



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา)

ปริญญา

ปฐพีวิทยา

สาขา

ปฐพีวิทยา

ภาควิชา

เรื่อง ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อมันสำปะหลังที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม

Effect of Soil Conditioners on Cassava Grown on a Degraded Yasothon Soil

นามผู้วิจัย นางสาวดารพร กาญจนะ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศุภิมา ชนะจิตต์, ประ.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์อัญชลี สุทธิประการ, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

สิงห์สีทอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อมันสำปะหลังที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม

Effect of Soil Conditioners on Cassava Grown on a Degraded Yasothon Soil

โดย

นางสาวดารافر กาญจนะ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา)

พ.ศ. 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดาราพร กาญจนะ 2556: ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อมันสำปะหลังที่ปลูกบนดินยโสธร
เสื่อมโทรม ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา) สาขาวิชาปฐพีวิทยา ภาควิชา
ปฐพีวิทยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม,
Ph.D. 101 หน้า

ศึกษาผลของวัสดุปรับปรุงดินที่มีต่อผลผลิตและปริมาณแป้งของมันสำปะหลังที่ปลูกบน
ดินยโสธรเสื่อมโทรม (Typic Palaustult) ในแปลงเกษตรกร บ้านกุดม่วง ตำบลตะเคียน อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 6 ตำรับการทดลอง ได้แก่ ตำรับควบคุมที่ไม่มีการใส่วัสดุปรับปรุงดิน การใส่ขี้ปศุสัตว์ เบนทอนไนด์ หินปูนบด โคลโลไมต์ และเพอร์ไลต์ ทั้งหมดใส่ในอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ในช่วงเตรียมดิน ใช้มันสำปะหลังพันธุ์หัวยบง 80 และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่เมื่อมันสำปะหลังอายุได้ 2 เดือน เก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเมื่ออายุครบ 10 เดือน

การใส่วัสดุปรับปรุงดินไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติดินบนในระยะเก็บเกี่ยว ยกเว้น
พีเอชดิน แต่มีผลต่อมันสำปะหลังอย่างชัดเจน การใส่หินปูนบดในอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ทำให้
ได้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดและผลผลิตแป้งสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 3.92 และ 1.2
ตันต่อไร่ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับการใส่เบนทอนไนด์ (3.71 และ 1.07 ตันต่อไร่ตามลำดับ) และ
ขี้ปศุสัตว์ (3.66 และ 0.83 ตันต่อไร่ตามลำดับ) เมื่อเปรียบเทียบกับ การใส่โคลโลไมต์ (3.25 และ 0.89 ตัน
ต่อไร่ตามลำดับ) และเพอร์ไลต์ (3.08 และ 0.83 ตันต่อไร่ตามลำดับ) ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการดูด
ใช้ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในหัวที่มีแนวโน้มสูงที่สุดเท่ากับ 9.43, 1.02 และ
14.24 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ขณะที่การใส่เบนทอนไนด์ทำให้มีความเข้มข้นของโพแทสเซียมใน
กิ่งก้านและใบ ลำต้น และหัว (11.29, 8.23 และ 8.02 กรัมต่อกิโลกรัม) สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติ รวมทั้งฟอสฟอรัส (0.7 กรัมต่อกิโลกรัม) เหล็ก (157 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และแมงกานีส
(608 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในลำต้น แคลเซียม (0.9 กรัมต่อกิโลกรัม) และทองแดง (0.04 กรัมต่อ
กิโลกรัม) ในหัวมันสำปะหลัง แมกนีเซียม (2.6 กรัมต่อกิโลกรัม) และสังกะสี (12.25 กรัมต่อ
กิโลกรัม) ในเหง้า ชัลเฟอร์ (4.0 กรัมต่อกิโลกรัม) และสังกะสี (24.18 กรัมต่อกิโลกรัม) ในกิ่งก้าน
และใบ

Daraporn Kanjana 2013: Effect of Soil Conditioners on Cassava Grown on a Degraded Yasothon Soil. Master of Science (Soil Science), Major Field: Soil Science, Department of Soil Science. Thesis Advisor: Assistant Professor Somchai Anusontpornperm, Ph.D. 101 pages.

The study on the effect of soil conditioners on yield and starch content of cassava grown on a degraded Yasothon soil (Typic Palaustult) was carried out in farmer field at Ban Kut Muang, Takien subdistrict, Dan Khun Thot district, Nakhon Ratchasima province. Randomized Complete Block Design (RCBD) was employed using four replications. Six treatments comprised no soil conditioner application, applications of gypsum, bentonite, ground limestone, dolomite and perlite, all at the rate of 200 kg rai^{-1} applied during land preparation. Cassava, Var. Huay Bong 80 was used, 15-15-15 formula chemical fertilizer was applied at the rate of 50 kg rai^{-1} when cassava was two months old, and cassava was harvested at ten months of age.

The application of soil conditioners had no effect on changes of soil property at the harvest time with the exception of soil pH but it clearly affected cassava. The addition of ground limestone at the rate of 200 kg rai^{-1} statistically significantly gave the respective highest fresh tuber and starch yields of 3.92 and $1.2 \text{ tonne rai}^{-1}$, which was similar to the applications of bentonite (3.71 and $1.07 \text{ tonne rai}^{-1}$, respectively) and gypsum (3.66 and $0.83 \text{ tonne rai}^{-1}$, respectively) when compared to dolomite (3.25 and $0.89 \text{ tonne rai}^{-1}$, respectively) and perlite (3.08 and $0.83 \text{ tonne rai}^{-1}$, respectively). This result was relevant to the uptake of nitrogen, phosphorus and potassium in tuber that tended to be the greatest with the values of 9.43, 1.02 and $14.24 \text{ kg rai}^{-1}$, respectively. Statistically, the addition of bentonite significantly induced the plant to take up the highest amount of potassium in branch and leaf, stem, and tuber (11.29 , 8.23 and 8.02 g kg^{-1}), including phosphorus (0.7 g kg^{-1}), iron (157 mg kg^{-1}) and manganese (608 mg kg^{-1}) in stem, calcium (0.9 g kg^{-1}) and copper (0.04 g kg^{-1}) in tuber, magnesium (2.6 g kg^{-1}) and zinc (12.25 g kg^{-1}) in stem base, sulphur (4.0 g kg^{-1}) and zinc (24.18 g kg^{-1}) in branch and leaf.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ ดร. อัญชลี สุทธิประการ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศุภิมา ธนะจิตต์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และความช่วยเหลือด้านการเรียน และการทำวิทยานิพนธ์อย่างดีมาโดยตลอด ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร. เอิบ เขียวรัตน์รมณ์ และ ดร. วันเพ็ญ วิริยะกิจนทีกุล ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณเกษตรกรเจ้าของแปลงทดลองที่บ้านกุดม่วง ต. ด่านขุนทด อ. สีคิ้ว จ. นครราชสีมา ที่ได้อนุญาตให้ใช้พื้นที่ในการทำงานวิจัยในครั้งนี้ และบริษัท ดี เค ที จำกัด ที่ได้อนุเคราะห์ยืมเพื่อใช้ในการทดลองครั้งนี้ ขอขอบคุณพี่ปรีชา เพชรประไพพร เจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์ที่คอยดูแลแปลงเมล็ดพันธุ์ และอำนวยความสะดวกในการทำงานเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ คุณชัยภัทร คงแก้ว คุณรณนที เจริญชาติศรี เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คุณอภิชาติ บุญเกษม คุณธีรพล เปล่งสันเทียะ รวมถึงพี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ ชาวปฐพีวิทยาทุกคน ที่คอยให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา และมิตรภาพที่ดีเสมอมา ขอขอบคุณญาติพี่น้องทุกคน ที่ให้การสนับสนุน

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ นายวสุวัฒน์ นางฉันทวรรณ กาญจนะ บิดามารดา ที่ให้โอกาสทางการศึกษาและสนับสนุนเงินทุนในการทำวิจัย และเป็นกำลังใจที่สำคัญที่สุดที่ทำให้ข้าพเจ้ามีกำลังใจมาจนถึงทุกวันนี้

ดาราพร กาญจนะ

พฤษภาคม 2556

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	22
อุปกรณ์	22
วิธีการ	24
ผลและวิจารณ์	31
สรุปและข้อเสนอแนะ	67
สรุป	67
ข้อเสนอแนะ	68
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	69
ภาคผนวก	85
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	101

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ของมันสำปะหลังที่ปลูกในประเทศไทย ตั้งแต่ ปี 2550-2554	5
2	เปรียบเทียบพื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิตต่อไร่ ผลผลิตรวม รายภาค ปี 2553/54 และ ปี 2554/55 จากการเก็บข้อมูล ระหว่างวันที่ 7-8 สิงหาคม, 15-19 สิงหาคม, 30 สิงหาคม-2 กันยายน และ 11-15 กันยายน 2554	6
3	องค์ประกอบทางเคมีของโดโลไมต์ และหินปูนบด	15
4	สมบัติและปริมาณธาตุอาหารของวัสดุปรับปรุงดินที่ใช้ในการศึกษา	23
5	ผลการวิเคราะห์สมบัติของดินบน (0-18/20 เซนติเมตร) และดินล่าง (18/20-60 เซนติเมตร) ก่อนทำการทดลอง	40
6	การประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินบน (0-18/20 เซนติเมตร) และดินล่าง (18/20-60 เซนติเมตร) ก่อนทำการทดลอง	41
7	จำนวนหัว จำนวนลำต้น และอัตราการรอดตายของมันสำปะหลังที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม	51
8	ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อความเข้มข้นของไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลังที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม	53
9	ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อความเข้มข้นของโพแทสเซียม และแคลเซียมในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลัง ที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม	54
10	ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อความเข้มข้นของแมกนีเซียม และกำมะถันในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลังที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม	56
11	ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อความเข้มข้นของเหล็ก และแมงกานีสในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลังที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม	57
12	ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อความเข้มข้นของสังกะสี และทองแดงในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลังที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม	58
13	ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อปริมาณการดูดใช้จุลธาตุอาหารในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลังที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม	66

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
1	สมบัติทางฟิสิกส์ของดินยโสธรที่เป็นดินตัวแทนพื้นที่ทดลอง	89
2	สมบัติทางเคมีของดินยโสธรเสื่อมโทรมที่ใช้ในการศึกษา	90
3	ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อสมบัติดินบน (0-18/20 เซนติเมตร) ของดินยโสธรเสื่อมโทรม	91
4	ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่างชนิดต่อการให้ผลผลิตและชีวมวลของมันสำปะหลังที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม	92
5	ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อปริมาณการดูดใช้ธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลังที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม	93
6	ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อปริมาณการดูดใช้ธาตุโพแทสเซียม และแคลเซียมในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลังที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม	94
7	ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อปริมาณการดูดใช้ธาตุแมกนีเซียม และ กำมะถันในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลังที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม	95
8	ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ จังหวัดนครราชสีมา ปี 2011-2012	96
9	เกณฑ์มาตรฐานในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน	97
10	ระดับที่ใช้ในการประเมินสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน	98
11	ระดับที่ใช้ประเมินสมบัติทางเคมีของดิน	99

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะทั่วไปของแปลงทดลองและหน้าตัดดินของดินยโสธรเสื่อมโทรมซึ่งเป็นดินตัวแทนในพื้นที่ทดลอง	32
2	การกระจายขนาดอนุภาคดินของดินยโสธรเสื่อมโทรม	33
3	ความหนาแน่นรวม (ก) และสภาพน้ำของดินขณะอิ่มตัว (ข) ตามความลึกภายในหน้าตัดดินยโสธรเสื่อมโทรม	34
4	พีเอชของดินที่วัดในน้ำและในสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 1 โมลาร์ ที่อัตราส่วน 1:1 ของดินยโสธรเสื่อมโทรม	35
5	ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (ก) ปริมาณไนโตรเจนรวม (ข) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ค) และ โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (ง) ของดินยโสธรเสื่อมโทรม	36
6	ปริมาณเบสที่สกัดได้ (ก) สภาพกรดที่สกัดได้ (ข) ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (ค) และอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (ง) ของดินยโสธรเสื่อมโทรม	38
7	ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อพีเอชดินบนของดินยโสธรเสื่อมโทรม	43
8	ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่ออินทรีย์วัตถุในดินบนของดินยโสธรเสื่อมโทรม	43
9	ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อไนโตรเจนรวมในดินบนของดินยโสธรเสื่อมโทรม	45
10	ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อฟอสฟอรัสในดินบนของดินยโสธรเสื่อมโทรม	45
11	ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อโพแทสเซียมในดินบนของดินยโสธรเสื่อมโทรม	46
12	ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม	48
13	ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อร้อยละการสะสมแป้ง (ก) และผลผลิตแป้ง (ข) ของมันสำปะหลังที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม	49
14	ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อน้ำหนักชีวมวลส่วนเหนือดินทั้งหมด (ก) น้ำหนักเหง้าสด (ข) น้ำหนักลำต้นสด (ค) น้ำหนักกิ่งก้านและใบสด (ง) ของมันสำปะหลังที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม	50
15	ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อปริมาณการดูดใช้ของไนโตรเจนโดยส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลังที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม	59

