ำหรือพื้นที่ซึ่งมีความลาดเอียง ควรปลูกมันสำปะหลังบนสันร่อง (กรมวิชาการเกษตร, 2547) นอกจากนี้วิธีการปลูกพื้นราบโดยใช้เชือกที่ทำเครื่องหมายบอกระยะจะทำให้ระยะปลูกถูกต้องสม่ำเสมอซึ่งใกล้เคียงกับวิธีการที่ทางการแนะนำ (กลุ่มอนุรักษ์ดินและน้ำ, 2546)

3.3.5 ระยะปลูก

การปลูกมันสำปะหลังเพื่อเพิ่มผลผลิตสามารถกระทำได้โดยใช้ระยะปลูกให้เหมาะสมกับชนิดของพันธุ์ที่ใช้และความอุดมสมบูรณ์ของดิน ระยะมาตรฐานที่แนะนำกับมันสำปะหลังทุกพันธุ์ และทุกสภาพดิน คือ ระยะแถว 70 - 100 เซนติเมตร ระยะหลุม 50 - 100 เซนติเมตร ส่วนใหญ่ใช้ระยะปลูกประมาณ 80 x 100 เซนติเมตร หรือ 100 x 100 เซนติเมตร มีจำนวนต้น 1,600 - 2,500 ต้นต่อไร่ บนพื้นที่ลาดเอียงจะมีระยะห่างระหว่างร่อง 80 เซนติเมตร เพื่อช่วยลดปัญหาการชะล้างพังทลายของหน้าดิน (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

3.3.6 การให้ปุ๋ย

กรมวิชาการเกษตร (2548) ได้แนะนำการใส่ปุ๋ยโดยควรใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 15 - 7 - 18 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ในดินทรายหรือดินร่วนปนทราย และอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับดินร่วนเหนียว ส่วนดินเหนียวปนกรวดใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 15 - 15 - 15 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ โดยปิยะ และคณะ (2542) ได้แนะนำวิธีการใส่ปุ๋ยว่า ควรใส่ 2 ช้างของลำต้นมันสำปะหลัง และห่างจากลำต้นมันสำปะหลังประมาณ 6 นิ้ว แล้วกลบปุ๋ย ซึ่งควรใส่ปุ๋ยหลังจากปลูกแล้ว 1 - 3 เดือน หรือหลังจากกำจัดวัชพืชครั้งแรก เมื่อดินมีความชื้นพอเหมาะ และเพื่อการผลิตมันสำปะหลังอย่างยั่งยืน ควรใช้ปุ๋ยแบบผสมผสาน โดยใช้ปุ๋ยเคมีสูตรดังกล่าวตามลักษณะเนื้อดิน ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ 1 - 2

ต้นต่อไร่ หรือร่วมกับการไถกลบเศษเหลือของพืชหลังการเก็บเกี่ยว หรือใส่ร่วมกับปุ๋ยคอก 500 กิโลกรัมต่อไร่

3.3.7 ศัตรูพืชและวิธีการป้องกัน (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

ก. โรคที่สำคัญและวิธีการป้องกัน

โรคใบไหม้ มีลักษณะอาการ คือ ใบเริ่มมีจุดแผลรูปเหลี่ยม น้ำน้ำ เที่ยวคล้าย น้ำร้อนลวก เมื่อแผลขยายติดกันทำให้เกิดอาการใบไหม้ ใบร่วง มีอาการตายจากยอดและลามลงสู่ ลำต้น ควรเก็บส่วนต้นและใบที่เป็น โรคเผาทำลายนอกแปลงปลูก

ข. ไรและแมลงศัตรูที่สำคัญและวิธีการป้องกัน

1) ไรแดง มี 2 ชนิด คือ ไรแดงหม่อน และไรแดงมันสำปะหลัง ไรแดงหม่อนดูดกินน้ำเลี้ยงตามใต้ใบจากส่วนใบล่าง และขยายปริมาณขึ้นส่วนยอด ไรแดงมันสำปะหลังดูดกินน้ำเลี้ยงบนหลังใบของส่วนยอด และขยายปริมาณลงสู่ใบล่าง ทำให้ดาดใบ ใบเหลืองซีด ม้วนงอ และร่วง หากพบการระบาดรุนแรงในระยะมันสำปะหลังเป็นต้นอ่อน ควรใช้สารอามีทราซและไดโคโฟลนิตฟ่นเฉพาะบริเวณที่มีไรแดงทำลาย

2) เพลี้ยแป้งลาย เมื่อตัวอ่อนและตัวเต็มวัยดูดกินน้ำเลี้ยงตามส่วนต่างๆ ของพืช เช่น ใบ ยอด และตา จะถ่ายมูลหวานทำให้เกิดราดำเป็นผลทำให้พืชสังเคราะห์แสงได้น้อย ลำต้นจึงมีช่วงข้อถี่ ยอดแห้งตายหรือแตกพุ่ม ถ้าเกิดกับมันสำปะหลังที่เป็นต้นอ่อนจะมีผลต่อการสร้างหัว ควรใช้มาลาโทออน ฟ่นใต้ใบ เฉพาะบริเวณที่พบเพลี้ยแป้งลายซึ่งมีความหนาแน่นประมาณ 20 - 30%

3) แมลงหวี่ขาว ตัวอ่อนและตัวเต็มวัยจะดูดกินน้ำเลี้ยงจากส่วนใต้ใบ และถ่ายมูลหวานทำให้เกิดราดำเป็นผลทำให้พืชสังเคราะห์แสงได้น้อย ใบม้วน ซีด และร่วง หากพบการระบาดรุนแรงในระยะมันสำปะหลังเป็นต้นอ่อน ควรใช้สารโอเมโทเอตฟ่นใต้ใบ

3.3.8 การเก็บเกี่ยว

ระยะเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมเริ่มตั้งแต่อายุ 8 เดือนขึ้นไป โดยปกติจะเก็บเกี่ยวเมื่อมันสำปะหลังมีอายุ 11-12 เดือน เพราะผลผลิตมันสำปะหลังจะมากขึ้นตามอายุที่เพิ่มขึ้น แต่ถ้าอายุมากเกินไปแม้จะให้ผลผลิตหัวสดสูงแต่คุณภาพและเปอร์เซ็นต์แป้งจะลดลง สัดส่วนของเส้นใยจะสูงขึ้น และถ้ายืดอายุการเก็บเกี่ยวออกไปอีกจะไปกระทบต่อการปลูกมันสำปะหลังในปีต่อไป (คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา, 2547) การเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังส่วนใหญ่ใช้แรงงานคนในการขุด โดยจะตัดต้นมันสำปะหลังออกให้เหลือตอยาวประมาณ 30 เซนติเมตร แล้วถอนโดยใช้จอบขุดหรือเครื่องมือขุดหัวมันสำปะหลัง แล้วตัดแยกส่วนหัวมันสำปะหลังออกจากลำต้น ไม่ควรมีส่วนของลำต้นหรือดินติดปนไปกับหัวมันสำปะหลังที่นำส่งโรงงาน และควรส่งโรงงานทันที ไม่ควรเก็บไว้เกิน 3 วัน เพราะหัวมันสำปะหลังจะเน่าเสีย ส่วนลำต้นควรเก็บทันทีเพื่อใช้ทำพันธุ์ต่อไป โดยนำไปกองรวมกันแบบตั้งขึ้นให้โคนติดพื้นดิน ส่วนยอดตั้งขึ้นซึ่งจะเก็บไว้กลางแจ้งหรือในร่มก็ได้ วิธีนี้สามารถเก็บต้นมันสำปะหลังได้นาน 30 วัน (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

3.4 การใช้ประโยชน์จากมันสำปะหลัง (กล้าณรงค์ และคณะ, 2542)

3.4.1 การบริโภคเป็นอาหาร โดยปกตินิยมรับประทานหัวมันสำปะหลังชนิดหวาน หมายถึง ชนิดที่มีกรดไซยานิดน้อย เช่น มันสำปะหลังพันธุ์ห่านาที่ ส่วนมันสำปะหลังที่ปลูกกันทั่วไปมีปริมาณแป้งสูง ถ้านำมารับประทานต้องให้แน่ใจว่าสุกแล้ว และถ้าแป้งที่นำมาบริโภคมีรสขมไม่ควรรับประทาน โดยส่วนใหญ่ผู้นิยมนำหัวมันสำปะหลังมาทำขนมหวานหรือของหวาน

3.4.2 อุตสาหกรรมมันเส้น สามารถแปรรูปได้ง่าย และใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ อุตสาหกรรมมันอัดเม็ด โดยปกติมันสำปะหลังสด 2.5 กิโลกรัม จะผลิตเป็นมันเส้นได้ 1 กิโลกรัม ในปัจจุบันมีเกษตรกรนิยมใช้มันเส้นในการเลี้ยงสัตว์มากขึ้น

3.4.3 อุตสาหกรรมมันอัดเม็ด หรือที่เรียกว่า มันเม็ด ผลิตขึ้นเพื่อใช้เป็นอาหารให้พลังงานแก่สัตว์ เนื่องจากมันเม็ดมีปริมาณแป้งสูง และราคาถูกเมื่อเทียบกับผลิตผลของธัญพืชต่างๆ ดังนั้นหลายประเทศจึงนิยมใช้มันเม็ดในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์

3.4.4 อุตสาหกรรมแปรงมันสำปะหลัง เช่น ใช้ทำผงชูรส สารให้ความหวาน ได้แก่ น้ำเชื่อมกลูโคส น้ำเชื่อมฟรักโทส นอกจากนี้ยังนำไปใช้ทำในอุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมสิ่งทอ และอุตสาหกรรมไม้อัดและกาว

4. ลักษณะบางประการของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5 (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

เป็นพันธุ์ลูกผสมที่ได้จากการผสมข้ามระหว่างพันธุ์ 27 - 77 - 10 กับระยอง 3 เมื่อปี พ.ศ. 2525 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง แล้วปลูกคัดเลือก เปรียบเทียบ และทดสอบพันธุ์ในศูนย์วิจัยพืชไร่ สถานีทดลองพืชไร่ รวมทั้งไร่ของเกษตรกรในภาคตะวันออกและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จนถึงปี พ.ศ.2537 จึงมีการรับรองพันธุ์ โดยกรมวิชาการเกษตร เมื่อวันที่ 28 ตุลาคม พ.ศ.2537

4.1 ลักษณะเด่น

ให้ผลผลิตสูง มีความงอกของท่อนพันธุ์ที่ใช้ปลูกดี และต้นพันธุ์อยู่รอดจนถึงเวลาเก็บเกี่ยวสูง (93%) และสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี

4.2 ลักษณะประจำพันธุ์

ลำต้นสีเขียวอมน้ำตาล สูงประมาณ 170 - 220 เซนติเมตร มีความสูงของการแตกกิ่งระดับแรก 100 - 120 เซนติเมตร มุมของกิ่ง 15 - 30 องศา แผ่นใบมีรูปร่างเป็นแบบใบหอก ใบแก่สีเขียวเข้ม ก้านใบสีแดงเข้ม ยอดอ่อนสีม่วงอมน้ำตาล หัวรูปร่างป้อมอ้วน เปลือกสีน้ำตาลอ่อน เนื้อสีขาว ออกดอกได้ภายใน 1 ปี ดอกและผลค่อนข้างดก

4.3 ฤดูปลูกที่เหมาะสม

ควรปลูกต้นฤดูฝน คือ เดือนพฤษภาคม – เดือนมิถุนายน หรือปลายฤดูฝน คือ เดือนกันยายน – เดือนตุลาคม

4.4 พื้นที่แนะนำ

สามารถปลูกได้ดีทั้งในภาคตะวันออกและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

4.5 ความต้านทานต่อโรค

ในสภาพธรรมชาติจะพบอาการของโรคใบไหม้ในพันธุ์ระยอง 5 ได้มากกว่าพันธุ์อื่นๆ แต่ยังคงจัดว่าเป็นพันธุ์ที่มีความต้านทานต่อโรคใบไหม้ปานกลาง เนื่องจากไม่พบว่าต้นตายจากการเป็นโรค ส่วนใหญ่มีอาการที่ใบ

5. ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตต่อพืช

อรรณพ และแสวง (2548) ได้ศึกษาผลของการใส่วัสดุคินเหนียวต่อความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cation exchange capacity; CEC) และการดูดใช้ธาตุอาหารของข้าวฟ่าง โดยผสมดินชุดดินสติก (Oxic Paleustults) กับวัสดุคินเหนียว 3 ประเภท ได้แก่ ดินตะกอน ดินโพน และเบนทอไนต์ ใส่ในอัตราที่ทำให้ดินมีค่า CEC เพิ่มขึ้นเป็น 2, 4 และ 6 เท่าของค่าเดิม ใส่ปุ๋ยรองพื้นไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมด้วย ผลการทดลองเมื่อปลูกข้าวฟ่างนาน 200 วัน พบว่า การใส่วัสดุคินเหนียวทั้ง 3 ประเภท มีผลทำให้ค่า CEC เพิ่มขึ้น 3 - 11 เท่า และค่า CEC ที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณอนุภาคคินเหนียวที่เพิ่มขึ้นด้วย โดยการใส่ดินโพนและเบนทอไนต์ในอัตราที่เพิ่มค่า CEC เป็น 6 เท่า และการใส่ดินตะกอนในอัตราที่เพิ่มค่า CEC เป็น 4 เท่า ทำให้เพิ่มผลผลิตน้ำหนักแห้งของข้าวฟ่างได้มากที่สุด

Owen and Paul (2000) ได้ศึกษาการป้องกันการชะล้างพังทลายของหน้าดินในเหมืองแร่เบนทอไนต์ประเทศออสเตรเลีย ซึ่งของเสียที่ได้จากการถลุงแร่เบนทอไนต์จะทำให้ดินบริเวณดังกล่าวเป็นดิน โซดิก เมื่อดินเปียกจะมีการพองตัวของแร่เบนทอไนต์ทำให้มีปริมาตรใหญ่กว่าเดิมหลายเท่า และเมื่อแห้งก็จะหดตัวและแตกเป็นก้อนกลม ดังนั้นเมื่อน้ำในปริมาณมากไหลผ่านหน้าดินอย่างรวดเร็ว จะมีผลทำให้ดินถูกกัดเซาะได้ง่าย และเกิดการแพร่กระจายของปริมาณ โซเดียมแลกเปลี่ยนได้สูง จึงได้ทดลองนำหญ้าแฝกมาขึ้นเป็นแนวเพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของหน้าดิน พบว่า หญ้าแฝกสามารถดักจับตะกอนทั้งหยาบและละเอียดของแร่เบนทอไนต์ไว้ได้ นอกจากนี้

ยังลดการชะล้างพังทลายของหน้าดินได้ แต่ไม่สามารถปรับปรุงดินในบริเวณเหมืองแร่ให้เหมาะสมต่อการปลูกพืช

Harbi and Omran (2002) เปรียบเทียบการใส่วัสดุธรรมชาติ (เบนทอไนต์) กับวัสดุสังเคราะห์ (Broadleaf P4) ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของแตงกวาในโรงเรือนปลูกพืชทดลอง โดยผสมดินทรายกับเบนทอไนต์อัตรา 1, 2 และ 3% ของน้ำหนักดิน ที่เก็บระดับความลึก 0 - 10 เซนติเมตร และผสมดินทรายกับวัสดุสังเคราะห์อัตรา 0.1, 0.2 และ 0.3% ของน้ำหนักดิน ที่เก็บระดับความลึก 0 - 10 เซนติเมตร พบว่า ในปีที่ 1 และปีที่ 2 การใส่เบนทอไนต์มีผลทำให้ผลผลิตของแตงกวาสูงกว่าการใส่วัสดุสังเคราะห์

Crocker *et al.* (2004) ศึกษาและเปรียบเทียบผลของการใส่เบนทอไนต์ 2 ชนิด คือ oil bentonites (OB) กับ beneficiated bentonite (BB) ต่อสมบัติดิน การเจริญเติบโต และการดูดดึงธาตุอาหารของพืช 3 ชนิด คือ ปาล์ม ข้าว และถั่วในดินทรายเขตร้อน พบว่า เบนทอไนต์ชนิด OB มีความสามารถในการต้านการซึมผ่านของน้ำได้มากกว่าเบนทอไนต์ชนิด BB โดยเมื่อใส่เบนทอไนต์ในอัตรา 40 ตันต่อเฮกตาร์ ทำให้ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cation exchange capacity; CEC) ของเบนทอไนต์ชนิด BB และ OB เพิ่มขึ้นจาก 0.6 cmol kg^{-1} เป็น 1.9 cmol kg^{-1} และ 0.7 cmol kg^{-1} ตามลำดับ ซึ่งการใช้เบนทอไนต์ชนิด OB ในอัตราที่มากกว่า 20 ตันต่อเฮกตาร์ ทำให้มวลชีวภาพของพืชทั้ง 3 ชนิด ลดลงและเบนทอไนต์ชนิด OB สามารถต้านการแทรกซึมน้ำได้มากขึ้น ส่วนค่ารับการทดลองอื่นๆ ให้มวลชีวภาพสูงกว่าค่ารับควบคุม

Khoa (2006) ได้ทดลองใส่เบนทอไนต์ 10 - 30 ตันต่อเฮกตาร์ ในอันดับดิน Arenosols, Haplic Acrisols และ Ferralit Acrisols ของประเทศเวียดนาม ซึ่งปลูกพืชต่างชนิดกัน พบว่า การใส่เบนทอไนต์ทำให้ผลผลิตพืชโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 15% เป็น 32% ในอันดับดิน Arenosols ซึ่งปลูกงาและข้าวโพดให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นจาก 10% เป็น 28% และ 9% เป็น 12% ตามลำดับ ส่วนในอันดับดิน Haplic Acrisols สามารถเพิ่มผลผลิตถั่วจาก 9% เป็น 27% และในดิน Ferralit Acrisols เมื่อใส่เบนทอไนต์ทำให้ผลผลิตชาเพิ่มขึ้นจาก 9% เป็น 16% เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ที่ไม่มีการใส่เบนทอไนต์ (ค่ารับควบคุม)

6. ผลของการปรับปรุงคุณภาพดินผสมโซเดียมบนทอไนต์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตต่อพืช

Schuman *et al.* (1984) ได้ทดลองหาวิธีการจัดการดินปนเปื้อนบนทอไนต์ในมลรัฐมอนแทนา เซาท์ดาโคตา และไวโอมิง ซึ่งเป็นแหล่งขุดเจาะแร่บนทอไนต์ที่สำคัญของประเทศสหรัฐอเมริกาโดยพบการปนเปื้อนบนทอไนต์ 90% ของพื้นที่ทั้งหมดของ 3 มลรัฐ ซึ่งส่งผลกระทบต่อสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดิน โดยทดลองใส่กรดซัลฟูริก ยิปซัม แคลเซียมคลอไรด์ เวอร์มิคูไลต์ ไพไรต์ จีเลื่อย ฟางข้าว และปุ๋ยหมัก ผลการทดลองพบว่า วิธีการต่างๆ ในการจัดการดินปนเปื้อนบนทอไนต์จะต้องใช้เวลานานในการปรับปรุงสมบัติดินให้สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ และสิ่งสำคัญที่ควรคำนึงถึง คือ ความร่วมมือระหว่างนักวิจัยและเจ้าของโรงงานถลุงแร่เพื่อจัดการดินบริเวณดังกล่าว

Daniel and Teruo (1986) ศึกษาการเจริญเติบโตของพืชจำพวกสมุนไพรมะลิ้มลูก และไม้ยืนต้นในดินปนเปื้อนบนทอไนต์ โดยทดลองใส่เพอร์ไรต์ ยิปซัม ฟางข้าว เวอร์มิคูไลต์ เปรียบเทียบกับตำรับที่ไม่มีการปรับปรุงดิน (ตำรับควบคุม) พบว่า พืชทั้ง 3 ชนิดสามารถรอดชีวิตและเจริญเติบโตได้ในตำรับที่มีการใส่จีเลื่อย เพอร์ไรต์ และเวอร์มิคูไลต์

Voorhees (1986) ทดลองหาวิธีปรับปรุงดินปนเปื้อนบนทอไนต์ โดยใช้ยิปซัม จีเลื่อย และปุ๋ยเคมี เพื่อเพิ่มความสามารถในการแทรกซึมน้ำของดิน พบว่า การใช้จีเลื่อยทำให้อัตราการแทรกซึมน้ำของดินที่ปนเปื้อนบนทอไนต์เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งมากกว่าตำรับที่มีการใส่ยิปซัมและปุ๋ยเคมี ส่วนการใส่ยิปซัมและปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวอย่างใดอย่างหนึ่งหรือใส่ร่วมกับการจัดการด้วยวิธีอื่นๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติต่อการเพิ่มความสามารถในการแทรกซึมน้ำ

Daniel and Teruo (1994) ได้ทดลองใส่ยิปซัม จีเลื่อย เพอร์ไรต์ ฟางข้าว และเวอร์มิคูไลต์ เปรียบเทียบกับตำรับที่ไม่มีการปรับปรุงดิน (ตำรับควบคุม) ในดินที่ปนเปื้อนบนทอไนต์ เพื่อศึกษาการรอดชีวิตของพืช 6 ชนิด โดยทำการทดลองเป็นระยะเวลา 4 ปี พบว่า four-wing saltbush ซึ่งเป็นพืชสมุนไพรมะลิ้มลูกชนิดหนึ่ง มีความสามารถในการรอดชีวิตได้ 52 % ในตำรับที่ไม่มีการจัดการดิน (ตำรับควบคุม) แต่เมื่อใส่เพอร์ไรต์ เพื่อปรับปรุงดินทำให้พืชชนิดนี้มีการรอดชีวิตมากที่สุดเท่ากับ 80% รองลงมา คือ การใส่ยิปซัม และเวอร์มิคูไลต์ซึ่งมีการรอดชีวิตเท่ากับ 70% ส่วนในพืชชนิดอื่นๆ ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติในการปรับปรุงดินปนเปื้อนบนทอไนต์

Schuman *et al.* (1994) ได้ศึกษาการตอบสนองของพืชจำพวกหญ้าและพืชคลุมดินชนิดอื่นๆ โดยการใส่ยิปซัมเพื่อปรับปรุงดินปนเปื้อนเบนทอไนด์เป็นระยะเวลา 3 ปี โดยพบว่าดินที่มีปริมาณเบนทอไนด์มากเกินไปทำให้ดินมีสภาพคล้ายดินโซดิก มีปริมาณแร่ดินเหนียวสูง ระดับความเข้มข้นของเกลือและโซเดียมแลกเปลี่ยนได้สูง นอกจากนี้ยังทำให้ความสามารถในการแทรกซึมน้ำลดลง ซึ่งการใส่ยิปซัมทำให้มวลชีวภาพของพืชจำพวกหญ้าและพืชคลุมดินชนิดอื่นๆ เพิ่มขึ้น โดยพบการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนในช่วง 2-3 ปี หลังจากการใส่ยิปซัม แสดงให้เห็นว่า ยิปซัมนำมาใช้ในการปรับปรุงดินปนเปื้อนเบนทอไนด์ให้ดีขึ้น

ประภาส และคณะ (2549) ได้ศึกษาผลของปุ๋ยมูลไก่ ยิปซัม และปุ๋ยเคมี (ปีที่ 2) ต่อผลผลิตหัวสด และปริมาณแป้งในหัวสดของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 และพันธุ์ระยอง 72 ที่ปลูกในชุดดินวารินและชุดดินมาบบอน เพื่อลดปัญหาการเกิดแผ่นแข็งบนผิวดิน และทำให้การแทรกซึมน้ำดีขึ้น โดยมีดำรับการทดลอง 14 ดำรับ ได้แก่ การไม่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ ยิปซัม และปุ๋ยเคมี (ดำรับควบคุม) การใส่ปุ๋ยมูลไก่หรือปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว การใส่ปุ๋ยมูลไก่อ่วมกับปุ๋ยเคมี การใส่ยิปซัม 5 อัตรา ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ยิปซัม 5 อัตรา ร่วมกับ การใส่มูลไก่และปุ๋ยเคมี จากผลการทดลองพบว่า ในชุดดินวารินดำรับที่มีการใส่ยิปซัม 5 อัตรา ร่วมกับ การใส่มูลไก่และปุ๋ยเคมี มีผลทำให้ผลผลิตหัวสด ปริมาณแป้งในหัวสด และน้ำหนักสดของลำต้นและใบมันสำปะหลังแตกต่างกันทางสถิติ แต่ในมันสำปะหลังทั้ง 2 พันธุ์ ให้ผลผลิตหัวสด ปริมาณแป้งในหัวสด และน้ำหนักสดของลำต้นและใบมันสำปะหลังไม่แตกต่างกัน ส่วนในชุดดินมาบบอนดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่หรือปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว การใส่ปุ๋ยมูลไก่อ่วมกับปุ๋ยเคมี การใส่ยิปซัม 5 อัตรา ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ยิปซัม 5 อัตรา ร่วมกับ การใส่มูลไก่และปุ๋ยเคมีมีผลทำให้ผลผลิตหัวสดเพิ่มสูงขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ตัวอย่างดินที่ใช้ในการทดลอง คือ ชุดดินห้วยโป่ง โดยเก็บที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร จากตำบลมาบข่า กิ่งอำเภอพนมพัฒนา จังหวัดระยอง
2. โซเดียมเบนทอไนต์
3. ท่อนพินธุ์มันสำปะหลังพินธุ์ระของ 5
4. สารและวัสดุปรับปรุงดิน ได้แก่ ยิปซัม แกลบ และปุ๋ยหมัก
5. กระจกดินเผาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 37.5 เซนติเมตร พร้อมจานรองกระจก
6. อุปกรณ์สำหรับวัดสภาพน้ำในขณะดินอิ่มตัว โดยวิธีรักษาระดับน้ำให้คงที่ (Constant head method) และวิธีให้ระดับน้ำลดลง (Falling head method)
7. อุปกรณ์สำหรับการเก็บตัวอย่างดินและพืช ได้แก่ กระบอกรับตัวอย่างดิน มีด และถุงกระดาษ
8. เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการเตรียมตัวอย่างดินและพืช
9. เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ดิน โซเดียมเบนทอไนต์ และพืช
10. เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

วิธีการ

1. การวิเคราะห์และศึกษาในห้องปฏิบัติการ

1.1 วิเคราะห์สมบัติของชุดดินห้วยโป่ง และโซเดียมเบนทอไนต์

1.1.1 การเตรียมตัวอย่างดิน

นำตัวอย่างดินชุดดินห้วยโป่งในช่วงความลึก 0 – 30 เซนติเมตร มาผึ่งให้แห้งในที่ร่ม จากนั้นทุบให้ละเอียดและเลือกเศษซากพืชออกให้มากที่สุด จากนั้นผสมคลุกเคล้าดินให้มีความสม่ำเสมอ นำดินส่วนหนึ่งมาบดแล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2.0 และ 0.5 มิลลิเมตร เพื่อใช้ในการวัด และวิเคราะห์สมบัติทางฟิสิกส์และเคมีในห้องปฏิบัติการ

1.1.2 การวิเคราะห์สมบัติทางฟิสิกส์และเคมีของดิน

ก. texture โดยวิธี pipet method (Sheldrick and Wang, 1993)

ข. ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดิน วัดโดยใช้ pH meter อัตราส่วนระหว่างดินต่อน้ำเท่ากับ 1:1 และอัตราส่วนระหว่างโซเดียมเบนทอไนต์ต่อน้ำเท่ากับ 1:10

ค. ค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity; EC_e) โดยวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินที่สกัดจากดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (saturated extract) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ด้วยเครื่อง electrical conductivity meter (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542)

ง. ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (organic matter; OM) โดยวิธี Walkley and Black Titration (Walkley and Black, 1934)

จ. ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (available P) โดยสกัดดินด้วยสารละลาย Bray II และวิเคราะห์ปริมาณ โดยวิธี colorimetry ด้วยเครื่อง Spectrophotometer (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542)

ฉ. Exchangeable K, Na, Ca และ Mg สกัดดินด้วยสารละลาย 1N Ammonium acetate pH 7 แล้วนำไปวัดหาปริมาณด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542)

ช. ความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cation exchange capacity; CEC) สกัดโดยใช้สารละลาย 1N Ammonium acetate pH 7 แล้วนำไปวัดด้วยชุดอุปกรณ์ในการกลั่นในโตรเจน (N - distillation apparatus) (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542)

ซ. ค่าเปอร์เซ็นต์โซเดียมแลกเปลี่ยนได้ (exchangeable sodium percentage; ESP) โดยการนำค่าจากข้อ ฉ. และ ช. มาคำนวณตามสูตร (Raymond and Duane, 2001)

$$ESP = \frac{\text{exchangeable Na (cmol kg}^{-1}\text{)}}{\text{cation exchange capacity (cmol kg}^{-1}\text{)}} \times 100$$

ณ. อัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (sodium adsorption ratio; SAR) ได้จากการนำสารละลายดินที่สกัดจากดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (saturated extract) ไปหาปริมาณโซเดียม แคลเซียม และแมกนีเซียมแลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Na, Ca และ Mg) ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer และนำค่าดังกล่าวมาคำนวณตามสูตร (Brady and Weil, 2004)

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{+2} + Mg^{+2}}{2}}} \quad \text{โดยความเข้มข้นของไอออนมีหน่วยเป็น meq l}^{-1} \text{ หรือ mmol}_e \text{ l}^{-1}$$

1

1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโซเดียมเบนทอไนต์กับการเปลี่ยนแปลงสมบัติดิน

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโซเดียมเบนทอไนต์กับสมบัติดิน ได้แก่ pH, EC_e , exchangeable Na, CEC, ESP, SAR, ρ_b และ K_{sat} โดยมีขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

1.2.1 ชั่งดิน 500 กรัม มาผสมกับโซเดียมเบนทอไนต์ในอัตรา 0, 5, 10, 15, 20 และ 25% ของน้ำหนักดิน ตามลำดับ

1.2.2 นำดินผสมมาหาค่า pH (ดิน:น้ำ เท่ากับ 1:5), EC_e , exchangeable Na, CEC, ESP SAR (ดำเนินการตามวิธีการที่ได้อธิบายไว้ในข้อ 1.1.2) ค่าความหนาแน่นรวม (Bulk density, ρ_b) หาโดยวิธีใช้กระบอกเก็บตัวอย่างดินแบบไม่รบกวนโครงสร้าง (Soil core sampler) (Blake and Hartge, 1986) และค่าสภาพการนำน้ำขณะดินอิ่มตัว (Hydraulic Conductivity of Saturated Soils, K_{sat}) โดยวิธีให้ระดับน้ำลดลง (Falling head method) (Klute and Dirksen, 1986)

1.2.3 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโซเดียมเบนทอไนต์ในอัตรา 0, 5, 10, 15, 20 และ 25% ของน้ำหนักดิน กับค่า pH, EC_e , exchangeable Na, CEC, ESP, SAR, ρ_b และ K_{sat}

1.3 การทดลองผลของการใช้วัสดุอินทรีย์ต่อการเพิ่มความสามารถในการระบายน้ำของดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์

1.3.1 นำสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการใส่โซเดียมเบนทอไนต์อัตราต่างๆ กับการเปลี่ยนแปลงค่า ESP ในข้อ 1.2 มาประเมินปริมาณการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ที่ใช้ผสมกับดินให้มีค่า ESP ประมาณ 0, 5, 10, 15, 20 และ 25% จำนวน 2 ชุด

1.3.2 นำดินผสมทั้ง 2 ชุด มาผสมกับแกลบและปุ๋ยหมักในอัตรา 2% ของน้ำหนักดินตามลำดับ

1.3.3 นำดินผสมที่ได้ไปอัดลงในกระบอกให้ได้ค่าความหนาแน่นรวมเท่ากับ 1.6 g cm^{-3} แล้วทำให้อิ่มตัวด้วยน้ำ

1.3.4 นำไปหาสภาพการนำน้ำขณะดินอิ่มตัว (Hydraulic Conductivity of Saturated Soils, K_{sat}) โดยวิธีการรักษาระดับน้ำให้คงที่ (Constant head method) (Klute and Dirksen, 1986)

2. การทดลองในโรงเรือนปลูกพืชทดลอง

2.1 การทดลองผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5

2.1.1 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) โดยมีทั้งหมด 6 ดำรับการทดลอง จำนวน 4 ซ้ำ รายละเอียดดังนี้

| ดำรับการทดลอง | รายละเอียด |
|------------------|---------------------------------------|
| T1 (ดำรับควบคุม) | ไม่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ลงในดิน |
| T2 | ใส่โซเดียมเบนทอไนต์ 5% ของน้ำหนักดิน |
| T3 | ใส่โซเดียมเบนทอไนต์ 10% ของน้ำหนักดิน |
| T4 | ใส่โซเดียมเบนทอไนต์ 15% ของน้ำหนักดิน |
| T5 | ใส่โซเดียมเบนทอไนต์ 20% ของน้ำหนักดิน |
| T6 | ใส่โซเดียมเบนทอไนต์ 25% ของน้ำหนักดิน |

2.1.2 การเตรียมดิน การปลูกพืช และวิธีการป้องกันกำจัดโรคและแมลง

นำตัวอย่างดิน 20 กิโลกรัม มาผสมกับโซเดียมเบนทอไนต์ในอัตราต่างๆ ตามดำรับการทดลองในข้อ 2.1.1 ใส่ในกระถาง แล้วหมักดินผสมที่ระดับความชื้นความจุสนามเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ทำการปลูกท่อนพันธุ์มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5 ที่มีความยาวประมาณ 20 เซนติเมตร ในกระถาง การใส่ปุ๋ยแบ่งใส่ 4 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใส่พร้อมปลูกเป็นปุ๋ยรองพื้น ครั้งที่ 2, 3 และ 4 ใส่ขณะมันสำปะหลังมีอายุได้ 3, 6 และ 9 เดือน โดยใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ (กรมวิชาการเกษตร, 2548) โดยควรใส่ปุ๋ย 2 ข้างของลำต้นมันสำปะหลัง และห่างจากลำต้นมันสำปะหลังประมาณ 6 นิ้ว แล้วกลบปุ๋ย (ปิยะ และคณะ, 2542) และดูแลป้องกันกำจัดโรคและแมลง (กลุ่มอนุรักษ์ดินและน้ำ, 2546)

2.1.3 การเก็บข้อมูลมันสำปะหลัง

ก. ข้อมูลการเจริญเติบโต และผลผลิตของมันสำปะหลัง

- 1) ความสูงของลำต้น วัดในแนวตั้งจากจุดที่แตกกิ่งถึงจุดยอดสูงสุดของกิ่งที่สูงที่สุด ทำการวัดความสูงทุกๆ 1 เดือน (คณะทำงานวิชาการศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง, 2540)
- 2) น้ำหนักสดส่วนเหนือดิน (ลำต้น+ใบ) และส่วนหัวของมันสำปะหลัง ที่อายุ 12 เดือน และนำไปคำนวณหาค่าดัชนีการเก็บเกี่ยว (harvest index) ดังสูตร (ปิยะ, 2546)

$$\text{Harvest index} = \frac{\text{น้ำหนักของหัวมันสำปะหลัง}}{\text{น้ำหนักของหัวมันสำปะหลัง} + \text{น้ำหนักต้นและใบ}}$$

ข. วิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม โซเดียม และแคลเซียมทั้งหมด แล้วคำนวณหาปริมาณสะสมของธาตุอาหารในส่วนเหนือดิน และส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน

นำตัวอย่างส่วนเหนือดิน และส่วนหัวของมันสำปะหลังไปอบในตู้อบพืชที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักแห้งคงที่ บดตัวอย่างแล้วนำไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของปริมาณธาตุอาหารในส่วนเหนือดิน และส่วนหัวของมันสำปะหลัง

การหาความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแคลเซียมทั้งหมด โดยการย่อยส่วนเหนือดิน และส่วนหัวของมันสำปะหลังด้วยสารละลาย digestion mixture ($\text{H}_2\text{SO}_4 - \text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{Se}$ mixture) แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดด้วยการกลั่น (N-determination apparatus) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดโดยวิธี colorimetry ด้วย Spectrophotometer และวัดปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด โดยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542)

การหาความเข้มข้นของธาตุโซเดียมทั้งหมด โดยการย่อยส่วนเหนือดิน และส่วนหัวของมันสำปะหลังด้วยสารละลาย $\text{HNO}_3 - \text{H}_2\text{SO}_4 - \text{HClO}_4$ acid mixture digestion แล้วนำไปวัดปริมาณโซเดียมทั้งหมด โดยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542)

ปริมาณสะสมของธาตุอาหารในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของ มันสำปะหลัง เช่น ปริมาณสะสมของไนโตรเจนในส่วนหัว คำนวณได้จากสูตร

$$A = \frac{c}{100} \times w$$

เมื่อ A = ปริมาณสะสมของไนโตรเจนในส่วนหัว (มิลลิกรัม/ต้น)

c = ความเข้มข้นของไนโตรเจนทั้งหมดในส่วนหัว (%)

w = น้ำหนักแห้งส่วนหัวของมันสำปะหลัง (มิลลิกรัม)

2.1.4 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติ (ชัชวาลย์, 2544)

2.2 การทดลองผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนด์ต่อการเจริญเติบโตของ
มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5

2.2.1 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยจัดดำเนินการทดลองแบบ 4 x 3 แฟกทอเรียลร่วมกับตัวควบคุม (4 x 3 factorial arrangement of treatments plus control in completely randomized design) มีทั้งหมด 13 ดำรับการทดลอง จำนวน 4 ซ้ำ โดยมีปัจจัยที่ศึกษาดังนี้

ปัจจัยที่ 1 ปริมาณความต้องการยิปซัม (gypsum requirement; GR) มี 4 ระดับ คือ 1GR, 1/2GR, 1/4GR และไม่ใส่ยิปซัม (0GR) โดย 1GR, 1/2GR และ 1/4GR หมายถึง ปริมาณยิปซัมที่มี Ca^{2+} สมมูลย์กับ Na^+ ในโซเดียมเบนทอไนด์ที่ใส่ในดินอัตรา 25% ของน้ำหนักดิน ซึ่งจะใส่ได้ 100, 50 และ 25% ตามลำดับ

ปัจจัยที่ 2 ปริมาณแกลบ (husk) มี 3 ระดับ คือ ไม่ใส่แกลบ (0%) ใส่แกลบอัตรา 0.5% และ 1% ของน้ำหนักดิน ตามลำดับ

| ตำรับการทดลอง | โซเดียมเบนทอไนต์ (%) | GR* | husk (%) |
|-----------------|----------------------|--------|----------|
| T1(ตำรับควบคุม) | 0 | 0 GR | 0 |
| T2 | 25 | 1 GR | 0 |
| T3 | 25 | 1 GR | 0.5 |
| T4 | 25 | 1 GR | 1.0 |
| T5 | 25 | 1/2 GR | 0 |
| T6 | 25 | 1/2 GR | 0.5 |
| T7 | 25 | 1/2 GR | 1.0 |
| T8 | 25 | 1/4 GR | 0 |
| T9 | 25 | 1/4 GR | 0.5 |
| T10 | 25 | 1/4 GR | 1.0 |
| T11 | 25 | 0 GR | 0 |
| T12 | 25 | 0 GR | 0.5 |
| T13 | 25 | 0 GR | 1.0 |

หมายเหตุ GR* ปริมาณยิปซัมที่มี Ca^{2+} สมมูลย์กับ Na^+ ในโซเดียมเบนทอไนต์ที่ใส่ในดินอัตรา 25%

2.2.2 การเตรียมดิน การปลูกพืช และวิธีการป้องกันกำจัดโรคและแมลง

นำตัวอย่างดิน 20 กิโลกรัม มาผสมกับโซเดียมเบนทอไนต์ในอัตรา 25% ของน้ำหนักดิน จากนั้นนำดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์มาผสมกับยิปซัมและแกลบอัตราต่างๆ ตามตำรับการทดลองในข้อ 2.2.1 ใส่ดินผสมลงในกระถาง แล้วหมักดินผสมที่ระดับความชื้นความจุสนามเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ทำการปลูกท่อนพันธุ์มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5 ที่มีความยาวประมาณ 20 เซนติเมตร ในกระถาง การใส่ปุ๋ยแบ่งใส่ 4 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใส่พร้อมปลูกเป็นปุ๋ยรองพื้น ครั้งที่ 2, 3 และ 4 ใส่ขณะมันสำปะหลังมีอายุได้ 3, 6 และ 9 เดือน โดยใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ (กรมวิชาการเกษตร, 2548) โดยควรใส่ปุ๋ย 2 ข้างของลำต้นมันสำปะหลัง และห่างจากลำต้นมัน

ลำปะหลังประมาณ 6 นิ้ว แล้วกลบปุ๋ย (ปุ๋ยะ และคณะ, 2542) และดูแลป้องกันกำจัดโรคและแมลง (กลุ่มอนุรักษดินและน้ำ, 2546)

2.2.3 การเก็บข้อมูลมันลำปะหลัง

ก. ทำการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต และผลผลิตของมันลำปะหลังเช่นเดียวกับ
ข้อ 2.1.3 (ก.)