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
16	ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อปริมาณการดูดใช้ของฟอสฟอรัสโดยส่วนต่าง ๆ ของ มันสำปะหลังที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม	60
17	ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อปริมาณการดูดใช้ของโพแทสเซียมโดยส่วนต่าง ๆ ของ มันสำปะหลังที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม	61
18	ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อปริมาณการดูดใช้ของแคลเซียมโดยส่วนต่าง ๆ ของ มันสำปะหลังที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม	62
19	ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อปริมาณการดูดใช้ของแมกนีเซียมโดยส่วนต่าง ๆ ของ มันสำปะหลังที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม	63
20	ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อปริมาณการดูดใช้ของกำมะถันโดยส่วนต่าง ๆ ของ มันสำปะหลังที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม	64

ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อมันสำปะหลังที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม

Effect of Soil Conditioners on Cassava Grown on a Degraded Yasothon Soil

คำนำ

มันสำปะหลัง (*Manihot esculenta* Crantz.) เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของไทย เนื่องจากประเทศไทยเป็นผู้ผลิตมันสำปะหลังรายใหญ่อันดับ 4 ของโลก รองจากประเทศไนจีเรีย บราซิล และอินโดนีเซีย ในปี 2554 คาดว่าจะมีปริมาณการส่งออก 5.92 ล้านตัน ซึ่งมีปริมาณการส่งออกลดลงร้อยละ 11.77 เมื่อเทียบกับปี 2553 ที่ส่งออกได้ 6.71 ล้านตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) มันสำปะหลังเป็นพืชที่นิยมปลูกมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะบริเวณจังหวัดนครราชสีมา แต่ผลผลิตที่ได้กลับมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าภาคอื่น ๆ (สมาคมโรงงานผู้ผลิตมันสำปะหลัง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, 2555) ทั้งนี้เนื่องจากมันสำปะหลังส่วนใหญ่ปลูกในกลุ่มดินใหญ่ Paleustults ซึ่งเป็นกลุ่มดินเนื้อหยาบที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ ความสามารถในการดูดซับน้ำและธาตุอาหารต่ำ (Duangpatra, 1988) และปัญหาผลผลิตที่ตกต่ำซึ่งมีสาเหตุมาจากเกษตรกรปลูกมันสำปะหลังซ้ำที่เดิมและปลูกติดต่อกันหลายปี โดยใส่ปุ๋ยที่มีเฉพาะธาตุอาหารหลัก และขาดการปรับปรุงบำรุงดิน ทำให้ดินเกิดความเสื่อมโทรม ทั้งสมบัติทางฟิสิกส์ เคมี ชีวภาพ และความอุดมสมบูรณ์ของดิน (ปิยะ, 2553) จึงส่งผลให้ผลผลิตมันสำปะหลังลดลง (สุวพันธ์, 2542; Sittibusaya *et al.*, 1987) สอดคล้องกับการศึกษาของ เจริญศักดิ์ (2546) ที่ได้สรุปปัญหาของเกษตรกรผู้ผลิตมันสำปะหลังว่าประสบปัญหาในเรื่องของดินเสื่อมโทรมเป็นปัญหาอันดับหนึ่งถึงร้อยละ 32.55

การใช้สารปรับปรุงดินเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ช่วยปรับปรุงสมบัติทางฟิสิกส์ของดินเป็นหลัก อีกทั้งยังช่วยปรับปรุงสมบัติทางเคมีของดินบางประการ โดยปรับปรุงสมบัติในการดูดซับธาตุอาหารพืช ประจุบวก และช่วยเร่งกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน (ปิยะ, 2553) จากการศึกษาของ ประภาสและคณะ (2550) พบว่า การใส่ยิปซัม ปุ๋ยมูลไก่ และปุ๋ยเคมีอัตราต่าง ๆ นั้นมีผลทำให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้นประมาณร้อยละ 13 ถึง 45 ตามลำดับ โดยการใส่ยิปซัมอัตรา 250 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 7.2 ตันต่อไร่ จากการศึกษาของ สัมฤทธิ์ (2553) พบว่า การใส่หินฟอสเฟตอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ และการใส่ยิปซัมอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดเท่ากับ 2.67 และ 2.66 ตันต่อไร่ ตามลำดับ

ส่วนดำรับที่ไม่มีการใส่วัสดุปรับปรุงดินมีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดต่ำสุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ เรณู และ อัจจรรักษ์ (2551) พบว่า การปรับปรุงดินด้วยหินปูนร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมี ทำให้มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5 ระยอง 72 ระยอง 90 และเกษตรศาสตร์ 50 ให้ผลผลิตสูงอยู่ในช่วง 11-12 ตันต่อไร่ และการใส่ยิปซัม หินปูนบด และโดโลไมต์ ทำให้ได้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น และส่งผลกระทบต่อต้นทุน น้ำหนักของส่วนเหนือดิน และร้อยละการสะสมแป้งของ มันสำปะหลังเพิ่มขึ้น และส่งผลกระทบต่อผลผลิตเพิ่มขึ้นในปีที่ 2 ของการทดลอง (จิรวรรณ, 2554) การใส่ เพอร์ไลต์ที่มีขนาดประมาณ 1-2 มิลลิเมตร จะช่วยทำให้ดินโปร่ง และความร่วนซุยดีขึ้นและมีความ สม่ำเสมอ ทั้งยังทำหน้าที่เหมือนตัวกรองสารต่าง ๆ ทางธรรมชาติ สามารถช่วยพองโครงสร้างดิน ไม่ให้ยุบตัวเนื่องจากการกดทับได้ดี (World Trade Organization, 2003) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษา ของ นิภัทร์ (2554) ได้ศึกษาว่าการใส่เพอร์ไลต์ร่วมกับมูลไก่เกล็ดมีแนวโน้มทำให้ได้ผลผลิตแป้ง สูงสุดเท่ากับ 919.1 กิโลกรัมต่อไร่ การใส่เบนทอไนต์ มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทาง ฟิสิกส์โดยทำให้ดินสดีกมีปริมาณดินเหนียวเพิ่มขึ้นสูงกว่าดำรับควบคุมร้อยละ 4.38 ซึ่งเท่ากับเป็น การเพิ่มปริมาณของช่องว่างขนาดเล็กในดิน (อรรณพ, 2546)

ถึงแม้ว่าจะมีการศึกษาถึงผลของวัสดุปรับปรุงต่อผลผลิตและดินอย่างกว้างขวางโดยเฉพาะ ยิปซัม อย่างไรก็ตามยังคงมีวัสดุปรับปรุงดินอื่น ๆ ที่ยังไม่ได้รับการทดสอบในกรณีของมันสำปะหลัง ที่ปลูกในภูมิภาคนี้ อาทิ เบนทอไนต์ เพอร์ไลต์ ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้มุ่งเป้าไปที่การเปรียบเทียบผล ของวัสดุปรับปรุงดินที่แตกต่างกันในการปลูกมันสำปะหลังบนดินยโสธรเสื่อมโทรม

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบการตอบสนองของมันสำปะหลังที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรมต่อวัสดุปรับปรุงดินต่างชนิด
2. เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของสมบัติดินที่ได้รับอิทธิพลจากการใส่วัสดุปรับปรุงดินต่างชนิด
3. เพื่อตรวจสอบความเข้มข้นและปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหารของมันสำปะหลังที่ได้รับผลจากการใส่วัสดุปรับปรุงดิน

การตรวจเอกสาร

1. มันสำปะหลัง

มันสำปะหลังเป็นพืชหัวชนิดหนึ่ง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Manihot esculenta* (L.) Crantz. จัดอยู่ในวงศ์ Euphorbiaceae ชื่อสามัญเรียกตามภาษาต่าง ๆ ได้แก่ Cassava, Yuca, Mandioca, Manioc และ Tapioca (จรุงสิทธิ์ และอัจฉรา, 2547) ซึ่งในสมัยก่อนจะเรียกมันสำปะหลังตามชนิด คือ มันสำปะหลังชนิดหวานกับชนิดขม โดยชนิดหวานเรียกว่า *Manihot esculenta* ส่วนชนิดขมเรียกว่า *Manihot palmata* และ *Manihot dulcis* (คณัย, 2537; Fageria *et al.*, 1997) มันสำปะหลังมีแหล่งกำเนิดแถบที่ลุ่มเขตร้อน (lowland tropics) มีหลักฐานแสดงว่าปลูกกันในโคลัมเบีย และเวเนซุเอลามานานกว่า 3,000-7,000 ปีมาแล้ว และแพร่กระจายมาทางภาคใต้ของประเทศไทยราว พ.ศ. 2329 ต่อมาได้มีการปลูกมันสำปะหลังในเขตภาคตะวันออก คือจังหวัดระยองและจังหวัดใกล้เคียง จนในปัจจุบันภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ปลูกมากที่สุดของประเทศ เนื่องจากความต้องการของตลาดในด้านผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังเพื่อใช้ในการเลี้ยงสัตว์และอุตสาหกรรมมีเพิ่มมากขึ้น (จรุงสิทธิ์ และ อัจฉรา, 2537)

1.1 ความสำคัญทางเศรษฐกิจ

มันสำปะหลังเป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ ในปีการเพาะปลูก 2555 มีเนื้อที่เก็บเกี่ยว 7.37 ล้านไร่ ผลผลิตรวม 25.11 ล้านตัน และผลผลิตต่อไร่ 3.41 ตัน เทียบกับปีการเพาะปลูก 2554 ซึ่งมีเนื้อที่เก็บเกี่ยว 7.10 ล้านไร่ ผลผลิตรวม 21.91 ล้านตัน และผลผลิตต่อไร่ 3.01 ตัน ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 3.80, 14.61 และ 13.29 ตามลำดับ ประเทศไทยเป็นประเทศผู้ผลิตรายใหญ่อันดับ 4 รองจากไนจีเรีย บราซิล และอินโดนีเซีย (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) โดยผลผลิตมันสำปะหลังส่วนใหญ่กว่าร้อยละ 80 ใช้บริโภคเป็นอาหารโดยตรงหรือใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร (มันเส้น, มันอัดเม็ด, แป้งมันสำปะหลัง) และอาหารสัตว์ นอกจากนี้มันสำปะหลังเป็นสินค้าเกษตรที่มีปริมาณการผลิตอยู่ในอันดับที่ 7 รองจากอ้อย ข้าวโพด ข้าวสาลี ข้าว มันฝรั่ง และ ผักต่าง ๆ (สำนักงานคณะกรรมการกํากับการซื้อขายสินค้าเกษตรล่วงหน้า, 2554) นอกจากนี้องค์การอาหารและเกษตร (FAO) ได้คาดการณ์ว่าในปี 2020 ความต้องการผลผลิตพืชหัวของโลกจะเพิ่มขึ้นจากปี 1993 ประมาณร้อยละ 1.95 ต่อปี โดยเฉพาะประเทศที่ยากจน จึงอาจส่งผลให้มันสำปะหลังมีความสำคัญเพิ่มมากขึ้น (กรมการค้าต่างประเทศ, 2554)

1.2 พื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง

มันสำปะหลังในประเทศไทยสามารถปลูกได้ทั่วทั้งประเทศ แต่ปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อผลผลิตมันสำปะหลัง ปี 2555 คือปัญหาการระบาดของเพลี้ยแป้ง และปัญหาภัยแล้ง โดยเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังเริ่มระบาดตั้งแต่ปี 2551 และระบาดรุนแรงในช่วงที่เกิดภาวะ แห้งแล้ง ระหว่างปี 2552-2553 ทำให้พื้นที่ปลูกได้รับความเสียหายต้องตัดทำลายต้นมันสำปะหลังอายุน้อย ส่วนต้นมันสำปะหลังที่ลงหัวแล้วจะแคระแกร็น และเชื้อแป้งต่ำ จากปัญหาดังกล่าวส่งผลให้เนื้อที่เก็บเกี่ยวลดลงจาก 8.29 ล้านไร่ ในปี 2552 เหลือ 7.41 ล้านไร่ ในปี 2553 และ 7.10 ล้านไร่ ในปี 2554 ตามลำดับ และผลผลิตรวมลดลงจาก 30.09 ล้านตัน ในปี 2552 เหลือ 22.01 ล้านตัน ในปี 2553 และ 21.91 ล้านตัน ในปี 2554 ตามลำดับ โดยระหว่างปี 2550-2554 เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ลดลงร้อยละ 0.65, 5.31 และ 4.68 ต่อปี ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ของมันสำปะหลังที่ปลูกในประเทศไทย ตั้งแต่ปี 2550-2554

รายการ	2550	2551	2552	2553	2554	อัตราเพิ่ม(ร้อยละ)
พื้นที่เก็บเกี่ยว (ล้านไร่)	7.34	7.40	8.29	7.41	7.10	-0.65
ผลผลิตรวม (ล้านตัน)	26.92	25.16	30.09	22.01	21.91	-5.31
ผลผลิตต่อไร่ (ตัน)	3.67	3.40	3.63	2.97	3.09	-4.68

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2555)

ขณะที่สมาคมโรงงานผู้ผลิตมันสำปะหลัง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รายงานว่า ฤดูกาลผลิตปี 2554/2555 สภาพอากาศเอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง พบการระบาดของเพลี้ยแป้งน้อยมาก จึงมีพื้นที่เก็บเกี่ยวรวมทั้งประเทศประมาณ 7.37 ล้านไร่ ผลผลิตรวมประมาณ 25.12 ล้านตัน หรือประมาณ 3.4 ตันต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตปี 2553/2554 ซึ่งมีพื้นที่เก็บเกี่ยว 7.10 ล้านไร่ ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ 3.09 ตัน และผลผลิตรวม 21.91 ล้านตัน พื้นที่เก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.82 ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่เพิ่มขึ้นร้อยละ 10.36 และผลผลิตรวมเพิ่มขึ้นร้อยละ 14.58 (ตารางที่ 2) พื้นที่สำรวจในปี 2554/2555 ประกอบด้วย ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และ

ภาคกลาง ซึ่งเป็นแหล่งเพาะปลูกมันสำปะหลัง รวม 46 จังหวัด โดยแหล่งที่ปลูกมันสำปะหลังที่ใหญ่ที่สุด ได้แก่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีพื้นที่เก็บเกี่ยวประมาณ 3.95 ล้านไร่ รองลงมาเป็นภาคกลางซึ่งมีพื้นที่เก็บเกี่ยวประมาณ 2.01 ล้านไร่ และภาคเหนือประมาณ 1.40 ล้านไร่ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบพื้นที่เก็บเกี่ยว ผลผลิตต่อไร่ ผลผลิตรวม รายภาค ปี 2553/54 และปี 2554/55
จากการเก็บข้อมูล ระหว่างวันที่ 7-8 สิงหาคม, 15-19 สิงหาคม, 30 สิงหาคม-2 กันยายน
และ 11-15 กันยายน 2554

ภาค	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (ไร่)		ผลผลิตเฉลี่ย/ไร่ (ตัน)				ผลผลิตรวม (ตัน)	
	ปี		ปี		ปี		ปี	
	2553/54	2554/55	2553/54	2554/55	2553/54	2554/55	2553/54	2554/55
รวมทั้งประเทศ	7.10	7.37	3.09	3.41	21.91	25.11		
เหนือ	1.32	1.40	3.10	3.49	4.09	4.90		
ตะวันออกเฉียงเหนือ	3.79	3.95	3.07	3.34	11.65	13.21		
กลาง	1.98	2.01	3.11	3.49	6.17	7.00		

ที่มา: สมาคมโรงงานผู้ผลิตมันสำปะหลัง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (2555)

นอกจากนี้ยังได้รายงานถึงสถานะการผลิตและการค้ามันสำปะหลัง โดยเปรียบเทียบ ปี 2553/2554 และปี 2554/2555 ในส่วนของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่า จังหวัดนครราชสีมาที่มีพื้นที่เก็บเกี่ยวมากที่สุดในปี 2553/2554 จำนวน 1.62 ล้านไร่ และเพิ่มขึ้นในปี 2554/2555 คิดเป็นพื้นที่ 1.71 ล้านไร่ ซึ่งเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 5.37 เนื่องจากราคามันสำปะหลังในปีที่ผ่านมามีราคาดี จึงทำให้เกษตรกรขยายพื้นที่เพาะปลูกมากขึ้น ส่วนใหญ่ปลูกทดแทนในพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ยุคาลิปดัส และพื้นที่ว่างเปล่า ด้านผลผลิตเฉลี่ย ในปี 2553/2554 เท่ากับ 3.05 ตันต่อไร่ และปี 2554/2555 เท่ากับ 3.36 ตันต่อไร่ ซึ่งมีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 10.09

1.3 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มันสำปะหลังเป็นไม้พุ่มยืนต้นมีอายุอยู่ได้หลายปี เมื่ออายุมากจะมีขนาดเท่าต้นไม้ใหญ่ขนาดเล็ก แต่การเพาะปลูกของเกษตรกรจะเป็นการปลูกแบบพืชล้มลุก โดยมีอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 8-12 เดือน อย่างไรก็ตามในสภาวะที่ราคาไม่ดีเกษตรกรอาจจะเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่อายุมากกว่าหนึ่งปีก็ได้ มันสำปะหลังแต่ละพันธุ์จะมีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ที่แตกต่างกันออกไป เช่น รูปทรงของต้น การแตกกิ่ง สีของลำต้น และก้านใบ ลักษณะและรูปร่างของใบ และสีของหัว ซึ่งลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้เป็นลักษณะประจำพันธุ์ จึงสามารถใช้เพื่อจำแนกพันธุ์ต่าง ๆ ออกจากกันโดยไม่ต้องใช้เครื่องมือที่ซับซ้อน (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2537) ดังนี้

1. ลำต้น

มันสำปะหลังเป็นไม้พุ่ม ลักษณะลำต้นแตกต่างกันออกไปตามพันธุ์ บางพันธุ์ลำต้นเป็นต้นเดี่ยวไม่มีการแตกกิ่ง บางพันธุ์แตกกิ่งมากและแตกหลายระดับจนเป็นพุ่มเตี้ย ความสูงของลำต้นจะสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับการแตกกิ่ง โดยพันธุ์ที่มีการแตกกิ่งมากจะเตี้ย ส่วนพันธุ์ที่มีการแตกกิ่งน้อยจะสูง ตัวอย่างเช่น พันธุ์ระยอง 3 และแตกกิ่งมากจึงมีลำต้นเตี้ย แต่พันธุ์ระยอง 1 แตกกิ่งน้อยลำต้นจะสูง ลำต้นจะมีสีแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์ เช่น สีเหลือง สีเงิน และสีน้ำตาล

2. ใบ

ใบของมันสำปะหลังจะเป็นแบบใบเดี่ยว แผ่นใบจะเว้าเป็นแฉก ๆ มีรูปร่างและจำนวนแฉกแตกต่างกันไปตามพันธุ์ โดยปกติใบหนึ่ง ๆ จะประกอบด้วย 3-9 แฉก และลักษณะรูปทรงของแฉกจะแตกต่างกันไป เช่น เรียวยาว ป้อมสั้น หรือป้อมบางส่วน ซึ่งเป็นลักษณะประจำที่ค่อนข้างจะคงที่ของแต่ละพันธุ์ บริเวณยอดจะมีใบอ่อนที่ยังไม่คลี่หุ้มอยู่ ใบอ่อนจะมีสีแตกต่างกันไปตามพันธุ์ เช่น ม่วงอ่อน เขียวอ่อน เขียวเข้ม เป็นต้น สีของก้านใบก็เช่นเดียวกัน เช่น พันธุ์ระยอง 5 ก้านใบมีสีแดงเข้มทั้งก้าน พันธุ์ระยอง 90 ก้านใบมีสีเขียวอ่อน ซึ่งสีของก้านใบนี้จะช่วยในการจำแนกพันธุ์ทั้งสองได้

3. รากและหัว

เมื่อตัดส่วนของลำต้นไปปลูกจะมีรากแตกออกมาจากส่วนปลายของรอยตัด ระบบรากที่เกิดขึ้นเป็นระบบรากฝอย รากต่าง ๆ เหล่านี้จะชอนไชลงไปในดินลึกประมาณ 30-50 เซนติเมตร รากจะดูดน้ำและอาหารเลี้ยงลำต้น เมื่ออายุได้ 2 เดือนจะมีการลำเลียงแป้งมาสะสมไว้ตามรากบางราก รากที่สะสมแป้งนี้จะค่อย ๆ โตขึ้นตามอายุ และเฉพาะรากที่สะสมแป้งเท่านั้นจึงจะโตเป็นหัว ปกติมันสำปะหลังต้นหนึ่งจะเกิดหัวไม่มากกว่า 10 หัว รากที่ไม่ได้สะสมแป้งก็เป็นรากธรรมดา ส่วนของหัวมันจะเป็นที่สะสมแป้งเท่านั้นไม่มีตา แต่ละพันธุ์จะมีรูปร่างของหัวที่แตกต่างกันออกไป เช่น บางพันธุ์หัวยาว บางพันธุ์หัวสั้น สีของหัวก็แตกต่างกัน เช่น สีขาว น้ำตาล พันธุ์ระยอง 1 จะมีเปลือกสีขาว ส่วนพันธุ์ระยอง 72 จะมีเปลือกสีน้ำตาล พันธุ์การค้าของไทยส่วนใหญ่มีสีน้ำตาลอ่อนหรือสีครีม ยกเว้นพันธุ์ระยอง 90 มีสีน้ำตาลเข้ม ส่วนของเนื้อหัวประกอบไปด้วยแป้งร้อยละ 20-40 ที่เหลือคือน้ำ หัวหนึ่ง ๆ อาจมีน้ำหนักมากกว่า 10 กิโลกรัมก็ได้ ขึ้นอยู่กับพันธุ์ อายุ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน สภาพอากาศ และระยะปลูก

4. ดอก ผล และเมล็ด

ดอกตัวผู้และดอกตัวเมียแยกกันอยู่แต่ละดอกบนช่อเดียวกัน ดอกตัวผู้มีขนาดเล็กกว่าอยู่ตรงส่วนปลายของช่อ ส่วนดอกตัวเมียขนาดใหญ่กว่าอยู่ส่วนโคนของช่อดอก ดอกตัวเมียพร้อมผสมและบานก่อนดอกตัวผู้ประมาณ 7-10 วัน จึงเป็นการผสมข้ามต้น หลังจากดอกตัวเมียได้รับการผสมจากละอองเกสรตัวผู้แล้ว รังไข่จะเจริญเติบโตเป็นผล ผลโตเต็มที่จะมีขนาดประมาณ 1.5 เซนติเมตร ภายในผลจะประกอบด้วยเมล็ดจำนวน 3 เมล็ด ผลจะแก่หลังผสมแล้ว 90 วัน เมื่อผลแก่เปลือกจะแยกออกแล้วแต่คิเคเมล็ดกระจายไป

การปลูกมันสำปะหลังเป็นการค้าไม่นิยมปลูกด้วยเมล็ด เพราะแต่ละเมล็ดมีความแตกต่างกันทางด้านพันธุกรรม จึงไม่มีความสม่ำเสมอ ผิดกับการปลูกด้วยท่อนพันธุ์ซึ่งมีพันธุกรรมเหมือนกันหมด จึงมีความสม่ำเสมอ อย่างไรก็ตาม การปลูกด้วยเมล็ดจะทำเฉพาะเพื่อสร้างพันธุ์ใหม่หรือปรับปรุงพันธุ์เท่านั้น (เจริญศักดิ์, 2546)

การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้มันสำปะหลังพันธุ์หัวบง 80 เป็นพืชทดสอบ ซึ่งมันสำปะหลังพันธุ์นี้เป็นพันธุ์ที่ได้จากการผสมระหว่างพันธุ์ระยอง 5 และพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 เป็นพันธุ์ที่มีแป้ง

เฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 27.3 ซึ่งสูงกว่าพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ห้วยบง 60 ส่วนผลผลิตหัวสดใกล้เคียงกับพันธุ์ห้วยบง 60 แต่สูงกว่าพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 โดยทั่วไปจะได้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 4.9-5.5 ตันต่อไร่ ลักษณะเด่นประจำพันธุ์ได้แก่ มีทรงต้นสูงและการแตกกิ่งน้อย สะดวกต่อการเก็บเกี่ยวและขนส่งท่อนพันธุ์ สามารถนำไปปลูกโดยใช้ระยะปลูกถี่ได้ ยอดมีสีเขียวอ่อน เปลือกนอกของหัวมีสีน้ำตาลอ่อน ผลผลิตตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมได้ดี (มูลนิธิพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย, 2552)

1.4 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลัง

มันสำปะหลังเป็นพืชที่ปลูกได้ดีในเขตร้อน ตั้งแต่เส้นรุ้งที่ 30 องศาใต้ถึงเส้นรุ้งที่ 30 องศาเหนือ (Kawano, 1980; Cock, 1985) แต่ปลูกมากระหว่างเส้นรุ้งที่ 20 องศาเหนือถึง 20 องศาใต้สำหรับประเทศไทย ซึ่งตั้งอยู่ในระหว่างเส้นรุ้งที่ 6-20 องศาเหนือ จึงสามารถปลูกมันสำปะหลังได้ในทุกภาค แหล่งที่ปลูกมากที่สุดคือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันออก (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2537) สามารถเจริญเติบโตที่อุณหภูมิในพิสัย 10-35 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิที่เหมาะสมโดยเฉลี่ยต้องไม่ต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส (จำลอง, 2547) สภาพพื้นที่ควรเป็นที่ราบจนถึงลูกคลื่นลอนลาด ควรมีความลาดชันไม่เกินร้อยละ 5 (กรมวิชาการเกษตร, 2547; เจริญศักดิ์, 2532; Nakviroj *et al.*, 2002) ที่ความสูงจากระดับทะเลปานกลางไม่เกิน 2,000 เมตร โดยทั่วไปพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังส่วนใหญ่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีมากกว่า 1,000 มิลลิเมตร (Cock, 1985) แต่ก็สามารถปรับตัวได้ดีในเขตที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1,000-3,000 มิลลิเมตรต่อปี แต่มันสำปะหลังไม่ทนต่อสภาพน้ำขัง เพราะจะทำให้หัวเน่า (ชาญและโชติ, 2537) ซึ่งเป็นโรคที่มีความสำคัญมาก เนื่องจากทำให้เกิดการสูญเสียผลผลิตโดยตรง ลักษณะอาการถ้าเกิดขณะที่ต้นมันสำปะหลังยังเล็กอยู่จะทำให้รากเป็นรอยช้ำสีน้ำตาลและเน่า ต้นจะเหี่ยวเฉา ถ้าเกิดกับหัวมันสำปะหลังจะทำให้หัวเน่าอย่างรวดเร็ว และมีกลิ่นเหม็น ใบเหี่ยวและร่วง ถ้าเกิดรุนแรงต้นจะตาย (อรุณี, 2547)