ข. วิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม โซเดียม และแคลเซียมทั้งหมด แล้วคำนวณหาปริมาณสะสมของธาตุอาหารในส่วนเหนือดิน และส่วนหัว
ของมันลำปะหลัง เช่นเดียวกับการทดลองในข้อ 2.1.3 (ข.)

2.2.4 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติ (ชัชวาลย์, 2544)

สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการเคมีและความอุดมสมบูรณ์ของดิน ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร
กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

ห้องปฏิบัติการทางฟิสิกส์ของดิน ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

โรงเรือนทดลอง ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน

ระยะเวลาทำการทดลอง

เดือนพฤศจิกายน 2548-กรกฎาคม 2551

ผลและวิจารณ์

ผล

1. การวิเคราะห์และศึกษาในห้องปฏิบัติการ

1.1 สมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมีบางประการของชุดดินห้วยโป่ง

ผลของการวิเคราะห์สมบัติบางประการของชุดดินห้วยโป่งที่ใช้ในการศึกษา แสดงไว้ในตารางที่ 1 พบว่า มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) และเมื่อนำค่าวิเคราะห์สมบัติดินทางเคมีมาประเมินตามเกณฑ์จาก Land Classification Division and FAO Project Staff (1973) (ตารางผนวกที่ 1-6) พบว่า ปฏิกริยาดิน (pH) เป็นกรดจัดมาก ค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity; EC_e) ของสารละลายดินอยู่ในระดับไม่เค็ม ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (organic matter) และปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ ปริมาณโพแทสเซียม โซเดียม และแมกนีเซียมแลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K, Na และ Mg) อยู่ในระดับต่ำมาก ปริมาณแคลเซียมแลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Ca) และค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cation exchange capacity; CEC) อยู่ในระดับต่ำ ค่าเปอร์เซ็นต์โซเดียมแลกเปลี่ยนได้ (exchangeable sodium percentage; ESP) เท่ากับ 2.64 และอัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (sodium adsorption ratio; SAR) เท่ากับ 0.22

1.2 สมบัติทางเคมีบางประการของโซเดียมเบนทอไนต์

ผลของการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีบางประการของโซเดียมเบนทอไนต์ที่ใช้ในการศึกษาแสดงไว้ในตารางที่ 2 พบว่า โซเดียมเบนทอไนต์มีค่า pH (ดิน:น้ำ=1:10) เท่ากับ 9.34 ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) เท่ากับ 1.21 dS m^{-1} ปริมาณอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 0.11% ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) เท่ากับ 14.33 mg kg^{-1} ปริมาณโพแทสเซียม โซเดียม แคลเซียม และแมกนีเซียมแลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K, Na, Ca และ Mg) มีค่า 312.10, 16710.53, 7702.60 และ $1131.91 \text{ mg kg}^{-1}$ ตามลำดับ ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) มีค่า $74.65 \text{ cmol kg}^{-1}$

ค่าเปอร์เซ็นต์โซเดียมแลกเปลี่ยนได้ (ESP) มีค่า 97.33 และอัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (SAR) มีค่า 40.72

ตารางที่ 1 สมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมีบางประการของชุดดินห้วยโป่งที่ใช้ในการศึกษา

| สมบัติของดิน | ค่าวิเคราะห์ | ประเมินค่าวิเคราะห์ ^{1/} |
|---|---------------|-----------------------------------|
| Texture | ดินร่วนปนทราย | - |
| pH (ดิน:น้ำ=1:1) | 4.56 | กรดจัดมาก |
| EC _e (dS m ⁻¹) | 0.24 | ไม่เค็ม |
| Organic matter (%) | 1.28 | ค่อนข้างต่ำ |
| Available P (mg kg ⁻¹) | 8.94 | ค่อนข้างต่ำ |
| Exchangeable K (mg kg ⁻¹) | 20.86 | ต่ำมาก |
| Exchangeable Na (mg kg ⁻¹) | 18.62 | ต่ำมาก |
| Exchangeable Ca (mg kg ⁻¹) | 35.45 | ต่ำ |
| Exchangeable Mg (mg kg ⁻¹) | 5.62 | ต่ำมาก |
| Cation exchange capacity (cmol kg ⁻¹) | 3.06 | ต่ำ |
| Exchangeable sodium percentage (%) | 2.64 | - |
| Sodium adsorption ratio | 0.22 | - |

หมายเหตุ ^{1/} ตารางภาคผนวกที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6

ตารางที่ 2 สมบัติทางเคมีบางประการของโซเดียมเบนทอไนต์ที่ใช้ในการศึกษา

| สมบัติทางเคมี | ค่าวิเคราะห์ |
|---|--------------|
| pH (ดิน:น้ำ=1:10) | 9.34 |
| EC _e (dS m ⁻¹) | 1.21 |
| Organic matter (%) | 0.11 |
| Available P (mg kg ⁻¹) | 14.33 |
| Exchangeable K (mg kg ⁻¹) | 312.10 |
| Exchangeable Na (mg kg ⁻¹) | 16710.53 |
| Exchangeable Ca (mg kg ⁻¹) | 7702.60 |
| Exchangeable Mg (mg kg ⁻¹) | 1131.91 |
| Cation exchange capacity (cmol kg ⁻¹) | 74.65 |
| Exchangeable sodium percentage (%) | 97.33 |
| Sodium adsorption ratio | 40.72 |

1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในดินอัตราต่างๆ กับการเปลี่ยนแปลงสมบัติดิน

จากผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีบางประการของโซเดียมเบนทอไนด์ในข้อ 1.2 (ตารางที่ 2) แสดงให้เห็นว่า โซเดียมเบนทอไนด์ที่ใช้ในการศึกษามีปริมาณโซเดียมแลกเปลี่ยนได้สูง เมื่อมีการผสมโซเดียมเบนทอไนด์ในดินอาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสมบัติดิน ดังนี้

1.3.1 ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

จากตารางที่ 3 และภาพที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในดินอัตราต่างๆ กับการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ผลการทดลองพบว่า ปริมาณการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในดินแต่ละอัตราต่างมีสหสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient; r) เท่ากับ 0.807 และพบว่ามีความสัมพันธ์กันในลักษณะเส้นตรงและเป็นไปในเชิงบวก โดยเมื่อมีการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในอัตราที่มากขึ้นส่งผลทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินมากขึ้น

1.3.2 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (EC_c)

การเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินที่ได้รับการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในดินอัตรา 0, 5, 10, 15, 20 และ 25% ของน้ำหนักดิน แสดงไว้ในตารางที่ 3 และภาพที่ 2 ผลการทดลองพบว่า ปริมาณการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในดินแต่ละอัตราต่างมีสหสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับการเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.820 และพบว่ามีความสัมพันธ์กันในลักษณะเส้นตรงและเป็นไปในเชิงบวก โดยเมื่อมีการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในอัตราที่มากขึ้นส่งผลทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินมากขึ้น

1.3.3 ปริมาณ โซเดียมแลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Na)

ผลของการเปลี่ยนแปลงปริมาณ โซเดียมแลกเปลี่ยนได้ที่ได้รับการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตรา 0, 5, 10, 15, 20 และ 25% ของน้ำหนักดิน แสดงไว้ในตารางที่ 3 และภาพที่ 3 พบว่า ปริมาณการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินแต่ละอัตราต่างมีสหสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณ โซเดียมแลกเปลี่ยนได้ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.978 และพบว่ามีความสัมพันธ์กันในลักษณะเส้นตรงและเป็นไปในเชิงบวก โดยเมื่อมีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในอัตราที่มากขึ้นส่งผลทำให้ปริมาณ โซเดียมแลกเปลี่ยนได้ในดินมากขึ้น

1.3.4 ความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC)

สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ กับการเปลี่ยนแปลงค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดิน แสดงไว้ในตารางที่ 3 และภาพที่ 4 ผลการทดลองพบว่า ปริมาณการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินแต่ละอัตราต่างมีสหสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับการเปลี่ยนแปลงค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient; r) เท่ากับ 0.947 และพบว่ามีความสัมพันธ์กันในลักษณะเส้นตรงและเป็นไปในเชิงบวก โดยเมื่อมีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในอัตราที่มากขึ้นส่งผลทำให้ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดินมากขึ้น

1.3.5 เปอร์เซ็นต์โซเดียมแลกเปลี่ยนได้ (ESP)

การเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์เซ็นต์โซเดียมแลกเปลี่ยนได้ในดินที่ได้รับการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตรา 0, 5, 10, 15, 20 และ 25% ของน้ำหนักดิน แสดงไว้ในตารางที่ 3 และภาพที่ 5 ผลการทดลองพบว่า การใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินแต่ละอัตราต่างมีสหสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับการเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์เซ็นต์โซเดียมแลกเปลี่ยนได้ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.919 และพบว่ามีสัมพันธ์กันในลักษณะเส้นตรงและ

เป็นไปในเชิงบวก โดยเมื่อมีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในอัตราที่มากขึ้นส่งผลทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์โซเดียมแลกเปลี่ยนได้ในดินมากขึ้น

1.3.6 อัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (SAR)

จากตารางที่ 3 และภาพที่ 6 แสดงสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตรา 0, 5, 10, 15, 20 และ 25% ของน้ำหนักดิน กับการเปลี่ยนแปลงค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียม ผลการทดลองพบว่า การใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินแต่ละอัตราต่างมีสหสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับการเปลี่ยนแปลงค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียม ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.730 และพบว่ามีความสัมพันธ์กันในลักษณะเส้นตรงและเป็นไปในเชิงบวก โดยเมื่อมีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในอัตราที่มากขึ้นส่งผลทำให้ค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมในดินมากขึ้น

1.3.7 ความหนาแน่นรวม (ρ_b)

การเปลี่ยนแปลงค่าความหนาแน่นรวมของดินที่ได้รับการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตรา 0, 5, 10, 15, 20 และ 25% ของน้ำหนักดิน แสดงไว้ในตารางที่ 3 และภาพที่ 7 ผลการทดลองพบว่า ปริมาณการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินแต่ละอัตราต่างมีสหสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับการเปลี่ยนแปลงค่าความหนาแน่นรวมของดิน ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.618 และพบว่ามีความสัมพันธ์กันในลักษณะเส้นตรงและเป็นไปในเชิงบวก โดยเมื่อมีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในอัตราที่มากขึ้นส่งผลทำให้ค่าความหนาแน่นรวมของดินมากขึ้น

1.3.8 สภาพการนำน้ำขณะดินอิ่มตัว (K_{sat})

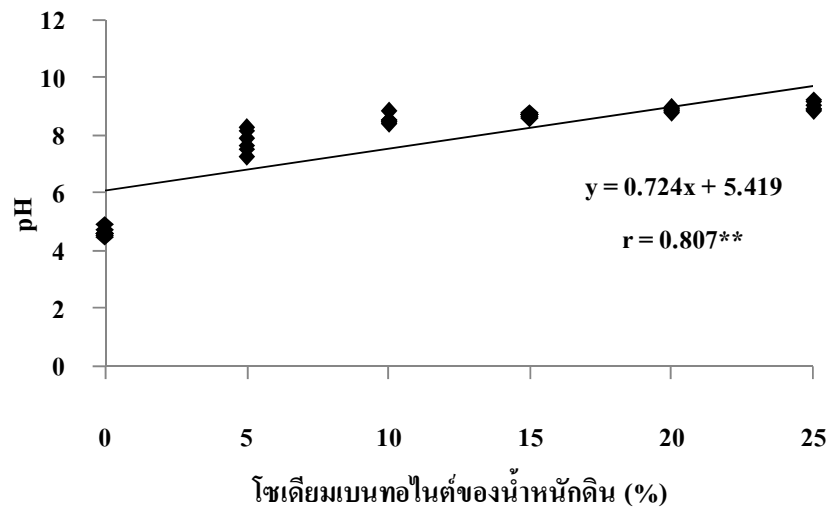
ผลการเปลี่ยนแปลงสภาพการนำน้ำขณะดินอิ่มตัวที่ได้รับการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตรา 0, 5, 10, 15, 20 และ 25% ของน้ำหนักดิน แสดงไว้ในตารางที่ 3 และภาพที่ 8 พบว่า ปริมาณการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินแต่ละอัตราต่างมีสหสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับการเปลี่ยนแปลงสภาพการนำน้ำขณะดินอิ่มตัว ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์

สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.654 โดยเมื่อมีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในอัตราที่มากขึ้นส่งผลทำให้สภาพการนำน้ำขณะดินอิ่มตัวลดลง

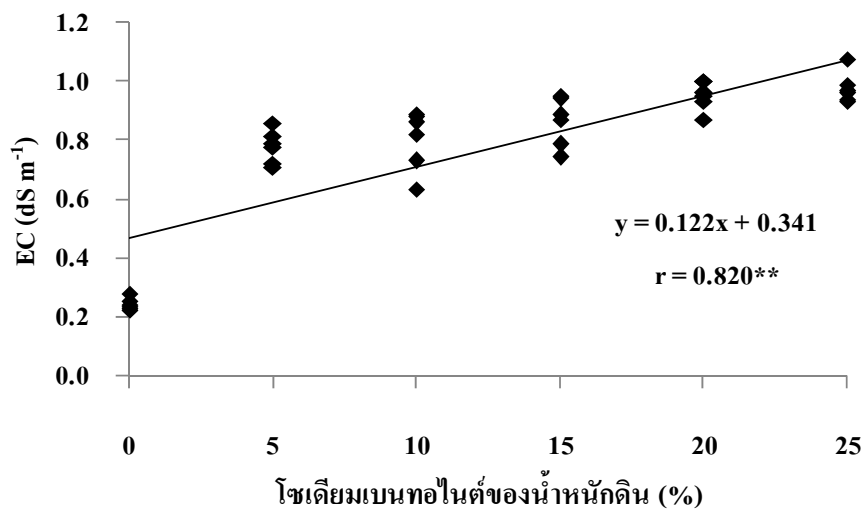
ตารางที่ 3 สมการสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ กับการเปลี่ยนแปลงสมบัติดิน

| สมบัติดิน | สมการถดถอย | r | F-Test |
|------------------|--------------------------|-------|--------|
| pH | $y = 0.724x + 5.419$ | 0.807 | ** |
| EC _e | $y = 0.122x + 0.341$ | 0.820 | ** |
| Exchangeable Na | $y = 447.731x - 476.082$ | 0.978 | ** |
| CEC | $y = 3.442x + 0.824$ | 0.947 | ** |
| ESP | $y = 7.555x + 1.842$ | 0.919 | ** |
| SAR | $y = 3.564x + 6.232$ | 0.730 | ** |
| ρ_b | $y = 1.502x + 0.580$ | 0.618 | ** |
| K _{sat} | $y = 1.868x - 0.400$ | 0.654 | ** |

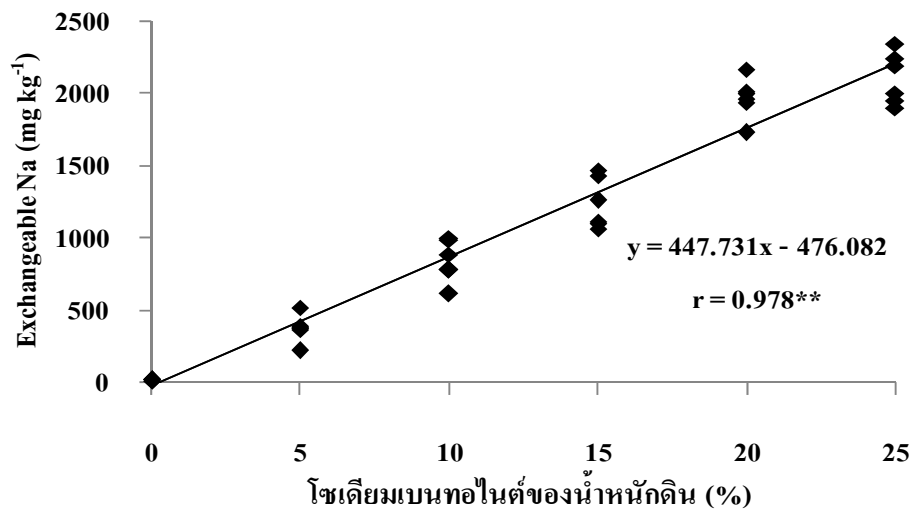
หมายเหตุ ** มีสหสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99%



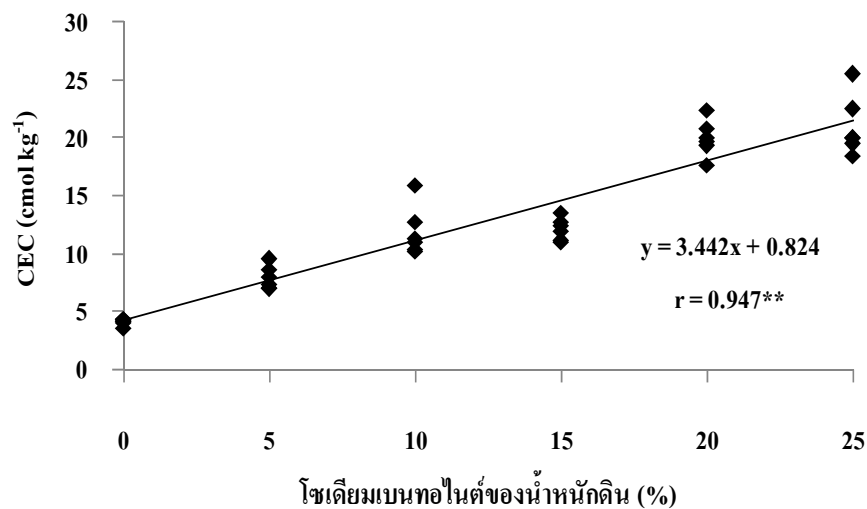
ภาพที่ 1 สหสัมพันธ์ระหว่างการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ กับการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดิน



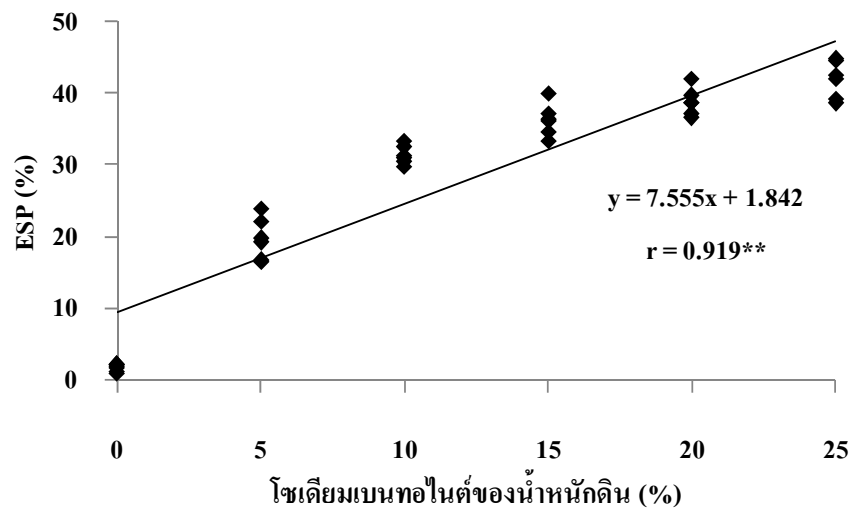
ภาพที่ 2 สหสัมพันธ์ระหว่างการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ กับการเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (EC_s)



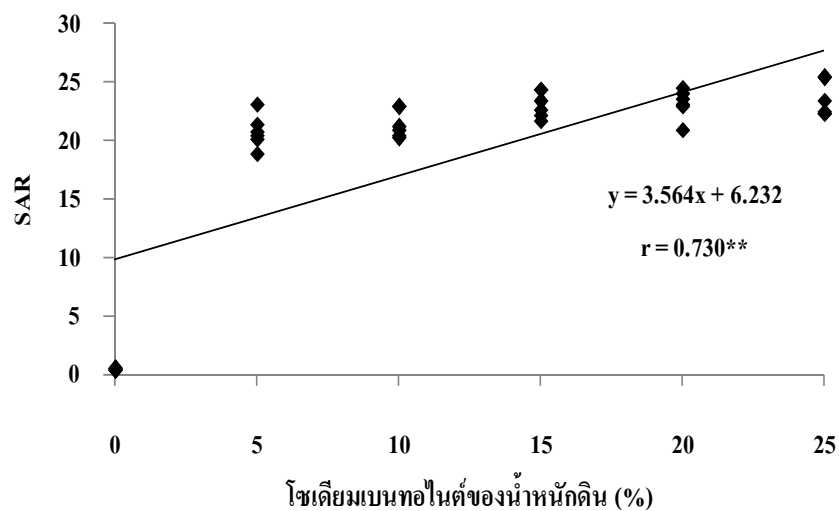
ภาพที่ 3 สหสัมพันธ์ระหว่างการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ กับการเปลี่ยนแปลงปริมาณโซเดียมแลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Na) ในดิน



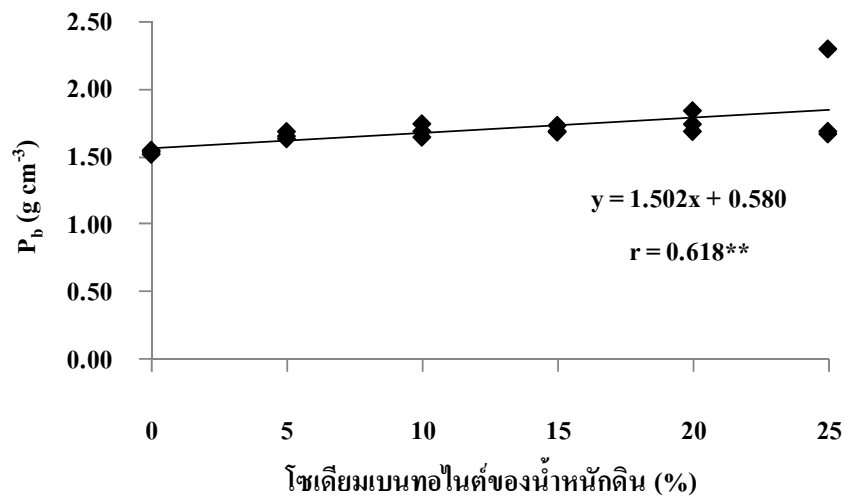
ภาพที่ 4 สหสัมพันธ์ระหว่างการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ กับการเปลี่ยนแปลงค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) ในดิน



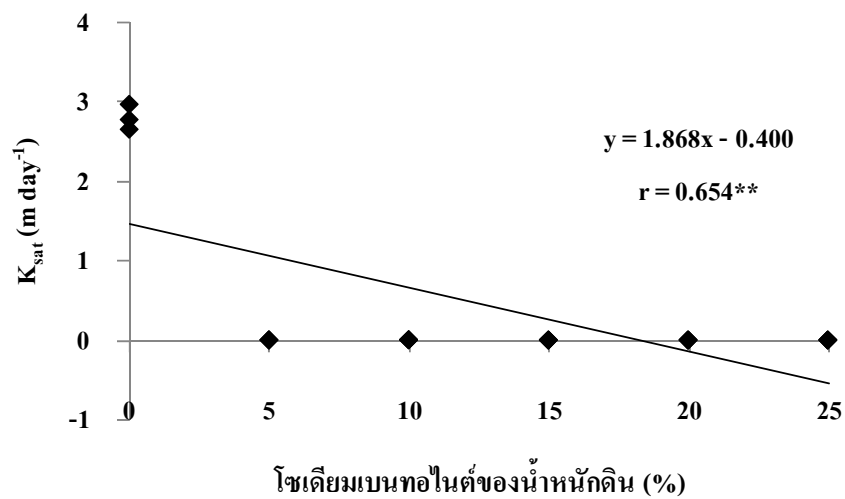
ภาพที่ 5 สหสัมพันธ์ระหว่างการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ กับการเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์เซ็นต์โซเดียมแลกเปลี่ยนได้ (ESP) ในดิน



ภาพที่ 6 สหสัมพันธ์ระหว่างการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ กับการเปลี่ยนแปลงค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (SAR)



ภาพที่ 7 สหสัมพันธ์ระหว่างการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ กับการเปลี่ยนแปลงค่าความหนาแน่นรวม (ρ_b) ของดิน



ภาพที่ 8 สหสัมพันธ์ระหว่างการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ กับการเปลี่ยนแปลงค่าสภาพการนำน้ำขณะดินอิ่มตัว (K_{sat})

1.4 ผลของการใช้วัสดุอินทรีย์ต่อการเพิ่มความสามารถในการระบายน้ำของดินผสม โซเดียมเบนทอไนต์

จากตารางที่ 4 แสดงผลของการใช้วัสดุอินทรีย์ 2 ชนิด คือ แกลบกับปุ๋ยหมัก ต่อการเพิ่มความสามารถในการระบายน้ำของดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ โดยใช้สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการใส่โซเดียมเบนทอไนต์อัตราต่างๆ กับการเปลี่ยนแปลงค่า ESP ในดิน เพื่อประเมินปริมาณการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ที่ใช้ผสมกับดินให้มีค่า ESP ประมาณ 5, 10, 15, 20 และ 25% แล้วนำไปวัดค่าสภาพน้ำของดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำโดยวิธี Constant head ผลการทดลองพบว่า การใส่แกลบและการใส่ปุ๋ยหมักลงไปดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติในทุกค่ารับการทดลอง โดยการใส่แกลบลงไปดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ที่มีค่า ESP ของดินอยู่ในช่วง 0-20% มีผลทำให้สภาพน้ำของดินเท่ากับ 2.80, 2.28, 3.55, 2.74 และ 1.92 m day^{-1} ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่าดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ที่มีค่า ESP ของดินเท่ากับ 25% (0.34 m day^{-1}) ส่วนการใส่ปุ๋ยหมักลงไปดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ พบว่าสภาพน้ำของดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ที่มีค่า ESP ของดินอยู่ในช่วง 0-20% มีผลทำให้สภาพน้ำของดินเท่ากับ 2.80, 1.88, 1.38, 1.72 และ 1.13 m day^{-1} ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ที่มีค่า ESP ของดินเท่ากับ 25% (0.36 m day^{-1}) และเมื่อเปรียบเทียบผลของการใส่วัสดุอินทรีย์ทั้ง 2 ชนิด พบว่า การใส่แกลบลงไปดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ช่วยเพิ่มสภาพน้ำของดินได้ดีกว่าการใส่ปุ๋ยหมัก กล่าวคือ ค่าเฉลี่ยของการใส่แกลบลงไปดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์เท่ากับ 2.27 m day^{-1} ซึ่งมากกว่าค่าเฉลี่ยของการใส่ปุ๋ยหมัก (1.08 m day^{-1})

ตารางที่ 4 ผลของการใช้วัสดุอินทรีย์ต่อการเพิ่มความสามารถในการระบายน้ำของดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์

| ตำรับการทดลอง | ดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ (%) | สภาพน้ำของดิน (m day ⁻¹) | |
|---------------|----------------------------|--------------------------------------|----------------------|
| | | ผสมแกลบ | ผสมปุ๋ยหมัก |
| T1 | 0 | 2.80 ab ^{L/} | 2.80 a ^{L/} |
| T2 | 5 | 2.28 ab | 1.88 b |
| T3 | 10 | 3.55 a | 1.38 b |
| T4 | 15 | 2.74 ab | 1.72 b |
| T5 | 20 | 1.92 b | 1.13 bc |
| T6 | 25 | 0.34 c | 0.36 c |
| | เฉลี่ย | 2.27 | 1.55 |
| | F-Test | ** | ** |
| | CV (%) | 53.02 | 56.17 |

หมายเหตุ ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99 %

^{L/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test

2. การทดลองในโรงเรือนปลูกพืชทดลอง

2.1 การทดลองผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5

2.1.1 สมบัติดินผสมก่อนปลูกมันสำปะหลัง

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีบางประการของดินผสมก่อนปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5 ที่ได้รับการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตรา 0, 5, 10, 15, 20 และ 25% ของน้ำหนักดิน แสดงไว้ในตารางที่ 5 ผลการทดลองพบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (EC_d) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) ค่าเปอร์เซ็นต์โซเดียมแลกเปลี่ยนได้ (ESP) อัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (SAR) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) ปริมาณโพแทสเซียม โซเดียม แคลเซียม และแมกนีเซียมแลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K, Na, Ca และ Mg) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติในทุกค่ารับการทดลอง โดยค่ารับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ 25% ของน้ำหนักดิน ให้ค่า pH ของดินเท่ากับ 8.92 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินเท่ากับ 0.93 dS m⁻¹ ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนเท่ากับ 19.82 cmol kg⁻¹ ค่าเปอร์เซ็นต์โซเดียมแลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 37.47 อัตราส่วนการดูดซับโซเดียมเท่ากับ 23.18 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 10.93 mg kg⁻¹ ปริมาณโพแทสเซียม โซเดียม แคลเซียม และแมกนีเซียมแลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 79.28, 2052.00, 150.75 และ 24.13 mg kg⁻¹ ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าค่ารับควบคุมหรือค่ารับที่ไม่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ โดยมีค่า pH ของดินเท่ากับ 4.56 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินเท่ากับ 0.22 dS m⁻¹ ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนเท่ากับ 3.97 cmol kg⁻¹ ค่าเปอร์เซ็นต์โซเดียมแลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 1.92 อัตราส่วนการดูดซับโซเดียมเท่ากับ 0.30 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 8.69 mg kg⁻¹ ปริมาณโพแทสเซียม โซเดียม แคลเซียม และแมกนีเซียมแลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 20.95, 16.08, 36.06 และ 4.99 mg kg⁻¹ ตามลำดับ ส่วนปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) พบว่า ค่ารับควบคุมหรือค่ารับที่ไม่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 1.26% เมื่อ

เปรียบเทียบกับตำรับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ 5, 10, 15, 20 และ 25% ของน้ำหนักดิน ซึ่งให้ค่าปริมาณอินทรียวัตถุในดินเท่ากับ 1.20, 1.00, 0.84, 0.83 และ 0.83% ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ ต่อสมบัติทางเคมีบางประการของดินก่อนปลูก

| ตำรับการทดลอง | โซเดียมเบนทอไนต์ ของน้ำหนักดิน (%) | สมบัติของดิน | | | | | |
|---------------|---------------------------------------|----------------------|--|----------------------|---------------------------------|----------------------|----------------------|
| | | pH (1:5) | EC _e (dS m ⁻¹) | OM (%) | CEC (cmol kg ⁻¹) | ESP (%) | SAR |
| T1 | 0 | 4.56 e ^{1/} | 0.22 c ^{1/} | 1.26 a ^{1/} | 3.97 e ^{1/} | 1.92 d ^{1/} | 0.30 d ^{1/} |
| T2 | 5 | 7.50 d | 0.73 b | 1.20 a | 7.55 d | 17.42 c | 20.40 c |
| T3 | 10 | 8.47 c | 0.80 b | 1.00 b | 10.94 c | 30.41 b | 21.47 bc |
| T4 | 15 | 8.68 b | 0.80 b | 0.84 c | 11.85 b | 34.72 a | 22.03 ab |
| T5 | 20 | 8.85 ab | 0.89 a | 0.83 c | 19.71 a | 36.83 a | 22.71 a |
| T6 | 25 | 8.92 a | 0.93 a | 0.83 c | 19.82 a | 37.47 a | 23.18 a |
| | F-Test | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| | CV (%) | 20.22 | 23.71 | 18.78 | 29.04 | 20.63 | 25.63 |

หมายเหตุ ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99 %

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test

ตารางที่ 5 (ต่อ)

| ตำรับการทดลอง | โซเดียมเบนทอไนต์ ของน้ำหนักรากดิน (%) | สมบัติของดิน | | | | |
|---------------|--|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| | | Avai. P (mg kg ⁻¹) | Exch. K (mg kg ⁻¹) | Exch. Na (mg kg ⁻¹) | Exch. Ca (mg kg ⁻¹) | Exch. Mg (mg kg ⁻¹) |
| T1 | 0 | 8.69 b ^{1/} | 20.95 c ^{1/} | 16.08 e ^{1/} | 36.06 f ^{1/} | 4.99 f ^{1/} |
| T2 | 5 | 10.48 a | 24.04 c | 317.79 d | 38.57 e | 8.13 e |
| T3 | 10 | 10.54 a | 53.54 b | 814.31 c | 71.67 d | 14.89 d |
| T4 | 15 | 10.57 a | 58.22 b | 1157.86 b | 83.08 c | 17.30 c |
| T5 | 20 | 10.84 a | 74.64 a | 1967.75 a | 129.80 b | 21.72 b |
| T6 | 25 | 10.93 a | 79.28 a | 2052.00 a | 150.75 a | 24.13 a |
| | F-Test | ** | ** | ** | ** | ** |
| | CV (%) | 8.58 | 24.98 | 24.99 | 22.00 | 26.38 |

หมายเหตุ ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99 %

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test

2.1.2 ความสูง

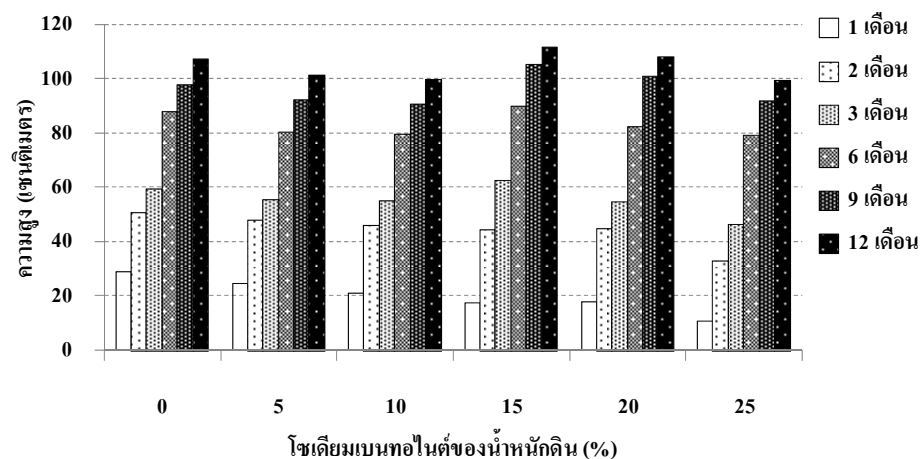
ผลของการจัดการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของมันสำปะหลังที่ได้รับการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในดินอัตรา 0, 5, 10, 15, 20 และ 25% ของน้ำหนักดิน แสดงไว้ในตารางที่ 6 และภาพที่ 9 ผลการทดลองพบว่า ความสูงของมันสำปะหลังที่อายุ 1 และ 3 เดือน มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยดำรับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ 25% ของน้ำหนักดิน ให้ค่าความสูงน้อยที่สุดเท่ากับ 10.50 และ 46.25 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนความสูงของมันสำปะหลังที่อายุ 2, 6, 9 และ 12 เดือน พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกดำรับการทดลอง โดยการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ 25% ของน้ำหนักดิน มีแนวโน้มทำให้ค่าความสูงน้อยกว่าดำรับควบคุม (ดำรับที่ไม่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนด์) ในทุกช่วงอายุที่ทำการตรวจวัด ส่วนดำรับการทดลองที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ 5, 10, 15 และ 20% ของน้ำหนักดิน พบว่า ดำรับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ 15% ของน้ำหนักดิน มีแนวโน้มให้ค่าความสูงของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน มากที่สุดเท่ากับ 111.38 เซนติเมตร

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า เมื่อมันสำปะหลังมีอายุมากขึ้นอิทธิพลของการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ต่อความสูงจะลดลง กล่าวคือ เมื่อมันสำปะหลังมีอายุ 1 เดือน ต้นที่ได้รับการใส่โซเดียมเบนทอไนด์สูงสุดจะเตี้ยกว่าต้นที่ปลูกในดินที่ไม่ใส่โซเดียมเบนทอไนด์เท่ากับ 18.25 เซนติเมตร และเมื่อมันสำปะหลังอายุ 12 เดือน ต้นที่ได้รับการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ 25% ของน้ำหนักดิน จะเตี้ยกว่าต้นที่ปลูกในดินที่ไม่ใส่โซเดียมเบนทอไนด์ เท่ากับ 7.75 เซนติเมตร

ตารางที่ 6 ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในดินอัตราต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของมันสำปะหลังที่อายุ 1, 2, 3, 6, 9 และ 12 เดือนหลังปลูก

| ตำรับการทดลอง | โซเดียมเบนทอไนด์ของน้ำหมักคิน (%) | ความสูง (เซนติเมตร) | | | | | |
|---------------|-----------------------------------|-----------------------|---------|-----------------------|---------|---------|----------|
| | | 1 เดือน | 2 เดือน | 3 เดือน | 6 เดือน | 9 เดือน | 12 เดือน |
| T1 | 0 | 28.75 a ^{1/} | 50.38 | 59.25 a ^{1/} | 87.75 | 97.75 | 107.00 |
| T2 | 5 | 24.50 ab | 47.63 | 55.38 ab | 80.25 | 92.25 | 101.25 |
| T3 | 10 | 20.94 ab | 45.88 | 55.00 ab | 79.38 | 90.38 | 99.63 |
| T4 | 15 | 17.38 bc | 44.13 | 62.50 a | 89.75 | 105.25 | 111.38 |
| T5 | 20 | 17.88 bc | 44.63 | 54.50 ab | 82.25 | 101.00 | 108.00 |
| T6 | 25 | 10.50 c | 32.88 | 46.25 b | 79.00 | 91.75 | 99.25 |
| | F-Test | ** | ns | * | ns | ns | ns |
| | CV (%) | 37.69 | 19.61 | 13.86 | 11.96 | 13.32 | 14.37 |

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 %
 ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99 %
^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test



ภาพที่ 9 ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในดินอัตราต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของมันสำปะหลังที่อายุ 1, 2, 3, 6, 9 และ 12 เดือนหลังปลูก

2.1.3 น้ำหนักสด และดัชนีการเก็บเกี่ยว

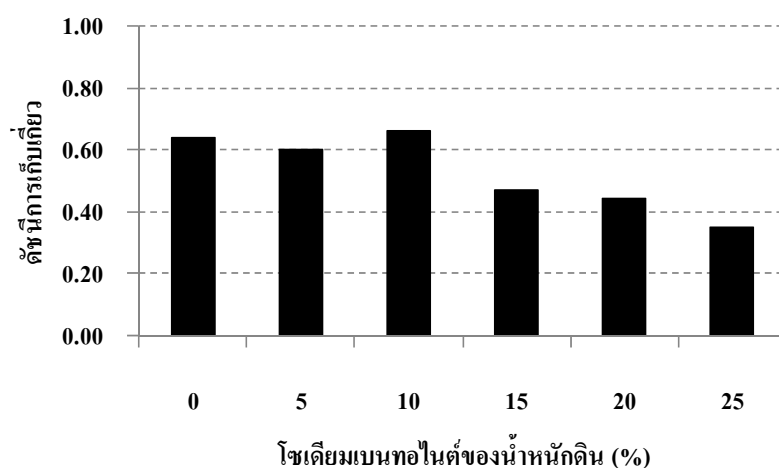
ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในดินต่อน้ำหนักสดส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน แสดงไว้ในตารางที่ 7 ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักสดส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยดำรับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในดินอัตรา 15 และ 20% ของน้ำหนักดิน มีผลทำให้น้ำหนักสดส่วนเหนือดินมากที่สุด และมีค่าใกล้เคียงกันเท่ากับ 188.33 และ 188.50 กรัม ตามลำดับ และมากกว่าดำรับควบคุม (ดำรับที่ไม่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนด์) ซึ่งให้ค่าน้ำหนักสดส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังเท่ากับ 61.46 กรัม ส่วนน้ำหนักสดส่วนหัวของมันสำปะหลัง พบว่า ดำรับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ 10% ของน้ำหนักดิน ให้ค่าน้ำหนักสดส่วนหัวเท่ากับ 240.21 กรัม ซึ่งมากกว่าดำรับควบคุม และดำรับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในดินอัตรา 5, 15, 20 และ 25% ของน้ำหนักดิน ซึ่งให้ค่าน้ำหนักสดส่วนหัวของมันสำปะหลังเท่ากับ 109.15, 167.58, 136.04, 113.10 และ 87.14 กรัม ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในดินอัตรา 0, 5, 10, 15, 20 และ 25% ของน้ำหนักดิน ต่อค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน แสดงไว้ในตารางที่ 7 และภาพที่ 10 ผลการทดลองพบว่า การใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในดินแต่ละอัตรา มีผลทำให้ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลังแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดำรับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ 10% ของน้ำหนักดิน ให้ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวมากที่สุดเท่ากับ 0.66 และมีค่าใกล้เคียงกับดำรับควบคุมและดำรับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ 5% ของน้ำหนักดิน ซึ่งให้ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลังเท่ากับ 0.64 และ 0.60 ตามลำดับ ส่วนดำรับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ 15, 20 และ 25% ของน้ำหนักดิน ให้ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลังเท่ากับ 0.47, 0.44 และ 0.35 ตามลำดับ

ตารางที่ 7 ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในดินอัตราต่างๆ ต่อน้ำหนักสดและค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน

| ดำรับการทดลอง | โซเดียมเบนทอไนด์ของน้ำหนักรากดิน (%) | น้ำหนักสด (กรัม/ต้น) | | ดัชนีการเก็บเกี่ยว |
|---------------|--------------------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|
| | | ส่วนเหนือดิน | ส่วนหัว | |
| T1 | 0 | 61.46 b ^{1/} | 109.15 b ^{1/} | 0.64 a ^{1/} |
| T2 | 5 | 102.27 b | 167.58 ab | 0.60 ab |
| T3 | 10 | 120.67 ab | 240.21 a | 0.66 a |
| T4 | 15 | 188.33 a | 136.04 ab | 0.47 bc |
| T5 | 20 | 188.50 a | 113.10 b | 0.44 c |
| T6 | 25 | 104.73 b | 87.14 b | 0.35 c |
| F-Test | | ** | * | ** |
| CV (%) | | 28.97 | 25.00 | 28.56 |

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 %
 ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99 %
^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test



ภาพที่ 10 ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ ต่อค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวของ
มันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน

2.1.4 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในส่วนเหนือดิน และส่วนหัวของมันสำปะหลัง

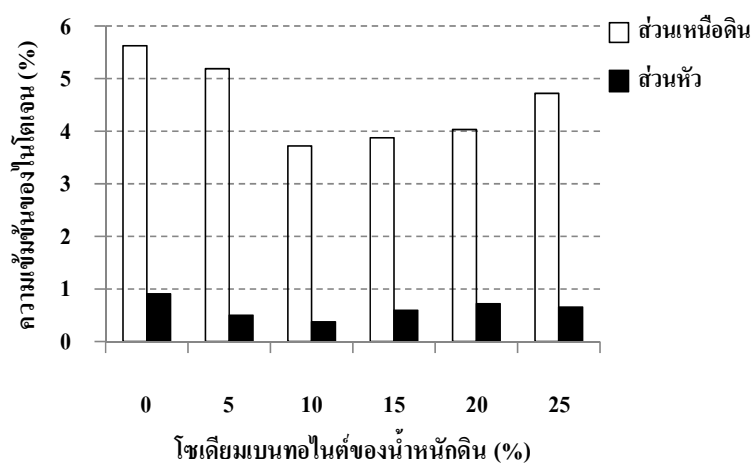
ก. ไนโตรเจน

ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตรา 0, 5, 10, 15, 20 และ 25% ของน้ำหนักดิน ต่อความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน แสดงไว้ในตารางที่ 8 และภาพที่ 11 ผลการทดลองพบว่า ความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยดำรับที่ไม่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ (ดำรับควบคุม) และดำรับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ 5% ของน้ำหนักดิน ให้ค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินเท่ากับ 5.62 และ 5.19% ตามลำดับ และมากกว่าดำรับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ 10, 15, 20 และ 25% ของน้ำหนักดิน ซึ่งให้ค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินเท่ากับ 3.71, 3.86, 4.02 และ 4.73% ตามลำดับ ส่วนความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนหัวของมันสำปะหลัง พบว่า ดำรับที่ไม่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์หรือดำรับควบคุมให้ค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนมากที่สุดเท่ากับ 0.90% เมื่อเปรียบเทียบกับดำรับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ 5, 10, 15, 20 และ 25% ของน้ำหนักดิน ซึ่งให้ค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนหัวของมันสำปะหลังเท่ากับ 0.49, 0.39, 0.58, 0.73 และ 0.67% ตามลำดับ

ตารางที่ 8 ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในดินอัตราต่างๆ ต่อความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนเนื้อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน

| ตำรับการทดลอง | โซเดียมเบนทอไนด์ของน้ำหนักรากดิน (%) | ความเข้มข้นของไนโตรเจน (%) | |
|---------------|--------------------------------------|----------------------------|----------------------|
| | | ส่วนเนื้อดิน | ส่วนหัว |
| T1 | 0 | 5.62 a ^{1/} | 0.90 a ^{1/} |
| T2 | 5 | 5.19 a | 0.49 b |
| T3 | 10 | 3.71 b | 0.39 b |
| T4 | 15 | 3.86 b | 0.58 ab |
| T5 | 20 | 4.02 b | 0.73 ab |
| T6 | 25 | 4.73 ab | 0.67 ab |
| F-Test | | ** | * |
| CV (%) | | 20.74 | 21.01 |

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 %
 ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99 %
^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test



ภาพที่ 11 ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในดินอัตราต่างๆ ต่อความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน

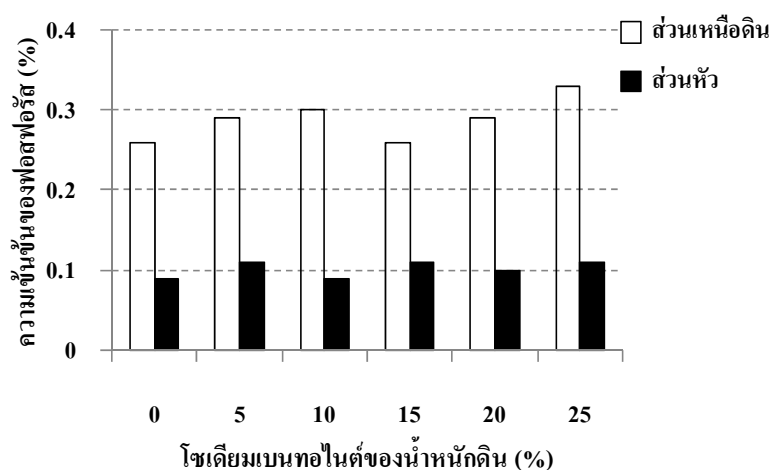
ข. ฟอสฟอรัส

ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในดินอัตรา 0, 5, 10, 15, 20 และ 25% ของน้ำหนักดิน ต่อความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน แสดงไว้ในตารางที่ 9 และภาพที่ 12 ผลการทดลองพบว่า ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยดำรับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ 25% ของน้ำหนักดิน มีแนวโน้มทำให้ค่าความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินมากที่สุดเท่ากับ 0.33% และมากกว่าดำรับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ 0, 5, 10, 15 และ 20% ของน้ำหนักดิน ส่วนความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในส่วนหัวของมันสำปะหลังในทุกดำรับการทดลองให้ค่าความเข้มข้นของฟอสฟอรัสใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 9 ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในดินอัตราต่างๆ ต่อความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในส่วนเนื้อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน

| ตัวรับการทดลอง | โซเดียมเบนทอไนด์ของน้ำหนักรากดิน (%) | ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส (%) | |
|----------------|--------------------------------------|----------------------------|---------|
| | | ส่วนเนื้อดิน | ส่วนหัว |
| T1 | 0 | 0.26 | 0.09 |
| T2 | 5 | 0.29 | 0.11 |
| T3 | 10 | 0.30 | 0.09 |
| T4 | 15 | 0.26 | 0.11 |
| T5 | 20 | 0.29 | 0.10 |
| T6 | 25 | 0.33 | 0.11 |
| F-Test | | ns | ns |
| CV (%) | | 23.15 | 15.12 |

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



ภาพที่ 12 ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในดินอัตราต่างๆ ต่อความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในส่วนเนื้อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน

ค. โพลีเอสเตอร์

จากตารางที่ 10 และภาพที่ 13 แสดงผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในดินอัตราต่างๆ ต่อความเข้มข้นของโพลีเอสเตอร์ในส่วนเนื้อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน ผลการทดลองพบว่า ความเข้มข้นของโพลีเอสเตอร์ในส่วนเนื้อดินของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดำรับที่ไม่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ (ดำรับควบคุม) และดำรับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ 5% ของน้ำหนักดิน ให้ค่าความเข้มข้นของโพลีเอสเตอร์ในเนื้อดินใกล้เคียงกันเท่ากับ 4.75 และ 4.67% ตามลำดับ และมีความเข้มข้นของโพลีเอสเตอร์ในเนื้อดินต่ำกว่า 10, 15, 20 และ 25% ของน้ำหนักดิน ซึ่งให้ค่าความเข้มข้นของโพลีเอสเตอร์ในเนื้อดินเท่ากับ 3.40, 3.43, 3.73 และ 4.06% ตามลำดับ ส่วนความเข้มข้นของโพลีเอสเตอร์ในส่วนหัวของมันสำปะหลัง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยดำรับที่ไม่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ (ดำรับควบคุม) มีแนวโน้มทำให้ค่าความเข้มข้นของโพลีเอสเตอร์มากที่สุดเท่ากับ 2.08% เมื่อเปรียบเทียบกับดำรับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ 5, 10, 15, 20 และ 25% ของน้ำหนักดิน ซึ่งให้ค่าความเข้มข้นของโพลีเอสเตอร์ในส่วนหัวของมันสำปะหลังเท่ากับ 2.07, 1.53, 1.49, 1.63 และ 1.85% ตามลำดับ

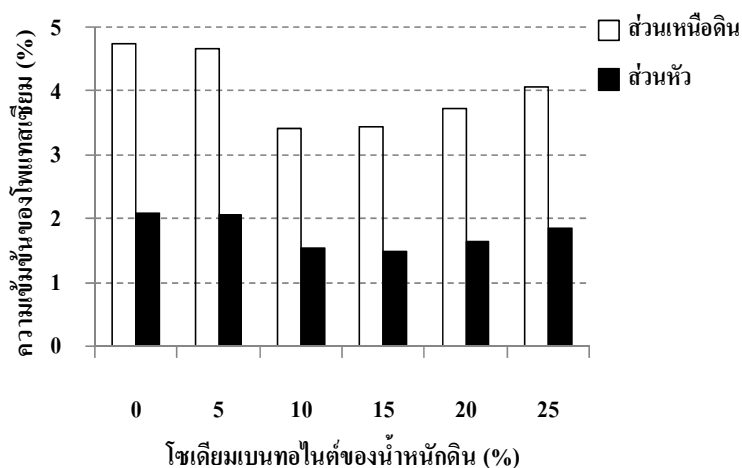
ตารางที่ 10 ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ ต่อความเข้มข้นของโพแทสเซียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน

| ตำรับการทดลอง | โซเดียมเบนทอไนต์ของน้ำหมักดิน (%) | ความเข้มข้นของโพแทสเซียม (%) | |
|---------------|-----------------------------------|------------------------------|---------|
| | | ส่วนเหนือดิน | ส่วนหัว |
| T1 | 0 | 4.75 a ^L | 2.08 |
| T2 | 5 | 4.67 a | 2.07 |
| T3 | 10 | 3.40 c | 1.53 |
| T4 | 15 | 3.43 c | 1.49 |
| T5 | 20 | 3.73 bc | 1.63 |
| T6 | 25 | 4.06 b | 1.85 |
| F-Test | | ** | ns |
| CV (%) | | 15.62 | 25.33 |

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99 %

^L ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test



ภาพที่ 13 ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในดินอัตราต่างๆ ต่อความเข้มข้นของโพแทสเซียมใน
ส่วนเนื้อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน

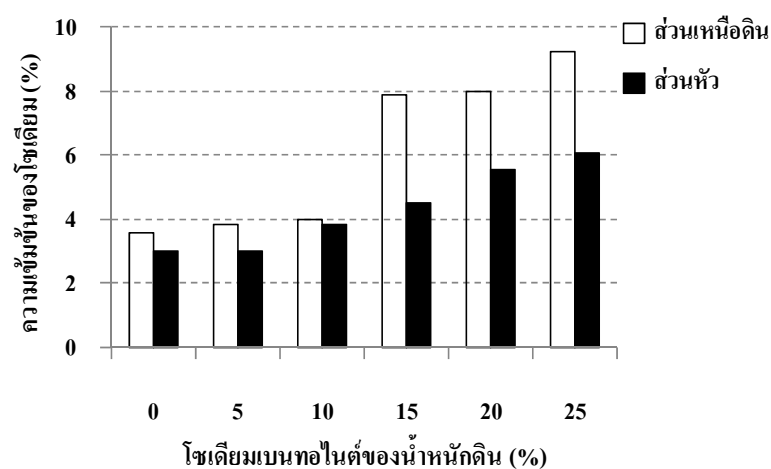
ง. โซเดียม

จากตารางที่ 11 และภาพที่ 14 แสดงผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในดินอัตรา 0, 5, 10, 15, 20 และ 25% ของน้ำหนักดิน ต่อความเข้มข้นของโซเดียมในส่วนเนื้อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน ผลการทดลองพบว่า ความเข้มข้นของโซเดียมในส่วนเนื้อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยดำรับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ 25% ของน้ำหนักดิน ให้ค่าความเข้มข้นของโซเดียมในส่วนเนื้อดินมากที่สุด เท่ากับ 9.23% และมีค่าใกล้เคียงกับดำรับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ 15 และ 20% ของน้ำหนักดิน ซึ่งให้ค่าความเข้มข้นของโซเดียมในส่วนเนื้อดินเท่ากับ 7.89 และ 7.98% ตามลำดับ ส่วนความเข้มข้นของโซเดียมในส่วนหัวของมันสำปะหลังมีผลไปในทำนองเดียวกันกับความเข้มข้นของโซเดียมในส่วนเนื้อดิน กล่าวคือ ดำรับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ 25% ของน้ำหนักดิน ให้ค่าความเข้มข้นของโซเดียมในส่วนหัวของมันสำปะหลังมากที่สุด เท่ากับ 6.08% และมีค่าใกล้เคียงกับดำรับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ 20% ของน้ำหนักดิน ซึ่งให้ค่าความเข้มข้นของโซเดียมเท่ากับ 5.55% เมื่อเปรียบเทียบกับดำรับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ 0, 5, 10 และ 15% ของน้ำหนักดิน ซึ่งให้ค่าความเข้มข้นของโซเดียมในส่วนหัวของมันสำปะหลังเท่ากับ 3.00, 3.02, 3.83 และ 4.52% ตามลำดับ

ตารางที่ 11 ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในดินอัตราต่างๆ ต่อความเข้มข้นของโซเดียมในส่วนเหนื่อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน

| ตำรับการทดลอง | โซเดียมเบนทอไนด์ของน้ำหมักดิน (%) | ความเข้มข้นของโซเดียม (%) | |
|---------------|-----------------------------------|---------------------------|---------------------|
| | | ส่วนเหนื่อดิน | ส่วนหัว |
| T1 | 0 | 3.58 b ^L | 3.00 c ^L |
| T2 | 5 | 3.86 b | 3.02 c |
| T3 | 10 | 4.01 b | 3.83 bc |
| T4 | 15 | 7.89 a | 4.52 b |
| T5 | 20 | 7.98 a | 5.55 a |
| T6 | 25 | 9.23 a | 6.08 a |
| F-Test | | ** | ** |
| CV (%) | | 21.13 | 29.29 |

หมายเหตุ ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99 %
^L ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test



ภาพที่ 14 ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในดินอัตราต่างๆ ต่อความเข้มข้นของโซเดียมใน
ส่วนเนื้อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน

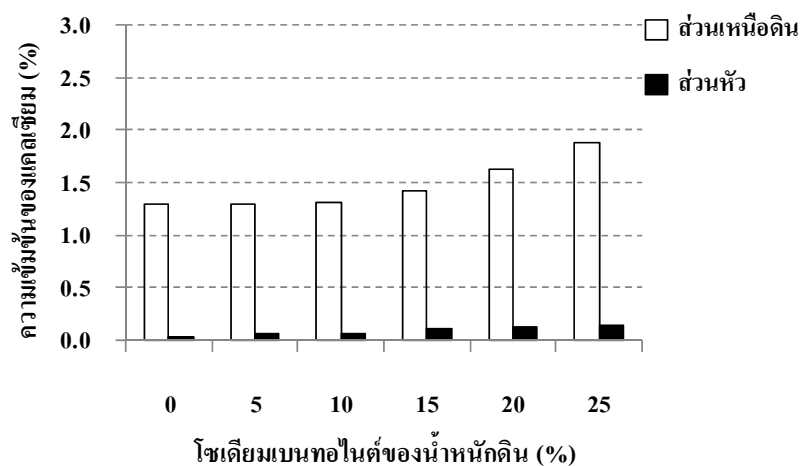
จ. แคลเซียม

ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในดินอัตรา 0, 5, 10, 15, 20 และ 25% ของน้ำหนักดิน ต่อความเข้มข้นของแคลเซียมในส่วนเนื้อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน แสดงไว้ในตารางที่ 12 และภาพที่ 15 ผลการทดลองพบว่า ความเข้มข้นของแคลเซียมในส่วนเนื้อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยดำรับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ 25% ของน้ำหนักดิน มีแนวโน้มทำให้ค่าความเข้มข้นของแคลเซียมในส่วนเนื้อดินมากที่สุดเท่ากับ 1.88% เมื่อเปรียบเทียบกับดำรับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ 0, 5, 10, 15 และ 20% ของน้ำหนักดิน ซึ่งให้ค่าความเข้มข้นของแคลเซียมในส่วนเนื้อดินของมันสำปะหลังเท่ากับ 1.29, 1.30, 1.31, 1.42 และ 1.62% ตามลำดับ ส่วนความเข้มข้นของแคลเซียมในส่วนหัวของมันสำปะหลัง พบว่า ดำรับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ 25% ของน้ำหนักดิน มีแนวโน้มทำให้ค่าความเข้มข้นของแคลเซียมในส่วนหัวเท่ากับ 0.14% และมากกว่าดำรับควบคุมหรือดำรับที่ไม่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ ซึ่งให้ค่าความเข้มข้นของแคลเซียมในส่วนหัวเท่ากับ 0.03%

ตารางที่ 12 ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในดินอัตราต่างๆ ต่อความเข้มข้นของแคลเซียมในส่วนเนื้อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน

| ตัวรับการทดลอง | โซเดียมเบนทอไนด์ของน้ำหนักรากดิน (%) | ความเข้มข้นของแคลเซียม (%) | |
|----------------|--------------------------------------|----------------------------|---------|
| | | ส่วนเนื้อดิน | ส่วนหัว |
| T1 | 0 | 1.29 | 0.03 |
| T2 | 5 | 1.30 | 0.06 |
| T3 | 10 | 1.31 | 0.07 |
| T4 | 15 | 1.42 | 0.11 |
| T5 | 20 | 1.62 | 0.12 |
| T6 | 25 | 1.88 | 0.14 |
| F-Test | | ns | ns |
| CV (%) | | 27.79 | 20.33 |

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



ภาพที่ 15 ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ ต่อความเข้มข้นของแคลเซียมในส่วนเนื้อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน

2.1.5 ปริมาณสะสมของธาตุอาหารในส่วนเนื้อดิน และส่วนหัวของมันสำปะหลัง

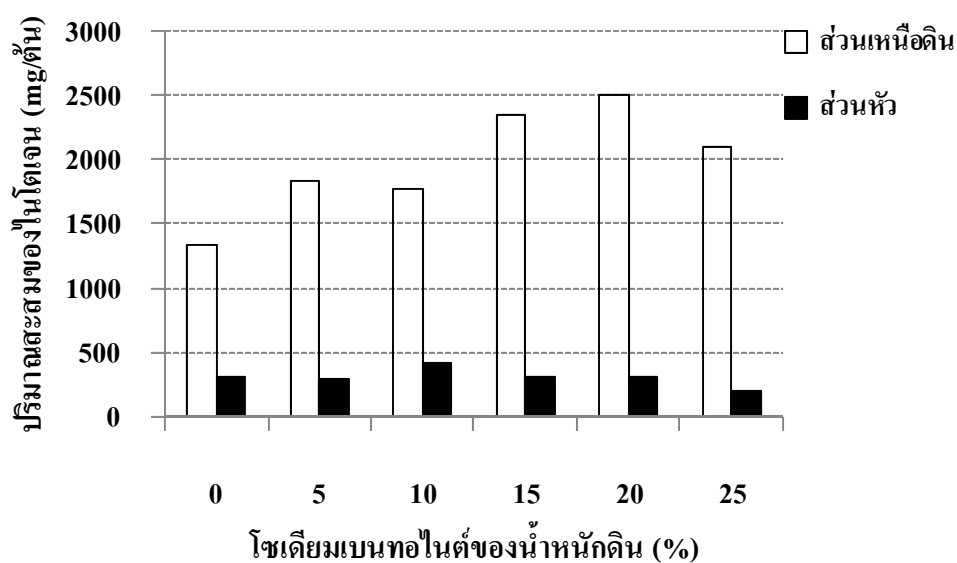
ก. ไนโตรเจน

ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตรา 0, 5, 10, 15, 20 และ 25% ของน้ำหนักดิน ต่อปริมาณสะสมของไนโตรเจนในส่วนเนื้อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน แสดงไว้ในตารางที่ 13 และภาพที่ 16 ผลการทดลองพบว่า ปริมาณสะสมของไนโตรเจนในส่วนเนื้อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกตัวรับการทดลอง โดยตัวควบคุมหรือตัวที่ไม่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์มีแนวโน้มทำให้ปริมาณสะสมของไนโตรเจนในส่วนเนื้อดินของมันสำปะหลังมีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 1337.62 มิลลิกรัม/ต้น เมื่อเปรียบเทียบกับตัวที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ 5, 10, 15, 20 และ 25% ของน้ำหนักดิน ส่วนปริมาณสะสมของไนโตรเจนในส่วนหัวของมันสำปะหลัง พบว่า ตัวที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ 25% ของน้ำหนักดิน มีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 198.00 มิลลิกรัม/ต้น เมื่อเปรียบเทียบกับตัวที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ 0, 5, 10, 15 และ 20% ของน้ำหนักดิน

ตารางที่ 13 ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ ต่อปริมาณสะสมของไนโตรเจน
ในส่วนเนื้อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน

| ตำรับการทดลอง | โซเดียมเบนทอไนต์ ของน้ำหนักรากดิน (%) | ปริมาณสะสมของไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ต้น) | |
|---------------|--|---------------------------------------|---------|
| | | ส่วนเนื้อดิน | ส่วนหัว |
| T1 | 0 | 1337.62 | 315.03 |
| T2 | 5 | 1832.48 | 296.72 |
| T3 | 10 | 1769.37 | 419.11 |
| T4 | 15 | 2354.40 | 307.19 |
| T5 | 20 | 2506.08 | 304.29 |
| T6 | 25 | 2097.24 | 198.00 |
| | F-Test | ns | ns |
| | CV (%) | 21.88 | 24.00 |

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



ภาพที่ 16 ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในดินอัตราต่างๆ ต่อปริมาณสะสมของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน

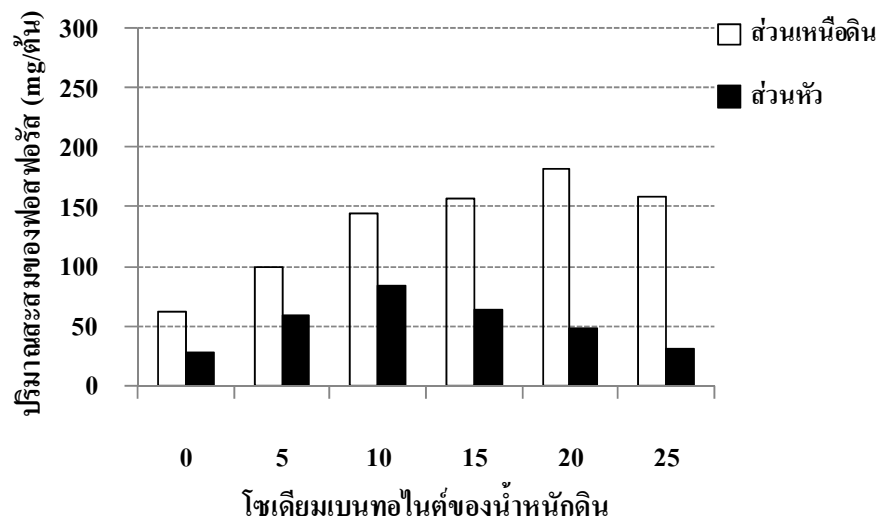
ข. ฟอสฟอรัส

ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในดินอัตรา 0, 5, 10, 15, 20 และ 25% ของน้ำหนักดิน ต่อปริมาณสะสมของฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน แสดงไว้ในตารางที่ 14 และภาพที่ 17 ผลการทดลองพบว่า ปริมาณสะสมของฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกตำรับการทดลอง โดยตำรับควบคุมหรือตำรับที่ไม่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนด์มีแนวโน้มทำให้ปริมาณสะสมของฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินมีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 62.27 มิลลิกรัม/ตัน เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ 5, 10, 15, 20 และ 25% ของน้ำหนักดิน ส่วนปริมาณสะสมของฟอสฟอรัสในส่วนหัวของมันสำปะหลัง พบว่า ในทุกตำรับการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตำรับควบคุมให้ปริมาณสะสมของฟอสฟอรัสในส่วนหัวน้อยที่สุดเท่ากับ 27.57 มิลลิกรัม/ตัน เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ 5, 10, 15, 20 และ 25% ของน้ำหนักดิน ซึ่งให้ปริมาณสะสมของฟอสฟอรัสในส่วนหัวเท่ากับ 59.06, 83.47, 63.55, 47.82 และ 31.62 มิลลิกรัม/ตัน ตามลำดับ

ตารางที่ 14 ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในดินอัตราต่างๆ ต่อปริมาณสะสมของฟอสฟอรัส
ในส่วนเนื้อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน

| ตำรับการทดลอง | โซเดียมเบนทอไนด์ ของน้ำหนักรากดิน (%) | ปริมาณสะสมของฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/ต้น) | |
|---------------|--|---------------------------------------|-----------------------|
| | | ส่วนเนื้อดิน | ส่วนหัว |
| T1 | 0 | 62.27 | 27.57 c ^{1/} |
| T2 | 5 | 98.72 | 59.06 abc |
| T3 | 10 | 145.06 | 83.47 a |
| T4 | 15 | 156.66 | 63.55 ab |
| T5 | 20 | 182.47 | 47.82 bc |
| T6 | 25 | 158.77 | 31.62 bc |
| | F-Test | ns | * |
| | CV (%) | 29.98 | 22.50 |

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 %
^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test



ภาพที่ 17 ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ ต่อปริมาณสะสมของฟอสฟอรัสในส่วนเนื้อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน

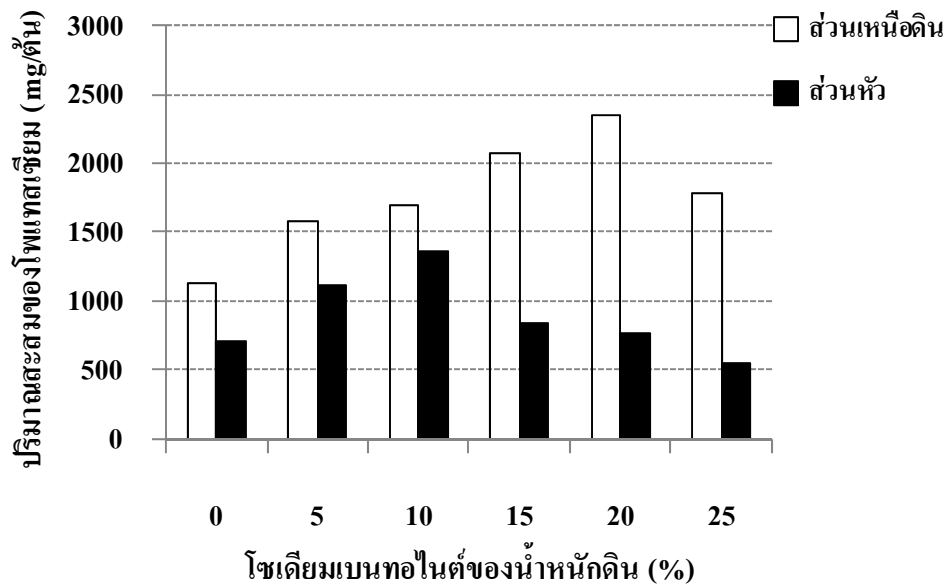
ก. โปแตสเซียม

จากตารางที่ 15 และภาพที่ 18 แสดงผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ ต่อปริมาณสะสมของโปแตสเซียมในส่วนเนื้อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน ผลการทดลองพบว่า ปริมาณสะสมของโปแตสเซียมในส่วนเนื้อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกคำรับการทดลอง โดยคำรับควบคุมหรือคำรับที่ไม่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์มีแนวโน้มทำให้ปริมาณสะสมของโปแตสเซียมในส่วนเนื้อดินของมันสำปะหลังมีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 1128.20 มิลลิกรัม/ตัน เมื่อเปรียบเทียบกับคำรับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ 5, 10, 15, 20 และ 25% ของน้ำหนักรดิน ส่วนปริมาณสะสมของโปแตสเซียมในส่วนหัวของมันสำปะหลังมีผลไปในทำนองเดียวกันกับปริมาณสะสมของโปแตสเซียมในส่วนเนื้อดิน กล่าวคือ คำรับควบคุมมีแนวโน้มทำให้ปริมาณสะสมของโปแตสเซียมในส่วนหัวของมันสำปะหลังมีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 712.98 มิลลิกรัม/ตัน เมื่อเปรียบเทียบกับคำรับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ 0, 5, 10, 15 และ 20% ของน้ำหนักรดิน

ตารางที่ 15 ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ ต่อปริมาณสะสมของโพแทสเซียมในส่วนเนื้อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน

| ตำรับการทดลอง | โซเดียมเบนทอไนต์ ของน้ำหนักรากดิน (%) | ปริมาณสะสมของโพแทสเซียม (มิลลิกรัม/ต้น) | |
|---------------|--|---|---------|
| | | ส่วนเนื้อดิน | ส่วนหัว |
| T1 | 0 | 1128.20 | 712.98 |
| T2 | 5 | 1580.48 | 1119.54 |
| T3 | 10 | 1694.10 | 1366.40 |
| T4 | 15 | 2079.04 | 841.52 |
| T5 | 20 | 2346.12 | 770.67 |
| T6 | 25 | 1783.87 | 544.22 |
| | F-Test | ns | ns |
| | CV (%) | 21.26 | 21.95 |

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



ภาพที่ 18 ผลของการใส่โพแทสเซียมเบนทอนไนต์ในดินอัตราต่างๆ ต่อปริมาณสะสมของโพแทสเซียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน

ง. โพแทสเซียม

จากตารางที่ 16 และภาพที่ 19 แสดงผลของการใส่โพแทสเซียมเบนทอนไนต์ในดินอัตรา 0, 5, 10, 15, 20 และ 25% ของน้ำหมักดิน ต่อปริมาณสะสมของโพแทสเซียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน ผลการทดลองพบว่า ปริมาณสะสมของโพแทสเซียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยดำรับที่มีการใส่โพแทสเซียมเบนทอนไนต์ 15-25% ของน้ำหมักดิน ให้ปริมาณสะสมของโพแทสเซียมในส่วนเหนือดินมากที่สุดและใกล้เคียงกันเท่ากับ 4908.27, 4890.06 และ 4098.71 มิลลิกรัม/ต้น ตามลำดับ ส่วนความเข้มข้นของโพแทสเซียมในส่วนหัวของมันสำปะหลัง พบว่า ดำรับควบคุมหรือดำรับที่ไม่มีการใส่โพแทสเซียมเบนทอนไนต์ทำให้ปริมาณสะสมของโพแทสเซียมในส่วนหัวของมันสำปะหลังมีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 981.30 มิลลิกรัม/ต้น เมื่อเปรียบเทียบกับดำรับที่มีการใส่โพแทสเซียมเบนทอนไนต์ 5, 10, 15, 20 และ 25% ของน้ำหมักดิน ซึ่งให้ปริมาณสะสมของโพแทสเซียมในส่วนหัวเท่ากับ 2188.18, 2831.33, 3344.05, 2135.03 และ 1642.10 มิลลิกรัม/ต้น ตามลำดับ