มันสำปะหลังเป็นพืชทนแล้งได้ดี หลังจากปลูกจนกระทั่งต้นมันสำปะหลังตั้งตัวได้แล้วแม้จะขาดฝนเป็นระยะเวลาานติดต่อกัน 3-4 เดือน ก็สามารถทนอยู่ได้โดยไม่ตาย อย่างไรก็ตาม บริเวณที่ฝนตกน้อยกว่า 600 มิลลิเมตรต่อปี จะไม่สามารถปลูกมันสำปะหลังได้ (เจริญศักดิ์, 2532) มันสำปะหลังเป็นพืชวันสั้น หากในช่วงแสงของวันยาวเกิน 10-12 ชั่วโมง จะมีผลทำให้ผลผลิตของมันสำปะหลังลดลง (โสภณ, 2526; ดนัย, 2537) เนื่องจากมันสำปะหลังเป็นพืชที่มีคุณสมบัติเด่นคือ เป็นพืชที่ปลูกได้ตลอดทั้งปี ปลูกง่าย มีความต้องการน้ำน้อย ทนแล้งได้ดี ดูแล

รักษาง่าย ไม่มีแมลงและโรคพืชรบกวน ให้ผลผลิตที่ค่อนข้างสูง จึงถูกนำไปส่งเสริมให้ปลูกในพื้นที่ที่ค่อนข้างแห้งแล้งหรือในพื้นที่ที่ไม่เหมาะกับการปลูกพืชชนิดอื่น (พิทักษ์, 2536) นอกจากนี้มันสำปะหลังสามารถปรับตัวได้ดีในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และเจริญเติบโตได้ดีในดินทุกชนิดโดยเฉพาะอย่างยิ่งดินร่วนปนทรายและดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง (เจริญศักดิ์, 2532; Lancaster *et al.*, 1982; Jackson and Jackson, 1990) เป็นพืชที่จัดได้ว่ามีความเหมาะสมกับเกษตรกรที่มีฐานะยากจนและมีทุนน้อย เนื่องจากต้นทุนในการปลูกและการดูแลรักษาต่ำ (พิชัย, 2528; ชาญ และ วัฒนะ, 2536)

1.5 ฤดูกาลปลูก

มันสำปะหลังควรปลูกในช่วงปลายฤดูฝน (กันยายน-ตุลาคม) หรือฤดูแล้ง (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์) เนื่องจากมันสำปะหลังจะสร้างหัวมันสดมากในระยะกลางและปลายของการเจริญเติบโต จึงควรกำหนดวันปลูกในช่วงปลายฤดูฝนหรือฤดูร้อนเพื่อให้ระยะกลางและปลายของการเจริญเติบโตอยู่ในช่วงฤดูฝน มีการศึกษาความผันแปรความชื้นในดินบริเวณรากมันสำปะหลังโดยใช้เครื่องวัดความชื้นในดินแบบ Time Domain Reflectometry (TDR) พบว่า ความผันแปรของความชื้นในดินรายเดือนตามช่วงฤดูกาลเพาะปลูกโดยพิจารณาที่ระดับความลึก 0-60 เซนติเมตรพบว่า ช่วงเก็บเกี่ยวมีปริมาณความชื้นในดินต่ำสุด และสูงสุดในช่วงระยะตั้งตัวและเริ่มลงหัว สำหรับการปลูกมันสำปะหลังในช่วงกลางฤดูฝน (มิถุนายน-สิงหาคม) ให้ผลผลิตต่ำ (รัชนิวรรณ, 2547) โดยอาจจะมีผลมาจากอัตราการงอกของท่อนพันธุ์ต่ำและได้รับผลกระทบจากปัญหาวัชพืชมาก (Centro Internacional Agricultura Tropical, 1996) ซึ่งร้อยละความงอกของท่อนพันธุ์จะขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของท่อนพันธุ์ (volume density) ท่อนพันธุ์ที่มีความหนาแน่นสูงจะมีอัตราการงอกสูงด้วย โดยพบว่าท่อนพันธุ์ที่ตัดในช่วงกลางฤดูฝนจะมีคุณภาพต่ำกว่าการตัดท่อนพันธุ์ในช่วงฤดูแล้งและปลายฤดูฝน (Oka *et al.*, 1987)

1.6 ลักษณะดินที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลัง

มันสำปะหลังสามารถปลูกและเจริญเติบโตได้ในดินทุกชนิดและในทุกภาคของประเทศตั้งแต่เหนือดินหยาบจนถึงที่มีเนื้อเป็นดินเหนียว แต่ชอบดินร่วนปนทรายเพราะจะลงหัวและช่วยให้เก็บเกี่ยวผลผลิตได้ง่าย ดินที่เหมาะสมสำหรับมันสำปะหลังนั้น ควรมีค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 5.0-7.0 ดินมีความลึกตั้งแต่ 50 เซนติเมตรขึ้นไป มีเนื้อค่อนข้างหยาบตั้งแต่ดินร่วนปนทรายจนถึง

ดินร่วนเหนียวปนทราย เพราะสามารถระบายน้ำได้ดี (กรมวิชาการเกษตร, 2547) มันสำปะหลังสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินที่ไม่มีสภาพน้ำท่วมขังและดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ทนต่อความเป็นกรดรุนแรงที่พีเอชดินต่ำถึง 4.5 ได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิต (เจริญศักดิ์, 2532; Lancaster *et al.*, 1982; Jackson and Jackson, 1990) แต่ดินที่มีค่าพีเอชมากกว่า 8 จะไม่เหมาะสำหรับปลูกมันสำปะหลัง

1.7 ปัญหาการปลูกมันสำปะหลังในประเทศไทย

ดินที่ใช้ปลูกมันสำปะหลังส่วนใหญ่โดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มักจะเป็นพื้นที่ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ดินมีพัฒนาการสูง เป็นกรด มีปริมาณอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารต่ำ ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่ำ ความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ ทำให้ดินมีความชื้นสะสมอยู่น้อย โครงสร้างดินมักไม่แข็งแรง ความเสถียรในการเกาะยึดตัวของเม็ดดินน้อย (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547; สิริมาน, 2543; Howeler, 1981) ดินมีอนุภาคขนาดทรายเป็นองค์ประกอบหลักในดินชั้นบน จัดอยู่ในกลุ่มดินเนื้อหยาบที่เป็นดินทราย ดินทรายปนร่วน ดินร่วนปนทราย ที่มีปริมาณดินเหนียวน้อยกว่าร้อยละ 20 (สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน, 2548) สอดคล้องกับรายงานของ Duangpatra (1988) และ สมพงษ์ และ อนุจิต (2547) ที่พบว่า ดินที่ปลูกมันสำปะหลังในประเทศไทย ส่วนใหญ่จัดอยู่ในอันดับดินอัลทิสอลส์ถึงร้อยละ 75 รองลงมาได้แก่ อันดับเอนทิสอลส์ร้อยละ 14.5 และมักอยู่ในกลุ่มดิน Paleustults และ Quartzipsamments ชุดดินที่พบมากและใช้ปลูกมันสำปะหลังเป็นบริเวณกว้างขวาง ได้แก่ ชุดดินยโสธร วาริน สดึก โคราช และน้ำพอง เป็นต้น (กรมพัฒนาที่ดิน, 2550) ดินทั้ง 2 กลุ่มนี้มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินต่ำ โดยร้อยละ 45 เป็นดินที่มีเนื้อดินเป็นดินทรายหรือดินร่วนปนทราย จึงเกิดการสูญเสียธาตุอาหารไปจากเขตรากพืชเร็ว (Astier *et al.*, 2006) และพบในสภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลูกลาดถึงลอนชัน เกิดการสูญเสียดินเนื่องจากการกร่อนดินรุนแรงโดยเฉพาะในช่วงต้นถึงกลางฤดูปลูก เกิดการสูญเสียหน้าดินในปริมาณปานกลางถึงมากทุกปี (ภาควิชาพืชไร่นา, 2542) จากการศึกษาของ Anusontpomperm *et al.* (2005) พบว่า ดินในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่ำ นอกจากนี้ พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังส่วนใหญ่มีความลาดชันและมีความยาวของความลาดเทมาก ทั้งยังขาดการจัดการด้านอนุรักษ์ดินที่เหมาะสม ทำให้มีการกร่อนดินค่อนข้างสูง ความอุดมสมบูรณ์ของดินจึงสูญเสียไปอย่างรวดเร็ว เป็นสาเหตุสำคัญให้ดินเกิดการเสื่อมโทรมลงเรื่อย ๆ ปริมาณการสูญเสียดินในแปลงมันสำปะหลังเปรียบเทียบกับข้าวโพด

และอ้อยที่ปลูกในดินเนื้อหยาบ แปลงปลูกมันสำปะหลังมักประสบปัญหาการสูญเสียดินสูงกว่ามาก (Anusontpornperm *et al.*, 1996)

โดยทั่วไปการปลูกมันสำปะหลังมักดำเนินการอย่างต่อเนื่องโดยไม่มีการพักดิน รวมทั้งเกษตรกรอาจใช้ปุ๋ยไม่เหมาะสม (ชุมพล, 2542; Duangpatra, 1988) ซึ่งเกษตรกรบางส่วนไม่ใส่ปุ๋ยและไม่มีการปรับปรุงบำรุงดิน จึงเป็นอีกสาเหตุที่ทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลงอย่างรวดเร็ว มีความสำคัญยิ่งต่อการผลิตมันสำปะหลัง นอกเหนือไปจากจากปัญหาฝนแล้งหรือตกไม่สม่ำเสมอที่เกษตรกรต้องประสบอยู่เสมอ (ชุมพล, 2542; Mitsuchi *et al.*, 1986) นอกจากนั้นการที่ปลูกมันสำปะหลังบนพื้นที่เดิมติดต่อกันเป็นเวลานาน ๆ ทำให้ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุอาหาร ถูกนำไปใช้หรือถูกชะละลายออกไป (Loneragan *et al.*, 1979; สุวพันธุ์, 2542) เช่นเดียวกันกับ Sittibusaya *et al.* (1987) ซึ่งรายงานไว้ว่า เมื่อเกษตรกรปลูกมันสำปะหลังซ้ำที่เดิมติดต่อกันหลายปีโดยไม่ใส่ปุ๋ยเคมีหรือใส่ในอัตราต่ำ และขาดการปรับปรุงบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ จะทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังลดลงเร็วขึ้น

การปลูกมันสำปะหลังในบริเวณที่มีน้ำขังหรือบริเวณที่มีฝนชุกเกินไปมีแนวโน้มทำให้เกิดโรครากหรือหัวเน่า (root and tuber rot diseases) ซึ่ง Howeler (1995) รายงานว่า หากมันสำปะหลังถูกน้ำท่วมขังเพียง 1 วัน จะส่งผลให้หัวมันสำปะหลังเน่าได้ โดยโรคเน่าในมันสำปะหลังมีความสำคัญมาก เนื่องจากทำให้เกิดการสูญเสียผลผลิตโดยตรง และยังสามารถพบในพื้นที่ที่เคยปลูกกาแฟ ยาง หรือปาล์ม ในบางครั้งสามารถพบได้ในบริเวณที่มีการกร่อนดินอย่างรุนแรง (อรุณี, 2547) โรคนี้สามารถเกิดได้ทั้งระยะต้นกล้า และระยะที่ลงหัวแล้ว โดยเกิดจากเชื้อสาเหตุหลายชนิด ได้แก่ *Phytophthora* spp., *Fusarium* spp., *Diplodia* spp. และ *Phytophthora* spp. ลักษณะอาการ ถ้าเกิดขณะที่ต้นมันสำปะหลังยังเล็กอยู่จะทำให้รากเป็นรอยข้ำมีสีน้ำตาลและเน่า ต้นจะเหี่ยวเฉา ถ้าเกิดกับหัวมันสำปะหลังจะทำให้หัวเน่าอย่างรวดเร็ว และมีกลิ่นเหม็น ใบเหี่ยวและร่วง ถ้าเกิดรุนแรง ต้นมันสำปะหลังจะตาย (อุดมศักดิ์, 2555) นอกจากนี้ในบางบริเวณที่เป็นที่ลุ่มและมีสภาพอากาศชื้นมาก มักพบว่ามันสำปะหลังบางพันธุ์ เช่น พันธุ์ระยอง 60 มีอาการลำต้นเน่า ซึ่งอาการจะลุกลามต่อไปทำให้เกิดอาการรากเน่าได้ ในกรณีนี้พบว่าเกิดจากเชื้อรา *Diplodia* spp. (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

อีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังลดลงอย่างมาก คือเพลี้ยแป้ง ซึ่งเริ่มระบาดเมื่อต้นปี 2551 และระบาดรุนแรงในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังบางพื้นที่ เช่น จังหวัดกำแพงเพชร

ระของ ชลบุรี สระแก้ว ปราจีนบุรี และนครราชสีมา เพื่อย่อยสลายทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยจะดูค้ำน้ำเลี้ยวตามส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลัง เช่น ใบ ยอด และส่วนของตาดยอด แล้วจะขับถ่ายมูลของเหลวออกมา ทำให้เกิดราดำ พืชสังเคราะห์แสงได้น้อย การเจริญเติบโตไม่เต็มที่ จะพบเป็นปัญหามากในช่วงหน้าแล้ง (อุคมศักดิ์, 2555) ถ้าระบาดรุนแรงจะมีผลทำให้มันสำปะหลังตาย หรือถ้าระบาดในระยะมันสำปะหลังอายุไม่เกิน 4 เดือน อาจมีผลกระทบต่อการสร้างหัวมันสำปะหลัง (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2552)

2. วัสดุปรับปรุงดิน

2.1 ความหมาย

วัสดุปรับปรุงดิน (soil conditioner) หมายถึง วัสดุใด ๆ ก็ตามที่ได้ใส่ลงไปในดินแล้วสามารถช่วยปรับปรุงดินให้มีสภาพเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ทั้งนี้ไม่ว่าจะเป็นการปรับปรุงทางด้านฟิสิกส์ เคมี หรือชีวภาพในดิน แต่ไม่มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มธาตุอาหารพืช (ปิยะ, 2553) หรือ หมายถึง วัสดุที่ใช้ใส่ดินเพื่อปรับสมบัติทางฟิสิกส์โดยเฉพาะ เช่น แกลบ จี้เลื่อย ปุ๋ยหมัก และสารพอลิเมอร์สังเคราะห์ ซึ่งได้แก่ complex vinyl, acrylic compounds และอนุพันธ์ (derivative) อื่น ๆ ซึ่งมีเซลลูโลสและลิกนินเป็นองค์ประกอบ สารเหล่านี้ช่วยให้คอลลอยด์ และอนุภาคดินขนาดเล็กๆ จับตัวเป็นเม็ดดิน เมื่อดินมีโครงสร้างดีขึ้นจะส่งผลให้การซึมน้ำ และการถ่ายเทอากาศดีขึ้น นอกจากนี้ เมื่อดินแห้งผกดินก็จะไม่แข็งอีกด้วย (ยงยุทธ, 2543)

2.2 ชนิดของวัสดุปรับปรุงดิน

วัสดุปรับปรุงดินมีหลายชนิด เช่น สารอินทรีย์ที่ได้จากธรรมชาติ สารอินทรีย์สังเคราะห์ สารอินทรีย์ที่ได้จากธรรมชาติในรูปหินแร่ แร่ดินเหนียว แร่หรือสารที่มีการแปรรูปโดยการเผา และสารอนินทรีย์สังเคราะห์ชนิดต่าง ๆ เป็นต้น ตัวอย่างวัสดุปรับปรุงดิน ได้แก่

2.2.1 หินปูนบด (Ground limestone)

หินปูนบด (CaCO_3) เป็นวัสดุปรับปรุงดินที่นิยมใช้ในการเกษตรมากที่สุดชนิดหนึ่ง เพื่อแก้ไขดินกรด หรือที่เกษตรกรเรียกว่า หินฝุ่น (ปิยะ, 2553) เป็นผลพลอยได้จากการโม

หินปูน ซึ่งจากการศึกษาของ เอกพงศ์ (2551) พบว่า หินปูนมีองค์ประกอบสำคัญ คือ แคลเซียมในพิสัยร้อยละ 3-35 แมกนีเซียมในพิสัยร้อยละ 3-5 และธาตุอื่น ๆ ประปนในปริมาณเล็กน้อย คือ ฟอสฟอรัส กำมะถัน เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสี ซึ่งเป็นธาตุอาหารพืชที่จำเป็นต่อมันสำปะหลัง หินปูนบดสามารถละลายในน้ำได้อย่างช้า ๆ แต่ในดินที่เป็นกรดสามารถละลายในน้ำได้เร็วขึ้น โดยในดินที่มีความเป็นกรดค่อนข้างจัด ที่พีเอชต่ำกว่า 5 หินปูนบดมักจะละลายหมดภายใน 4-6 เดือน จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการหินปูนบดสามารถละลายน้ำได้ร้อยละ 90.6 มีกากเหลือที่ไม่ละลายน้ำเพียงร้อยละ 9.4

2.2.2 โดโลไมต์ (dolomite)

โดโลไมต์ $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ เป็นปูนที่ได้จากหิน ที่มีองค์ประกอบของแคลเซียม แมกนีเซียม คาร์บอเนต มาบดละเอียด เนื่องจากโดโลไมต์เป็นปูนคาร์บอเนตชนิดหนึ่ง ซึ่งมีแร่อื่น ๆ ประปนอยู่ด้วย ได้แก่ แร่แคลไซต์ (calcite) แร่ซัลไฟต์ (sulfite) ฟลูออไรต์ (fluorite) แบไรต์ (barite) ควอตซ์ (quartz) และบางครั้งอาจพบแร่ทองคำ (gold) โดโลไมต์สามารถใส่ลงดินเปรี้ยวเพื่อแก้ไขความเป็นกรด หรือเพิ่มพีเอชของดินให้เหมาะสมได้ และยังเป็นการเพิ่มธาตุอาหารรองให้แก่พืช ในรูปแคลเซียม และแมกนีเซียมเป็นสำคัญ (ปิยะ, 2553) อีกทั้งยังช่วยลดความเป็นพิษของเหล็ก และอะลูมิเนียมให้แก่พืช รวมทั้งเพิ่มความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส เนื่องจากฟอสเฟตที่อยู่ในรูปของเหล็กพืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (ชนากร, 2552)

นอกจากนี้ หินปูนบดและหินปูนโดโลไมต์ สามารถปรับปรุงสมบัติทางฟิสิกส์ ส่งเสริมเม็ดดินให้เกิดการจับตัวกันเป็นก้อน โครงสร้างดินจึงโปร่ง ซึ่งจะมีผลให้ดินสามารถอุ้มน้ำได้ดีขึ้นกว่าเดิม รวมทั้งเพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดินและกิจกรรมของจุลินทรีย์ซึ่งเป็นผลต่อเนื่องมาจากพีเอชดินที่เหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ฟอสฟอรัสและโมลิบดีนัม และนอกจากนั้น พืชยังมีโอกาสได้ใช้ธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมที่ได้จากปูนที่ใส่เพิ่มเติม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในดินเนื้อหยาบที่มักขาดธาตุทั้งสอง (ปิยะ, 2553)

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของปูนโดโลไมต์ และหินปูนบด

Properties	Dolomite lime	Ground limestone
pH (1:1 H ₂ O)	8	8.9
EC (dS m ⁻¹) (1:5 H ₂ O)	0.52	0.07
OM (%)	0.79	0.1
Total N (g kg ⁻¹)	nd	nd
Total P (g kg ⁻¹)	2.2	3.7
Total K (g kg ⁻¹)	2.3	0.3
Total Ca (g kg ⁻¹)	366.6	359
Total Mg (g kg ⁻¹)	76.9	53.6
Total Na (g kg ⁻¹)	3.2	2.5
Total S (g kg ⁻¹)	106	0.9
Total Fe (mg kg ⁻¹)	0.84	0.41
Total Zn (mg kg ⁻¹)	91	170
Total Cu (mg kg ⁻¹)	120	217

ที่มา: จีวรารณ (2554)

2.2.3 ยิปซัม (gypsum)

ยิปซัม (CaSO₄ 2H₂O) เป็นสารประกอบที่นิยมใช้เพื่อแก้ปัญหาดินที่มีโซเดียมสูง โดยเฉพาะดินโซดิก พืชที่ปลูกจะเจริญเติบโตไม่ปกติ เนื่องจากดินมีพีเอชสูงส่งผลให้พืชขาดธาตุอาหารหลายธาตุ โดยเฉพาะจุลธาตุอาหารต่าง ๆ เช่น เหล็ก แมงกานีส โบรอน เป็นต้น นอกจากนี้ การที่ดินมีโซเดียมสูงจะมีผลให้สมบัติทางฟิสิกส์ของดินไม่ดี ดินมีลักษณะแน่นทึบ ไถพรวนยาก (Norton and Zhang, 1998) ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยการใส่สารประกอบที่ทำให้ดินเป็นกรด หรือ สารประกอบที่มีประจุบวกอื่นเพื่อเข้าไปไล่โซเดียมออกมาให้เหลือในดินน้อยลง (Shainberg *et al.*, 1989) ยิปซัมที่มีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรควรมีความบริสุทธิ์มากกว่าร้อยละ 95 มีปริมาณแคลเซียมไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 และกัมมะถันในรูปซัลเฟตไม่น้อยกว่าร้อยละ 15 เป็นกลางหรือด่างเล็กน้อย (pH 7-8) มีความละเอียดสูง สามารถร่อนผ่านตะแกรง 200 เมช ได้

มากกว่าร้อยละ 90 ปราศจากสารพิษที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม (ปิยะ, 2553) โดยทั่วไปยิปซัมจะมีแคลเซียม และกำมะถันเป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 22 และร้อยละ 17 มีระดับฟิออซินเป็นกลาง ละลายน้ำได้ค่อนข้างดี (Favaretto *et al.*, 2006) กลไกสำคัญของยิปซัมในการลดปัญหาการเกิดแผ่นแข็งบนผิวดิน คือ การควบคุมการฟุ้งกระจายของอนุภาคดินเหนียวในน้ำ ทำให้อนุภาคดินเหนียวที่แขวนลอยในน้ำลดลง ลดการเกิดการเคลือบผิวหน้าดินเป็นแผ่นแข็ง นอกจากนี้พบว่าการใช้ยิปซัมเป็นครั้งคราวหรืออย่างต่อเนื่องช่วยแก้ปัญหาการอัดแน่นหรือความแน่นทึบของดิน (ปิยะ, 2553; สัมฤทธิ์, 2553; จีราวรรณ, 2554; นริศรา, 2554) และยังช่วยส่งเสริมการเคลื่อนที่ของน้ำอีกด้วย (Viator *et al.*, 2002)

2.2.4 เพอร์ไลต์ (perlite)

เพอร์ไลต์เป็นแร่ที่ได้จากหินภูเขาไฟที่มีซิลิกา (SiO_2) เป็นองค์ประกอบจำนวนมาก ซึ่งโดยเฉลี่ยมีองค์ประกอบทางเคมี คือ ออกซิเจนร้อยละ 47.5 ซิลิคอนร้อยละ 33.8 อะลูมิเนียมร้อยละ 7.2 โพแทสเซียมร้อยละ 3.5 โซเดียมร้อยละ 3.4 เหล็ก และแคลเซียมรวมกันร้อยละ 0.6 แมกนีเซียม และจุลธาตุอาหารรวมกันร้อยละ 0.2 และน้ำร้อยละ 3.0 โดยทั่วไปสมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมีของแร่ที่เผาแล้ว จะมีความชื้นในตัวอนุภาคแร่ เกิดการพองตัวและขยายตัวประมาณ 4-20 เท่าตัวของปริมาณเดิม มีความพรุนรวมประมาณร้อยละ 70 และร้อยละ 60 ของว่างเป็นช่องว่างขนาดใหญ่ที่ระบายอากาศ ดังนั้นการใส่เพอร์ไลต์จะช่วยเพิ่มการระบายอากาศและน้ำ เพอร์ไลต์เป็นกลางโดยมีฟิออซินระหว่าง 6.5-7.5 มีน้ำหนักเบา (ปิยะ, 2553) มีความหนาแน่นต่ำ ไม่เป็นตัวนำความร้อน เป็นสารที่ทนไฟ มีความสามารถดูดซับได้ดี เป็นสารที่เฉื่อยต่อปฏิกิริยาเคมี (นิคม, 2538) ในการเตรียมแร่เพอร์ไลต์ที่จะใช้ในการเกษตร ต้องเผาสินแร่ด้วยอุณหภูมิสูงถึง 760 องศาเซลเซียส มีผลทำให้แร่เพอร์ไลต์ที่เผาแล้วสะอาด ปราศจากเชื้อโรค และจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ รวมทั้งแมลงและเมล็ดวัชพืชที่ยังมีชีวิตที่อาจปะปนมากับสินแร่ก่อนการเผา (ปิยะ, 2553)

2.2.5 เบนทอไนต์ (bentonite)

เบนทอไนต์ ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) เป็นชื่อเรียกหินที่มีดินเหนียวที่อ่อน เกิดจากแก้วภูเขาไฟที่พอง แร่ที่เป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่จะเป็นสเมกไทต์ (smectite) ซึ่งเป็นแร่ในกลุ่มฟิลโลซิลิเกต แร่ที่พบมากในกลุ่มสเมกไทต์ ได้แก่ มอนต์มอริลโลไนต์ (montmorillonite) ไบเบลไลต์ (beidellite) นอนโทรไนต์ (nontronite) แซพโฟไนต์ (saponite) และเฮคโตรไรต์ (hectorite)