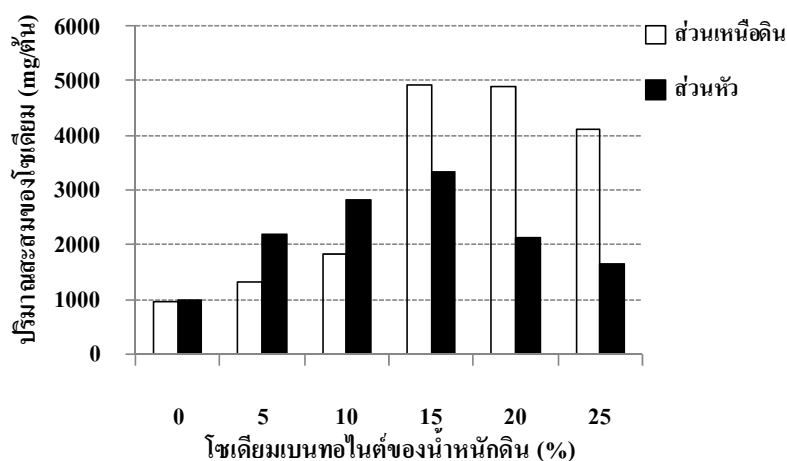
ตารางที่ 16 ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ ต่อปริมาณสะสมของโซเดียมในส่วนเนื้อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน

| ตำรับการทดลอง | โซเดียมเบนทอไนต์ ของน้ำหนักรากดิน (%) | ปริมาณสะสมของโซเดียม (มิลลิกรัม/ต้น) | |
|---------------|--|--------------------------------------|------------------------|
| | | ส่วนเนื้อดิน | ส่วนหัว |
| T1 | 0 | 958.22 b ^{1/} | 981.30 c ^{1/} |
| T2 | 5 | 1308.40 b | 2188.18 abc |
| T3 | 10 | 1827.27 b | 2831.33 ab |
| T4 | 15 | 4908.27 a | 3344.05 a |
| T5 | 20 | 4890.06 a | 2135.03 abc |
| T6 | 25 | 4098.71 a | 1642.10 bc |
| | F-Test | ** | * |
| | CV (%) | 29.96 | 24.11 |

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 %

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99 %

- ๑/ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test



ภาพที่ 19 ผลของการใส่โซเลียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ ต่อปริมาณสะสมของโซเลียมในส่วนเนื้อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน

จ. แคลเซียม

ผลของการใส่โซเลียมเบนทอไนต์ในดินอัตรา 0, 5, 10, 15, 20 และ 25% ของน้ำหนักรีด ต่อปริมาณสะสมของแคลเซียมในส่วนเนื้อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน แสดงไว้ในตารางที่ 17 และภาพที่ 20 ผลการทดลองพบว่า ปริมาณสะสมของแคลเซียมในส่วนเนื้อดินของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดำรับควบคุม (ดำรับที่ไม่มีการใส่โซเลียมเบนทอไนต์) และดำรับที่มีการใส่โซเลียมเบนทอไนต์ 5% ของน้ำหนักรีด มีผลทำให้ปริมาณสะสมของแคลเซียมในส่วนเนื้อดินมีค่าเท่ากับ 310.08 และ 428.56 มิลลิกรัม/ต้น ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าดำรับที่มีการใส่โซเลียมเบนทอไนต์ 25% ของน้ำหนักรีด (607.01 มิลลิกรัม/ต้น) ส่วนปริมาณสะสมของแคลเซียมในส่วนหัวของมันสำปะหลังไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติในทุกดำรับการทดลอง โดยพบว่าดำรับที่มีการใส่โซเลียมเบนทอไนต์ 25% ของน้ำหนักรีด มีแนวโน้มทำให้ปริมาณสะสมของแคลเซียมในส่วนหัวน้อยที่สุดเท่ากับ 21.31 มิลลิกรัม/ต้น เมื่อเปรียบเทียบกับดำรับที่มีการใส่โซเลียมเบนทอไนต์ 0, 5, 10, 15 และ 20% ของน้ำหนักรีด

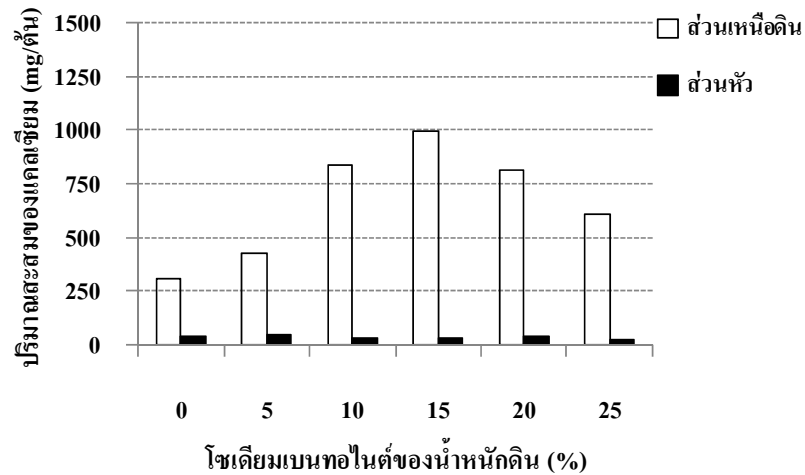
ตารางที่ 17 ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในดินอัตราต่างๆ ต่อปริมาณสะสมของแคลเซียมในส่วนเนื้อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน

| ตำรับการทดลอง | โซเดียมเบนทอไนด์ ของน้ำหนักรากดิน (%) | ปริมาณสะสมของแคลเซียม (มิลลิกรัม/ต้น) | |
|---------------|--|---------------------------------------|---------|
| | | ส่วนเนื้อดิน | ส่วนหัว |
| T1 | 0 | 310.08 c ^{1/} | 42.21 |
| T2 | 5 | 428.56 c | 49.17 |
| T3 | 10 | 837.74 ab | 28.48 |
| T4 | 15 | 993.92 a | 31.09 |
| T5 | 20 | 816.92 ab | 41.01 |
| T6 | 25 | 607.01 bc | 21.31 |
| | F-Test | ** | ns |
| | CV (%) | 28.22 | 23.43 |

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99 %

- U ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test



ภาพที่ 20 ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ ต่อปริมาณสะสมของแคลเซียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน

2.1.6 สมบัติดินผสมหลังปลูกมันสำปะหลัง

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีบางประการของดินหลังปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5 ที่ได้รับการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตรา 0, 5, 10, 15, 20 และ 25% ของน้ำหนักดิน แสดงไว้ในตารางที่ 18 ผลการทดลองพบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (EC_e) ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) ค่าเปอร์เซ็นต์โซเดียมแลกเปลี่ยนได้ (ESP) อัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (SAR) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) ปริมาณโพแทสเซียม โซเดียม แคลเซียม และแมกนีเซียมแลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K, Na, Ca และ Mg) มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยตำรับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ 25% ของน้ำหนักดิน ให้ค่า pH ของดินเท่ากับ 8.49 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินเท่ากับ 1.01 dS m^{-1} ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนเท่ากับ $23.55 \text{ cmol kg}^{-1}$ ค่าเปอร์เซ็นต์โซเดียมแลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 78.80 อัตราส่วนการดูดซับโซเดียมเท่ากับ 23.78 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 34.42 mg kg^{-1} ปริมาณโพแทสเซียม โซเดียม แคลเซียม และแมกนีเซียมแลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 153.37, 2618.58, 182.91 และ 25.08 mg kg^{-1} ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าตำรับควบคุมหรือตำรับที่ไม่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ โดยมีค่า pH ของดินเท่ากับ 4.60 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินเท่ากับ 0.36 dS m^{-1} ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนเท่ากับ 4.38

cmol kg⁻¹ ค่าเปอร์เซ็นต์โซเดียมแลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 3.76 อัตราส่วนการดูดซับโซเดียมเท่ากับ 7.99 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 23.31 mg kg⁻¹ ปริมาณโพแทสเซียม โซเดียม แคลเซียม และแมกนีเซียมแลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 51.20, 28.96, 20.72 และ 5.27 mg kg⁻¹ ตามลำดับ

ส่วนปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) ในทุกการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยควบคุม (การที่ไม่มีใส่โซเดียมเบนทอไนต์) มีแนวโน้มทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมากที่สุดเท่ากับ 1.67% เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ 5, 10, 15, 20 และ 25% ของน้ำหนักดิน ซึ่งให้ค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเท่ากับ 1.64, 1.61, 1.56, 1.44 และ 1.35% ตามลำดับ

ตารางที่ 18 ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ ต่อสมบัติทางเคมีบางประการของดินหลังปลูก

| การทดลอง | โซเดียมเบนทอไนต์ ของน้ำหนักดิน (%) | สมบัติของดิน | | | | | |
|----------|---------------------------------------|----------------------|--|-----------|---------------------------------|----------------------|----------------------|
| | | pH (1:5) | EC _c (dS m ⁻¹) | OM (%) | CEC (cmol kg ⁻¹) | ESP (%) | SAR |
| T1 | 0 | 4.60 e ^{1/} | 0.36 b ^{1/} | 1.67 | 4.38 f ^{1/} | 3.76 d ^{1/} | 7.99 b ^{1/} |
| T2 | 5 | 6.32 d | 0.68 ab | 1.64 | 8.94 e | 39.66 c | 18.80 a |
| T3 | 10 | 7.66 c | 0.54 ab | 1.61 | 13.75 d | 54.00 b | 21.33 a |
| T4 | 15 | 8.13 b | 0.57 ab | 1.56 | 14.57 c | 62.83 b | 21.49 a |
| T5 | 20 | 8.48 a | 0.73 ab | 1.44 | 22.34 b | 74.67 a | 22.07 a |
| T6 | 25 | 8.49 a | 1.01 a | 1.35 | 23.55 a | 78.80 a | 23.78 a |
| | F-Test | ** | * | ns | ** | ** | ** |
| | CV (%) | 19.88 | 28.55 | 13.50 | 20.89 | 20.68 | 27.75 |

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 %

- ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99 %
- ^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test

ตารางที่ 18 (ต่อ)

| ตำรับการทดลอง | โซเดียมเบนโทไนต์ ของน้ำหนักรากดิน (%) | สมบัติของดิน | | | | |
|---------------|--|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| | | Avai. P (mg kg ⁻¹) | Exch. K (mg kg ⁻¹) | Exch. Na (mg kg ⁻¹) | Exch. Ca (mg kg ⁻¹) | Exch. Mg (mg kg ⁻¹) |
| T1 | 0 | 23.31 d ^{1/} | 51.20 d ^{1/} | 28.96 f ^{1/} | 20.72 f ^{1/} | 5.27 f ^{1/} |
| T2 | 5 | 24.66 cd | 92.84 c | 628.55 e | 64.49 e | 11.22 e |
| T3 | 10 | 28.41 bcd | 140.31 b | 1084.75 d | 92.67 d | 14.54 d |
| T4 | 15 | 29.24 abc | 140.82 b | 1528.42 c | 129.27 c | 18.67 c |
| T5 | 20 | 31.41 ab | 149.45 ab | 2281.64 b | 143.68 b | 21.43 b |
| T6 | 25 | 34.42 a | 153.37 a | 2618.58 a | 182.91 a | 25.08 a |
| | F-Test | ** | ** | ** | ** | ** |
| | CV (%) | 17.09 | 21.71 | 28.06 | 21.78 | 22.45 |

หมายเหตุ ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99 %

- ^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test

2.2 การทดลองผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5

2.2.1 ความสูง

ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ 25% ของน้ำหนักดิน ต่อการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของมันสำปะหลังที่อายุ 1, 2, 3, 6, 9 และ 12 เดือนหลังปลูก เมื่อเปรียบเทียบกับดำรับควบคุม (ดำรับที่ไม่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์) แสดงไว้ในตารางที่ 19 และภาพที่ 21 ผลการทดลองพบว่า ความสูงของมันสำปะหลังในแต่ละดำรับการทดลองในช่วงอายุ 1-2 เดือนหลังปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยดำรับควบคุมหรือดำรับที่ไม่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ให้ค่าความสูงเท่ากับ 28.75 และ 50.38 เซนติเมตร ตามลำดับ และมากกว่ากลุ่มดำรับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ 25% ของน้ำหนักดิน ส่วนในช่วงมันสำปะหลังอายุ 3-12 เดือน พบว่าความสูงของมันสำปะหลังในทุกดำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยดำรับควบคุมหรือดำรับที่ไม่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ให้ค่าความสูงของมันสำปะหลังที่อายุ 3, 6, 9 และ 12 เดือน เท่ากับ 59.25, 87.75, 97.75 และ 107.00 เซนติเมตร ตามลำดับ และมีค่าใกล้เคียงกับกลุ่มดำรับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ 25% ของน้ำหนักดิน

เมื่อพิจารณาการใส่ยิปซัมในอัตรา 0GR, 1/4GR, 1/2GR และ 1GR ต่อการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของมันสำปะหลังที่อายุ 1, 2, 3, 6, 9 และ 12 เดือนหลังปลูก แสดงไว้ในตารางที่ 20 ผลการทดลองพบว่า ความสูงของมันสำปะหลังในทุกช่วงอายุของการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในช่วงอายุ 1-3 เดือนหลังปลูก การไม่ใส่ยิปซัม (0GR) มีแนวโน้มทำให้ค่าความสูงมากที่สุดเท่ากับ 17.83, 45.88 และ 58.23 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับ การใส่ยิปซัมในอัตรา 1/4GR, 1/2GR และ 1GR ส่วนในช่วงมันสำปะหลังที่อายุ 6-12 เดือนหลังปลูก พบว่า การใส่ยิปซัม 1GR มีแนวโน้มทำให้ค่าความสูงมากที่สุดเท่ากับ 87.62, 107.62 และ 117.87 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับ การใส่ยิปซัมในอัตรา 0GR, 1/4GR และ 1/2GR

เมื่อพิจารณาการใส่แกลบในอัตรา 0%, 0.5% และ 1.0% ของน้ำหนักดิน ต่อการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของมันสำปะหลัง แสดงไว้ในตารางที่ 20 ผลการทดลองพบว่า การใส่แกลบแต่ละอัตราทำให้ความสูงของมันสำปะหลังที่อายุ 3 เดือน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใส่แกลบในอัตรา 0.5% ของน้ำหนักดิน ให้ค่าความสูงของมันสำปะหลังมากที่สุดเท่ากับ 60.59 เซนติเมตร และมากกว่าการไม่ใส่แกลบ (0%) และการใส่แกลบในอัตรา 1.0% ของน้ำหนักดิน ซึ่งให้ค่าความสูงของมันสำปะหลังเท่ากับ 51.44 และ 52.30 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนความสูงของมันสำปะหลังในช่วงอายุ 1-2 เดือน และในช่วงอายุ 6-12 เดือนหลังปลูก พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่แกลบในอัตรา 0.5% ของน้ำหนักดิน มีแนวโน้มทำให้ค่าความสูงของมันสำปะหลังที่อายุ 2, 6, 9 และ 12 เดือน มากที่สุดเท่ากับ 43.89, 89.77, 107.56 และ 118.09 เซนติเมตร

ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างการใส่ยิปซัมรวมกับการใส่แกลบอัตราต่างๆ แสดงไว้ในตารางที่ 20 ผลการทดลองพบว่า ความสูงของมันสำปะหลังในช่วงอายุ 1-2 เดือนหลังปลูก มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยดำรับที่ไม่มีมีการใส่ยิปซัมและไม่มีการใส่แกลบ (T11) ให้ค่าความสูงมากที่สุดเท่ากับ 23.13 และ 47.38 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนความสูงของมันสำปะหลังในช่วงอายุ 3-12 เดือนหลังปลูก พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยดำรับที่มีการใส่ยิปซัม 1GR ร่วมกับการใส่แกลบ 0.5% ของน้ำหนักดิน มีแนวโน้มทำให้ค่าความสูงของมันสำปะหลังมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 72.00, 105.75, 126.00 และ 136.50 เซนติเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 19 ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ต่อการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของ
มันสำปะหลังที่อายุ 1, 2, 3, 6, 9 และ 12 เดือนหลังปลูก เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับ
ควบคุม

| ตำรับการทดลอง | | ความสูง (เซนติเมตร) | | | | | |
|---------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|---------|---------|---------|----------|
| | | 1 เดือน | 2 เดือน | 3 เดือน | 6 เดือน | 9 เดือน | 12 เดือน |
| T1 | Control | 28.75 a ^{1/} | 50.38 a ^{1/} | 59.25 | 87.75 | 97.75 | 107.00 |
| T2 | husk 0% | 13.63 c | 33.88 bcd | 50.50 | 76.13 | 95.88 | 105.88 |
| T3 | 1GR husk 0.5% | 15.63 c | 47.00 ab | 72.00 | 105.75 | 126.00 | 136.50 |
| T4 | husk 1.0% | 14.88 c | 38.00 abcd | 49.25 | 80.97 | 100.97 | 111.22 |
| T5 | husk 0% | 19.63 bc | 41.15 abcd | 50.25 | 77.88 | 95.60 | 103.83 |
| T6 | 1/2GR husk 0.5% | 17.13 bc | 42.13 abcd | 54.45 | 82.88 | 102.75 | 112.38 |
| T7 | husk 1.0% | 13.63 c | 32.00 cd | 45.70 | 76.23 | 96.13 | 105.68 |
| T8 | husk 0% | 12.50 c | 30.38 d | 50.88 | 75.68 | 90.51 | 102.26 |
| T9 | 1/4GR husk 0.5% | 15.70 c | 41.55 abcd | 54.33 | 85.05 | 100.59 | 114.09 |
| T10 | husk 1.0% | 17.50 bc | 43.63 abcd | 55.25 | 83.88 | 99.13 | 112.48 |
| T11 | husk 0% | 23.13 ab | 47.38 ab | 54.13 | 79.88 | 92.38 | 99.63 |
| T12 | 0GR husk 0.5% | 15.38 c | 44.88 abc | 61.58 | 85.38 | 100.88 | 109.38 |
| T13 | husk 1.0% | 15.00 c | 45.38 abc | 59.00 | 83.28 | 99.50 | 108.25 |
| | F-Test | ** | * | ns | ns | ns | ns |
| | CV (%) | 34.05 | 22.53 | 19.41 | 25.11 | 24.32 | 21.55 |

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 %
 ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99 %
^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test

ตารางที่ 20 ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ด้วยยิปซัมและแกลบ และปฏิบัติการสัมพันธร่วมที่มีต่อการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของมันสำปะหลังที่อายุ 1, 2, 3, 6, 9 และ 12 เดือนหลังปลูก

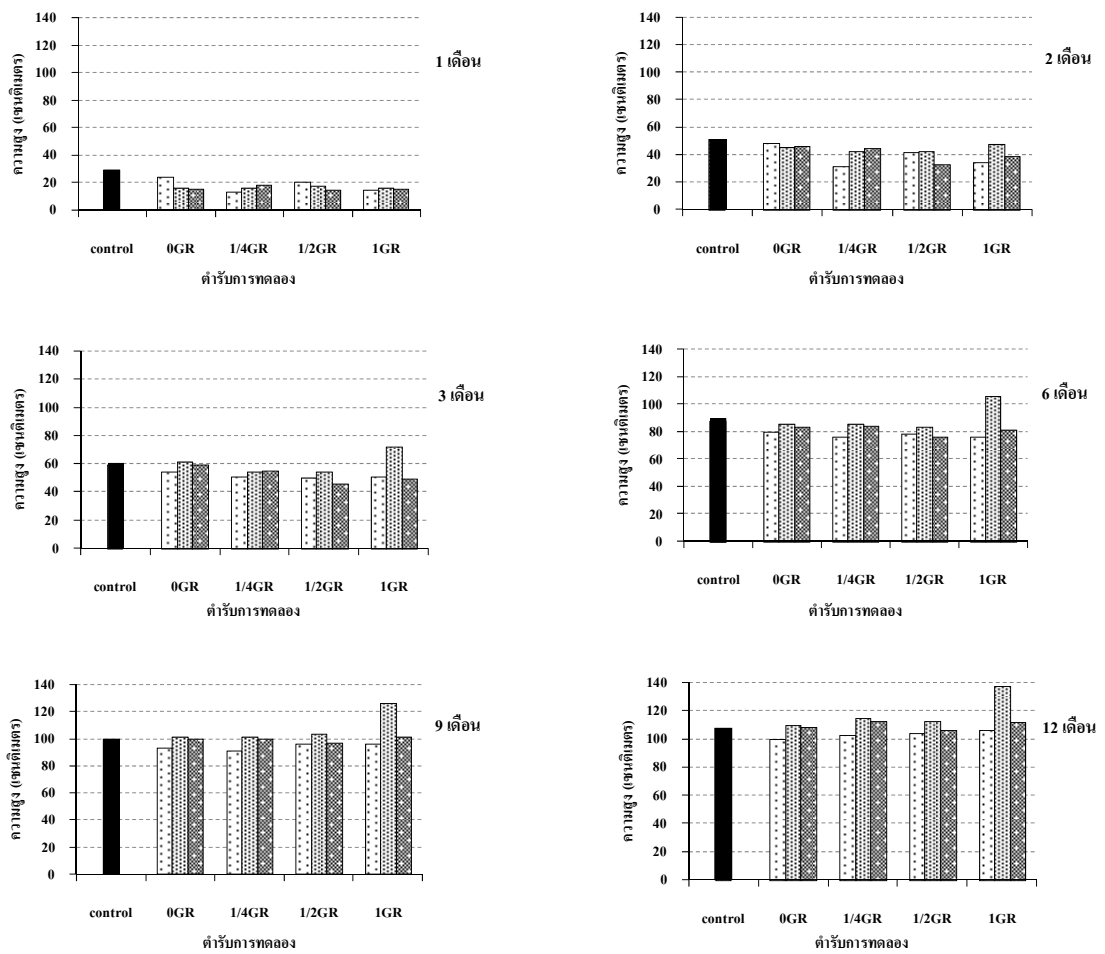
| ตัวรับการทดลอง | | ความสูง (เซนติเมตร) | | | | | | | |
|----------------|-----------|---------------------|----------------------|------------------------|-----------|---------|----------|--------|--------|
| | | 1 เดือน | 2 เดือน | 3 เดือน | 6 เดือน | 9 เดือน | 12 เดือน | | |
| ปีจัย A | | | | | | | | | |
| | 1 GR | 14.71 | 39.63 | 57.25 | 87.62 | 107.62 | 117.87 | | |
| | 1/2 GR | 16.79 | 38.43 | 50.13 | 79.00 | 98.16 | 107.30 | | |
| | 1/4 GR | 15.23 | 38.52 | 53.48 | 81.54 | 96.74 | 109.61 | | |
| | 0 GR | 17.83 | 45.88 | 58.23 | 82.85 | 97.59 | 105.75 | | |
| | F-Test | ns | ns | ns | ns | ns | ns | | |
| ปีจัย B | | | | | | | | | |
| | husk 0% | 17.22 | 38.19 | 51.44 Y ^L | 77.39 | 93.59 | 102.90 | | |
| | husk 0.5% | 15.96 | 43.89 | 60.59 X | 89.77 | 107.56 | 118.09 | | |
| | husk 1.0% | 15.25 | 39.75 | 52.30 Y | 81.09 | 98.93 | 109.41 | | |
| | F-Test | ns | ns | * | ns | ns | ns | | |
| T2 | โหนด 25% | husk 0% | 13.63 b ^L | 33.88 abc ^L | 50.50 | 76.13 | 95.88 | 105.88 | |
| T3 | | 1GR | husk 0.5% | 15.63 b | 47.00 a | 72.00 | 105.75 | 126.00 | 136.50 |
| T4 | | husk 1.0% | 14.88 b | 38.00 abc | 49.25 | 80.97 | 100.97 | 111.22 | |
| T5 | | husk 0% | 19.63 ab | 41.15abc | 50.25 | 77.88 | 95.60 | 103.83 | |
| T6 | | 1/2GR | husk 0.5% | 17.13 ab | 42.13 abc | 54.45 | 82.88 | 102.75 | 112.38 |
| T7 | | husk 1.0% | 13.63 b | 32.00 bc | 45.70 | 76.23 | 96.13 | 105.68 | |
| T8 | | husk 0% | 12.50 b | 30.38 c | 50.88 | 75.68 | 90.51 | 102.26 | |
| T9 | | 1/4GR | husk 0.5% | 15.70 b | 41.55 abc | 54.33 | 85.05 | 100.59 | 114.09 |
| T10 | | husk 1.0% | 17.50 ab | 43.63 abc | 55.25 | 83.88 | 99.13 | 112.48 | |
| T11 | | husk 0% | 23.13 a | 47.38 a | 54.13 | 79.88 | 92.38 | 99.63 | |
| T12 | | 0GR | husk 0.5% | 15.38 b | 44.88 ab | 61.58 | 85.38 | 100.88 | 109.38 |
| T13 | | husk 1.0% | 15.00 b | 45.38 ab | 59.00 | 83.28 | 99.50 | 108.25 | |
| | | F-Test | * | * | ns | ns | ns | ns | |
| | CV (%) | 28.97 | 22.63 | 20.1 | 26.19 | 25.31 | 22.41 | | |

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 %

^L ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test

☐ husk 0% ▨ husk 0.5% ▩ husk 1%



ภาพที่ 21 ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ต่อการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของ มันสำปะหลังที่อายุ 1, 2, 3, 6, 9 และ 12 เดือนหลังปลูก เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม

2.2.2 นำหนักสด และค่าดัชนีการเก็บเกี่ยว

ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ 25% ของน้ำหนักดิน ต่อความน้ำหนักสดส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (ตำรับที่ไม่มีการใช้โซเดียมเบนทอไนต์) แสดงไว้ในตารางที่ 21 ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักสดส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยตำรับที่ไม่มีการใช้โซเดียมเบนทอไนต์ (ตำรับควบคุม) ให้ค่าน้ำหนักสดส่วนเหนือดินน้อยกว่ากลุ่มตำรับที่มีการใช้โซเดียมเบนทอไนต์ 25% ของน้ำหนักดิน ส่วนน้ำหนักสดในส่วนหัวของมันสำปะหลังพบว่า ตำรับที่ไม่มีการใช้โซเดียมเบนทอไนต์หรือตำรับควบคุมให้ค่าน้ำหนักสดส่วนหัวมากกว่าตำรับที่ไม่มีการใช้ฮิปซัมและไม่มีการใช้เกลบ (T11) และผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ 25% ของน้ำหนักดิน ต่อค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (ตำรับที่ไม่มีการใช้โซเดียมเบนทอไนต์) แสดงไว้ในตารางที่ 21 และภาพที่ 22 ผลการทดลองพบว่า ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยตำรับที่ไม่มีการใช้โซเดียมเบนทอไนต์หรือตำรับควบคุมให้ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลังมากที่สุดเท่ากับ 0.64 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มตำรับที่มีการใช้โซเดียมเบนทอไนต์ 25% ของน้ำหนักดิน

เมื่อพิจารณาการใช้ฮิปซัมในอัตรา 0GR, 1/4GR, 1/2GR และ 1GR ต่อน้ำหนักสดและค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลัง แสดงไว้ในตารางที่ 22 ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักสดในส่วนหัวของมันสำปะหลัง และค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใช้ฮิปซัม 1GR ให้ค่าน้ำหนักสดส่วนหัวมากที่สุดเท่ากับ 146.52 กรัม ส่วนค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลัง พบว่า การใช้ฮิปซัม 1/2GR และ 1GR มีผลทำให้ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวมีค่ามากที่สุดและใกล้เคียงกันเท่ากับ 0.46 และ 0.45 กรัม ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักสดในส่วนเหนือดินไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อพิจารณาการใช้เกลบในอัตรา 0%, 0.5% และ 1.0% ของน้ำหนักดิน ต่อน้ำหนักสดและค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลัง แสดงไว้ในตารางที่ 22 ผลการทดลองพบว่า การใช้เกลบในอัตราต่างๆ มีผลทำให้น้ำหนักสดส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใช้เกลบ 0.5 และ 1.0% ของน้ำหนักดิน ให้ค่าน้ำหนักสดส่วนเหนือดินใกล้เคียงกันเท่ากับ 186.30 และ 159.96 กรัม ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าการไม่ใช้เกลบ (0%) ส่วนน้ำหนักสดส่วนหัวของมันสำปะหลัง พบว่า การใช้เกลบ 0.5% ของน้ำหนักดิน

ให้ค่าน้ำหนักสดส่วนหัวมากที่สุดเท่ากับ 144.12 กรัม และพบว่า การใส่เกลบในอัตราต่างๆ ไม่ทำให้ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันทางสถิติ

ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่าง การใส่ปุ๋ยร่วมกับ การใส่เกลบอัตราต่างๆ แสดงไว้ในตารางที่ 22 ผลการทดลองพบว่า การใส่ปุ๋ยร่วมกับ การใส่เกลบไม่มีผลทำให้น้ำหนักสดส่วนเหนือดิน ส่วนหัว และค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยและไม่มีการใส่เกลบ (T11) ให้ค่าน้ำหนักสดส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังเท่ากับ 106.33 และ 50.96 กรัม ส่วนค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลังเท่ากับ 0.34 ซึ่งให้ค่าน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยร่วมกับ การใส่เกลบอัตราต่างๆ

ตารางที่ 21 ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนด์ต่อน้ำหนักสด และค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม

| ตำรับการทดลอง | น้ำหนักสด (กรัม/ต้น) | | ดัชนีการเก็บเกี่ยว | |
|---------------|----------------------|----------------------|-------------------------|---------------------|
| | ส่วนเหนือดิน | ส่วนหัว | | |
| T1 | Control | 61.46 d ^L | 109.15 cde ^L | 0.64 a ^L |
| T2 | husk 0% | 138.88 abc | 100.56 cde | 0.42 b |
| T3 | IGR husk 0.5% | 201.64 ab | 204.20 a | 0.50 b |
| T4 | husk 1.0% | 167.71 abc | 134.80 bc | 0.45 b |
| T5 | husk 0% | 108.94 cd | 73.39 def | 0.43 b |
| T6 | 1/2GR husk 0.5% | 175.76 abc | 162.76 ab | 0.48 b |
| T7 | husk 1.0% | 166.34 abc | 132.68 bc | 0.43 b |
| T8 | husk 0% | 138.22 abc | 72.16 def | 0.36 b |
| T9 | 1/4GR husk 0.5% | 208.16 a | 137.76 bc | 0.40 b |
| T10 | husk 1.0% | 177.13 abc | 119.45 bcd | 0.40 b |
| T11 | husk 0% | 106.33 cd | 50.96 f | 0.34 b |
| T12 | 0GR husk 0.5% | 159.66 abc | 71.74 def | 0.36 b |
| T13 | husk 1.0% | 128.67 bcd | 68.45 ef | 0.35 b |
| | F-Test | ** | ** | ** |
| | CV (%) | 28.19 | 25.39 | 27.42 |

หมายเหตุ ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99 %

^L ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test

ตารางที่ 22 ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ด้วยยิปซัมและแกลบ และปฏิกิริยาสัมพันธ์ร่วมที่มีต่อน้ำหนักสด และค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน

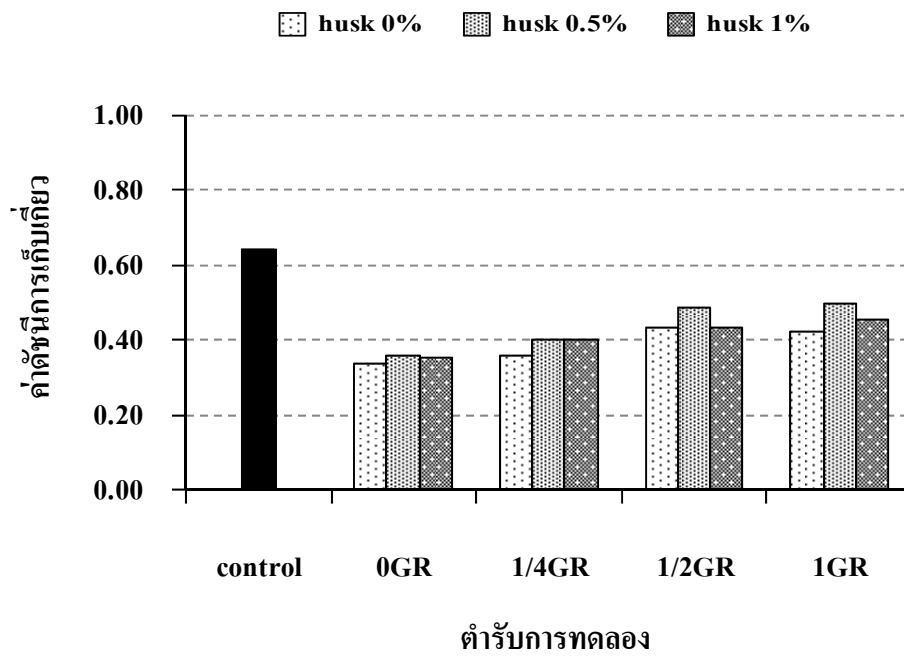
| ตัวรับการทดลอง | น้ำหนักสด (กรัม/ต้น) | | ดัชนีการเก็บเกี่ยว | |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|------|
| | ส่วนเหนือดิน | ส่วนหัว | | |
| ปัจจัย A | | | | |
| 1 GR | 169.41 | 146.52 A ^L | 0.46 A ^L | |
| 1/2 GR | 150.35 | 122.94 AB | 0.45 A | |
| 1/4 GR | 174.50 | 109.79 B | 0.39 AB | |
| 0 GR | 131.55 | 63.72 C | 0.35 B | |
| F-Test | ns | ** | * | |
| ปัจจัย B | | | | |
| husk 0% | 123.09 Z ^L | 74.27 Z ^L | 0.39 | |
| husk 0.5% | 186.30 Y | 144.12 X | 0.43 | |
| husk 1.0% | 159.96 Y | 113.84 Y | 0.41 | |
| F-Test | ** | ** | ns | |
| T2 | husk 0% | 138.88 | 100.56 | 0.42 |
| T3 | 1GR husk 0.5% | 201.64 | 204.20 | 0.50 |
| T4 | husk 1.0% | 167.71 | 134.80 | 0.45 |
| T5 | husk 0% | 108.94 | 73.39 | 0.43 |
| T6 | 1/2GR husk 0.5% | 175.76 | 162.76 | 0.48 |
| T7 | husk 1.0% | 166.34 | 132.68 | 0.43 |
| T8 | husk 0% | 138.22 | 72.16 | 0.36 |
| T9 | 1/4GR husk 0.5% | 208.16 | 137.76 | 0.40 |
| T10 | husk 1.0% | 177.13 | 119.45 | 0.40 |
| T11 | husk 0% | 106.33 | 50.96 | 0.34 |
| T12 | 0GR husk 0.5% | 159.66 | 71.74 | 0.36 |
| T13 | husk 1.0% | 128.67 | 68.45 | 0.35 |
| F-Test | ns | ns | ns | |
| CV (%) | 23.77 | 26.80 | 25.22 | |

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 %

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99 %

^L ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test



ภาพที่ 22 ผลของการจัดการดินผสม โซเดียมเบนทอไนต์ต่อค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลัง ที่อายุ 12 เดือน เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม

2.2.3 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในส่วนเหนือดิน และส่วนหัวมันสำปะหลัง

ก. ไนโตรเจน

ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ 25% ของน้ำหนักดิน ต่อความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (ตำรับที่ไม่มีการใช้โซเดียมเบนทอไนต์) แสดงไว้ในตารางที่ 23 และภาพที่ 23 ผลการทดลองพบว่า ความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยตำรับควบคุมในส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังมีค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนมากที่สุดเท่ากับ 5.62% เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มตำรับที่มีการใช้โซเดียมเบนทอไนต์ 25% ของน้ำหนักดิน ส่วนความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนหัวของมันสำปะหลัง พบว่า ตำรับที่ไม่มีการใช้ยิปซัมและไม่มีการใช้แกลบ (T11) ให้ค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนน้อยที่สุดเท่ากับ 0.67%

เมื่อพิจารณาการใช้ยิปซัมในอัตรา 0GR, 1/4GR, 1/2GR และ 1GR ต่อความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง แสดงไว้ในตารางที่ 24 ผลการทดลองพบว่า ความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใช้ยิปซัม 1/4GR มีแนวโน้มทำให้ค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังมากที่สุดเท่ากับ 4.51 และ 1.20% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ยิปซัม (0GR) และการใช้ยิปซัมในอัตรา 1/2GR และ 1GR

เมื่อพิจารณาการใช้แกลบในอัตรา 0%, 0.5% และ 1.0% ของน้ำหนักดิน ต่อความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังแสดงไว้ในตารางที่ 24 ผลการทดลองพบว่า ความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใช้แกลบ 0.5% ของน้ำหนักดิน มีแนวโน้มทำให้ค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินเท่ากับ 4.70% และมากกว่าการใช้แกลบ (0%) และการใช้แกลบ 1.0% ของน้ำหนักดิน ซึ่งให้ค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนส่วนเหนือดินเท่ากับ 4.06 และ 4.42% ตามลำดับ ส่วนความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนหัวของมันสำปะหลัง พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้แกลบ 0.5% ของน้ำหนักดิน ทำให้ค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนหัวของ

มันสำปะหลังเท่ากับ 1.32% ซึ่งมีความเข้มข้นของไนโตรเจนใกล้เคียงกับการใส่แกลบ 1.0% ของน้ำหมักดิน (0.89%) และมากกว่าการไม่ใส่แกลบ (0.79%)

ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการใส่ปุ๋ยร่วมกับการใช้แกลบอัตราต่างๆ แสดงไว้ในตารางที่ 24 ผลการทดลองพบว่า การใช้ปุ๋ยร่วมกับการใช้แกลบอัตราใดก็ตามไม่มีผลทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินมีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนหัวของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดำรับที่มีการใส่ปุ๋ย 1/4GR ร่วมกับการใส่แกลบ 0.5% ของน้ำหมักดิน ให้ค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนหัวของมันสำปะหลังมากที่สุดเท่ากับ 1.80%

ตารางที่ 23 ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ต่อความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม

| ตำรับการทดลอง | | ความเข้มข้นของไนโตรเจน (%) | |
|---------------|-----------------|----------------------------|----------------------|
| | | ส่วนเหนือดิน | ส่วนหัว |
| T1 | Control | 5.62 a ^L | 0.90 bc ^L |
| T2 | husk 0% | 4.10 bc | 0.79 bc |
| T3 | 1GR husk 0.5% | 4.50 bc | 1.07 bc |
| T4 | husk 1.0% | 4.17 bc | 0.88 bc |
| T5 | husk 0% | 4.27 bc | 0.82 bc |
| T6 | 1/2GR husk 0.5% | 4.65 abc | 1.37 ab |
| T7 | husk 1.0% | 4.55 bc | 0.89 bc |
| T8 | husk 0% | 4.17 bc | 0.89 bc |
| T9 | 1/4GR husk 0.5% | 4.73 abc | 1.80 a |
| T10 | husk 1.0% | 4.64 abc | 0.90 bc |
| T11 | husk 0% | 3.68 c | 0.67 c |
| T12 | 0GR husk 0.5% | 4.92 ab | 1.03 bc |
| T13 | husk 1.0% | 4.31 bc | 0.87 bc |
| F-Test | | * | ** |
| CV (%) | | 16.26 | 24.39 |

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 %
 ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99 %
^L ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test

ตารางที่ 24 ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ด้วยยิปซัมและแกลบ และปฏิกิริยาสัมพันธ์ร่วมที่มีต่อความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนเนื้อดินและส่วนหัวของ มันสำปะหลัง

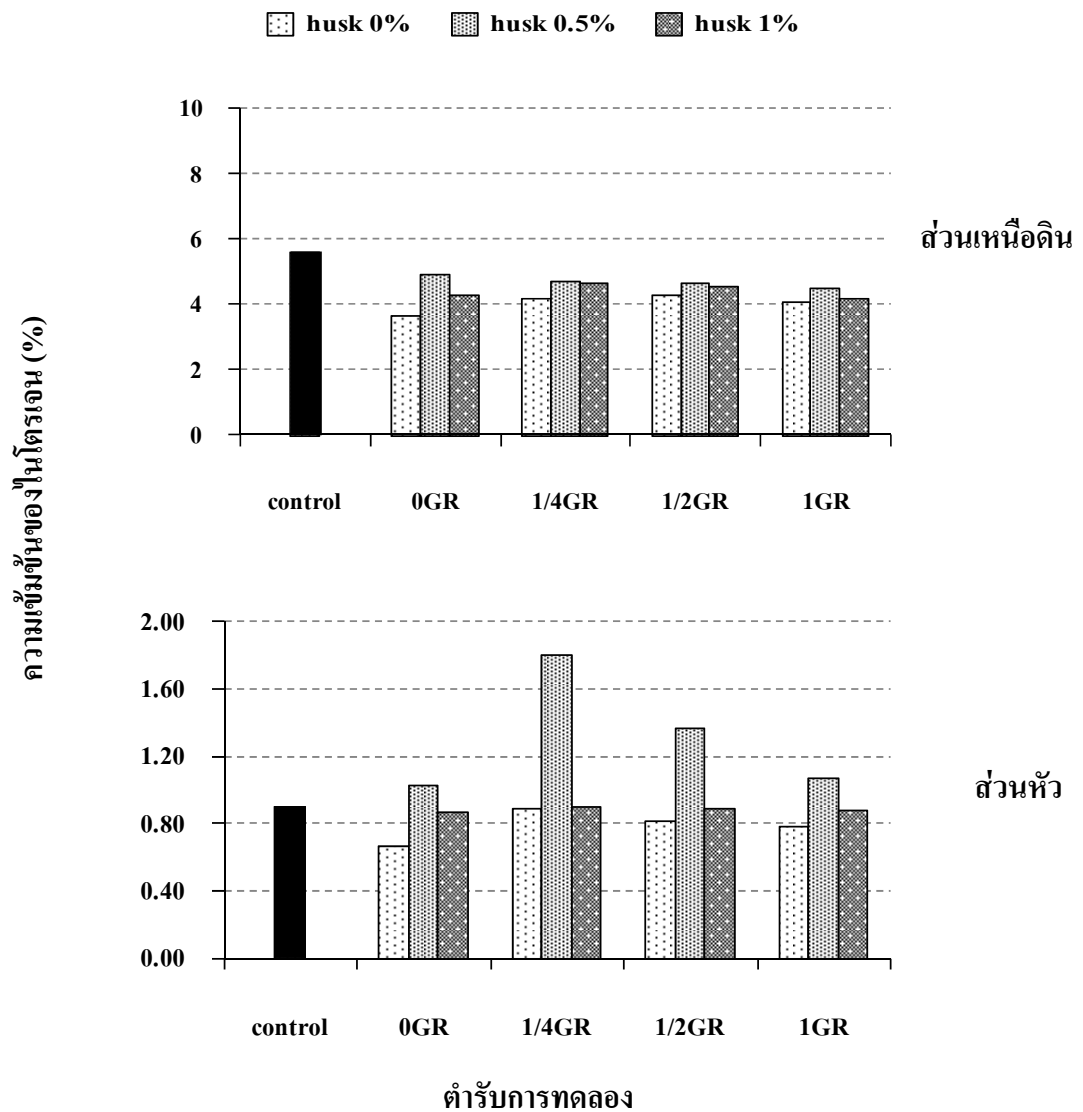
| ตัวรับการทดลอง | | | ความเข้มข้นของไนโตรเจน (%) | | |
|-----------------|----------------------|-----------|----------------------------|-----------------------|---------|
| | | | ส่วนเนื้อดิน | ส่วนหัว | |
| ปัจจัย A | | | | | |
| | 1 GR | | 4.26 | 0.91 | |
| | 1/2 GR | | 4.49 | 1.03 | |
| | 1/4 GR | | 4.51 | 1.20 | |
| | 0 GR | | 4.30 | 0.86 | |
| | F-Test | | ns | ns | |
| ปัจจัย B | | | | | |
| | husk 0% | | 4.06 | 0.79 Z ^{1/} | |
| | husk 0.5% | | 4.70 | 1.32 X | |
| | husk 1.0% | | 4.42 | 0.89 XY | |
| | F-Test | | ns | * | |
| T2 | โซเดียมเบนทอไนต์ 25% | husk 0% | 4.10 | 0.79 bc ^{1/} | |
| T3 | | 1GR | husk 0.5% | 4.50 | 1.07 bc |
| T4 | | husk 1.0% | 4.17 | 0.88 bc | |
| T5 | | husk 0% | 4.27 | 0.82 bc | |
| T6 | | 1/2GR | husk 0.5% | 4.65 | 1.37 ab |
| T7 | | husk 1.0% | 4.55 | 0.89 bc | |
| T8 | | husk 0% | 4.17 | 0.89 bc | |
| T9 | | 1/4GR | husk 0.5% | 4.73 | 1.80 a |
| T10 | | husk 1.0% | 4.64 | 0.90 bc | |
| T11 | | husk 0% | 3.68 | 0.67 c | |
| T12 | | 0GR | husk 0.5% | 4.92 | 1.03 bc |
| T13 | | husk 1.0% | 4.31 | 0.87 bc | |
| | | F-Test | | ns | ** |
| | CV (%) | | 15.1 | 26.2 | |

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 %

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99 %

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test



ภาพที่ 23 ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ต่อความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม

ข. ฟอสฟอรัส

ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ 25% ต่อความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับดำรับควบคุม (ดำรับที่ไม่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์) แสดงไว้ในตารางที่ 25 และภาพที่ 24 ผลการทดลองพบว่าความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยดำรับควบคุมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังมีแนวโน้มทำให้ค่าความเข้มข้นของฟอสฟอรัสมีค่าใกล้เคียงกับกลุ่มดำรับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ 25% ของน้ำหนักดิน

เมื่อพิจารณาการใส่ปุ๋ยซั่มในอัตรา 0GR, 1/4GR, 1/2GR และ 1GR ต่อความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง แสดงไว้ในตารางที่ 26 ผลการทดลองพบว่า ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อพิจารณาการใส่แกลบในอัตรา 0%, 0.5% และ 1.0% ของน้ำหนักดิน ต่อความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังแสดงไว้ในตารางที่ 26 ผลการทดลองพบว่า ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดิน และส่วนหัวของมันสำปะหลังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่แกลบ 1.0% ของน้ำหนักดิน มีแนวโน้มทำให้ค่าความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 0.28 และ 0.12% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่แกลบ (0%) และการใส่แกลบ 0.5% ของน้ำหนักดิน

ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการใส่ปุ๋ยซั่มร่วมกับการใส่แกลบอัตราต่างๆ แสดงไว้ในตารางที่ 26 ผลการทดลองพบว่า การใส่ปุ๋ยซั่มร่วมกับการใส่แกลบอัตราใดก็ตามไม่มีผลทำให้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 25 ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ต่อความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในส่วนเนื้อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม

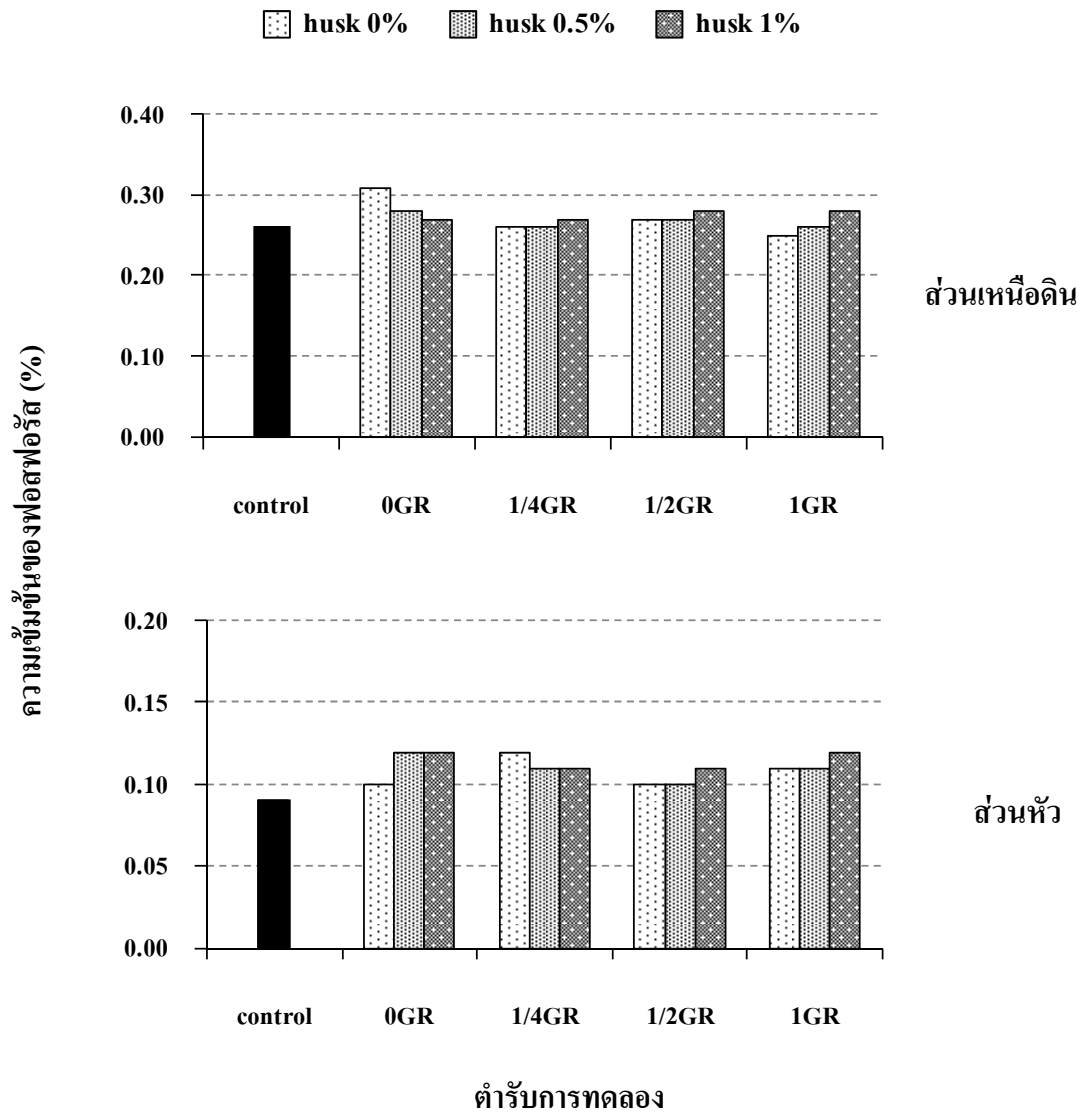
| ตำรับการทดลอง | | | ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส (%) | |
|---------------|----------------------|-----------------|----------------------------|---------|
| | | | ส่วนเนื้อดิน | ส่วนหัว |
| T1 | Control | | 0.26 | 0.03 |
| T2 | โซเดียมเบนทอไนต์ 25% | husk 0% | 0.25 | 0.10 |
| T3 | | 1GR husk 0.5% | 0.26 | 0.10 |
| T4 | | husk 1.0% | 0.28 | 0.11 |
| T5 | | husk 0% | 0.27 | 0.10 |
| T6 | | 1/2GR husk 0.5% | 0.27 | 0.09 |
| T7 | | husk 1.0% | 0.28 | 0.11 |
| T8 | | husk 0% | 0.26 | 0.11 |
| T9 | | 1/4GR husk 0.5% | 0.26 | 0.10 |
| T10 | | husk 1.0% | 0.27 | 0.11 |
| T11 | | husk 0% | 0.27 | 0.10 |
| T12 | | 0GR husk 0.5% | 0.28 | 0.11 |
| T13 | | husk 1.0% | 0.31 | 0.11 |
| F-Test | | | ns | ns |
| CV (%) | | | 8.33 | 10.28 |

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 26 ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ด้วยยิปซัมและแกลบ และปฏิกิริยา
สัมพันธ์ร่วมที่มีต่อความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในส่วนเนื้อดินและส่วนหัวของ
มันสำปะหลัง

| คำรับการทดลอง | | ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส (%) | |
|-----------------|-----------------|----------------------------|---------|
| | | ส่วนเนื้อดิน | ส่วนหัว |
| ปัจจัย A | | | |
| | 1 GR | 0.26 | 0.11 |
| | 1/2 GR | 0.27 | 0.10 |
| | 1/4 GR | 0.27 | 0.11 |
| | 0 GR | 0.29 | 0.11 |
| | F-Test | ns | ns |
| ปัจจัย B | | | |
| | husk 0% | 0.26 | 0.11 |
| | husk 0.5% | 0.27 | 0.11 |
| | husk 1.0% | 0.28 | 0.12 |
| | F-Test | ns | ns |
| T2 | husk 0% | 0.25 | 0.11 |
| T3 | 1GR husk 0.5% | 0.26 | 0.11 |
| T4 | husk 1.0% | 0.28 | 0.12 |
| T5 | husk 0% | 0.27 | 0.10 |
| T6 | 1/2GR husk 0.5% | 0.27 | 0.10 |
| T7 | husk 1.0% | 0.28 | 0.11 |
| T8 | husk 0% | 0.26 | 0.12 |
| T9 | 1/4GR husk 0.5% | 0.26 | 0.11 |
| T10 | husk 1.0% | 0.27 | 0.11 |
| T11 | husk 0% | 0.31 | 0.10 |
| T12 | 0GR husk 0.5% | 0.28 | 0.12 |
| T13 | husk 1.0% | 0.27 | 0.12 |
| | F-Test | ns | ns |
| | CV (%) | 8.53 | 9.28 |

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



ภาพที่ 24 ผลของการจัดการดินผสม โซเดียมเบนทอไนต์ต่อความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม

ค. โพลีเอสเตอร์

ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนโทไนต์ 25% ต่อความเข้มข้นของโพลีเอสเตอร์ในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับค่าควบคุม (ค่าที่ไม่มีการใช้โซเดียมเบนโทไนต์) แสดงไว้ในตารางที่ 27 และภาพที่ 25 ผลการทดลองพบว่าความเข้มข้นของโพลีเอสเตอร์ในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยค่าควบคุมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังมีแนวโน้มทำให้ค่าความเข้มข้นของโพลีเอสเตอร์มีค่าใกล้เคียงกับกลุ่มค่าที่ไม่มีการใช้โซเดียมเบนโทไนต์ 25% ของน้ำหนักดิน

เมื่อพิจารณาการใช้ปุ๋ยในอัตรา 0GR, 1/4GR, 1/2GR และ 1GR ต่อความเข้มข้นของโพลีเอสเตอร์ในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง แสดงไว้ในตารางที่ 28 ผลการทดลองพบว่าความเข้มข้นของโพลีเอสเตอร์ในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อพิจารณาการใช้เกลือในอัตรา 0%, 0.5% และ 1.0% ของน้ำหนักดิน ต่อความเข้มข้นของโพลีเอสเตอร์ในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังแสดงไว้ในตารางที่ 28 ผลการทดลองพบว่าความเข้มข้นของโพลีเอสเตอร์ในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการไม่ใช้เกลือมีแนวโน้มทำให้ค่าความเข้มข้นของโพลีเอสเตอร์ในส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 3.77% เมื่อเปรียบเทียบกับ การใช้เกลือ 0.5 และ 1.0% ของน้ำหนักดิน ส่วนความเข้มข้นของโพลีเอสเตอร์ในส่วนหัวของมันสำปะหลัง พบว่า การใช้เกลือ 0.5% ของน้ำหนักดิน มีแนวโน้มให้ค่าความเข้มข้นของโพลีเอสเตอร์ในส่วนหัวมากที่สุดเท่ากับ 1.79%

ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการใส่ปุ๋ยร่วมกับการใช้เกลืออัตราต่างๆ แสดงไว้ในตารางที่ 28 ผลการทดลองพบว่า การใช้ปุ๋ยร่วมกับการใช้เกลืออัตราใดก็ตามไม่มีผลทำให้ความเข้มข้นของโพลีเอสเตอร์ในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 27 ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ต่อความเข้มข้นของโพแทสเซียมในส่วนเนื้อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับค่าควบคุม

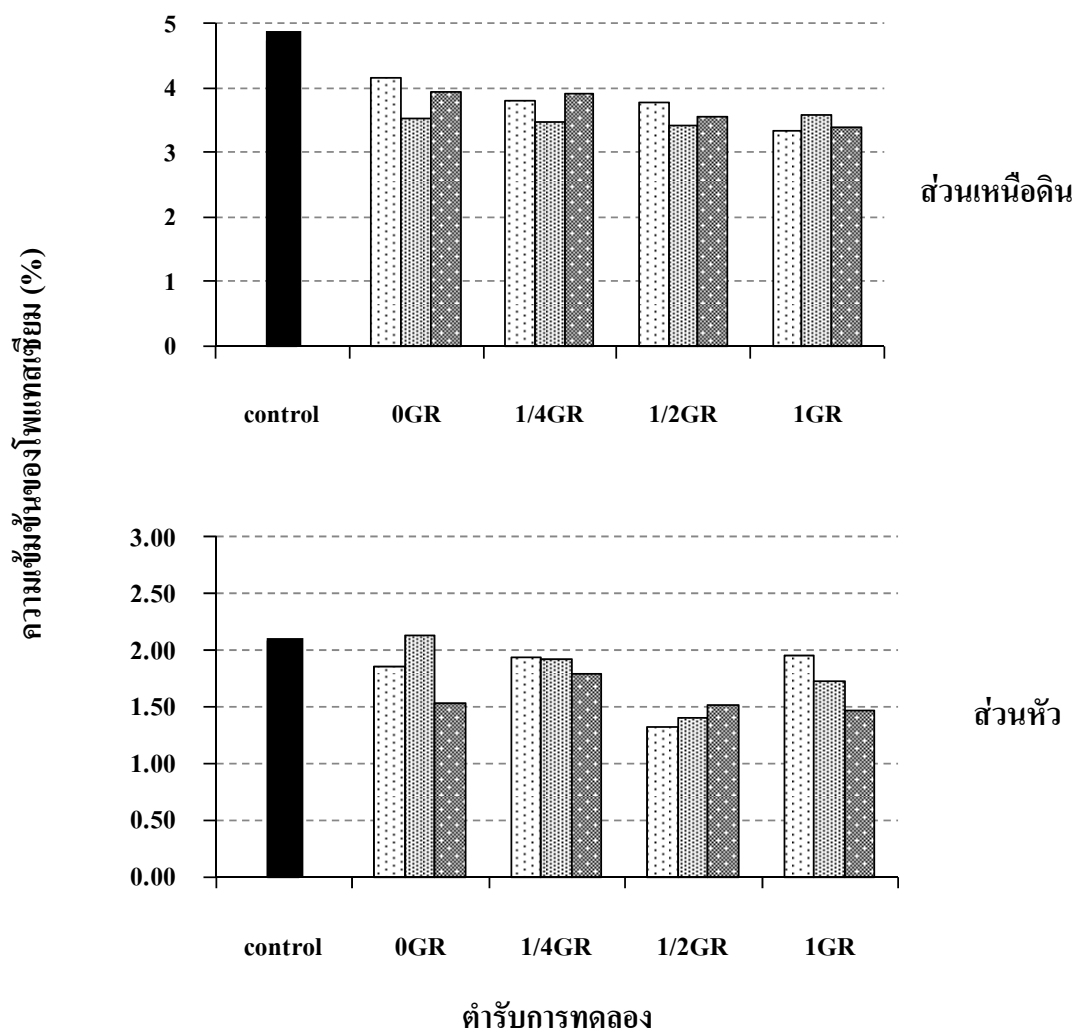
| ตำรับการทดลอง | | ความเข้มข้นของโพแทสเซียม (%) | |
|---------------|-----------------|------------------------------|---------|
| | | ส่วนเนื้อดิน | ส่วนหัว |
| T1 | Control | 4.75 | 2.08 |
| T2 | husk 0% | 3.34 | 1.95 |
| T3 | 1GR husk 0.5% | 3.58 | 1.72 |
| T4 | husk 1.0% | 3.39 | 1.47 |
| T5 | husk 0% | 3.77 | 1.32 |
| T6 | 1/2GR husk 0.5% | 3.43 | 1.40 |
| T7 | husk 1.0% | 3.56 | 1.51 |
| T8 | husk 0% | 3.82 | 1.93 |
| T9 | 1/4GR husk 0.5% | 3.48 | 1.92 |
| T10 | husk 1.0% | 3.92 | 1.80 |
| T11 | husk 0% | 4.16 | 1.85 |
| T12 | 0GR husk 0.5% | 3.54 | 2.13 |
| T13 | husk 1.0% | 3.94 | 1.54 |
| F-Test | | ns | ns |
| CV (%) | | 18.72 | 24.39 |

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 28 ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ด้วยยิปซัมและแกลบ และปฏิกิริยา
สัมพันธ์ร่วมที่มีต่อความเข้มข้นของโพแทสเซียมในส่วนเหนื่อดินและส่วนหัวของ
มันสำปะหลัง

| ตำรับการทดลอง | | ความเข้มข้นของโพแทสเซียม (%) | | | |
|-----------------|----------------------|------------------------------|-----------|------|------|
| | | ส่วนเหนื่อดิน | ส่วนหัว | | |
| ปัจจัย A | | | | | |
| | 1 GR | 3.44 | 1.71 | | |
| | 1/2 GR | 3.59 | 1.41 | | |
| | 1/4 GR | 3.74 | 1.88 | | |
| | 0 GR | 3.88 | 1.84 | | |
| | F-Test | ns | ns | | |
| ปัจจัย B | | | | | |
| | husk 0% | 3.77 | 1.76 | | |
| | husk 0.5% | 3.51 | 1.79 | | |
| | husk 1.0% | 3.70 | 1.58 | | |
| | F-Test | ns | ns | | |
| T2 | โซเดียมเบนทอไนต์ 25% | husk 0% | 3.34 | 1.95 | |
| T3 | | 1GR | husk 0.5% | 3.58 | 1.72 |
| T4 | | husk 1.0% | 3.39 | 1.47 | |
| T5 | | husk 0% | 3.77 | 1.32 | |
| T6 | | 1/2GR | husk 0.5% | 3.43 | 1.40 |
| T7 | | husk 1.0% | 3.56 | 1.51 | |
| T8 | | husk 0% | 3.82 | 1.93 | |
| T9 | | 1/4GR | husk 0.5% | 3.48 | 1.92 |
| T10 | | husk 1.0% | 3.92 | 1.80 | |
| T11 | | husk 0% | 4.16 | 1.85 | |
| T12 | | 0GR | husk 0.5% | 3.54 | 2.13 |
| T13 | | husk 1.0% | 3.94 | 1.54 | |
| | | A x B | ns | ns | |
| | CV (%) | 18.02 | 23.94 | | |

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



ภาพที่ 25 ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ต่อความชื้นของโพแทสเซียมในส่วนเนื้อดินและส่วนหัวมันของสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับดำรับควบคุม

ง. โซเดียม

ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ 25% ต่อความเข้มข้นของโซเดียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (ตำรับที่ไม่มีการใช้โซเดียมเบนทอไนต์) แสดงไว้ในตารางที่ 29 และภาพที่ 26 ผลการทดลองพบว่า ความเข้มข้นของโซเดียมในส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยตำรับควบคุมมีแนวโน้มทำให้ค่าความเข้มข้นของโซเดียมในส่วนเหนือดินมีค่าเท่ากับ 3.63% ซึ่งน้อยกว่ากลุ่มตำรับที่มีการใช้โซเดียมเบนทอไนต์ 25% ของน้ำหนักดิน ส่วนความเข้มข้นของโซเดียมในส่วนหัวของมันสำปะหลัง พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตำรับควบคุมให้ค่าความเข้มข้นของโซเดียมในส่วนหัวเท่ากับ 3.00% ซึ่งน้อยกว่ากลุ่มตำรับที่มีการใช้โซเดียมเบนทอไนต์ 25% ของน้ำหนักดิน

เมื่อพิจารณาการใช้ปุ๋ยซั่มในอัตรา 0GR, 1/4GR, 1/2GR และ 1GR ต่อความเข้มข้นของโซเดียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง แสดงไว้ในตารางที่ 30 ผลการทดลองพบว่า ความเข้มข้นของโซเดียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการไม่ใช้ปุ๋ยซั่มมีแนวโน้มทำให้ค่าความเข้มข้นของโซเดียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 6.94 และ 5.26% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยซั่มในอัตรา 1/4GR, 1/2GR และ 1GR

เมื่อพิจารณาการใช้แกลบในอัตรา 0%, 0.5% และ 1.0% ของน้ำหนักดิน ต่อความเข้มข้นของโซเดียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังแสดงไว้ในตารางที่ 30 ผลการทดลองพบว่า ความเข้มข้นของโซเดียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการไม่ใช้แกลบ (0%) มีแนวโน้มทำให้ค่าความเข้มข้นของโซเดียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 8.07 และ 5.22% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แกลบในอัตรา 0.5% และ 1.0% ของน้ำหนักดิน

ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการใช้ปุ๋ยซั่มร่วมกับการใช้แกลบอัตราต่างๆ แสดงไว้ในตารางที่ 30 ผลการทดลองพบว่า การใช้ปุ๋ยซั่มร่วมกับการใช้แกลบอัตราใดก็ตามไม่มีผลทำให้ความเข้มข้นของโซเดียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยตำรับที่ไม่มีการใช้ปุ๋ยซั่มและไม่มีการใช้แกลบ (T11) ให้ค่าความเข้มข้นของโซเดียม

ในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังมากที่สุดเท่ากับ 10.48 และ 6.03% ตามลำดับ และพบว่ากลุ่มตำรับที่มีการใส่ยิปซัมเพียงอย่างเดียวโดยไม่มีการใส่แกลบมีแนวโน้มทำให้ค่าความเข้มข้นของโซเดียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังมีค่ามากกว่ากลุ่มตำรับที่ไม่มีการใส่ยิปซัมและมีการใส่ยิปซัมรวมกับการใส่แกลบ 0.5% และ 1.0% ของน้ำหนักดิน

ตารางที่ 29 ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนด์ต่อความเข้มข้นของโซเดียมในส่วนเหนื่อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม

| ตำรับการทดลอง | | ความเข้มข้นของโซเดียม (%) | |
|---------------|-----------------|---------------------------|----------------------|
| | | ส่วนเหนื่อดิน | ส่วนหัว |
| T1 | Control | 3.63 | 3.00 c ^{1/} |
| T2 | husk 0% | 6.63 | 4.51 abc |
| T3 | 1GR husk 0.5% | 6.17 | 4.24 abc |
| T4 | husk 1.0% | 4.48 | 3.97 bc |
| T5 | husk 0% | 7.05 | 5.24 ab |
| T6 | 1/2GR husk 0.5% | 6.63 | 4.80 abc |
| T7 | husk 1.0% | 5.23 | 4.66 abc |
| T8 | husk 0% | 8.12 | 5.11 ab |
| T9 | 1/4GR husk 0.5% | 5.48 | 4.96 abc |
| T10 | husk 1.0% | 5.42 | 4.46 abc |
| T11 | husk 0% | 10.48 | 6.03 a |
| T12 | 0GR husk 0.5% | 6.32 | 5.19 ab |
| T13 | husk 1.0% | 4.01 | 4.57 abc |
| F-Test | | ns | ** |
| CV (%) | | 29.83 | 26.82 |

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

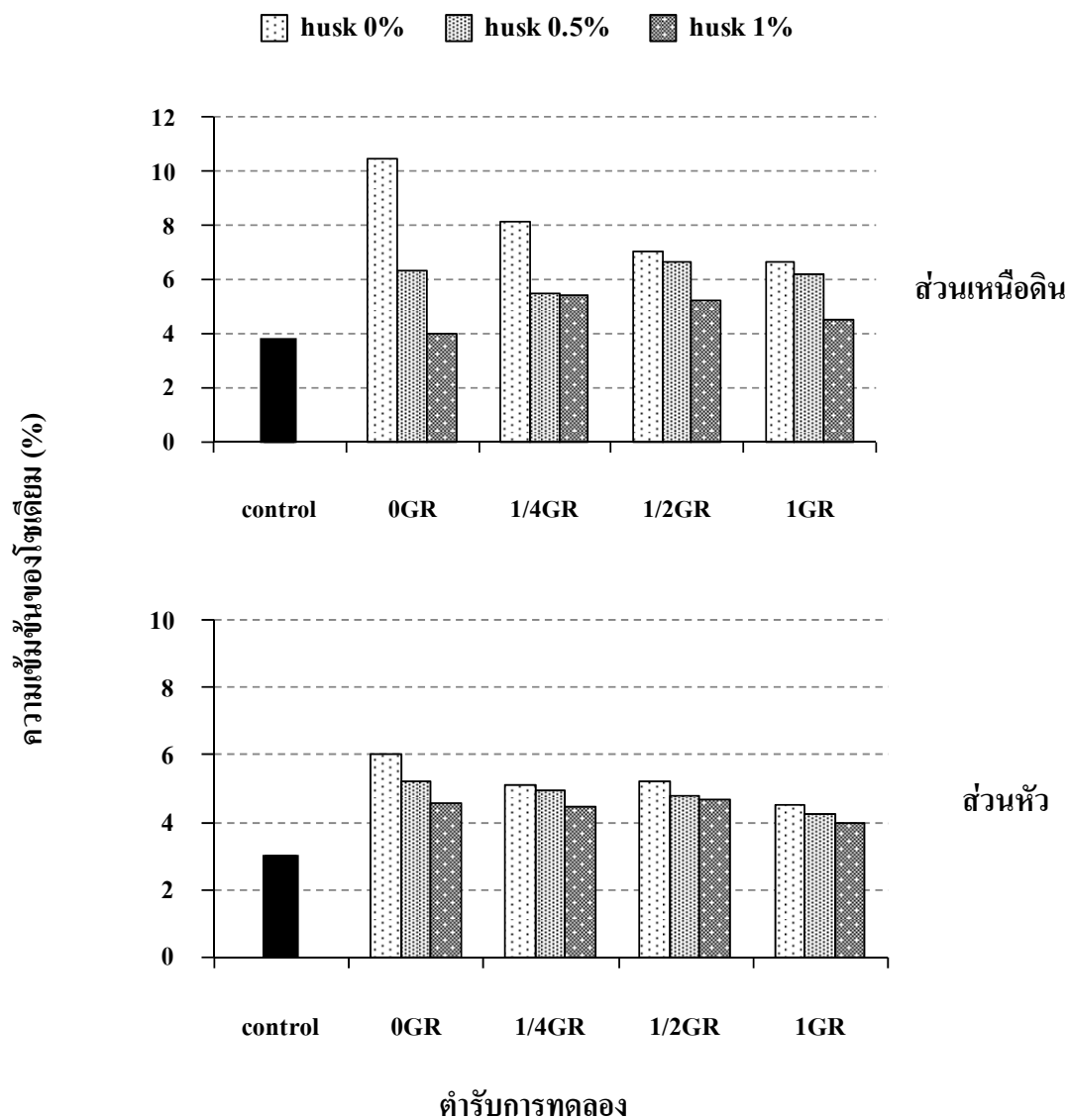
** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99 %

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test

ตารางที่ 30 ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ด้วยยิปซัมและแกลบ และปฏิกิริยา
สัมพันธ์ร่วมที่มีต่อความเข้มข้นโซเดียมในส่วนเนื้อดินและส่วนหัวของ
มันสำปะหลัง

| ตัวรับการทดลอง | | ความเข้มข้นของโซเดียม (%) | | | |
|-----------------|----------------------|---------------------------|-----------|------|------|
| | | ส่วนเนื้อดิน | ส่วนหัว | | |
| ปัจจัย A | | | | | |
| | 1 GR | 5.76 | 4.24 | | |
| | 1/2 GR | 6.30 | 4.90 | | |
| | 1/4 GR | 6.34 | 4.84 | | |
| | 0 GR | 6.94 | 5.26 | | |
| | F-Test | ns | ns | | |
| ปัจจัย B | | | | | |
| | husk 0% | 8.07 | 5.22 | | |
| | husk 0.5% | 6.15 | 4.79 | | |
| | husk 1.0% | 4.79 | 4.42 | | |
| | F-Test | ns | ns | | |
| T2 | โซเดียมเบนทอไนต์ 25% | husk 0% | 6.63 | 4.51 | |
| T3 | | 1GR | husk 0.5% | 6.17 | 4.24 |
| T4 | | husk 1.0% | 4.48 | 3.97 | |
| T5 | | husk 0% | 7.05 | 5.24 | |
| T6 | | 1/2GR | husk 0.5% | 6.63 | 4.80 |
| T7 | | husk 1.0% | 5.23 | 4.66 | |
| T8 | | husk 0% | 8.12 | 5.11 | |
| T9 | | 1/4GR | husk 0.5% | 5.48 | 4.94 |
| T10 | | husk 1.0% | 5.42 | 4.46 | |
| T11 | | husk 0% | 10.48 | 6.03 | |
| T12 | | 0GR | husk 0.5% | 6.32 | 5.19 |
| T13 | | husk 1.0% | 4.01 | 4.57 | |
| | | A x B | ns | ns | |
| | CV (%) | 29.26 | 25.89 | | |

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



ภาพที่ 26 ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ต่อความเข้มข้นของโซเดียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม

จ. แคลเซียม

ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ 25% ต่อความเข้มข้นของแคลเซียมในส่วนเหนื่อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (ตำรับที่ไม่มีการใช้โซเดียมเบนทอไนต์) แสดงไว้ในตารางที่ 31 และภาพที่ 27 ผลการทดลองพบว่า ความเข้มข้นของแคลเซียมในส่วนเหนื่อดินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แต่ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติในส่วนหัวของมันสำปะหลัง โดยตำรับควบคุมในส่วนเหนื่อดินให้ค่าความเข้มข้นของแคลเซียมใกล้เคียงกับตำรับที่ไม่มีการใช้ปุ๋ยซั่มและไม่มีการใช้แกลบ (T11) ส่วนความเข้มข้นของแคลเซียมในส่วนหัวของมันสำปะหลัง พบว่า ตำรับควบคุมมีแนวโน้มทำให้ค่าความเข้มข้นของแคลเซียมน้อยที่สุดเท่ากับ 0.03% เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มตำรับที่มีการใช้โซเดียมเบนทอไนต์ 25%

เมื่อพิจารณาการใช้ปุ๋ยซั่มในอัตรา 0GR, 1/4GR, 1/2GR และ 1GR ต่อความเข้มข้นของแคลเซียมในส่วนเหนื่อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง (ตารางที่ 32) ผลการทดลองพบว่า ความเข้มข้นของแคลเซียมในส่วนเหนื่อดินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แต่ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติในส่วนหัวของมันสำปะหลัง โดยการใส่ปุ๋ยซั่มในอัตรา 1 GR มีผลทำให้ค่าความเข้มข้นของแคลเซียมในส่วนเหนื่อดินมากที่สุดเท่ากับ 1.95% เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ยซั่ม (0GR) และการใส่ปุ๋ยซั่มในอัตรา 1/4GR และ 1/2GR (1.39, 1.61 และ 1.52% ตามลำดับ)