แร่แต่ละชนิดเหล่านี้ มีสัดส่วนทางเคมีที่แตกต่างกัน โดยสัดส่วนที่แตกต่างกันนี้ จะเกี่ยวข้องกับการที่ Al^{3+} แทนที่ Si^{4+} ในชั้นเตตระฮีดรัล (tetrahedral) และ Al^{3+} , Fe^{2+} , Mg^{2+} และ Li^{+} แทนที่ในชั้นออกเตฮีดรัล (octahedral) โดยแร่เหล่านี้มีขนาดเล็ก มีพื้นที่ผิวสูง มีประจุลบที่ผิวโครงสร้างเป็นจำนวนมาก จึงส่งผลให้มีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูง (อัญชลี, 2553) แร่สมกไทต์มีการพองตัวด้วยน้ำได้ดี มีความสำคัญต่อการเกษตร วิศวกรรม และสิ่งแวดล้อมโดยเป็นตัวกรอง ตัวดูดซับสารในของเหลว (Odom, 1984) โดยเป็นตัวดูดซับสารปนเปื้อนในกลุ่มสารประกอบอินทรีย์ได้ดี เช่น ยากำจัดศัตรูพืชและแมลง (อัญชลี, 2553) รวมทั้งเพิ่มความสามารถในการดูดซับธาตุปุ๋ยให้แก่ดินโดยลดการสูญเสียปุ๋ยไปจากเขตรากพืช โดยเฉพาะปุ๋ยที่เป็นประจุบวก (Van Bladel and Moreale, 1974; Zielke *et al.*, 1989)

2.3 ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อผลผลิตพืชและสมบัติดิน

เรณู และ อัจจรรักษ์ (2551) ศึกษาการใช้หินปูนหรือหินปูนบดร่วมกับปุ๋ยเคมี ต่อผลผลิตมันสำปะหลังจำนวน 12 พันธุ์ โดยในจำนวนนี้เป็นพันธุ์รับรองจำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ระยอง 5 ระยอง 72 ระยอง 90 และเกษตรศาสตร์ 50 และเป็นลูกผสมสายพันธุ์ใหม่จำนวน 8 พันธุ์ พบว่า การใส่หินปูนอัตรา 50-200 กิโลกรัม ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15, 21-0-0 และ 13-13-21 อัตรา 7-100 กิโลกรัมต่อไร่ในฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา ทำให้มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5 ระยอง 72 ระยอง 90 และเกษตรศาสตร์ 50 ให้ผลผลิตในช่วง 11-12 ตันต่อไร่ และมีร้อยละการสะสมแป้งอยู่ในพิสัย 25-28 และลูกผสมทั้ง 8 สายพันธุ์ให้ผลผลิตอยู่ในพิสัย 9-15 ตันต่อไร่ และการสะสมแป้งในหัวมันสดมีค่าในพิสัยร้อยละ 22-28 โดยการใส่หินปูนเพียงอย่างเดียวเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังได้ระหว่าง 1-2 ตันต่อไร่ ขณะที่เมื่อมีใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมีจะเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังโดยเพิ่มขึ้นถึง 2-4 ตันต่อไร่

นิชชาภัก (2553) ศึกษาผลของหินปูนต่อผลผลิต ลักษณะทางกายภาพ เคมี และการเสื่อมสภาพทางสรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของหัวมันสำปะหลัง พบว่า เมื่อมันสำปะหลังอายุ 10 เดือน ในดำรับที่ใส่หินปูนร่วมกับหินบะซอลต์ฝุ่นในอัตราส่วน 150:50 กิโลกรัมต่อไร่ จะมีความสูงมากที่สุดคือ 152.06 เซนติเมตร รองลงมาคือ การใส่หินปูนร่วมกับหินบะซอลต์ฝุ่นในอัตราส่วน 100:100 กิโลกรัมต่อไร่โดยมีความสูงเท่ากับ 148.54 เซนติเมตร และดำรับที่ใส่หินบะซอลต์ฝุ่นร่วมกับหินปูนฝุ่นในอัตราส่วน 150:50 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมีความสูงเท่ากับ 147.40 เซนติเมตร ซึ่งสูงกว่าดำรับควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จิรวรรณ (2554) ศึกษาการตอบสนองต่อชนิดและอัตราวัสดุปรับปรุงดินของมันสำปะหลังที่ปลูกในดินยโสธร พบว่า ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดสูงสุดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวในปีแรก และปีที่ 2 เท่ากับ 2.76 และ 4.29 ตันต่อไร่ซึ่งทั้งสองปีได้จากการใส่ยิปซัมในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ โดยในปีแรกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับวัสดุปรับปรุงดินชนิดอื่น และที่อัตราที่สูงกว่า แต่ในปีที่ 2 พบว่า ผลผลิตดังกล่าวมีค่าสูงกว่าการไม่ใช้วัสดุปรับปรุงดิน และการใส่ยิปซัมในอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ อย่างไรก็ตาม ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดที่ได้ในปีที่สองในแปลงที่การใส่ยิปซัมอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ไม่แตกต่างกับผลผลิตที่ได้เมื่อมีการใส่มูลไก่เกลบ อัตรา 1-3 ตันต่อไร่ (3.32-4.07 ตันต่อไร่) ยิปซัมอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ (3.84 กิโลกรัมต่อไร่) หินปูนบด อัตรา 100-300 กิโลกรัมต่อไร่ (3.27-4.28 ตันต่อไร่) และปูนโดโลไมต์ อัตรา 100-300 กิโลกรัมต่อไร่ (3.86-4.11 ตันต่อไร่) นอกจากนี้การใส่หินปูนบด และโดโลไมต์ มีผลทำให้พีเอชของดินเพิ่มขึ้น และลดความหนาแน่นรวมของดินลง แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด และผลผลิตแป้ง รวมทั้งความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชในใบมันสำปะหลัง

วัสดุปรับปรุงดินที่ใช้เพื่อการแก้ไขปัญหาการอัดแน่นของดิน ควรใช้วัสดุที่มีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบ (Brady and Weil, 2008) เนื่องจากแคลเซียมเป็นแคตไอออนที่มีอำนาจในการแทนที่สูง ส่งผลให้อนุภาคเกิดการรวมตัวกัน ส่งเสริมโครงสร้างดินให้ดีขึ้น ความหนาแน่นรวมลดลง ความพรุนรวมและ ความคงทนของเม็ดดินเพิ่มขึ้น ดินจะมีการซาบซึมน้ำดีขึ้นทำให้น้ำสามารถเคลื่อนที่ลงไปยังดินล่างได้ง่ายขึ้น และจากการที่ช่องว่างมีความเสถียรน้ำขึ้น ส่งผลให้รากพืชแทงลงไปในดินได้ดีมากขึ้น (Ahmad *et al.*, 2009)

จากการศึกษาของ ประภาส และคณะ (2547, 2549) พบว่า การปลูกมันสำปะหลังในดินวารินและมาบบอน ในฤดูที่ 2 หลังการใส่ยิปซัมในอัตราเฉลี่ย 210 กิโลกรัมต่อไร่ติดต่อกัน 2 ครั้ง ปรากฏว่ามันสำปะหลังให้ผลผลิตตอบสนองต่อยิปซัมมากกว่าในกรณีที่ปลูกในปีแรก โดยผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 14.96 จากปีแรก ทั้งนี้เนื่องจากยิปซัมอาจช่วยลดการแน่นทึบของดิน รวมทั้งการลดการเกิดแผ่นแข็งปิดผิว เพิ่มปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ รวมทั้งเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมี รวมทั้งส่งเสริมดินล่างให้มีการถ่ายเทอากาศดีขึ้น มีผลทำให้ท่อนพันธุ์ที่ปลูกมีอัตราการรอดตายสูง จำนวนต้นหนาแน่นสม่ำเสมอ และระบบรากสามารถขยายตัวได้มากและมีขนาดใหญ่ขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วนของรากซึ่งเป็นส่วนที่สะสมแป้งเป็นหัว

สัมฤทธิ์ (2553) ศึกษาการไถระเบิดดินร่วมกับการใช้วัสดุปรับปรุงดินต่อผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดในดินยโสธร พบว่า การไถระเบิดดินส่งผลให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดสูงกว่าการไม่ไถระเบิดดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากการไถระเบิดดินจะช่วยในการทำลายชั้นดาน ทำให้ดินโปร่งร่วนซุย น้ำใช้ประโยชน์ได้ในดินเพิ่มขึ้น รากพืชจึงสามารถชอนไชไปหาอาหารและน้ำได้ดีขึ้น จึงช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตผลผลิตจึงเพิ่มขึ้น ในขณะที่ชนิดของวัสดุปรับปรุงดินไม่มีผลต่อผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด แต่อย่างไรก็ตาม การใส่มูลไก่เกลบอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ มีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดสูงสุดเท่ากับ 3.10 ตันต่อไร่ รองลงมาได้แก่ การใส่หินฝุ่นอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดเท่ากับ 2.67 และ 2.66 ตันต่อไร่ตามลำดับ ส่วนดำรับที่ไม่มีการใส่วัสดุปรับปรุงดินมีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดต่ำสุด โดยภาพรวม พบว่า การใส่มูลไก่เกลบอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ มีแนวโน้มให้น้ำหนักส่วนเหนือดินทั้งหมดสูงสุดไม่ว่าจะมีการไถระเบิดดินหรือไม่ก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้วัสดุปรับปรุงดินชนิดอื่น ๆ อย่างชัดเจน สอดคล้องกับนิภัทร์ (2554) ที่ทำการทดลองในดินเดียวกัน พบว่า การใส่มูลไก่เกลบอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ได้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 3.59 ตันต่อไร่ ซึ่งไม่แตกต่างกับการใส่เพอไลต์เพียงอย่างเดียว หรือการใส่วัสดุปรับปรุงดินทั้งสองร่วมกัน แต่สูงกว่าการไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน (2.87 ตันต่อไร่) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่อัตราการรอดตายให้ผลไปในทิศทางเดียวกันกับผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด การใส่มูลไก่เกลบยังมีอิทธิพลอย่างชัดเจนต่อการเพิ่มมวลชีวภาพส่วนเหนือดินของมันสำปะหลัง โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 2.01 ตันต่อไร่ และการใส่วัสดุปรับปรุงดินทุกชนิดให้ร้อยละการสะสมแป้งสูงกว่าการไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน โดยการใส่เพอริไลต์ให้ร้อยละการสะสมแป้งสูงที่สุด เท่ากับ 25.8

World Trade Organization (2003) พบว่า การใส่เพอไลต์ที่มีขนาดอนุภาคประมาณ 1-2 มิลลิเมตร ที่สม่ำเสมอเท่า ๆ จะช่วยทำให้ความโปร่งและความร่วนซุยของดินดีขึ้นและมีความสม่ำเสมอ ช่วยความแข็งแรงให้แก่โครงสร้างดินไม่ให้อัดแน่นได้ง่ายเนื่องจากการกดทับ มีสภาพเป็นฉนวนกันความร้อนทางธรรมชาติ จึงเป็นการคลายความร้อนที่สะสมตลอดวันให้แก่ต้นพืชและรากพืชที่อยู่ใต้ดิน ทั้งยังทำหน้าที่เสมือนตัวกรองสารต่าง ๆ ทางธรรมชาติ

อรณพ (2546) ศึกษาอิทธิพลของวัสดุปรับปรุงดิน ได้แก่ ดินตะกอน เบนทอนไนต์ ดินโพน ไคล์น็อฟติโอไลต์ และบีเอพ และปุ๋ยหมักต่อการปรับปรุงดินทรายเสื่อมโทรม พบว่า ความหนาแน่นรวมของดินมีแนวโน้มลดลงตามอัตราของวัสดุปรับปรุงดินที่ใช้โดยมีค่าต่ำที่สุด

เท่ากับ 1.37 เมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตรในตำรับที่มีการใส่เบนทอไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมัก ซึ่งให้ค่าใกล้เคียงกับตำรับที่ใส่เบนทอไนต์เพียงอย่างเดียว (1.37 เมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) เช่นเดียวกับพืชของดินหลังการทดลองที่เพิ่มขึ้นตามอัตราที่เพิ่มขึ้นของวัสดุปรับปรุงดิน โดยการใส่วัสดุปรับปรุงดินร่วมกับปุ๋ยหมักส่งผลให้พืชดินสูงกว่าตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักรวม ซึ่งการใส่เบนทอไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักส่งผลให้พืชดินสูงที่สุดเท่ากับ 8.7

3. ข้อมูลทั่วไปของจังหวัดนครราชสีมา

จังหวัดนครราชสีมาเป็นจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตั้งอยู่บนที่ราบสูงโคราช ระหว่างละติจูด 15 องศาเหนือ และลองจิจูด 102 องศาตะวันออก อยู่สูงจากระดับทะเลปานกลาง เฉลี่ย 330 เมตร มีเทือกเขาตมพญาเย็น และเทือกเขาพนมดงรักทางด้านใต้และด้านตะวันตก มีขนาดพื้นที่โดยประมาณ 20,493.96 ตารางกิโลเมตร หรือ 12,808,728 ไร่ เป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ใหญ่ที่สุดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และของประเทศไทย