เมื่อพิจารณาการใช้แกลบในอัตรา 0%, 0.5% และ 1.0% ของน้ำหนักดิน ต่อความเข้มข้นของแคลเซียมในส่วนเหนื่อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังแสดงไว้ในตารางที่ 32 ผลการทดลองพบว่า ความเข้มข้นของแคลเซียมในส่วนเหนื่อดินมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่แกลบในอัตรา 1.0% ของน้ำหนักดิน ให้ค่าความเข้มข้นของแคลเซียมในส่วนเหนื่อดินมีค่าเท่ากับ 1.92% และมากกว่าการไม่ใส่แกลบ (0%) และการใส่แกลบในอัตรา 0.5% ของน้ำหนักดิน (1.44 และ 1.50% ตามลำดับ) ส่วนความเข้มข้นของแคลเซียมในส่วนหัวของมันสำปะหลัง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่แกลบในอัตรา 1.0% ของน้ำหนักดิน มีแนวโน้มทำให้ค่าความเข้มข้นของแคลเซียมในส่วนหัวของมันสำปะหลังมีค่าเท่ากับ 0.17% และมากกว่าการไม่ใส่แกลบ (0%) และการใส่แกลบในอัตรา 0.5% ของน้ำหนักดิน

ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการใส่ยิปซัมร่วมกับการใส่แกลบอัตราต่างๆ แสดงไว้ในตารางที่ 32 ผลการทดลองพบว่า การใส่ยิปซัมร่วมกับการใส่แกลบอัตราใดก็ตามมีผลทำให้ความเข้มข้นของแคลเซียมในสวนเหนือดินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แต่ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติในสวนหัวของมันสำปะหลัง โดยกลุ่มดำรับที่มีการใส่ยิปซัมอัตรา 1/4GR, 1/2GR และ 1GR ร่วมกับการใส่แกลบ 1.0% ของน้ำหนักดิน ให้ค่าความเข้มข้นของแคลเซียมในสวนเหนือดินเท่ากับ 1.82, 1.66 และ 2.73% ตามลำดับ และมากกว่าดำรับที่ไม่มีการใส่ยิปซัมและไม่มีการใส่แกลบ (T11) เท่ากับ 1.27%

ตารางที่ 31 ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ต่อความเข้มข้นของแคลเซียมในส่วนเนื้อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม

| ตำรับการทดลอง | | ความเข้มข้นของแคลเซียม (%) | |
|---------------|-----------------|----------------------------|---------|
| | | ส่วนเนื้อดิน | ส่วนหัว |
| T1 | Control | 1.30 c ^L | 0.03 |
| T2 | husk 0% | 1.54 bc | 0.09 |
| T3 | 1GR husk 0.5% | 1.58 bc | 0.12 |
| T4 | husk 1.0% | 2.73 a | 0.18 |
| T5 | husk 0% | 1.43 bc | 0.14 |
| T6 | 1/2GR husk 0.5% | 1.48 bc | 0.15 |
| T7 | husk 1.0% | 1.66 bc | 0.17 |
| T8 | husk 0% | 1.49 bc | 0.08 |
| T9 | 1/4GR husk 0.5% | 1.53 bc | 0.13 |
| T10 | husk 1.0% | 1.82 b | 0.16 |
| T11 | husk 0% | 1.27 bc | 0.14 |
| T12 | 0GR husk 0.5% | 1.42 bc | 0.15 |
| T13 | husk 1.0% | 1.45 bc | 0.16 |
| F-Test | | ** | ns |
| CV (%) | | 28.36 | 28.95 |

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99 %

^L ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test

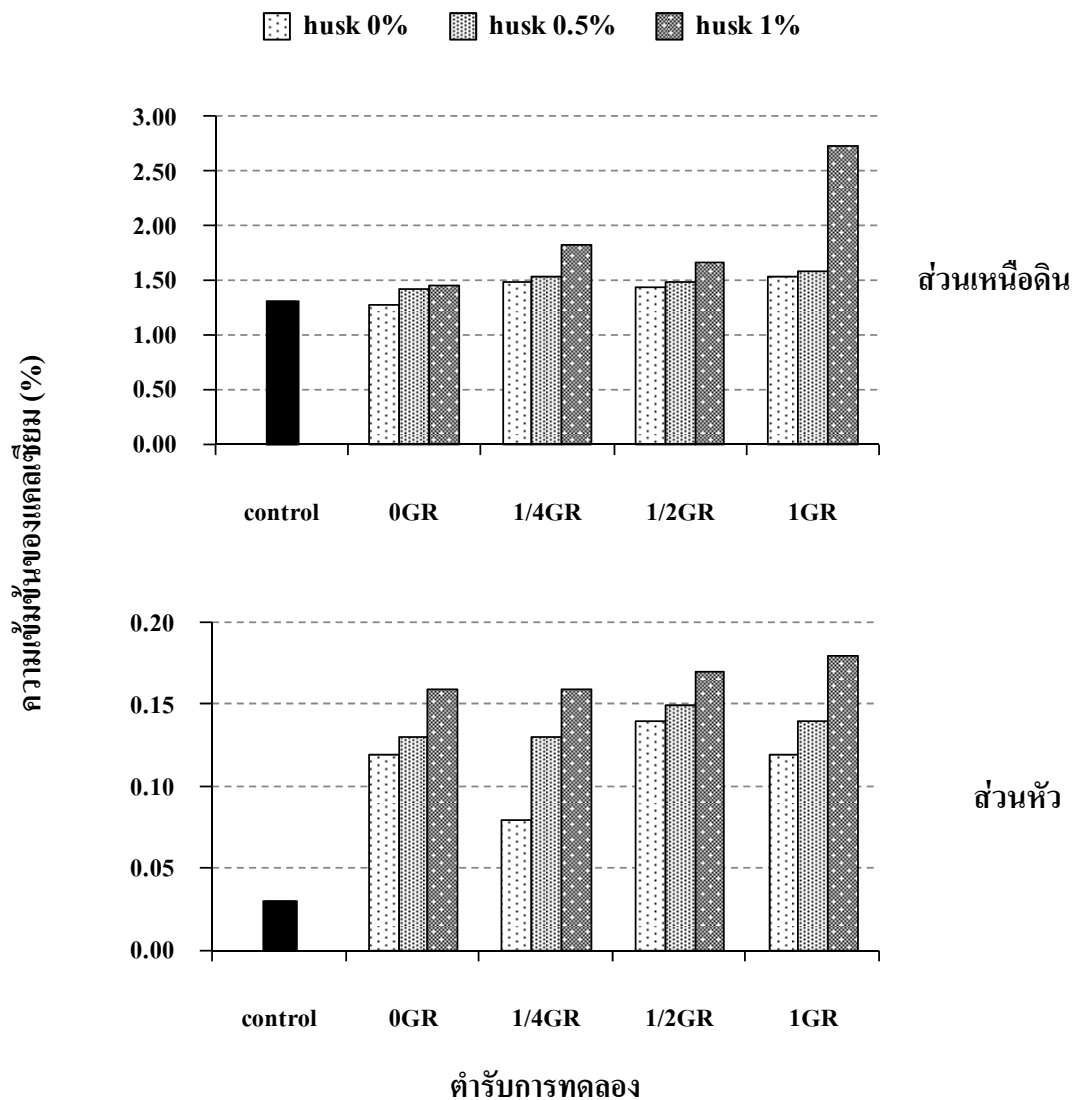
ตารางที่ 32 ผลของการจัดการผสมโซเดียมเบนทอไนต์ด้วยยิปซัมและแกลบ และปฏิกิริยาสัมพันธ์
ร่วมที่มีต่อปริมาณแคลเซียมในส่วนเนื้อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง

| ตัวรับการทดลอง | | ความเข้มข้นของแคลเซียม (%) | | | |
|----------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|---------|------|
| | | ส่วนเนื้อดิน | ส่วนหัว | | |
| ปีจจัย A | | | | | |
| | 1 GR | 1.95 A ^{L/} | 0.13 | | |
| | 1/2 GR | 1.52 B | 0.15 | | |
| | 1/4 GR | 1.61 B | 0.12 | | |
| | 0 GR | 1.39 B | 0.14 | | |
| | F-Test | ** | ns | | |
| ปีจจัย B | | | | | |
| | husk 0% | 1.44 Z ^{L/} | 0.11 | | |
| | husk 0.5% | 1.50 Y | 0.11 | | |
| | husk 1.0% | 1.92 X | 0.17 | | |
| | F-Test | ** | ns | | |
| T2 | โซเดียมเบนทอไนต์ 25% | husk 0% | 1.54 bc ^{L/} | 0.09 | |
| T3 | | 1GR | husk 0.5% | 1.58 bc | 0.12 |
| T4 | | husk 1.0% | 2.73 a | 0.18 | |
| T5 | | husk 0% | 1.43 bc | 0.14 | |
| T6 | | 1/2GR | husk 0.5% | 1.48 bc | 0.15 |
| T7 | | husk 1.0% | 1.66 bc | 0.17 | |
| T8 | | husk 0% | 1.49 bc | 0.08 | |
| T9 | | 1/4GR | husk 0.5% | 1.53 bc | 0.13 |
| T10 | | husk 1.0% | 1.82 b | 0.16 | |
| T11 | | husk 0% | 1.27 c | 0.14 | |
| T12 | | 0GR | husk 0.5% | 1.42 bc | 0.15 |
| T13 | | husk 1.0% | 1.45 bc | 0.16 | |
| | | F-Test | ** | ns | |
| | CV (%) | 28.51 | 29.15 | | |

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99 %

^{L/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test



ภาพที่ 27 ผลของการจัดการดินผสม โขเดียมเบนทอไนต์ต่อความชื้นสัมพัทธ์ของแคลเซียมในส่วนเนื้อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม

2.2.4 ปริมาณสะสมของธาตุอาหารในส่วนเหนือดิน และส่วนหัวของมันสำปะหลัง

ก. ไนโตรเจน

ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ 25% ของน้ำหนักดิน ต่อ ปริมาณสะสมของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับ ตำรับควบคุม (ตำรับที่ไม่มีการใช้โซเดียมเบนทอไนต์) แสดงไว้ในตารางที่ 33 และภาพที่ 28 ผลการทดลองพบว่า ปริมาณสะสมของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังไม่มีความ แตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าปริมาณสะสมของไนโตรเจนในส่วนหัวของมันสำปะหลังมีความ แตกต่างกันทางสถิติ โดยตำรับควบคุมในส่วนหัวของมันสำปะหลังมีปริมาณสะสมของไนโตรเจน เท่ากับ 342.75 มิลลิกรัม/ต้น ซึ่งมากกว่าตำรับที่ไม่มีการใช้ยิปซัมและไม่มีการใส่แกลบ (T11)

เมื่อพิจารณาการใช้ยิปซัมในอัตรา 0GR, 1/4GR, 1/2GR และ 1GR ต่อ ปริมาณสะสมของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง แสดงไว้ในตารางที่ 34 ผลการทดลองพบว่า ปริมาณสะสมของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังไม่มีความ แตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าปริมาณสะสมของไนโตรเจนในส่วนหัวของมันสำปะหลังมีความ แตกต่างกันทางสถิติ โดยการใช้ยิปซัม 1/4GR, 1/2GR และ 1GR มีผลทำให้ปริมาณสะสมของ ไนโตรเจนในส่วนหัวของมันสำปะหลังเท่ากับ 423.10, 448.23 และ 379.57 มิลลิกรัม/ต้น ซึ่ง มากกว่าการไม่ใช้ยิปซัม (216.90 มิลลิกรัม/ต้น)

เมื่อพิจารณาการใส่แกลบในอัตรา 0%, 0.5% และ 1.0% ของน้ำหนักดิน ต่อ ปริมาณสะสมของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังแสดงไว้ในตารางที่ 34 ผลการทดลองพบว่า ปริมาณสะสมของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใช้แกลบ 0.5% ของน้ำหนักดิน มีผลทำให้ปริมาณสะสมของไนโตรเจนในส่วนเหนือดิน เท่ากับ 2396.36 มิลลิกรัม/ต้น และมากกว่าการไม่ใส่แกลบ (0%) และการใส่แกลบ 1.0% ของ น้ำหนักดิน ซึ่งให้ปริมาณสะสมของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินเท่ากับ 1508.07 และ 1840.81 มิลลิกรัม/ต้น ตามลำดับ ส่วนปริมาณสะสมของไนโตรเจนในส่วนหัวของมันสำปะหลังไม่พบ ความแตกต่างกันทางสถิติ

ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการใส่ยิปซัมร่วมกับการใส่เกลบอัตราต่างๆ แสดงไว้ในตารางที่ 34 ผลการทดลองพบว่า การใส่ยิปซัมร่วมกับการใส่เกลบอัตราใดก็ตามไม่มีผลทำให้ปริมาณสะสมของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินมีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าปริมาณสะสมของไนโตรเจนในส่วนหัวของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตำรับที่มีการใส่ยิปซัม 1/2GR ร่วมกับการใส่เกลบ 1.0% ของน้ำหนักดิน ให้ปริมาณสะสมของไนโตรเจนในส่วนหัวของมันสำปะหลังมากที่สุดเท่ากับ 668.00 มิลลิกรัม/ต้น

ตารางที่ 33 ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ต่อปริมาณสะสมของไนโตรเจนในส่วนเนื้อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับค่าควบคุม

| ลำดับการทดลอง | ปริมาณสะสมของไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ต้น) | | | |
|---------------|---------------------------------------|-----------|-------------------------|------------|
| | ส่วนเนื้อดิน | ส่วนหัว | | |
| T1 | Control | 1337.62 | 342.75 bc ^{L/} | |
| T2 | husk 0% | 1814.57 | 351.43 bc | |
| T3 | 1GR | husk 0.5% | 2646.35 | 513.26 ab |
| T4 | husk 1.0% | 1721.26 | 404.62 abc | |
| T5 | husk 0% | 1302.01 | 234.02 bc | |
| T6 | 1/2GR | husk 0.5% | 2139.66 | 442.67 abc |
| T7 | husk 1.0% | 2275.86 | 668.00 a | |
| T8 | husk 0% | 1501.90 | 473.12 abc | |
| T9 | 1/4GR | husk 0.5% | 2481.11 | 411.27 abc |
| T10 | husk 1.0% | 1854.96 | 254.32 bc | |
| T11 | husk 0% | 1413.79 | 179.00 c | |
| T12 | 0GR | husk 0.5% | 2318.32 | 255.31 bc |
| T13 | husk 1.0% | 1511.19 | 216.39 bc | |
| | F-Test | ns | * | |
| | CV (%) | 21.83 | 26.30 | |

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 %

^{L/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test

ตารางที่ 34 ผลของการจัดการผสมโซเดียมเบนทอไนด์ด้วยยิปซัมและแกลบ และปฏิกิริยาสัมพันธ์ร่วมที่มีต่อปริมาณสะสมของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง

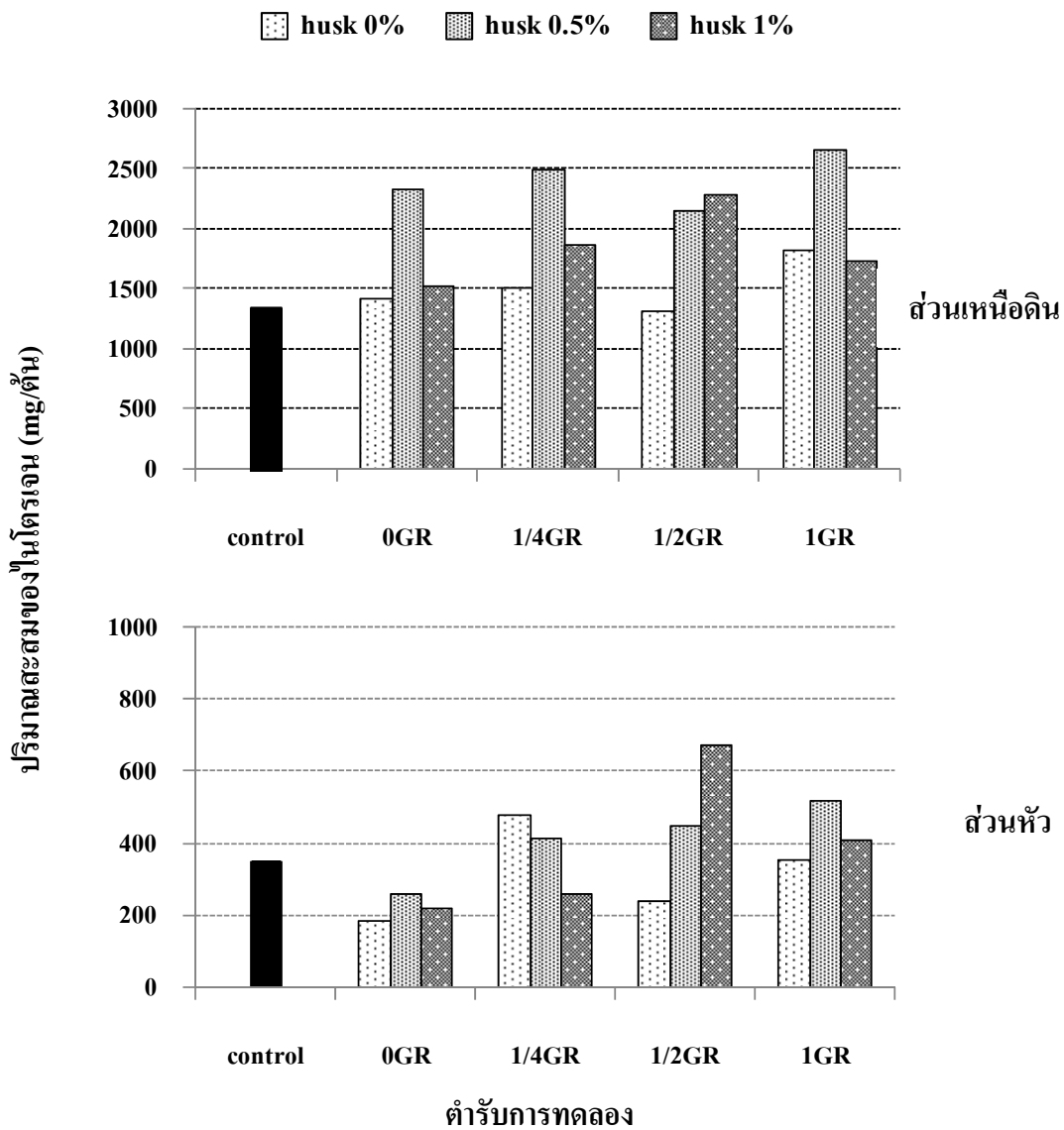
| ปี | การรับการทดลอง | ปริมาณสะสมของไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ต้น) | | | |
|-----------------|----------------------|---------------------------------------|------------------------|-------------------------|------------|
| | | ส่วนเหนือดิน | ส่วนหัว | | |
| ปีจจัย A | | | | | |
| | 1 GR | 2060.73 | 423.10 A ^{L/} | | |
| | 1/2 GR | 1905.84 | 448.23 A | | |
| | 1/4 GR | 1945.99 | 379.57 A | | |
| | 0 GR | 1747.77 | 216.90 B | | |
| | F-Test | ns | * | | |
| ปีจจัย B | | | | | |
| | husk 0% | 1508.07 Z ^{L/} | 309.39 | | |
| | husk 0.5% | 2396.36 Y | 405.63 | | |
| | husk 1.0% | 1840.81 Z | 385.83 | | |
| | F-Test | ** | ns | | |
| T2 | โซเดียมเบนทอไนด์ 25% | husk 0% | 1814.57 | 351.43 bc ^{L/} | |
| T3 | | 1GR | husk 0.5% | 2646.35 | 513.26 ab |
| T4 | | husk 1.0% | 1721.26 | 404.62 abc | |
| T5 | | 1/2GR | husk 0% | 1302.01 | 234.02 bc |
| T6 | | | husk 0.5% | 2139.66 | 442.67 abc |
| T7 | | | husk 1.0% | 2275.86 | 668.00 a |
| T8 | | 1/4GR | husk 0% | 1501.90 | 473.12 abc |
| T9 | | | husk 0.5% | 2481.11 | 411.27 abc |
| T10 | | | husk 1.0% | 1854.96 | 254.32 bc |
| T11 | | 0GR | husk 0% | 1413.79 | 179.00 c |
| T12 | | | husk 0.5% | 2318.32 | 255.31 bc |
| T13 | | | husk 1.0% | 1511.19 | 216.39 bc |
| | | F-Test | ns | * | |
| | CV (%) | 21.38 | 27.45 | | |

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 %

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99 %

^{L/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test



ภาพที่ 28 ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ต่อปริมาณสะสมของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม

ข. ฟอสฟอรัส

ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ 25% ต่อปริมาณสะสมของฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับค่าควบคุม (ค่ารับที่ไม่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์) แสดงไว้ในตารางที่ 35 และภาพที่ 29 ผลการทดลองพบว่า ปริมาณสะสมของฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยค่าควบคุมมีผลทำให้ปริมาณสะสมของฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังมีค่าเท่ากับ 62.27 มิลลิกรัม/ต้น ซึ่งน้อยกว่ากลุ่มค่ารับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ 25% ของน้ำหนักดิน ส่วนปริมาณสะสมของฟอสฟอรัสในส่วนหัวของมันสำปะหลัง พบว่า ค่าควบคุมมีผลทำให้ปริมาณสะสมของฟอสฟอรัสในส่วนหัวมีค่าเท่ากับ 31.64 มิลลิกรัม/ต้น ซึ่งมากกว่าค่ารับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยซั่มและไม่มีการใส่แกลบ (T11)

เมื่อพิจารณาการใส่ปุ๋ยซั่มในอัตรา 0GR, 1/4GR, 1/2GR และ 1GR ต่อปริมาณสะสมของฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง แสดงไว้ในตารางที่ 36 ผลการทดลองพบว่า ปริมาณสะสมของฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าปริมาณสะสมของฟอสฟอรัสในส่วนหัวของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ยซั่ม 1 GR มีผลทำให้ปริมาณสะสมของฟอสฟอรัสในส่วนหัวมากที่สุดเท่ากับ 53.59 มิลลิกรัม/ต้น เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยซั่ม 0GR, 1/4GR และ 1/2GR

เมื่อพิจารณาการใส่แกลบในอัตรา 0%, 0.5% และ 1.0% ของน้ำหนักดิน ต่อปริมาณสะสมของฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังแสดงไว้ในตารางที่ 36 ผลการทดลองพบว่า ปริมาณสะสมของฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการไม่ใส่แกลบ (0%) มีผลทำให้ปริมาณสะสมของฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังมีค่ามากกว่าการไม่ใส่แกลบ (0%)

ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างการใช้ปุ๋ยซั่มร่วมกับการใส่แกลบอัตราต่างๆ แสดงไว้ในตารางที่ 36 ผลการทดลองพบว่า การใช้ปุ๋ยซั่มร่วมกับการใส่แกลบอัตราใดก็ตามไม่มีผลทำให้ปริมาณสะสมของฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าปริมาณสะสมของฟอสฟอรัสในส่วนหัวของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยค่ารับที่มีการใส่ปุ๋ยซั่ม 1GR ร่วมกับการใส่แกลบ 0.5% ของน้ำหนักดิน มีผลทำให้ปริมาณสะสมของฟอสฟอรัสในส่วนหัวมากที่สุดเท่ากับ 71.34 มิลลิกรัม/ต้น

ตารางที่ 35 ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ต่อปริมาณสะสมของฟอสฟอรัสในส่วนเนื้อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม

| ตำรับการทดลอง | | | ปริมาณสะสมของฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/ต้น) | | |
|---------------|---------|-----------|---------------------------------------|------------------------|----------|
| | | | ส่วนเนื้อดิน | ส่วนหัว | |
| T1 | Control | | 62.27 d ^{1/} | 31.64 de ^{1/} | |
| T2 | 1GR | husk 0% | 103.26 abcd | 37.39 cd | |
| T3 | | husk 0.5% | 164.67 a | 71.34 a | |
| T4 | | husk 1.0% | 118.18 abcd | 52.03 bc | |
| T5 | | husk 0% | 76.51 cd | 27.36 de | |
| T6 | 1/2GR | husk 0.5% | 137.07 abc | 53.63 b | |
| T7 | | husk 1.0% | 134.99 abc | 49.70 bc | |
| T8 | | husk 0% | 87.68 bcd | 30.51 de | |
| T9 | | husk 0.5% | 155.20 ab | 48.40 bc | |
| T10 | 1/4GR | husk 1.0% | 136.79 abc | 46.43 bc | |
| T11 | | husk 0% | 79.41 cd | 20.76 e | |
| T12 | | 0GR | husk 0.5% | 129.28 abcd | 29.82 de |
| T13 | | husk 1.0% | 104.65 abcd | 29.61 de | |
| F-Test | | | * | ** | |
| CV (%) | | | 21.25 | 29.55 | |

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 %
 ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99 %
^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test

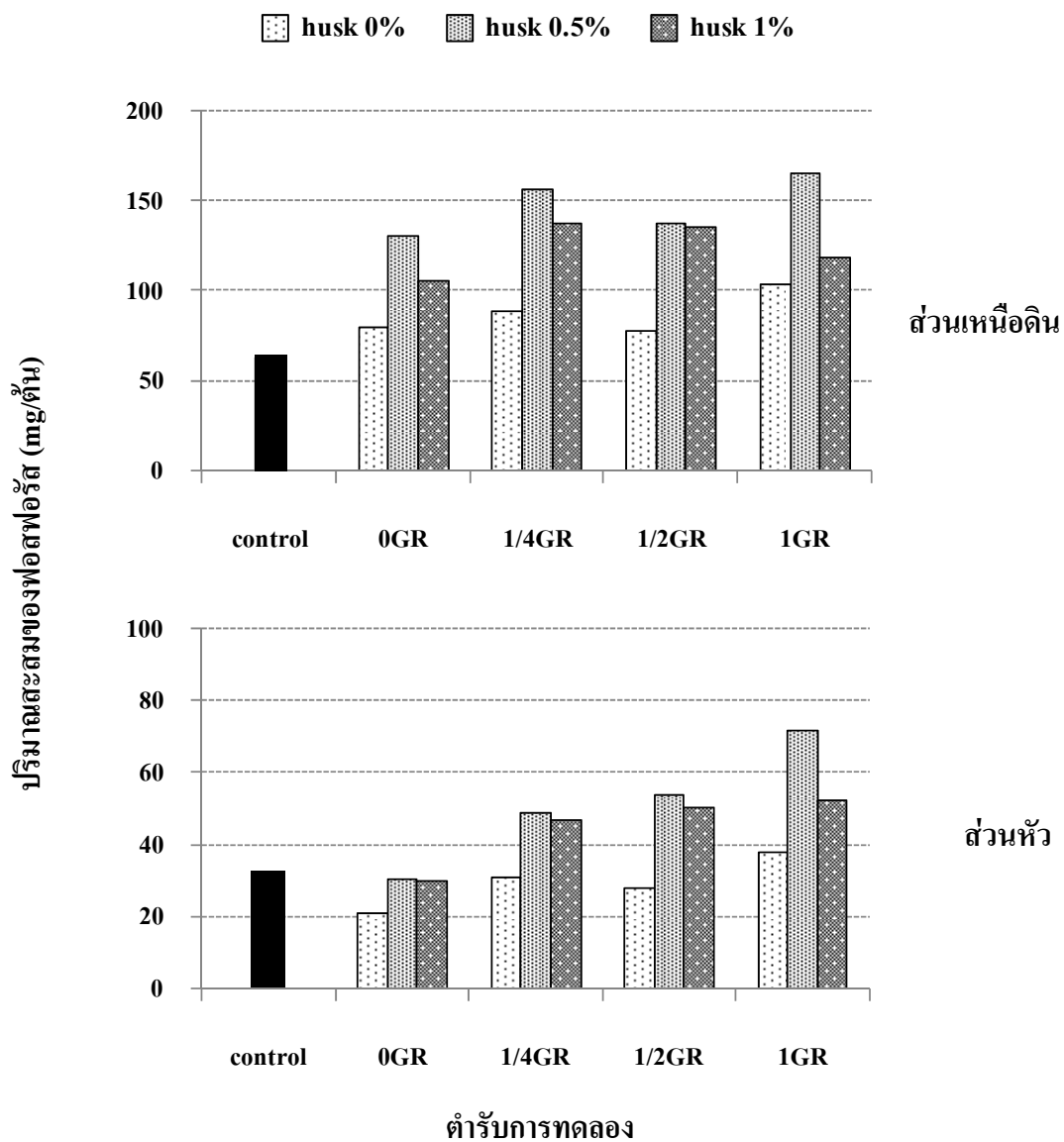
ตารางที่ 36 ผลของการจัดการผสมโซเดียมเบนทอไนต์ด้วยยิปซัมและแกลบ และปฏิกิริยาสัมพันธร่วมที่มีต่อปริมาณสะสมของฟอสฟอรัสในส่วนเนื้อดินและส่วนหัวของ มันสำปะหลัง

| ปัจจัย A | ตัวรับการทดลอง | ปริมาณสะสมของฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/ตัน) | |
|----------|-----------------|---------------------------------------|-----------------------|
| | | ส่วนเนื้อดิน | ส่วนหัว |
| ปัจจัย A | 1 GR | 128.70 | 53.59 A ^L |
| | 1/2 GR | 116.19 | 43.56 B |
| | 1/4 GR | 126.56 | 41.78 B |
| | 0 GR | 104.44 | 26.73 C |
| | F-Test | ns | ** |
| ปัจจัย B | husk 0% | 86.71 Z ^L | 29.01 Z ^L |
| | husk 0.5% | 146.55 Y | 50.80 Y |
| | husk 1.0% | 123.65 Y | 44.44 Y |
| | F-Test | ** | ** |
| T2 | husk 0% | 103.26 | 37.39 cd ^L |
| T3 | 1GR husk 0.5% | 164.67 | 71.34 a |
| T4 | husk 1.0% | 118.18 | 52.03 bc |
| T5 | husk 0% | 76.51 | 27.36 de |
| T6 | 1/2GR husk 0.5% | 137.07 | 53.63 b |
| T7 | husk 1.0% | 134.99 | 49.70 bc |
| T8 | husk 0% | 87.68 | 30.51 de |
| T9 | 1/4GR husk 0.5% | 155.20 | 48.40 bc |
| T10 | husk 1.0% | 136.79 | 46.43 bc |
| T11 | husk 0% | 79.41 | 20.76 e |
| T12 | 0GR husk 0.5% | 129.28 | 29.82 de |
| T13 | husk 1.0% | 104.65 | 29.61 de |
| | F-Test | ns | ** |
| | CV (%) | 28.98 | 29.79 |

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99 %

^L ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test



ภาพที่ 29 ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ต่อปริมาณสะสมของฟอสฟอรัสในส่วนเนื้อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม

ค. โปแทสเซียม

ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ 25% ต่อปริมาณสะสมของโปแทสเซียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (ตำรับที่ไม่มีการใช้โซเดียมเบนทอไนต์) แสดงไว้ในตารางที่ 37 และภาพที่ 30 ผลการทดลองพบว่า ปริมาณสะสมของโปแทสเซียมในส่วนเหนือดินไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าปริมาณสะสมของโปแทสเซียมในส่วนหัวของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตำรับควบคุมมีผลทำให้ปริมาณสะสมของโปแทสเซียมในส่วนหัวของมันสำปะหลังมีค่าเท่ากับ 814.75 มิลลิกรัม/ต้น ซึ่งมากกว่าตำรับที่ไม่มีการใช้ปุ๋ยซั่มและไม่มีการใช้แกลบ (T11)

เมื่อพิจารณาการใช้ปุ๋ยซั่มในอัตรา 0GR, 1/4GR, 1/2GR และ 1GR ต่อปริมาณสะสมของโปแทสเซียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง (ตารางที่ 38) ผลการทดลองพบว่า ปริมาณสะสมของโปแทสเซียมในส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าปริมาณสะสมของโปแทสเซียมในส่วนหัวของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้ปุ๋ยซั่ม 1/4GR, 1/2GR และ 1GR มีผลทำให้ปริมาณสะสมของโปแทสเซียมในส่วนหัวมีค่าเท่ากับ 818.56, 655.84 และ 710.80 มิลลิกรัม/ต้น ซึ่งมากกว่าการไม่ใช้ปุ๋ยซั่ม (0GR)

เมื่อพิจารณาการใช้แกลบในอัตรา 0%, 0.5% และ 1.0% ของน้ำหนักดิน ต่อปริมาณสะสมของโปแทสเซียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง (ตารางที่ 38) ผลการทดลองพบว่า ปริมาณสะสมของโปแทสเซียมในส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าปริมาณสะสมของโปแทสเซียมในส่วนหัวของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้แกลบ 0.5% และ 1.0% ของน้ำหนักดิน ให้ปริมาณสะสมของโปแทสเซียมมากกว่าการไม่ใช้แกลบ (0%)

ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างการใช้ปุ๋ยซั่มรวมกับการใช้แกลบอัตราต่างๆ (ตารางที่ 38) ผลการทดลองพบว่า การใช้ปุ๋ยซั่มรวมกับการใช้แกลบอัตราใดก็ตามไม่มีผลทำให้ปริมาณสะสมของโปแทสเซียมในส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าปริมาณสะสมของโปแทสเซียมในส่วนหัวของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยตำรับที่มีการใช้ปุ๋ยซั่ม 1GR รวมกับการใช้แกลบ 0.5% ของน้ำหนักดิน มีผลทำให้ปริมาณสะสมของโปแทสเซียมในส่วนหัวมากที่สุดเท่ากับ 1108.89 มิลลิกรัม/ต้น

ตารางที่ 37 ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนด์ต่อปริมาณสะสมของโพแทสเซียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับค่าควบคุม

| ตำรับการทดลอง | | | ปริมาณสะสมของโพแทสเซียม (มิลลิกรัม/ต้น) | |
|---------------|---------|-----------|---|-------------------------|
| | | | ส่วนเหนือดิน | ส่วนหัว |
| T1 | Control | | 1128.20 | 814.75 ab ^{1/} |
| T2 | husk 0% | | 1400.90 | 675.64 bcd |
| T3 | 1GR | husk 0.5% | 2333.79 | 1108.89 a |
| T4 | | husk 1.0% | 1469.55 | 671.16 bcd |
| T5 | husk 0% | | 1030.55 | 351.85 de |
| T6 | 1/2GR | husk 0.5% | 1711.90 | 749.73 bc |
| T7 | | husk 1.0% | 1739.72 | 865.95 ab |
| T8 | husk 0% | | 1370.96 | 508.77 bcde |
| T9 | 1/4GR | husk 0.5% | 2053.17 | 882.92 ab |
| T10 | | husk 1.0% | 1992.39 | 740.70 bc |
| T11 | husk 0% | | 1152.48 | 302.05 e |
| T12 | 0GR | husk 0.5% | 1680.71 | 533.96 bcde |
| T13 | | husk 1.0% | 1326.73 | 400.22 cde |
| F-Test | | | ns | ** |
| CV (%) | | | 23.35 | 25.55 |

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99 %

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test

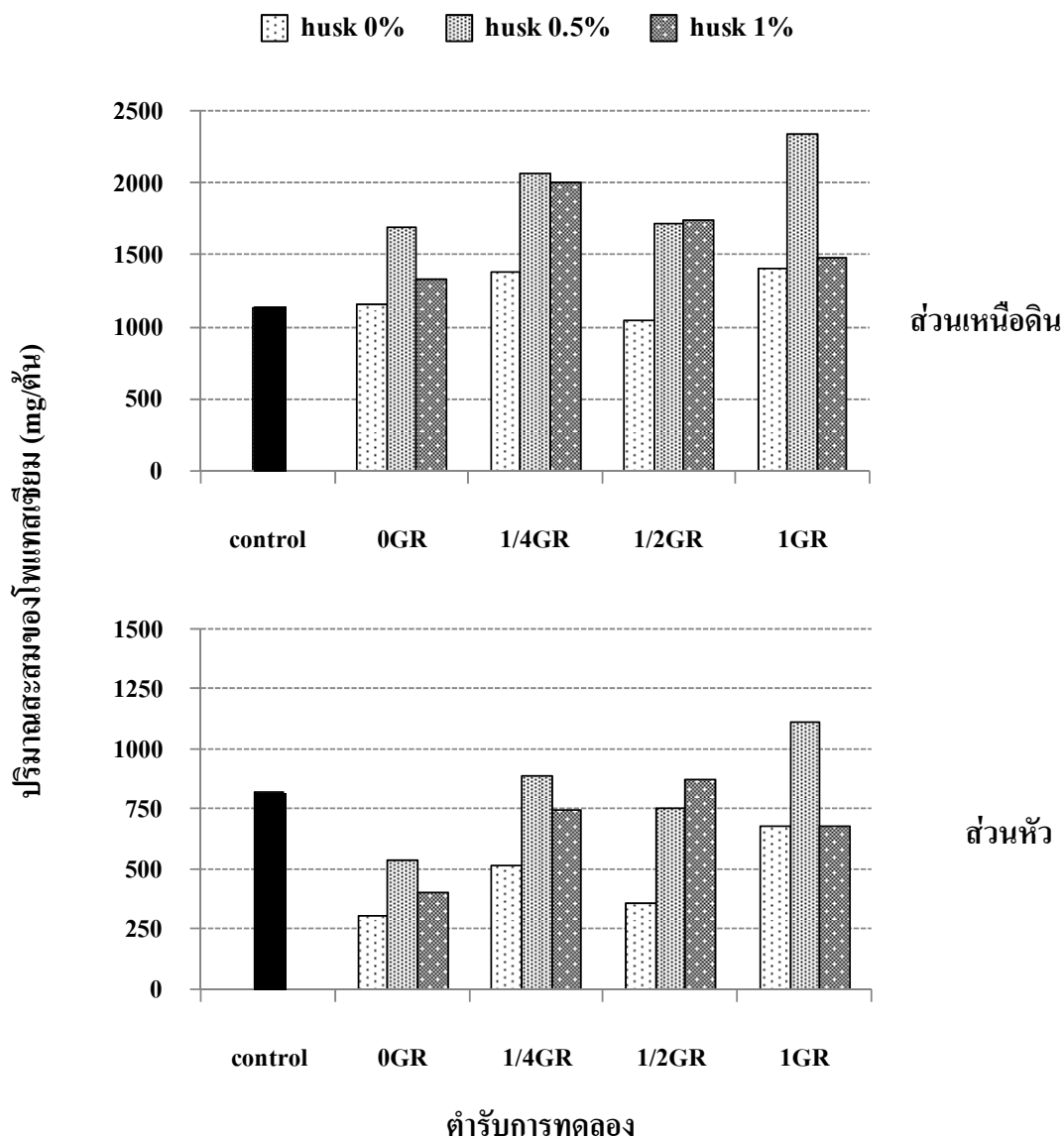
ตารางที่ 38 ผลของการจัดการผสมโซเดียมเบนทอไนด์ด้วยยิปซัมและแกลบ และปฏิกิริยาสัมพันธ์ร่วมที่มีต่อปริมาณสะสมของโพแทสเซียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง

| ดำรับการทดลอง | | ปริมาณสะสมของโพแทสเซียม (มิลลิกรัม/ต้น) | | | |
|-----------------|----------------------|---|-----------------------|--------------------------|-------------|
| | | ส่วนเหนือดิน | ส่วนหัว | | |
| ปัจจัย A | | | | | |
| | 1 GR | 1734.75 | 818.56 A ^L | | |
| | 1/2 GR | 1494.06 | 655.84 A | | |
| | 1/4 GR | 1805.51 | 710.80 A | | |
| | 0 GR | 1386.64 | 412.08 B | | |
| | F-Test | ns | ** | | |
| ปัจจัย B | | | | | |
| | husk 0% | 1238.72 | 459.58 Z ^L | | |
| | husk 0.5% | 1944.89 | 818.87 Y | | |
| | husk 1.0% | 1632.10 | 669.51 Y | | |
| | F-Test | ns | ** | | |
| T2 | โซเดียมเบนทอไนด์ 25% | husk 0% | 1400.90 | 675.64 bcde ^L | |
| T3 | | 1GR | husk 0.5% | 2333.79 | 1108.89 a |
| T4 | | husk 1.0% | 1469.55 | 671.16 bcde | |
| T5 | | husk 0% | 1030.55 | 351.85 ef | |
| T6 | | 1/2GR | husk 0.5% | 1711.90 | 749.73 bcd |
| T7 | | husk 1.0% | 1739.72 | 865.95 abc | |
| T8 | | husk 0% | 1370.96 | 508.77 def | |
| T9 | | 1/4GR | husk 0.5% | 2053.17 | 882.92 ab |
| T10 | | husk 1.0% | 1992.39 | 740.70 bcd | |
| T11 | | husk 0% | 1152.48 | 302.05 f | |
| T12 | | 0GR | husk 0.5% | 1680.71 | 533.96 cdef |
| T13 | | husk 1.0% | 1326.73 | 400.22 ef | |
| | | F-Test | ns | ** | |
| | CV (%) | 22.97 | 25.56 | | |