3.1 อาณาเขต

ทิศเหนือ	ติดกับ	จังหวัดชัยภูมิ และจังหวัดขอนแก่น
ทิศตะวันออก	ติดกับ	จังหวัดบุรีรัมย์
ทิศใต้	ติดกับ	จังหวัดนครนายก และจังหวัดปราจีนบุรี
ทิศตะวันตก	ติดกับ	จังหวัดชัยภูมิ จังหวัดสระบุรี และจังหวัดลพบุรี

3.2 ลักษณะภูมิประเทศ

ภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นที่ราบสูงมีความสูงจากระดับทะเลปานกลาง ระหว่าง 150-300 เมตร มีเทือกเขาชันกำแพงและเทือกเขาพนมดงรักเป็นแนวยาวทางด้านทิศใต้ และทิศตะวันตก ส่วนบริเวณตอนล่างก่อนไปทางเหนือและตะวันออกเป็นที่ราบลุ่ม ซึ่งสามารถแบ่งสภาพพื้นที่ออกได้เป็น 3 ส่วน คือ

1. บริเวณเทือกเขาและที่สูงทางด้านทิศใต้ มีเทือกเขาสันกำแพงและเทือกเขาพนมดงรัก เป็นแนวยาวตั้งแต่ส่วนต่อกับจังหวัดปราจีนบุรี นครนายก และสระบุรี มีความสูงจากระดับทะเลปานกลางมากกว่า 250 เมตร เทือกเขานี้เป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำหลายสายที่ไหลไปทางทิศตะวันออก เช่น ลำน้ำมูล ลำสะแก ลำพระเพลิง ลำตะคอง และลำปลายมาศ ส่วนพื้นที่ระหว่างเทือกเขามีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลาด

2. บริเวณที่สูงตอนกลาง สภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาด ยกเว้นบริเวณใกล้เชิงเขา ที่มีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลึก มีความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 300-660 เมตร และมีพื้นที่บางส่วนเป็นที่ราบลุ่ม โดยเฉพาะบริเวณใกล้ลำน้ำ เช่น ลำน้ำมูล ลำพระเพลิง เป็นต้น

3. บริเวณแอ่งโคราช ครอบคลุมพื้นที่ทางด้านเหนือของจังหวัด สภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อย มีความสูงประมาณ 150-200 เมตร จากระดับทะเลปานกลาง มีบางส่วนเป็นเนินที่มีระดับความสูงประมาณ 170-250 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง และลาดต่ำไปหาที่ราบลุ่มที่ขนานกับลำน้ำมูล ลำเชียงไกรและลำปลายมาศ ซึ่งมีความสูงประมาณ 130-150 เมตร จากระดับทะเลปานกลาง (สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน, 2548)

3.3 ลักษณะภูมิอากาศ

จังหวัดนครราชสีมาอยู่ภายใต้อิทธิพลของมรสุม 2 ชนิด คือ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (เริ่มตั้งแต่ประมาณกลางเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์) ส่วนมรสุมอีกชนิดหนึ่ง คือมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม) จังหวัดนครราชสีมา มีเมฆมาก ฝนที่ตกส่วนใหญ่เป็นฝนเนื่องจากพายุดีเปรสชันที่เคลื่อนตัวจากทะเลจีนใต้ผ่านประเทศเวียดนามเข้าสู่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยปกติแล้วพายุดีเปรสชันนี้จะเคลื่อนผ่านเข้ามาปีละ 2-3 ลูก ทำให้ปริมาณฝนอยู่ในเกณฑ์ดี ส่วนฝนที่เกิดจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้นั้น มีปริมาณน้อย เนื่องจากมีเทือกเขาเพชรบูรณ์และเทือกเขาแดงพญาเย็นอยู่ทางตะวันตก เทือกเขาสันกำแพงและเทือกเขาพนมดงรักอยู่ทางใต้ กีดขวางอยู่ โดยในระหว่างที่ทำการทดลอง ปี 2554 จังหวัดนครราชสีมา มีจำนวนวันที่ฝนตกเท่ากับ 105 วัน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,208.6 มิลลิเมตร (ฝนตกมากที่สุดในเดือนกรกฎาคม) อุณหภูมิเฉลี่ย 26.8 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 72.1 และในปี 2555 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,054.0 มิลลิเมตร อุณหภูมิเฉลี่ย 28.0 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 72.4 (ตารางผนวกที่ 8) (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2555)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. รถแทรกเตอร์ที่ติดตั้งไถงานผาล 3 และไถงานผาล 7

2. พืชที่ใช้ในการทดลอง

มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 ได้จากการผสมระหว่างพันธุ์ระยะของ 5 กับพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 เป็นพันธุ์ที่มีแป้งเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 27.3 ซึ่งสูงกว่าพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ห้วยบง 60 ส่วนผลผลิตหัวสดใกล้เคียงกับพันธุ์ห้วยบง 60 แต่สูงกว่าพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ลักษณะประจำพันธุ์จะมีทรงต้นสูงและแตกกิ่งน้อย สะดวกต่อการเก็บเกี่ยวและขนส่งท่อนพันธุ์ สามารถนำไปปลูกโดยใช้ระยะปลูกถี่ได้ ยอดมีสีเขียวอ่อน เปลือกนอกของหัวมีสีน้ำตาลอ่อน ผลผลิตตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมได้สูง (มูลนิธิพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย, 2555)

3. วัสดุปรับปรุงดินที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ หินปูนบด โดโลไมต์ ยิปซัม เพอร์ไลต์ และเบนทอไนต์

สมบัติของวัสดุปรับปรุงดินแสดงในตารางที่ 4 พบว่า หินปูนบดมีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบหลัก และมีฟิเอร์เป็นค่าเล็กน้อย โดโลไมต์ จะประกอบไปด้วยแคลเซียมและแมกนีเซียมเป็นหลัก มีฟิเอร์เป็นค่าปานกลาง ยิปซั่มมีฟิเอร์เป็นกลาง และมีแคลเซียมกับซัลเฟอร์ค่อนข้างสูง เพอร์ไลต์ มีซิลิกอนเป็นองค์ประกอบหลัก รองลงมาคือโพแทสเซียม และมีฟิเอร์เท่ากับ 7.7 และเบนทอไนต์มีเหล็กเป็นองค์ประกอบหลัก รองลงมาคือโพแทสเซียม แต่ฟิเอร์ต่ำกว่าวัสดุปรับปรุงดินอื่น ๆ ค่อนข้างมากโดยมีค่าเท่ากับ 4.6

4. ปุ๋ยและสารเคมีที่ใช้ในการปลูกประกอบด้วย ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 สารเคมีกำจัดวัชพืช และสารเคมีชุบท่อนพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อป้องกันเพลี้ยแป้ง และสำหรับฉีดกำจัดเพื่อป้องกันการระบาดของ ได้แก่ อะลาคลอร์ความเข้มข้นร้อยละ 48 โกลโฟเสทความเข้มข้นร้อยละ 48 และ ไทอะมิโทแซมความเข้มข้นร้อยละ 25

5. อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างดิน และเครื่องมือการสำรวจดินภาคสนามมาตรฐาน (เอิบ, 2548; Soil Survey Division Staff, 1993)

6. อุปกรณ์และเครื่องมือในการวิเคราะห์ตัวอย่างดินในห้องปฏิบัติการ

7. เคมีภัณฑ์สำหรับการวิเคราะห์ดินและพืช

8. อุปกรณ์ เครื่องแก้ว และสารเคมีสำหรับการทดลอง

ตารางที่ 4 สมบัติและปริมาณธาตุอาหารของวัสดุปรับปรุงดินที่ใช้ในการศึกษา

Property	Gypsum	Bentonite	Ground limestone	Dolomite	Perlite
pH (H ₂ O 1:1)	6.9	4.6	7.8	8.0	7.7
Total N (g kg ⁻¹)	nd	0.3	0.1	nd	nd
Total P (g kg ⁻¹)	nd	nd	nd	nd	nd
Total K (g kg ⁻¹)	nd	1.6	nd	nd	2.8
Total Ca (g kg ⁻¹)	69.1	0.1	323.5	234.1	1.2
Total Mg (g kg ⁻¹)	0.3	0.7	1.7	90.8	1.0
Total S (g kg ⁻¹)	3.9	0.8	nd	nd	0.2
Total Na (g kg ⁻¹)	nd	nd	nd	nd	1.9
Total Fe (g kg ⁻¹)	0.7	24.5	0.1	0.1	0.2
Total Zn (g kg ⁻¹)	nd	nd	nd	nd	0.4
Total Cu (g kg ⁻¹)	nd	nd	nd	nd	0.1
Total Mn (g kg ⁻¹)	nd	nd	nd	nd	0.3
Total Si (g kg ⁻¹)	1.1	2.1	1.9	1.4	332.0

หมายเหตุ: nd = not detectable

วิธีการ

1. การคัดเลือกพื้นที่

คัดเลือกพื้นที่แปลงของเกษตรกรที่มีการปลูกมันสำปะหลังติดต่อกันมายาวนาน เพื่อดำเนินการทำการแปลงทดลอง อยู่ในบริเวณบ้านกุดม่วง ตำบลตะเคียน อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งเป็นชุดดินยโสธร (Yasothon series, Yt)

2. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 6 ดำรับการทดลอง ได้แก่

ดำรับที่ 1	ดำรับควบคุม (ไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน)
ดำรับที่ 2	ยิปซัม อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่
ดำรับที่ 3	เบนทอนไนต์ อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่
ดำรับที่ 4	หินปูนบด อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่
ดำรับที่ 5	โดโลไมต์ อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่
ดำรับที่ 6	เพอร์ไลต์ อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่

3. การเตรียมแปลงทดลองและการจัดการแปลงทดลอง

แปลงทดลองขนาด 6×8 ระยะห่างระหว่างแปลง 1 เมตร ทำการไถพรวนดินด้วยไถงานผาล 3 ตากดินประมาณ 2 อาทิตย์ แล้วจัดการใส่วัสดุปรับปรุงดินตามดำรับการทดลองก่อนไถพรวนดินด้วยไถงานผาล 7 ทั้งไว้ประมาณ 7 วัน ทำการยกร่องที่มีระยะห่างระหว่างร่องเท่ากับ 120 เซนติเมตร

ทำการปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 บนสันร่อง โดยใช้ระยะปลูกระหว่างต้นเท่ากับ 80 เซนติเมตร

การใส่ปุ๋ย ใช้ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ โดยใส่ครั้งเดียว หลังจากปลูกมันสำปะหลัง 2 เดือน เมื่อดินมีความชื้นเพียงพอ โดยขุดหลุมทั้งสองด้านของต้นมันสำปะหลัง ใส่ปุ๋ยและกลบ

การดูแลรักษาและการกำจัดวัชพืช ก่อนปลูกขุดพรวนดินในสารเคมีป้องกันเพลี้ยแป้ง และฉีดพ่นกำจัดเพลี้ยแป้งเมื่อมันสำปะหลังอายุได้ 4 เดือน สำหรับการกำจัดวัชพืช ทำการฉีดพ่นวัชพืชภายใน 3 วันหลังปลูก หลังจากนั้นกำจัดโดยใช้แรงงานคนขึ้นอยู่กับการระบาดของวัชพืชในแปลง

4. การศึกษาดินตัวแทนของพื้นที่ศึกษา

ทำการขุดหลุมหน้าตัดดินขนาดกว้าง 1.5 เมตร ยาว 2 เมตร ลึก 2 เมตร ในแปลงทดลอง ทำการตกแต่งหน้าตัดดินให้สามารถมองเห็นสัณฐานวิทยาของดินได้ชัดเจน แบ่งชั้นดินตามชั้นกำเนิดดิน (genetic horizon) ตรวจสอบสมบัติดินในแต่ละชั้น ทำคำบรรยายหน้าตัดดินและสภาพแวดล้อมทั่วไปของพื้นที่ และทำการเก็บตัวอย่างดินตามวิธีมาตรฐาน (เอิบ, 2548; Soil Survey Division Staff, 1993) นำมาวิเคราะห์สมบัติทางฟิสิกส์และเคมี เพื่อใช้เป็นข้อมูลตัวแทนดิน และทำการจำแนกดินให้ได้ชื่อดินในระดับกลุ่มดินย่อย (subgroup) (Soil Survey Staff, 2010) สำหรับใช้ในการอ้างอิงและเพื่อวัตถุประสงค์ในการถ่ายทอดเทคโนโลยี

5. การเก็บตัวอย่างดินในแปลงทดลอง

5.1 การเก็บตัวอย่างดินก่อนทำการทดลอง เก็บตัวอย่างดินแบบ composite sample ที่ 2 ระดับความลึก ได้แก่ ดินบน ซึ่งมีความหนาประมาณ 18-20 เซนติเมตร และดินล่างตั้งแต่ตอนล่างของชั้นไทรพรวนจนถึงที่ระดับความลึก 60 เซนติเมตร ด้วยสว่านเก็บตัวอย่างดิน โดยทำการสุ่มเก็บจำนวน 4 บริเวณในแปลงทดลอง จากนั้นนำตัวอย่างในแต่ละชั้นความลึกมาผสมคลุกเคล้า แล้วสุ่มตัวอย่างออกไปประมาณ 1 กิโลกรัม เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