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99 %

^L ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test



ภาพที่ 30 ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ต่อปริมาณสะสมของโพลีคลอไรเนตในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับดำรับควบคุม

ง. โซเดียม

ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ 25% ต่อปริมาณสะสมของโซเดียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับดำรับควบคุม (ดำรับที่ไม่มีการใช้โซเดียมเบนทอไนต์) แสดงไว้ในตารางที่ 39 และภาพที่ 31 ผลการทดลองพบว่า ปริมาณสะสมของโซเดียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยดำรับควบคุมมีผลทำให้ปริมาณสะสมของโซเดียมในส่วนเหนือดินมีค่าเท่ากับ 958.22 มิลลิกรัม/ตัน ซึ่งน้อยกว่ากลุ่มดำรับที่มีการใช้โซเดียมเบนทอไนต์ 25% ของน้ำหนักรากดิน ส่วนความเข้มข้นของโซเดียมในส่วนหัวของมันสำปะหลัง พบว่า ดำรับควบคุมให้ปริมาณสะสมของโซเดียมในส่วนหัวเท่ากับ 1134.98 มิลลิกรัม/ตัน ซึ่งมากกว่าดำรับที่ไม่มีการใช้ปุ๋ยซั่มและไม่มีการใช้เกลือ (T11)

เมื่อพิจารณาการใช้ปุ๋ยซั่มในอัตรา 0GR, 1/4GR, 1/2GR และ 1GR ต่อปริมาณสะสมของโซเดียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง (ตารางที่ 40) ผลการทดลองพบว่า ปริมาณสะสมของโซเดียมในส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าปริมาณสะสมของโซเดียมในส่วนหัวของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้ปุ๋ยซั่ม 1/4GR, 1/2GR และ 1GR มีผลทำให้ปริมาณสะสมของโซเดียมในส่วนหัวมากกว่าการไม่ใช้ปุ๋ยซั่ม (0GR)

เมื่อพิจารณาการใช้เกลือในอัตรา 0%, 0.5% และ 1.0% ของน้ำหนักรากดินต่อปริมาณสะสมของโซเดียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง (ตารางที่ 40) ผลการทดลองพบว่า ปริมาณสะสมของโซเดียมในส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าปริมาณสะสมของโซเดียมในส่วนหัวของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้เกลือ 0.5% และ 1.0% ของน้ำหนักรากดิน ให้ปริมาณสะสมของโซเดียมมากกว่าการไม่ใช้เกลือ (0%)

ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างการใช้ปุ๋ยซั่มร่วมกับการใช้เกลืออัตราต่างๆ (ตารางที่ 40) ผลการทดลองพบว่า การใช้ปุ๋ยซั่มร่วมกับการใช้เกลืออัตราใดก็ตามไม่มีผลทำให้ปริมาณสะสมของโซเดียมในส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าปริมาณสะสมของโซเดียมในส่วนหัวของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยดำรับที่มีการใช้ปุ๋ยซั่ม 1GR ร่วมกับการใช้เกลือ 0.5% ของน้ำหนักรากดิน มีผลทำให้ปริมาณสะสมของโซเดียมในส่วนหัวมากที่สุดเท่ากับ 2713.60 มิลลิกรัม/ตัน

ตารางที่ 39 ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ต่อปริมาณสะสมของโซเดียมในส่วนเนื้อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับค่าควบคุม

| ตำรับการทดลอง | | ปริมาณสะสมของโซเดียม (มิลลิกรัม/ต้น) | |
|---------------|-----------|--------------------------------------|--------------------------|
| | | ส่วนเนื้อดิน | ส่วนหัว |
| T1 | Control | 958.22 d ^{L/} | 1134.98 de ^{L/} |
| T2 | husk 0% | 2210.07 abcd | 1559.92 cde |
| T3 | 1GR | husk 0.5% | 3824.83 a |
| T4 | husk 1.0% | 3493.45 ab | 1915.06 abcde |
| T5 | husk 0% | 1773.18 abcd | 1259.71 de |
| T6 | 1/2GR | husk 0.5% | 2630.55 abcd |
| T7 | husk 1.0% | 2799.06 abcd | 2331.30 abc |
| T8 | husk 0% | 2198.65 abcd | 1620.01 bcde |
| T9 | 1/4GR | husk 0.5% | 3230.71 abc |
| T10 | husk 1.0% | 2684.60 abcd | 1973.66 abcde |
| T11 | husk 0% | 1422.76 bcd | 1039.05 e |
| T12 | 0GR | husk 0.5% | 3168.64 abc |
| T13 | husk 1.0% | 1209.80 cd | 1179.64 de |
| F-Test | | * | ** |
| CV (%) | | 27.60 | 23.33 |

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 %
 ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99 %
^{L/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test

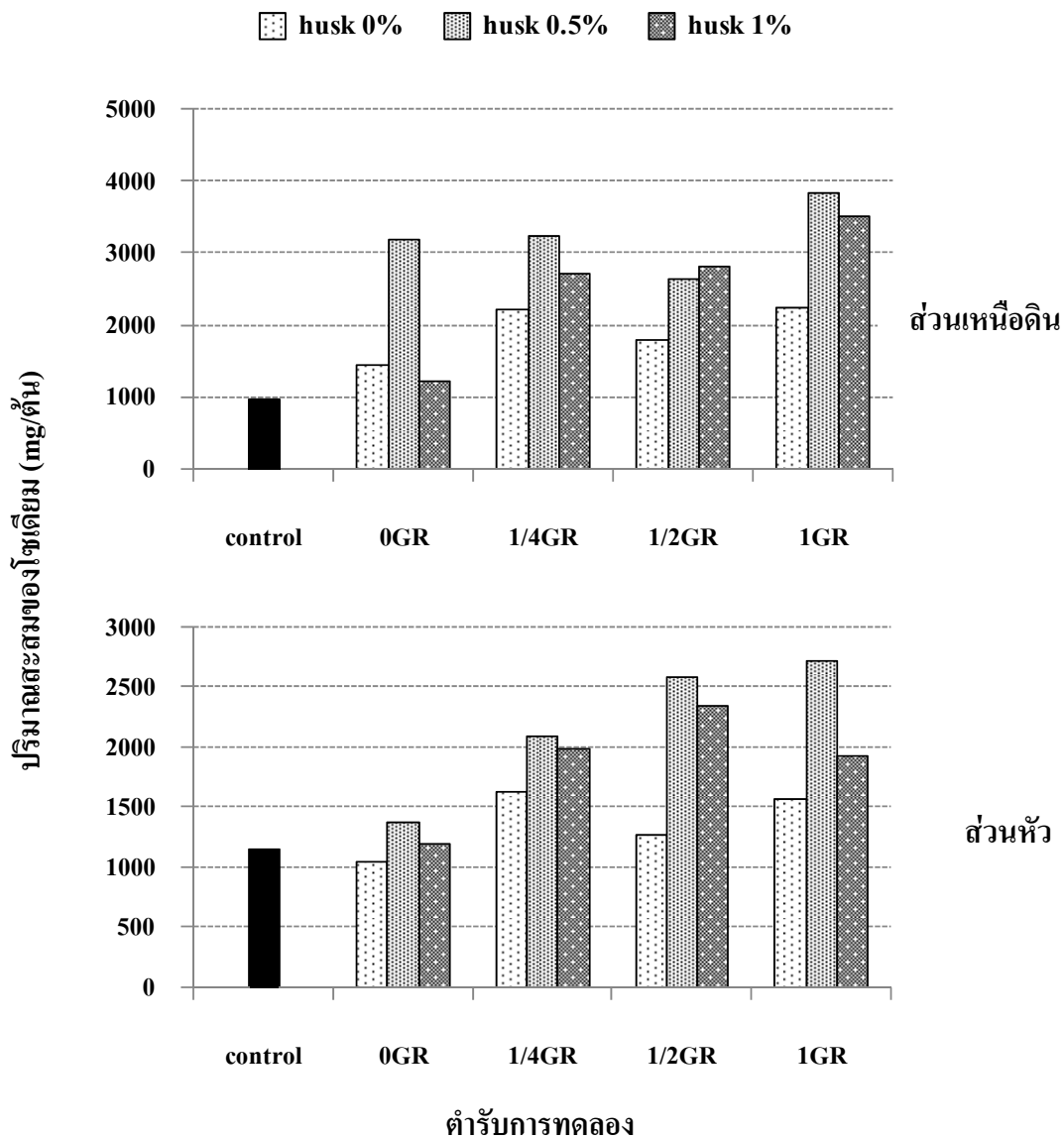
ตารางที่ 40 ผลของการจัดการผสมโซเดียมเบนทอไนต์ด้วยยิปซัมและแกลบ และปฏิกิริยาสัมพันธ์
ร่วมที่มีต่อปริมาณสะสมของโซเดียมในส่วนเนื้อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง

| ตำรับการทดลอง | | ปริมาณสะสมของโซเดียม (มิลลิกรัม/ต้น) | | | |
|-----------------|----------------------|--------------------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------|
| | | ส่วนเนื้อดิน | ส่วนหัว | | |
| ปัจจัย A | | | | | |
| | 1 GR | 3176.11 | 2062.86 A ^{L/} | | |
| | 1/2 GR | 2400.93 | 2055.71 A | | |
| | 1/4 GR | 2704.65 | 1890.48 A | | |
| | 0 GR | 1933.73 | 1195.87 B | | |
| | F-Test | ns | ** | | |
| ปัจจัย B | | | | | |
| | husk 0% | 1901.16 | 1369.67 Z ^{L/} | | |
| | husk 0.5% | 3213.68 | 2184.11 Y | | |
| | husk 1.0% | 2546.72 | 1849.91 Y | | |
| | F-Test | ns | ** | | |
| T2 | โซเดียมเบนทอไนต์ 25% | husk 0% | 2210.07 | 1559.92 bcde ^{L/} | |
| T3 | | 1GR | husk 0.5% | 3824.83 | 2713.60 a |
| T4 | | husk 1.0% | 3493.45 | 1915.06 abcde | |
| T5 | | husk 0% | 1773.18 | 1259.71 de | |
| T6 | | 1/2GR | husk 0.5% | 2630.55 | 2576.13 ab |
| T7 | | husk 1.0% | 2799.06 | 2331.30 abc | |
| T8 | | husk 0% | 2198.65 | 1620.01 bcde | |
| T9 | | 1/4GR | husk 0.5% | 3230.71 | 2077.79 abcd |
| T10 | | husk 1.0% | 2684.60 | 1973.66 abcde | |
| T11 | | husk 0% | 1422.76 | 1039.05 e | |
| T12 | | 0GR | husk 0.5% | 3168.64 | 1368.94 cde |
| T13 | | husk 1.0% | 1209.80 | 1179.64 de | |
| | | F-Test | ns | ** | |
| | CV (%) | 24.27 | 22.41 | | |

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99 %

^{L/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test



ภาพที่ 31 ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ต่อปริมาณสะสมของโซเดียมในส่วนเนื้อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม

จ. แคลเซียม

ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ 25% ต่อปริมาณสะสมของแคลเซียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (ตำรับที่ไม่มีการใช้โซเดียมเบนทอไนต์) แสดงไว้ในตารางที่ 41 และภาพที่ 32 ผลการทดลองพบว่า ปริมาณสะสมของแคลเซียมในส่วนเหนือดินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเชิงทางสถิติ แต่ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติในส่วนหัวของมันสำปะหลัง โดยตำรับควบคุมในส่วนเหนือดินมีผลทำให้ปริมาณสะสมของแคลเซียมใกล้เคียงกับตำรับที่ไม่มีการใช้ปุ๋ยและไม่มีการใช้เกลือ (T11)

เมื่อพิจารณาการใช้ปุ๋ยในอัตรา 0GR, 1/4GR, 1/2GR และ 1GR ต่อปริมาณสะสมของแคลเซียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง (ตารางที่ 42) ผลการทดลองพบว่า ปริมาณสะสมของแคลเซียมในส่วนเหนือดินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเชิงทางสถิติ แต่ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติในส่วนหัวของมันสำปะหลัง โดยการใส่ปุ๋ยในอัตรา 1 GR มีผลทำให้ปริมาณสะสมของแคลเซียมในส่วนเหนือดินมากที่สุดเท่ากับ 953.10 มิลลิกรัม/ต้น เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ย (0GR) และการใส่ปุ๋ยในอัตรา 1/4GR และ 1/2GR (504.03, 755.21 และ 647.40 มิลลิกรัม/ต้น ตามลำดับ)

เมื่อพิจารณาการใช้เกลือในอัตรา 0%, 0.5% และ 1.0% ของน้ำหนักดิน ต่อปริมาณสะสมของแคลเซียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลังแสดงไว้ในตารางที่ 42 ผลการทดลองพบว่า ปริมาณสะสมของแคลเซียมในส่วนเหนือดินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเชิงทางสถิติ แต่ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติในส่วนหัวของมันสำปะหลัง โดยการใส่เกลือ 0.5 และ 1.0% ของน้ำหนักดิน ให้ปริมาณสะสมของแคลเซียมในส่วนเหนือดินมีค่าเท่ากับ 826.36 และ 810.15 มิลลิกรัม/ต้น ซึ่งมีความมากกว่าการไม่ใส่เกลือ (0%)

ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างการใช้ปุ๋ยร่วมกับการใช้เกลืออัตราต่างๆ แสดงไว้ในตารางที่ 42 ผลการทดลองพบว่า การใช้ปุ๋ยร่วมกับการใช้เกลืออัตราใดก็ตามมีผลทำให้ปริมาณสะสมของแคลเซียมในส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าปริมาณสะสมของแคลเซียมในส่วนหัวของมันสำปะหลังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยตำรับที่มีการใส่ปุ๋ย 1GR ร่วมกับการใช้เกลือ 1.0% ของน้ำหนักดิน มีผลทำให้ปริมาณสะสมของแคลเซียมในส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังมากที่สุดเท่ากับ 1202.16 มิลลิกรัม/ต้น

ตารางที่ 41 ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนโทไนด์ต่อปริมาณสะสมของแคลเซียมในส่วนเนื้อดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม

| ตำรับการทดลอง | ปริมาณสะสมของแคลเซียม (มิลลิกรัม/ต้น) | | | |
|---------------|---------------------------------------|------------------------|-------------|-------|
| | ส่วนเนื้อดิน | ส่วนหัว | | |
| T1 | Control | 310.08 d ^{1/} | 49.70 | |
| T2 | husk 0% | 646.12 bcd | 52.21 | |
| T3 | 1GR | husk 0.5% | 1011.01 ab | 56.31 |
| T4 | husk 1.0% | 1202.16 a | 54.83 | |
| T5 | husk 0% | 410.42 d | 37.16 | |
| T6 | 1/2GR | husk 0.5% | 744.48 abcd | 89.38 |
| T7 | husk 1.0% | 787.31 abcd | 69.13 | |
| T8 | husk 0% | 604.27 bcd | 34.87 | |
| T9 | 1/4GR | husk 0.5% | 907.36 abc | 35.13 |
| T10 | husk 1.0% | 753.99 abcd | 49.22 | |
| T11 | husk 0% | 372.38 d | 26.80 | |
| T12 | 0GR | husk 0.5% | 642.58 bcd | 29.12 |
| T13 | husk 1.0% | 497.15 cd | 42.32 | |
| | F-Test | ** | ns | |
| | CV (%) | 21.69 | 24.76 | |

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99 %

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test

ตารางที่ 42 ผลของการจัดการผสมโซเดียมเบนทอไนด์ด้วยยิปซัมและแกลบ และปฏิกิริยาสัมพันธ์ร่วมที่มีต่อปริมาณสะสมของแคลเซียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง

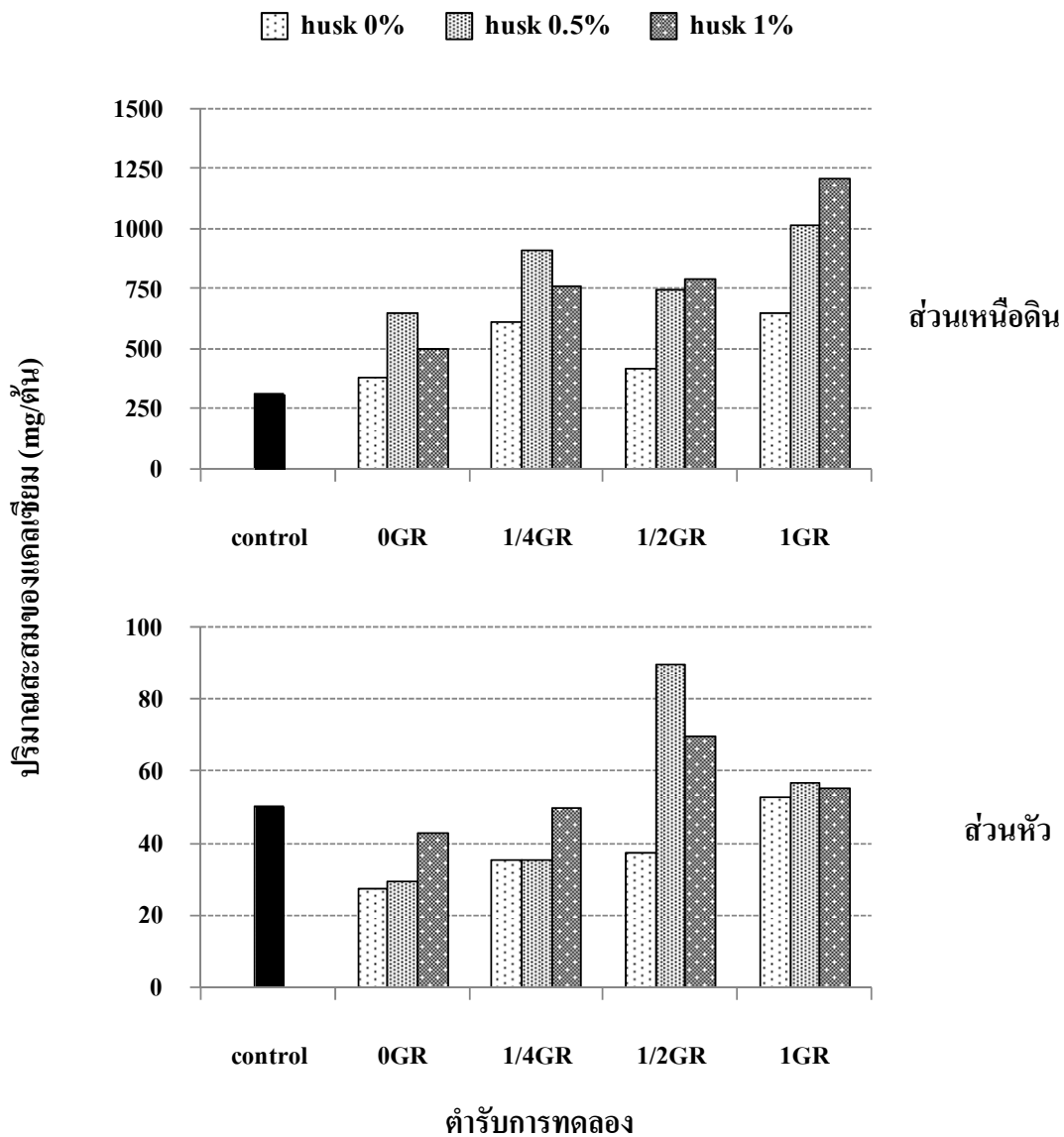
| ตัวรับการทดลอง | ปริมาณสะสมของแคลเซียม (มิลลิกรัม/ต้น) | | |
|-----------------|---------------------------------------|--------------------------|-------|
| | ส่วนเหนือดิน | ส่วนหัว | |
| ปัจจัย A | | | |
| 1 GR | 953.10 A ^{1/} | 54.45 | |
| 1/2 GR | 647.40 B | 65.22 | |
| 1/4 GR | 755.21 AB | 39.74 | |
| 0 GR | 504.03 B | 32.74 | |
| F-Test | ** | ns | |
| ปัจจัย B | | | |
| husk 0% | 508.30 Z ^{1/} | 37.76 | |
| husk 0.5% | 826.36 Y | 52.48 | |
| husk 1.0% | 810.15 Y | 53.87 | |
| F-Test | ** | ns | |
| T2 | husk 0% | 646.12 bcd ^{1/} | 52.21 |
| T3 | 1GR husk 0.5% | 1011.01 ab | 56.31 |
| T4 | husk 1.0% | 1202.16 a | 54.83 |
| T5 | husk 0% | 410.42 d | 37.16 |
| T6 | 1/2GR husk 0.5% | 744.48 abcd | 89.38 |
| T7 | husk 1.0% | 787.31 abcd | 69.13 |
| T8 | husk 0% | 604.27 bcd | 34.87 |
| T9 | 1/4GR husk 0.5% | 907.36 abc | 35.13 |
| T10 | husk 1.0% | 753.99 abcd | 49.22 |
| T11 | husk 0% | 372.38 d | 26.80 |
| T12 | 0GR husk 0.5% | 642.58 bcd | 29.12 |
| T13 | husk 1.0% | 497.15 cd | 42.32 |
| F-Test | * | ns | |
| CV (%) | 28.87 | 27.44 | |

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 %

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99 %

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test



ภาพที่ 32 ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ต่อปริมาณสะสมของแคดเซียมในส่วนเหนือดินและส่วนหัวของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม

2.2.5 สมบัติของดินหลังปลูกมันสำปะหลัง

จากตารางที่ 43 แสดงให้เห็นว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (EC_e) ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) ค่าเปอร์เซ็นต์โซเดียมแลกเปลี่ยนได้ (ESP) อัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (SAR) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) ปริมาณโพแทสเซียม โซเดียม แคลเซียม และแมกนีเซียมแลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K, Na, Ca และ Mg) มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยค่า pH ของดิน ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน ค่าเปอร์เซ็นต์โซเดียมแลกเปลี่ยนได้ อัตราส่วนการดูดซับโซเดียม ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม โซเดียม แคลเซียม และแมกนีเซียมแลกเปลี่ยนได้ในกลุ่มดำรับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ 25% ของน้ำหนักดิน ให้ค่ามากกว่าดำรับที่ไม่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ (ดำรับควบคุม) ส่วนปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) ในทุกดำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อพิจารณาการใส่ยิปซัมในอัตรา 0GR, 1/4GR, 1/2GR และ 1GR ต่อสมบัติทางเคมีบางประการของดินหลังปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5 (ตารางที่ 44) ผลการทดลองพบว่า ค่า pH ของดิน ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน ค่าเปอร์เซ็นต์โซเดียมแลกเปลี่ยนได้ อัตราส่วนการดูดซับโซเดียม ปริมาณโพแทสเซียม โซเดียม แคลเซียม และแมกนีเซียมแลกเปลี่ยนได้มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยค่า pH ของดิน ค่าเปอร์เซ็นต์โซเดียมแลกเปลี่ยนได้ อัตราส่วนการดูดซับปริมาณโพแทสเซียม และโซเดียมแลกเปลี่ยนได้ในการไม่ใส่ยิปซัม (0GR) ให้ค่ามากที่สุด ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินในการใส่ยิปซัม 1/2GR และ 1GR ให้ค่ามากกว่าการไม่ใส่ยิปซัมและการใส่ยิปซัม 1/4GR และค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมและปริมาณแคลเซียมแลกเปลี่ยนได้ใน การใส่ยิปซัม 1GR ให้ค่ามากที่สุด ส่วนปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนและปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อพิจารณาการใส่แกลบในอัตรา 0%, 0.5% และ 1.0% ของน้ำหนักดิน ต่อสมบัติทางเคมีบางประการของดินหลังปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5 แสดงไว้ในตารางที่ 44 ผลการทดลองพบว่า ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน ปริมาณโพแทสเซียม และแคลเซียมแลกเปลี่ยนได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนในการไม่ใส่แกลบ (0%) ให้ค่ามากที่สุด ปริมาณโพแทสเซียมแลกเปลี่ยนได้ใน การใส่แกลบ 1.0% ของน้ำหนักดินให้ค่าน้อยที่สุด และปริมาณแคลเซียมแลกเปลี่ยนได้ใน การใส่แกลบอัตรา

1.0% ของน้ำหนักรีดดิน ให้ค่ามากกว่าการไม่ใส่แกลบ (0%) และการใส่แกลบ 0.5% ของน้ำหนักรีดดิน ส่วนค่า pH ของดิน ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน ค่าเปอร์เซ็นต์โซเดียมแลกเปลี่ยนได้ อัตราส่วนการดูดซับโซเดียม ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโซเดียม และแมกนีเซียมแลกเปลี่ยนได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการใส่ปุ๋ยร่วมกับการใช้แกลบอัตราต่างๆ แสดงไว้ในตารางที่ 44 ผลการทดลองพบว่า การใช้ปุ๋ยร่วมกับการใช้แกลบอัตราใดก็ตามมีผลทำให้ค่า pH ของดิน ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน ค่าเปอร์เซ็นต์โซเดียมแลกเปลี่ยนได้ ปริมาณโพแทสเซียม โซเดียม แคลเซียม และแมกนีเซียมแลกเปลี่ยนได้มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยค่า pH ของดินในกลุ่มดำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยให้ค่ามากกว่ากลุ่มดำรับที่มีการใส่ปุ๋ย ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินในกลุ่มดำรับที่มีการใส่ปุ๋ย 1/2GR และ 1GR ร่วมกับการใส่แกลบและไม่ใส่แกลบให้ค่ามากกว่ากลุ่มดำรับที่มีการใส่ปุ๋ย 1/4GR และกลุ่มดำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย (0GR) ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยและไม่มีการใส่แกลบให้ค่ามากที่สุดเท่ากับ $23.74 \text{ cmol kg}^{-1}$ ค่าเปอร์เซ็นต์โซเดียมแลกเปลี่ยนได้และปริมาณโซเดียมแลกเปลี่ยนได้ในดำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยและไม่มีการใส่แกลบ (T11) ให้ค่ามากที่สุด ปริมาณโพแทสเซียมแลกเปลี่ยนได้ในดำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยและไม่มีการใส่แกลบ (T11) ให้ค่ามากกว่ากลุ่มดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยในอัตราใดก็ตาม ปริมาณแคลเซียมแลกเปลี่ยนได้ในดำรับที่มีการใส่ปุ๋ย 1GR ร่วมกับการใส่แกลบ 1.0% ของน้ำหนักรีดดิน ให้ค่ามากกว่ากลุ่มดำรับที่มีไม่มีการใส่ปุ๋ย (0GR) และมีการใส่ปุ๋ย 1/4 GR และ 1/2GR และปริมาณแมกนีเซียมแลกเปลี่ยนได้ในดำรับที่มีการใส่ปุ๋ย 1/4GR ร่วมกับการใส่แกลบ 0.5% ของน้ำหนักรีดดินให้ค่ามากที่สุด ส่วนอัตราส่วนการดูดซับโซเดียม ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน และปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 43 ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ต่อสมบัติทางเคมีบางประการของดินหลังปลูก เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม

| ตำรับการทดลอง | | สมบัติของดิน | | | | | |
|---------------|-----------------|----------------------|--|-----------|---------------------------------|----------------------|----------------------|
| | | pH (1:5) | EC _c (dS m ⁻¹) | OM (%) | CEC (cmol kg ⁻¹) | ESP (%) | SAR |
| T1 | Control | 4.60 f ^{1/} | 0.36 c ^{1/} | 1.71 | 3.38 d ^{1/} | 3.76 e ^{1/} | 7.99 d ^{1/} |
| T2 | husk 0% | 7.80 cd | 4.12 a | 1.63 | 22.64 b | 51.97 abcd | 19.67 abc |
| T3 | 1GR husk 0.5% | 7.50 e | 4.18 a | 1.71 | 22.24 b | 45.58 bcd | 14.10 bc |
| T4 | husk 1.0% | 7.99 bc | 4.57 a | 1.69 | 21.29 c | 32.12 d | 13.01 bc |
| T5 | husk 0% | 7.96 bc | 3.91 a | 1.61 | 22.86 b | 54.76 abcd | 21.62 abc |
| T6 | 1/2GR husk 0.5% | 7.89 cd | 4.03 a | 1.68 | 22.36 b | 46.83 bcd | 14.96 abc |
| T7 | husk 1.0% | 8.25 ab | 4.24 a | 1.64 | 21.43 c | 36.71 cd | 13.56 bc |
| T8 | husk 0% | 8.53 a | 1.86 b | 1.60 | 22.90 b | 56.19 abcd | 22.13 abc |
| T9 | 1/4GR husk 0.5% | 8.48 ab | 1.83 b | 1.62 | 22.54 b | 49.45 abcd | 17.43 abc |
| T10 | husk 1.0% | 8.56 a | 1.98 b | 1.61 | 21.47 c | 45.42 bcd | 14.03 bc |
| T11 | husk 0% | 8.86 a | 0.94 c | 1.55 | 23.74 a | 72.55 a | 29.30 a |
| T12 | 0GR husk 0.5% | 8.55 a | 0.83 c | 1.60 | 23.66 a | 67.69 ab | 24.69 ab |
| T13 | husk 1.0% | 8.66 a | 0.72 c | 1.57 | 23.62 a | 58.09 abc | 23.11 ab |
| F-Test | | ** | ** | ns | ** | ** | * |
| CV (%) | | 15.99 | 28.29 | 9.19 | 23.20 | 24.86 | 23.15 |

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 %

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99 %

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test

ตารางที่ 43 (ต่อ)

| ดำรับการทดลอง | | สมบัติของดิน | | | | |
|---------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| | | Avai. P (mg kg ⁻¹) | Exch. K (mg kg ⁻¹) | Exch. Na (mg kg ⁻¹) | Exch. Ca (mg kg ⁻¹) | Exch. Mg (mg kg ⁻¹) |
| T1 | Control | 23.90 b ^{1/} | 51.20 f ^{1/} | 28.96 a ^{1/} | 20.72 i ^{1/} | 5.27 f ^{1/} |
| T2 | husk 0% | 27.58 ab | 125.08 d | 1799.95 abc | 673.53 c | 21.09 e |
| T3 | 1GR husk 0.5% | 26.59 b | 100.67 e | 1630.90 bc | 694.86 b | 24.97 ab |
| T4 | husk 1.0% | 24.89 b | 96.31 e | 1128.76 c | 723.88 a | 23.10 bcd |
| T5 | husk 0% | 27.71 ab | 145.31 c | 2009.24 abc | 411.62 e | 25.08 a |
| T6 | 1/2GR husk 0.5% | 26.63 b | 124.77 d | 1709.16 bc | 455.32 d | 21.91 cde |
| T7 | husk 1.0% | 25.79 b | 102.82 e | 1411.98 bc | 466.05 d | 21.63 de |
| T8 | husk 0% | 27.86 ab | 158.65 b | 2243.71 ab | 292.75 g | 21.54 de |
| T9 | 1/4GR husk 0.5% | 26.75 b | 136.10 cd | 1741.04 abc | 297.34 g | 25.54 a |
| T10 | husk 1.0% | 26.60 b | 107.35 e | 1558.27 bc | 321.06 f | 24.03 ab |
| T11 | husk 0% | 34.42 a | 191.22 a | 2653.81 a | 173.19 h | 24.75 ab |
| T12 | 0GR husk 0.5% | 34.09 a | 159.19 b | 2220.52 ab | 176.09 h | 23.66 abc |
| T13 | husk 1.0% | 27.88 ab | 158.46 b | 1934.95 abc | 179.60 h | 24.49 ab |
| F-Test | | * | ** | ** | ** | ** |
| CV (%) | | 17.78 | 28.31 | 26.40 | 27.24 | 23.66 |

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 %
 ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99 %
^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test

ตารางที่ 44 ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ด้วยยิปซัมและแกลบ และปฏิกิริยา
สัมพัทธ์ร่วมที่มีต่อสมบัติทางเคมีบางประการของดินหลังปลูก

| ตัวรับการทดลอง | สมบัติของดิน | | | | | | | | |
|-----------------|----------------------|--|---------------------|---------------------------------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|-------|
| | pH (1:5) | EC _e (dS m ⁻¹) | OM (%) | CEC (cmol kg ⁻¹) | ESP (%) | SAR | | | |
| ปัจจัย A | | | | | | | | | |
| 1 GR | 7.76 C ^L | 4.29 A ^L | 1.68 | 22.06 | 43.22 B ^L | 15.59 B ^L | | | |
| 1/2 GR | 7.81 C | 4.22 A | 1.67 | 22.13 | 44.16 AB | 16.24 AB | | | |
| 1/4 GR | 7.95 B | 4.17 B | 1.66 | 22.17 | 44.57 AB | 16.53 AB | | | |
| 0 GR | 8.03 A | 4.06 C | 1.64 | 22.22 | 46.10 A | 16.71 A | | | |
| F-Test | ** | ** | ns | ns | * | * | | | |
| ปัจจัย B | | | | | | | | | |
| husk 0% | 8.29 | 2.71 | 1.60 | 23.03 X ^L | 58.87 | 23.18 | | | |
| husk 0.5% | 8.10 | 2.72 | 1.65 | 22.70 Y | 52.39 | 17.79 | | | |
| husk 1.0% | 8.37 | 2.88 | 1.63 | 21.95 Z | 43.09 | 15.93 | | | |
| F-Test | ns | ns | ns | ** | ns | ns | | | |
| T2 | husk 0% | 7.80 cd ^L | 4.12 a ^L | 1.63 | 22.64 b ^L | 51.97 abc ^L | 19.67 | | |
| T3 | 1GR | husk 0.5% | 7.50 e | 4.18 a | 1.71 | 22.24 b | 45.58 bc | 14.10 | |
| T4 | | husk 1.0% | 7.99 bc | 4.57 a | 1.69 | 21.29 c | 32.12 c | 13.01 | |
| T5 | โซเดียมเบนทอไนต์ 25% | husk 0% | 7.96 bc | 3.91 a | 1.61 | 22.86 b | 54.76 b | 21.62 | |
| T6 | | 1/2GR | husk 0.5% | 7.89 cd | 4.03 a | 1.68 | 22.36 b | 46.83 abc | 14.96 |
| T7 | | | husk 1.0% | 8.25 ab | 4.24 a | 1.64 | 21.43 c | 36.71 c | 13.56 |
| T8 | | husk 0% | 8.53 a | 1.86 b | 1.60 | 22.90 b | 56.19 abc | 22.13 | |
| T9 | | 1/4GR | husk 0.5% | 8.48 ab | 1.83 b | 1.62 | 22.54 b | 49.45 abc | 17.43 |
| T10 | | | husk 1.0% | 8.56 a | 1.98 b | 1.61 | 21.47 c | 45.42 bc | 14.03 |
| T11 | | husk 0% | 8.86 a | 0.94 c | 1.55 | 23.74 a | 72.55 b | 29.30 | |
| T12 | | 0GR | husk 0.5% | 8.55 a | 0.83 c | 1.60 | 23.66 a | 67.69 ab | 24.69 |
| T13 | | | husk 1.0% | 8.66 a | 0.72 c | 1.57 | 23.62 a | 58.09 abc | 23.11 |
| F-Test | | ** | * | ns | ** | * | ns | | |
| CV (%) | 9.56 | 28.81 | 7.71 | 5.86 | 28.75 | 29.34 | | | |

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 %

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99 %

^L ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test

ตารางที่ 44 (ต่อ)

| ตัวรับการทดลอง | สมบัติของดิน | | | | | |
|-----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| | Avai. P (mg kg ⁻¹) | Exch. K (mg kg ⁻¹) | Exch. Na (mg kg ⁻¹) | Exch. Ca (mg kg ⁻¹) | Exch. Mg (mg kg ⁻¹) | |
| ปัจจัย A | | | | | | |
| 1 GR | 26.35 | 107.35 C ^{L/} | 1519.87 B ^{L/} | 697.42 A ^{L/} | 23.05 B ^{L/} | |
| 1/2 GR | 26.40 | 114.10 B | 1589.63 B | 610.12 B | 24.38 A | |
| 1/4 GR | 26.41 | 122.13 B | 1615.72 AB | 530.28 C | 23.36 AB | |
| 0 GR | 26.71 | 124.30 A | 1710.13 A | 444.33 D | 22.87 B | |
| F-Test | ns | ** | * | ** | * | |
| ปัจจัย B | | | | | | |
| husk 0% | 29.39 | 155.07 X ^{L/} | 2176.68 | 387.77 Z ^{L/} | 23.11 | |
| husk 0.5% | 28.52 | 130.18 Y | 1825.40 | 405.90 Y | 24.02 | |
| husk 1.0% | 26.29 | 116.23 Z | 1508.49 | 422.65 X | 23.31 | |
| F-Test | ns | ** | ns | ** | ns | |
| T2 | husk 0% | 27.58 | 125.08 d ^{L/} | 1799.95 abc ^{L/} | 673.53 c ^{L/} | 21.09 e ^{L/} |
| T3 | 1GR husk 0.5% | 26.59 | 100.67 e | 1630.90 bc | 694.86 b | 24.97 ab |
| T4 | husk 1.0% | 24.89 | 96.31 e | 1128.76 c | 723.88 a | 23.10 bcd |
| T5 | husk 0% | 27.71 | 145.31 c | 2009.24 abc | 411.62 e | 25.08 ab |
| T6 | 1/2GR husk 0.5% | 26.63 | 124.77 d | 1709.16 abc | 455.32 d | 21.91 cde |
| T7 | husk 1.0% | 25.79 | 102.82 e | 1411.98 bc | 466.05 d | 21.63 de |
| T8 | husk 0% | 27.86 | 158.65 b | 2243.71 ab | 292.75 g | 21.54 de |
| T9 | 1/4GR husk 0.5% | 26.75 | 136.10 cd | 1741.04 abc | 297.34 g | 25.54 a |
| T10 | husk 1.0% | 26.60 | 107.35 e | 1558.27 bc | 321.06 f | 24.03 ab |
| T11 | husk 0% | 34.42 | 191.22 a | 2653.81 a | 173.19 h | 24.75 ab |
| T12 | 0GR husk 0.5% | 34.09 | 159.19 b | 2220.52 ab | 176.09 h | 23.66 abc |
| T13 | husk 1.0% | 27.88 | 158.46 b | 1934.95 abc | 179.60 h | 24.49 ab |
| F-Test | ns | ** | * | ** | ** | |
| CV (%) | 16.67 | 22.11 | 29.14 | 28.45 | 8.02 | |

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 %

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99 %

^{L/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test

วิจารณ์

1. ความสัมพันธ์ระหว่างการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติดิน

ความสัมพันธ์ระหว่างการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตรา 0, 5, 10, 15, 20 และ 25% ของน้ำหนักดิน กับการเปลี่ยนแปลงสมบัติดินทางเคมีบางประการ ซึ่งให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient; r) สูงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเป็นบวกแสดงให้เห็นว่า เมื่อมีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินสูงขึ้น ค่า pH ของดิน ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (EC_e) ปริมาณโซเดียมแลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Na) ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) เปอร์เซ็นต์โซเดียมแลกเปลี่ยนได้ (ESP) และ อัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (SAR) มีแนวโน้มสูงขึ้น

เนื่องจากโซเดียมเบนทอไนต์ที่ใช้ในการศึกษามีปริมาณโซเดียมแลกเปลี่ยนได้สูงเท่ากับ $16,710.53 \text{ mg kg}^{-1}$ ดังนั้นเมื่อมีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ลงไปดินจึงทำให้ปริมาณโซเดียมแลกเปลี่ยนได้มีความสัมพันธ์กับการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในอัตราที่มากขึ้น จึงส่งผลให้ค่าเปอร์เซ็นต์โซเดียมแลกเปลี่ยนได้ที่ได้จากการคำนวณมีค่ามากขึ้นด้วย ส่วนค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนเป็นผลรวมของประจุบวกทั้งหมดที่ถูกดูดซับอยู่ที่ผิวคอลลอยด์ดิน โดยส่วนใหญ่จะเป็นประจุบวกของโพแทสเซียม โซเดียม แคลเซียม และแมกนีเซียม (คณาจารย์ ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2549) ซึ่งจากการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีบางประการของสาร โซเดียมเบนทอไนต์พบว่า มีปริมาณโพแทสเซียม โซเดียม แคลเซียม และแมกนีเซียมแลกเปลี่ยนได้เท่ากับ $312.10, 16710.53, 7702.60$ และ $1131.91 \text{ mg kg}^{-1}$ ตามลำดับ ดังนั้นเมื่อมีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราที่สูงขึ้นจึงทำให้มีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูงขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของอรณพ และแสวง (2548) ที่พบว่า การใส่เบนทอไนต์ในดินอัตราที่สูงขึ้นมีผลทำให้ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการทดลองของ Croker *et al.* (2004) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบผลของการใส่เบนทอไนต์ 2 ชนิด คือ oil bentonites (OB) กับ beneficiated bentonite (BB) ต่อสมบัติดิน พบว่า เมื่อมีใส่เบนทอไนต์ในอัตรา 40 ตัน/เฮกตาร์ ทำให้ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของ เบนทอไนต์ชนิด BB และ OB เพิ่มขึ้นจาก 0.6 cmol kg^{-1} เป็น 1.9 cmol kg^{-1} และ 0.7 cmol kg^{-1} ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาการเพิ่มค่า pH ของดิน มีความสัมพันธ์กับการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในอัตราที่มากขึ้น เนื่องจาก Na^+ ของโซเดียมเบนทอไนต์ที่ดูดซับอยู่ที่ผิวของคอลลอยด์ดินถูกไฮโดรไลส์ ทำให้ H^+ ซึ่งมีอำนาจการเข้าแทนที่มากกว่าสามารถไล่ที่ Na^+ และดูดซับอยู่ที่ผิวของคอลลอยด์ดินแทน เป็นผลให้ในสารละลายดินมี Na^+ และ OH^- เพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงทำให้ดินมีปฏิกิริยาเป็นด่างเพิ่มขึ้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544)

ส่วนค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินเป็นค่าที่ใช้ในการประเมินเกลือที่ละลายน้ำได้ของดิน โดยเมื่อมีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินมากขึ้นทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีเกลือที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น ได้แก่ Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} และ K^+ (ชาติ และคณะ, 2548) จึงส่งผลให้ค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมที่ได้จากการคำนวณอัตราส่วนระหว่างโซเดียมที่ละลายน้ำได้กับแคลเซียมและแมกนีเซียมที่ละลายน้ำได้มีค่าสูง

2. การทดลองผลของการใช้อินทรีย์วัตถุต่อการเพิ่มความสามารถในการระบายน้ำของดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์

การใส่เกลือลงไปดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ที่มีค่า ESP ของดินสูง มีผลทำให้สภาพน้ำของดินมากกว่าการใส่ปุ๋ยหมัก เนื่องจากดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ที่มีค่า ESP ของดินสูง ส่งผลให้ความสามารถในการระบายน้ำของดินต่ำ โดยยงยุทธ (2524) กล่าวว่า การที่ดินมีโซเดียมแลกเปลี่ยนได้ปะปนอยู่ในปริมาณที่สูงนั้น จะทำให้อนุภาคดินเหนียวอยู่ในภาวะฟุ้งกระจาย ในขณะที่ดินเปียกน้ำจะเหลวและ แต่เมื่อแห้งอนุภาคของดินในบริเวณผิวดินจะเชื่อมยึดกันเป็นชั้นบางๆ เกิดแผ่นแข็งที่ผิวดิน (surface crusting) ซึ่งยากที่น้ำจะแทรกซึมลงไป เช่นเดียวกับคำกล่าวของอำนาจ (2525) ที่ว่า ดินที่มีปริมาณโซเดียมแลกเปลี่ยนได้สูงทำให้สภาพน้ำของดินอึดตัวด้วยน้ำลดลง และทำให้ความสามารถในการซอนโซหาอาหารของรากพืชลดลง (Dollhopf and Bauman, 1981) โดยการใส่เกลือผสมคลุกเคล้ากับดิน จะช่วยให้สมบัติทางกายภาพของดินดีขึ้น กล่าวคือ ทำให้ดินร่วนซุย สามารถระบายน้ำ และถ่ายเทอากาศได้ดี (อิสรา, 2524) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของสุนทร (2526) กล่าวว่า การใส่เกลือเพื่อปรับปรุงดินสมุทรปรการจะทำให้อนุภาคของดินเกาะตัวกันเป็นเม็ดดินที่เสถียร ดินจึงมีสภาพร่วนซุยและการซอบซึมน้ำดีขึ้น

3. การทดลองผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในดินอัตราต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตของ มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5

ผลของการจัดการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของมันสำปะหลังที่ได้รับการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ 25% ของน้ำหนักดิน ให้ค่าความสูงน้อยกว่าค่าควบคุมและค่ารับการทดลองอื่นๆ เนื่องจากอิทธิพลของโซเดียมเบนทอไนด์ที่ใช้ในการทดลองมีปริมาณโซเดียมแลกเปลี่ยนได้สูง เมื่อมีการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ลงไปดินจึงทำให้ปริมาณโซเดียมแลกเปลี่ยนได้ในดินสูงขึ้น ส่งผลต่อสมบัติทางกายภาพของดิน ทำให้ดินมีความหนาแน่นสูง เกิดแผ่นแข็งที่ผิวดิน (surface crusting) เป็นผลทำให้น้ำไม่สามารถซึมผ่านดินลงไปได้ จึงเกิดสภาพน้ำท่วมขังบริเวณหน้าดิน และยังเป็นอุปสรรคต่อการงอกของรากพืช (Abrol *et al.*, 1983) โดยคณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา (2547) ได้กล่าวว่า มันสำปะหลังจะเจริญเติบโตได้ดีในสภาพดินที่ไม่มีน้ำท่วมขัง มี pH ระหว่าง 5.5-8.0 ทนต่อสภาพความเป็นกรดได้แม้ pH ของดินจะต่ำจนถึง 4.5 ก็ไม่ทำให้การเจริญเติบโตลดลง แต่ไม่ทนต่อสภาพดินที่เป็นด่าง โดยไม่สามารถขึ้นได้ดีถ้า pH ของดินสูงถึง 8.0 แต่จากผลของการวัดค่า pH ของดินหลังปลูกมันสำปะหลัง พบว่า ค่ารับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ 25% ของน้ำหนักดิน ให้ค่า pH สูงที่สุดเท่ากับ 8.49 และให้ค่าปริมาณโซเดียมแลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 2,618.58 mg kg⁻¹ เมื่อนำค่าวิเคราะห์เปรียบเทียบกับระดับมาตรฐานของปริมาณโซเดียมแลกเปลี่ยนได้ในดินแสดงไว้ในตารางผนวกที่ 5 พบว่า ปริมาณโซเดียมแลกเปลี่ยนได้อยู่ในเกณฑ์สูงมาก และเมื่อพิจารณาควบคู่กับการนำไปใช้ของมันสำปะหลังจะเห็นได้ว่า การใส่โซเดียมเบนทอไนด์ในดินอัตราที่สูงขึ้นทำให้พืชมีการสะสมโซเดียมในปริมาณที่สูงขึ้นด้วย

4. การทดลองผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนด์ต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง พันธุ์ระยอง 5

ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนด์ต่อความสูงของมันสำปะหลังเปรียบเทียบกับค่าควบคุม พบว่า ค่าควบคุมให้ค่าความสูงของมันสำปะหลังมากกว่ากลุ่มค่ารับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนด์ 25% แสดงให้เห็นว่าการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนด์ด้วยวิธีใดก็ตามไม่มีผลทำให้การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของมันสำปะหลังมีค่าใกล้เคียงกับค่าควบคุม (ค่ารับที่ไม่มีมีการใส่โซเดียมเบนทอไนด์) อาจเนื่องมาจากปริมาณโซเดียมแลกเปลี่ยนได้ที่มีอยู่มากเกินไป ทำให้ดินมีความหนาแน่นสูง เกิดแผ่นแข็งที่ผิวดิน น้ำไม่สามารถซึมผ่านดินลงไปได้ จึงเกิดสภาพน้ำท่วมขังบริเวณหน้าดิน และอาจทำให้เป็นอุปสรรคต่อการงอกของรากพืชได้ (Abrol *et al.*, 1983)

เมื่อพิจารณาการใส่ปุ๋ยปัสในอัตรา 1/4GR, 1/2GR และ 1GR ไม่มีผลทำให้ความสูงของ มันสำปะหลังแตกต่างกันกับการไม่ใส่ปุ๋ยปัส (0GR) แต่พบว่า การใส่ปุ๋ยปัสในอัตราที่มากขึ้นมีผลทำให้ ปริมาณโซเดียมแลกเปลี่ยนได้ในดินหลังปลูกมันสำปะหลังมีค่าลดลง สุรเดช (2530) ได้กล่าวว่า หลักสำคัญในการปรับปรุงดินที่มีปริมาณโซเดียมแลกเปลี่ยนได้สูง โดยใช้แคลเซียมจาก สารประกอบยิปซัม ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) เข้าไปไล่ที่โซเดียมที่ผิวของคอลลอยด์ดินให้โซเดียมออกมาอยู่ ในสารละลาย เมื่อปฏิกิริยาการแลกเปลี่ยนไอออนสิ้นสุดลง ดินจะมีแคลเซียมแลกเปลี่ยนได้เพิ่มขึ้น ส่วนโซเดียมซัลเฟตอันเป็นผลมาจากปฏิกิริยา ซึ่งเป็นเกลือที่ละลายได้ง่ายและถูกชะล้างออกไป ทำให้โซเดียมแลกเปลี่ยนได้ลดลง (Brady and Weil, 2004)

เมื่อพิจารณาการใส่แกลบในอัตรา 0.5% ของน้ำหนักดิน ทำให้ความสูงของมันสำปะหลังที่ อายุ 3 เดือน มีค่ามากกว่าการไม่ใส่แกลบและการใส่แกลบในอัตรา 1.0% ของน้ำหนักดิน เนื่องจากการใส่แกลบลงไป ในดิน จะทำให้สมบัติทางกายภาพของดินดีขึ้น กล่าวคือ ทำให้ดินร่วนซุย สามารถอุ้มน้ำ ระบายน้ำ และถ่ายเทอากาศได้ดี (อิสรา, 2524) แต่การใส่ในอัตราที่มากกว่า 0.5% ของน้ำหนักดิน อาจเป็นผลทำให้ความสูงของมันสำปะหลังลดลง เนื่องจากแกลบมีค่า C/N ratio กว้าง การใส่ในอัตราที่สูงขึ้นก่อให้เกิดขบวนการ immobilization ของไนโตรเจน กล่าวคือ จุลินทรีย์ดินที่ย่อยสลายแกลบนำเอาไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ในดิน ไปใช้สร้างองค์ประกอบของเซลล์ ทำให้ไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินลดลง (John *et al.*, 2005)

ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างการใส่ปุ๋ยปัสรวมกับการใส่แกลบทำให้ความสูงของ มันสำปะหลังในช่วง 1-2 เดือน มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ไม่พบความแตกต่างกันเมื่อ มันสำปะหลังอายุมากขึ้น โอภาส (2546) กล่าวว่า ในช่วง 2 เดือนแรก มันสำปะหลังมีการ เจริญเติบโตของรากและลำต้นขึ้นอยู่กับอาหารที่สะสมในท่อนปลูก หลังจากนั้นรากจะแผ่กระจาย ลึกลงไปในดินเพื่อทำหน้าที่ดูดน้ำและธาตุอาหารในดิน แต่เนื่องจากมีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ลง ไปในดินจึงทำให้มีปริมาณโซเดียมแลกเปลี่ยนได้สูง ทำให้ดินมีความหนาแน่นสูง เกิดแผ่นแข็งที่ ผิวดิน เป็นผลทำให้น้ำไม่สามารถซึมผ่านดินลงไปได้ และยังเป็นอุปสรรคต่อการงอกของรากพืช (Abrol *et al.*, 1983) จึงอาจทำให้รากของมันสำปะหลังไม่สามารถชอนไชหาอาหารได้ ทำให้การ เจริญเติบโตของมันสำปะหลังลดลง

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาผลของวิธีการแก้ไขดินปนเปื้อนโซเดียมเบนทอไนต์ต่อการเจริญเติบโตของ
มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5 สามารถสรุปได้ดังนี้

1. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินต่อสมบัติดิน
พบว่า ปริมาณการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ กับการเปลี่ยนแปลงสมบัติดินต่างมี
ความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในอัตราที่มากขึ้น ทำ
ให้ค่า pH, EC_e, exchangeable Na, CEC, ESP และ SAR สูงขึ้น

2. ผลของการใช้อินทรีย์วัตถุ 2 ชนิด คือ แกลบกับปุ๋ยหมัก ต่อการเพิ่มความสามารถในการ
ระบายน้ำของดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ พบว่า การใส่แกลบลงไปดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์
ช่วยเพิ่มสภาพน้ำของดินได้ดีกว่าปุ๋ยหมัก

3. ผลของการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ในดินอัตราต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตของมัน
สำปะหลัง พบว่า ความสูงที่อายุ 1 และ 3 เดือน มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยดำรับที่มีการใส่
โซเดียมเบนทอไนต์ 25% ของน้ำหนักดิน ให้ค่าความสูงของมันสำปะหลังน้อยกว่าดำรับควบคุม
และดำรับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ 5-20% ของน้ำหนักดิน ส่วนความสูงของมันสำปะหลังที่
อายุ 2, 6, 9 และ 12 เดือน ในแต่ละดำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

4. ผลของการจัดการดินผสมโซเดียมเบนทอไนต์ต่อความสูงของมันสำปะหลังเปรียบเทียบกับ
ดำรับควบคุมมีความแตกต่างกันทางสถิติในช่วงอายุ 1-2 เดือน โดยดำรับควบคุมให้ค่าความสูง
มากกว่ากลุ่มดำรับที่มีการใส่โซเดียมเบนทอไนต์ 25% เมื่อมันสำปะหลังอายุมากขึ้นไม่พบความ
แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับปัจจัยความต้องการยิปซัมแต่ละอัตราต่อความสูงของมันสำปะหลังไม่
มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปัจจัยการใส่แกลบทำให้ความสูงของมันสำปะหลังที่อายุ 3 เดือน
มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่แกลบในอัตรา 0.5% ให้ค่าความสูงมากที่สุด ปฏิบัติการ
สัมพันธ์ระหว่างการใส่ยิปซัมร่วมกับการใส่แกลบทำให้ความสูงของมันสำปะหลังในช่วงอายุ 1-2
เดือน มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ในช่วงอายุ 3-12 เดือน พบแนวโน้มการใส่แกลบ 0.5%
ร่วมกับการใส่ยิปซัมไม่ว่าอัตราใดก็ตามให้ค่าความสูงมากกว่าการไม่ใส่แกลบและการใส่แกลบ
1.0%

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2547. เอกสารวิชาการมันสำปะหลัง. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

_____. 2548. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กล้าณรงค์ ศรีรอด, เกื้อกูด ปิยะจอมขวัญ, วัชร เลิศมงคล, จำลอง เจียมจันรรจา, ปิยะ ดวงพัตรา, เอ็จ สโรบล, ปิยะวุฒิ พูลสงวน, เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์ และวิจารณ์ วิชชุกิจ. 2542. การแปรรูปและการใช้ประโยชน์มันสำปะหลัง. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ โครงการเพื่อบรรเทาผลกระทบทางสังคมเนื่องจากวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

กลุ่มอนุรักษ์ดินและน้ำ. 2546. มันสำปะหลัง ฉ.1001. สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ.

คณะกรรมการจัดทำปทานุกรมปฐพีวิทยา. 2541. ปทานุกรมปฐพีวิทยา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

คณะทำงานวิชาการศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง. 2540. คู่มือการบันทึกข้อมูลพืชไร่. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2544. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 9. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2549. คู่มือปฏิบัติการปฐพีวิทยาเบื้องต้น และวิทยาศาสตร์ทางดิน. พิมพ์ครั้งที่ 11. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่ฯ. 2547. **พืชเศรษฐกิจ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จรัสศรี ตำราญ. 2545. **การใช้เบนทอไนด์ และเพอร์ไลต์กำจัดสีและความขุ่นในน้ำอ้อยในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาลทราย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จรุงสิทธิ์ ลิ่มศิลา และอัจฉรา ลิ่มศิลา. 2537. **ประวัติการแพร่กระจาย ความสำคัญ และดินฟ้าอากาศที่เหมาะสม**, น. 1 - 13. ใน **สถาบันวิจัยพืชไร่**, ผู้รวบรวม. **มันสำปะหลัง**. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

จุมพล วิเชียรศิลป์. 2535. **การวิเคราะห์สมบัติและศักยภาพของดินเค็มในแอ่งโคราช**. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์. 2532. **มันสำปะหลัง การปลูก อุตสาหกรรมแปรรูป และการใช้ประโยชน์**. ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2546. **ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมันสำปะหลัง**, น. 115 - 120. ใน **เอกสารประกอบการฝึกอบรมเพื่อสร้างวิทยากรมันสำปะหลังในท้องถิ่น วันที่ 30 เมษายน - 4 พฤษภาคม**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชัชวาลย์ เรื่องประพันธ์. 2544. **การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS for Windows**. คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ชาติ นาวานุเคราะห์, นวลจันทร์ เอี่ยมประพันธ์ และธาริณี ลีพูลทรัพย์. 2548. **การศึกษาอัตราส่วนฟอสฟอริบซัมที่เหมาะสมเพื่อลดปริมาณความเค็มของดินนาทุ่งร้าง**. **วารสารอนุรักษ์ดินและน้ำ**. 21(1): 50-60.

คนัย สุภาพาร. 2537. **พฤกษศาสตร์และพันธุ์ของมันสำปะหลัง**, น. 14 - 30. ใน **สถาบันวิจัยพืชไร่**, ผู้รวบรวม. **มันสำปะหลัง**. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ทัศนีย์ อัดตะนันท์ และจรงค์ จันท์เจริญสุข. 2542. **แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการการวิเคราะห์ดินและพืช**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ประภาส ช่างเหล็ก, วิจารย์ วิชชุกิจ, เอ็ง สโรบล, เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิพิเชษฐ์, สุเมศ ทับเงิน และสุรชัย เนื่องสิทธิ์. 2549. ผลของปุ๋ยมูลไก่ ยิปซัม และปุ๋ยเคมี (ปีที่ 2) ที่มีผลผลิตหัวสด และปริมาณแป้งของมันสำปะหลังที่ปลูกในดินหุควาริน และมาบบอน, น. 126 - 135. ใน **รายงานการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44 (สาขาพืช)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปาริชาติ จุลพันธุ์. 2544. **การบำบัดน้ำขยะมูลฝอยโดยวิธีการตกตะกอนด้วยเบนทอไนต์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปิยะ ดวงพัตรา, วิจารย์ วิชชุกิจ, เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิพิเชษฐ์, ปิยะวุฒิ พูลสงวน, เอ็ง สโรบล, จำลอง เขียมจันรรจา และวัชร เลิศมงคล. 2542. **ดินและปุ๋ยมันสำปะหลัง**. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการฉบับที่ 2 โครงการเพื่อบรรเทาผลกระทบทางสังคมเนื่องจากวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจ, ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปิยะ ดวงพัตรา. 2546. **ดินและปุ๋ยมันสำปะหลัง**, น. 6-32. ใน **เอกสารประกอบการฝึกอบรมเพื่อสร้างวิทยากรมันสำปะหลังในท้องถิ่น**. วันที่ 30 เมษายน-4 พฤษภาคม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ไพบุลย์ วิวัฒน์วงศ์วนา. 2546. **เคมีดิน: Soil Chemistry**. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ขงยุทธ โอสดสภา. 2524. **ดินเค็มและดินโซดิก**. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ราชบัณฑิตยสถาน. 2544. **พจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยา**. พิมพ์ครั้งที่ 1. ราชบัณฑิตยสถาน, กรุงเทพฯ.

ลัดดา มีสุข, มาสมบัติ รวยทรัพย์, พรสวาท วัฒนกุล, ประมวลพงษ์ สินธุเสน และจรัสศรี สำราญ. 2543. ศักยภาพของเบนทอไนต์ไทยในการฟอกสีน้ำมันถั่งเหลือง, น. 242 - 247. ใน **รายงานการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 40 (สาขาวิทยาศาสตร์)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิจิตรา มหาอุตม์. 2547. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดและปริมาณธาตุอาหารหลักและรองที่พบในใบและในดินที่มีผลต่อผลผลิตและเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลังสดพันธุ์ระยอง 5 และพันธุ์ห้วยบง 60. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. 2550. รายงานผลการพยากรณ์ผลผลิตการเกษตรปีเพาะปลูก 2550/2551. **วารสารการพยากรณ์ผลผลิตการเกษตร**. 22(1): 17-25.

สมาคมการค้ามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย. 2545. **สมาคมการค้ามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย รายงานประจำปี 2545**.

สรินทร ลิ้มปนาท. 2545. ดินเบนโทไนต์. Metallurgy and Materials Science Research Institute, Chulalongkorn University. แหล่งที่มา: <http://www.material.chula.ac.th/Radio45/June/radio6-2.htm>, 2 เมษายน 2550.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2534. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเบนทอไนต์สำหรับทำโคลนเจาะ**. มอก. 1065 - 2534.

_____. 2535. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเบนทอไนต์สำหรับแบบหล่อทราย**. มอก. 1090 - 2535.

- สุนทร รัชฎาวงษ์. 2526. อิทธิพลของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์บางชนิดที่มีต่อสมบัติบางประการของดินเค็มชายทะเลเขตสมุทรปราการ และการเจริญเติบโตของมะเขือเทศพันธุ์ลีดา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุรเดช จินตกานนท์. 2530. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. เอกสารประกอบการเรียนวิชาความอุดมสมบูรณ์ของดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุรเดช จินตกานนท์. 2547. ดินเกลือและการใช้ประโยชน์. เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรพื้นฐานปฐพีวิทยาเพื่อการเกษตรยั่งยืน. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- โสภณ สันธูประมา. 2526. ประวัติ ความสำคัญ และดินฟ้าอากาศที่เหมาะสมในมันสำปะหลัง. เอกสารเล่มที่ 7 งานประมวลและสถิติ กองแผนงานและวิชาการ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- อรรณพ พุทธโส และแสวง รวยสูงเนิน. 2548. ผลของการใส่วัสดุดินเหนียวต่อความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดินและการดูดธาตุอาหารของข้าวฟ่างในดินทรายเสื่อมโทรม. วารสารดินและปุ๋ย. 27(1): 17-25
- อรุณศิริ กำลั้ง. 2525. อิทธิพลของเกลือแอมที่มีต่อการเจริญเติบโตและการสะสมไอออนต่างๆ ของถั่วเหลือง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อำนาจ สุวรรณฤทธิ์. 2525. ความสัมพันธ์ระหว่างดินกับพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อิสรา สุขสถาน. 2524. การใช้แกลบและถ่านแกลบในการปรับปรุงโครงสร้างของดินเพื่อเพิ่มผลผลิตถั่วลิสง. ภาควิชาพืชไร่นา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- โอภาส บุญเส็ง. 2539. **พันธกรรมและปุ๋ยเคมีในการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพมันสำปะหลัง.**
วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Abrol, I.P., J.S.P. Yadav and F.I. Massoud. 1983. **Salt - Affected Soils and their Management.**
Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Blake, G.R. and K.H. Hartge. 1986. Bulk Density, pp. 364-367. *In* A. Klute, eds. **Method of soil analysis Part 1: Physical and Mineralogical Methods 2nd.** Soil Science Society of America Inc., Wisconsin.
- Brady, N.C. and R.R. Weil. 2002. **The Nature and Properties of Soils.** Prentice - Hall, Upper Saddle River, N.J.
- _____. 2004. **Elements of the Nature and Properties of Soils.** Prentice - Hall, Upper Saddle River, N.J.
- Crocker, J., R. Poss, C. Hartmann and S. Bhuthorndharaj. 2004. Effects of recycled bentonite addition on soil properties, plant growth and nutrient uptake in a tropical sandy soil. **Plant Soil.** 267: 155 - 163.
- Daniel, U.W. and Y. Teruo. 1986. Growth of forbs, shrubs, and trees on bentonite mine spoil under greenhouse conditions. **J. Range Manage.** 39(2): 113 - 117.
- _____. 1994. Field study of plant survival as affected by amendments to bentonite spoil. **Great Basin Naturalist.** 54(2): 156 - 161.
- Dollhopf, D.J. and Bauman, B.J. 1981. **Bentonite Mine Land Reclamation in the Northern Great Plains.** Montana Agricultural Experiment Station Research Report 179, Montana State University, Bozeman.

Edward, J.P. 2003. **Soil Science & Management**. Delmar Learning, Clifton Park, NY.

Harbi, A.R. and A.M. Omran. 2002. **Effect of Natural and Synthetic Soil Conditioners on the Growth and Production of Cucumber in Greenhouse**. ISHS Acta Horticulturae 609. Available Source: <http://www.actahort.org.htm>, June 18, 2007.

Inglethorpe, S.D.J., D.J. Morgan, D.E. Highley and A.J. Bloodworth. 1993. **Industrial Minerals Laboratory Manual Bentonite**. Mineralogy and Petrology Group, British Geological Survey, Keyworth, Nottingham, United Kingdom.

Jackson, F.L.C. and R.T. Jackson. 1990. The role of cassava in african famine prevention. **Food Nutr. Hist Antropol.** 7: 207 - 225.

John, L.H., J.D. Beaton, S.L. Tisdale and W.L. Nelson. 1999. **Soil Fertility and Fertilizers**. Prentice - Hall, Upper Saddle River, N.J.

_____. 2005. **Soil Fertility and Fertilizers**. Prentice - Hall, Upper Saddle River, N.J.

Khoa, H.D. 2006. **Effect of Bentonite on Improving Crop Yield and Rehabilitation of Degraded Light Texture Soil**. Vietnam Information for Science and Technology Advance. Available Source: <http://www.vista.gov.vn.htm>, June 18, 2007.

Klute, A. and C. Dirksen. 1986. Hydraulic Conductivity and Diffusivity: Laboratory Method, pp. 694-700. In A. Klute, eds. **Method of Soil Analysis Part 1: Physical and Mineralogical Method 2nd**. Soil Science Society of America Inc., Wisconsin.

- Land Classification Division and FAO Project Staff. 1973. **Soil Interpretation Handbook for Thailand**. Dept. of Land Development, Min. of Agri. And Coop., Bangkok.
- Owen, B. and T. Paul. 2000. **The Effectiveness of Vetiver Grass in Erosion & Sediment Control at a Bentonite Mine in Queensland, Australia**. Second International Vetiver Conference, Thailand.
- Ralph, E.G. and G. Necip. 1978. **Bentonite : Geology, Mineralogy, Properties and Uses**. Oxford, New York.
- Raymond, W.M. and T.G. Duane. 2001. **Soils in our Environment**. Prentice - Hall, Upper Saddle River, N.J.
- Schuman, G.E., E.J. Deputit, and K.M. Roadifer. 1994. Plant responses to gypsum amendment of sodic bentonite mine spoil. **J. Range Manage.** 47: 206 - 209.
- _____, _____, J.A. Smith and L.A. King. 1984. Reclamation of bentonite mined lands in the northern great plains. **Environ. Geochem. Health.** 7(1): 42 - 47.
- Sheldrick, B.H. and C. Wang. 1993. Particle size distribution, pp. 499-511. *In* M.R. Carter, ed. **Soil Sampling and Methods of Analysis for Canadian Society of Soil Science**. Lewis Publishers, Boca Raton, FL.
- Sumner, M.E. 2000. **Handbook of Soil Science 4**. CRC PRESS, New York.
- Voorhees, M.E. 1986. Infiltration rate of bentonite mine spoil as affected by amendments of gypsum, sawdust and inorganic fertilizer. **Reclam. Reveg. Res.** 5: 483-490.

Walkley, A and I.A. Black. 1934. An examination of degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Sci.** 37: 29 – 38.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ระดับความรุนแรงของความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (ดิน : น้ำ = 1 : 1)

| ระดับ | พีสัย |
|---|---------|
| เป็นกรดรุนแรงมากที่สุด (ultra acid) | <3.5 |
| เป็นกรดรุนแรงมาก (extremely acid) | 3.5-4.5 |
| เป็นกรดจัดมาก (very strongly acid) | 4.5-5.0 |
| เป็นกรดจัด (strongly acid) | 5.0-5.5 |
| เป็นกรดปานกลาง (moderately acid) | 5.5-6.0 |
| เป็นกรดเล็กน้อย (slightly alkaline) | 6.0-6.5 |
| เป็นกลาง (neutral) | 6.5-7.3 |
| เป็นด่างเล็กน้อย (slightly alkaline) | 7.3-7.8 |
| เป็นด่างปานกลาง (moderately alkaline) | 7.8-8.4 |
| เป็นด่างจัด (strongly alkaline) | 8.4-9.0 |
| เป็นด่างจัดมาก (very strongly alkaline) | >9.0 |

ที่มา: Land Classification Division and FAO Project Staff (1973)

ตารางผนวกที่ 2 ค่าการนำไฟฟ้าและระดับความเค็มของดิน

| ระดับความเค็ม | พีสัย (dS m ⁻¹) |
|---------------|-----------------------------|
| ไม่เค็ม | <2.0 |
| เค็มเล็กน้อย | 2.0-4.0 |
| เค็มปานกลาง | 4.0-8.0 |
| เค็มมาก | 8.0-16.0 |
| เค็มจัด | >16.0 |

ที่มา: Land Classification Division and FAO Project Staff (1973)

ตารางผนวกที่ 3 ระดับอินทรีย์วัตถุ (%organic carbon X 1.724)

| ระดับ | พิสัย (%) |
|-------------|-----------|
| ต่ำมาก | <0.5 |
| ต่ำ | 0.5-1.0 |
| ค่อนข้างต่ำ | 1.0-1.5 |
| ปานกลาง | 1.5-2.5 |
| ค่อนข้างสูง | 2.5-3.5 |
| สูง | 3.5-4.5 |
| สูงมาก | >4.5 |

ที่มา: Land Classification Division and FAO Project Staff (1973)

ตารางผนวกที่ 4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Bray II)

| ระดับ | พิสัย (mg kg ⁻¹) |
|-------------|------------------------------|
| ต่ำมาก | <3.0 |
| ต่ำ | 3.0-6.0 |
| ค่อนข้างต่ำ | 6.0-10.0 |
| ปานกลาง | 10.0-15.0 |
| ค่อนข้างสูง | 15.0-25.0 |
| สูง | 25.0-45.0 |
| สูงมาก | >45.0 |

ที่มา: Land Classification Division and FAO Project Staff (1973)

ตารางผนวกที่ 5 ปริมาณแคตไอออนที่แลกเปลี่ยนได้ (1N Ammonium acetate pH 7)

| ระดับ | พิสัย cmol kg^{-1} หรือ (ppm) | | | |
|---------|--|-----------------|-----------------|----------------|
| | Exchangeable Ca | Exchangeable Mg | Exchangeable Na | Exchangeable K |
| ต่ำมาก | <2.0 | <0.3 | <0.1 | <0.2 |
| | (400) | (36) | (23) | (30) |
| ต่ำ | 2.0-5.0 | 0.3-1.0 | 0.1-0.3 | 0.2-0.3 |
| | (400-1000) | (36-120) | (23-69) | (30-60) |
| ปานกลาง | 5.0-10.0 | 1.0-3.0 | 0.3-0.7 | 0.3-0.6 |
| | (1000-2000) | (120-360) | (69-191) | (60-90) |
| สูง | 10.0-20.0 | 3.0-8.0 | 0.7-2.0 | 0.6-1.2 |
| | (2000-4000) | (360-960) | (191-460) | (90-120) |
| สูงมาก | >20 | >8.0 | >2.0 | >1.2 |
| | (4000) | (960) | (460) | (120) |

ที่มา: Land Classification Division and FAO Project Staff (1973)

ตารางผนวกที่ 6 ความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC)

| ระดับ | พิสัย (cmol kg^{-1}) |
|-------------|---------------------------------|
| ต่ำมาก | <3.0 |
| ต่ำ | 3.0-5.0 |
| ค่อนข้างต่ำ | 5.0-10.0 |
| ปานกลาง | 10.0-15.0 |
| ค่อนข้างสูง | 15.0-20.0 |
| สูง | 20.0-30.0 |
| สูงมาก | >30.0 |

ที่มา: Land Classification Division and FAO Project Staff (1973)

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

| | |
|-----------------|--|
| ชื่อ | นางสาวภัทรสวรรค์ แสงคำ |
| เกิดวันที่ | 26 กรกฎาคม 2525 |
| สถานที่เกิด | โรงพยาบาลลพบุรี จังหวัดลพบุรี |
| ประวัติการศึกษา | วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปี 2548 |