5.2 การเก็บตัวอย่างดินบนในทุกแปลงย่อย โดยทำการเก็บแบบ composite sample ที่ระดับความลึกประมาณ 0-20 เซนติเมตร ก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลังประมาณ 1 สัปดาห์

6. การเก็บข้อมูลผลผลิตพืช

เก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่อายุครบ 10 เดือน โดยพื้นที่ในการเก็บเกี่ยวมีขนาด 17.28 ตารางเมตร การเก็บข้อมูลผลผลิตพืชประกอบด้วย

6.1 ชีวมวลส่วนเหนือดิน ได้แก่ ต้น เหง้า กิ่งก้านและใบ

6.2 จำนวนต้นต่อไร่

6.3 จำนวนหัวต่อต้น ทำการสุ่มนับหัวมันสำปะหลังในแต่ละต้น จำนวน 10 ต้น เพื่อนำมาคำนวณเป็นค่าเฉลี่ย โดยหัวมันสำปะหลังเป็นหัวที่สมบูรณ์ ไม่ฝ่อหรือเน่าเสีย และมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางกว่า 2 เซนติเมตรขึ้นไป

6.4 น้ำหนักผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด ทำการชั่งน้ำหนักผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดทั้งหมดในแต่ละแปลงย่อย เพื่อนำมาคิดคำนวณเป็นผลผลิตต่อไร่

6.5 ร้อยละการสะสมแป้ง ทำการสุ่มหัวมันสำปะหลังในแต่ละแปลงย่อย มาสับเป็นท่อน โดยคัดเอาส่วนหัวและท้ายออก นำหัวมันสำปะหลังที่สับแล้วไปวัดปริมาณแป้งด้วยเครื่อง Reimann scale โดยชั่งหัวมันสำปะหลังดังกล่าวในอากาศให้น้ำหนักประมาณ 5 กิโลกรัม แล้วนำหัวมันสำปะหลังส่วนนี้มาชั่งในน้ำ อ่านค่าปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลังสดจากมาตรวัด เลขที่อ่านได้เป็นร้อยละการสะสมแป้งในหัวมันสำปะหลังสด

6.6 อัตราการรอดตายของมันสำปะหลัง โดยใช้สูตร

$$\text{ร้อยละอัตราการรอดตาย} = \frac{a \times 100}{b}$$

เมื่อ a = จำนวนต้นที่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ในพื้นที่เก็บเกี่ยว

b = จำนวนต้นทั้งหมดในพื้นที่เก็บเกี่ยว ที่มีระยะปลูกเท่ากับ 1.20×0.80

เมตร (18 ต้น)

7. การวิเคราะห์ดิน

7.1 การวิเคราะห์สมบัติทางฟิสิกส์

7.1.1 การกระจายขนาดของอนุภาคดิน (Soil particle size distribution) โดยวิธีปิเปตต์ (pipette method) (Kilmer and Alexander, 1949; Day, 1965) ผลที่ได้จากการวิเคราะห์นำมาแจกแจงประเภทของเนื้อดิน (soil textural class) โดยการเปรียบเทียบกับชั้นเนื้อดินตามเกณฑ์ของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา (USDA textural class) (Soil Survey Division Staff, 1993)

7.1.2 ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density) โดยวิธีใช้กระบอกเก็บตัวอย่างดินที่ไม่ทำลายโครงสร้าง (core method) (Blake and Hartge, 1986)

7.1.3 สภาพนำน้ำของดินขณะอิ่มตัว (Saturated hydraulic conductivity) โดยใช้พลังงานขับน้ำผันแปร (variable head method) (Klute, 1965)

7.2 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

7.2.1 พีเอชดิน (Soil pH) โดยใช้เครื่องมือวัดพีเอชดิน (pH meter) วัดที่อัตราส่วนดินต่อน้ำ และดินต่อสารละลาย 1M KCl เท่ากับ 1:1 (National Soil Survey Center, 1996)

7.2.2 คาร์บอนอินทรีย์ (Organic carbon) โดยวิธี Walkley and Black titration (Walkley and Black, 1934; Nelson and Sommers, 1996) จากนั้นนำไปคำนวณหาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (organic matter) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{Organic matter} = \text{Organic carbon} \times 1.724$$

7.2.3 ไนโตรเจนรวม (Total nitrogen) โดยวิธี Micro-Kjeldahl method (Bremner, 1996)

7.2.4 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus) โดยวิธี Bray II (Bray and Kurtz, 1945) แล้ววัดปริมาณฟอสฟอรัสด้วยเครื่อง UV-Vis spectrophotometer

7.2.5 โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available potassium) โดยวิธีการสกัดด้วยสารละลาย 1M NH_4OAc ที่เป็นกลาง (pH 7) (Pratt, 1965) แล้ววัดปริมาณโพแทสเซียมด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

7.2.6 สภาพกรดที่สกัดได้ (Extractable acidity) โดยวิธี barium chloride-triethanolamine ที่ pH 8.2 (Thomas, 1996)

7.2.7 เบสที่สกัดได้ (Extractable bases) ประกอบด้วย แคลเซียม โซเดียม แมกนีเซียม และ โพแทสเซียม โดยวิธีการสกัดด้วยสารละลาย 1M NH_4OAc ที่เป็นกลาง (pH 7) (Thomas, 1996) แล้ววัดปริมาณเบสด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

7.2.8 ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation exchange capacity: CEC) โดยการชะละลายแคตไอออนด้วยสารละลาย 1M NH_4OAc ที่เป็นกลาง (pH 7) และแทนที่แอมโมเนียมไอออนด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 10% ในสภาพที่เป็นกรด กลั่นหาแอมโมเนียมไอออนแล้วคำนวณหาค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน (Chapman, 1965)

7.2.9 อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (Base saturation percentage: %BS) คำนวณจากค่าของปริมาณเบสรวมที่สกัดได้ทั้งหมด และค่าสภาพกรดที่สกัดได้ (National Soil Survey Center, 1996) จากสูตร

$$\text{Base saturation percentage} = \left(\frac{\text{Sum bases}}{\text{Sum bases} + \text{Extractable acidity}} \right) \times 100$$

8. การวิเคราะห์พืช

ทำการสุ่มเก็บมันสำปะหลังที่อายุ 10 เดือน ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้ หัวมันสำปะหลัง เหง้า ลำต้น และกิ่งก้านและใบ นำตัวอย่างพืชแต่ละส่วนมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 3 วัน จนตัวอย่างแห้งสนิท บดตัวอย่างพืชที่ได้ให้ละเอียด จากนั้นนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ประกอบด้วย

8.1. ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด โดยการย่อยตัวอย่างพืชด้วย digestion mixture (H_2SO_4 - Na_2SO_4 -Se) และวิเคราะห์ปริมาณโดยวิธี Kjeldahl method (Jackson, 1965)

8.2. ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด โดยการย่อยตัวอย่างพืชด้วย tri-acid mixture (HNO_3 - H_2SO_4 - HClO_4) (Johnson and Ulrich, 1959) และวิเคราะห์หาปริมาณโดยวิธี Vanado-molyb yellow color method แล้ววัดปริมาณของฟอสฟอรัสด้วยเครื่อง UV-Vis Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 440 นาโนเมตร (Murphy and Riley, 1992)

8.3. ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด แคลเซียมทั้งหมด แมกนีเซียมทั้งหมด เหล็กทั้งหมด สังกะสีทั้งหมด แมกนีเซียมทั้งหมด และทองแดงทั้งหมด โดยการย่อยสลายด้วย tri acid mixture (HNO_3 - H_2SO_4 - HClO_4) แล้ววิเคราะห์หาปริมาณด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (Johnson and Ulrich, 1959)

8.4 ปริมาณกำมะถันทั้งหมด โดยการย่อยสลายด้วย acid mixture (HNO_3 - HClO_4) (Johnson and Ulrich, 1959) วิเคราะห์โดยวิธีการวัดความขุ่น (Turbidity method) ของตะกอน BaSO_4 ด้วยเครื่อง UV-Vis Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร (Bardsley and Lancaster, 1965)

9. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) ให้นำข้อมูลนั้นมาเปรียบเทียบหาความแตกต่างทางสถิติโดยใช้ Duncan's multiple range tests (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขึ้นไป

สถานที่และระยะเวลาที่ทำการทดลอง

สถานที่ทำการทดลอง

แปลงเกษตรกรบ้านกุดม่วง ตำบลตะเคียน อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา

การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ใช้ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืชของภาควิชาปฐพีวิทยา
คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ

ระยะเวลาที่ทำการทดลอง

ตั้งแต่เดือนมีนาคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2555

ผลและวิจารณ์

การศึกษาอิทธิพลของวัสดุปรับปรุงดินต่อมันสำปะหลังที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม ในแปลงเกษตรกรรมบ้านกุดม่วง ตำบลตะเคียน อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา ประกอบด้วย ลักษณะและสมบัติดินตัวแทนพื้นที่ทดลอง ผลของการใส่วัสดุปรับปรุงดินต่อสมบัติดิน มันสำปะหลัง และการดูแลรักษาอาหาร

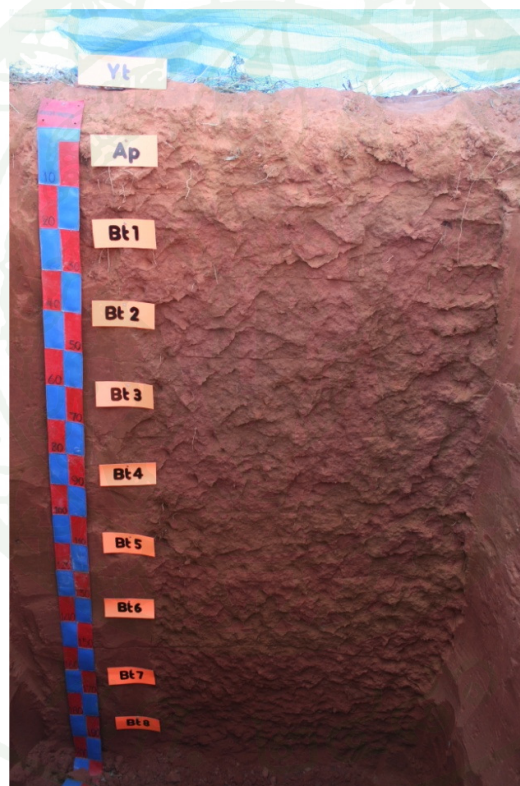
1. ลักษณะและสมบัติดินตัวแทนพื้นที่ทดลอง

1.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาสนามของดิน

ดินที่ทำการศึกษายูบนสภาพพื้นที่ที่เป็นลูกคลื่นลอนลาด มีความลาดชันร้อยละ 3 มี วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นวัสดุตกค้างของหินทรายสีแดง เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี และมีการสะสม ดินเหนียวเพิ่มขึ้นตามความลึก มีพัฒนาการของหน้าตัดดินเป็น Ap-Bt พบระดับน้ำใต้ดินลึกกว่า 2 เมตรในช่วงฤดูแล้ง (ภาพที่ 1)

ดินบนหนา 18 เซนติเมตร มีสีแดงปนเหลืองจนถึงสีแดง เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย และดินเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5) โครงสร้างเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดละเอียดถึงปานกลาง มีความคงทนของโครงสร้างอยู่ในระดับอ่อนปานกลาง

สำหรับดินล่างลึกตั้งแต่ 18-200 เซนติเมตร ดินมีสีแดง เนื้อดินอยู่ในพิสัยดินทรายปน ร่วนถึงดินร่วนเหนียวปนทราย แสดงให้เห็นว่ามีการเคลื่อนที่ของอนุภาคขนาดละเอียดตามความลึก สำหรับโครงสร้างของดินเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดละเอียดถึงปานกลางและมีความคงทน ของโครงสร้างอยู่ในระดับปานกลาง ดินเป็นกรดจัดถึงมาก (pH 4.5-5.5) พบการเคลือบของดิน เหนียวบริเวณผิวหน้าของเม็ดดิน และผนังช่องว่างอย่างชัดเจน และมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามความลึก (ภาพที่ 1)

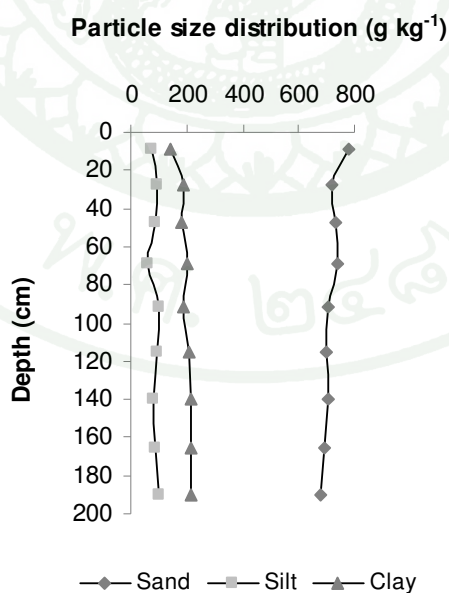


ภาพที่ 1 ลักษณะทั่วไปของแปลงทดลองและหน้าตัดดินของดินยโสธรเสื่อมโทรมซึ่งเป็นดินตัวแทนในพื้นที่ทดลอง

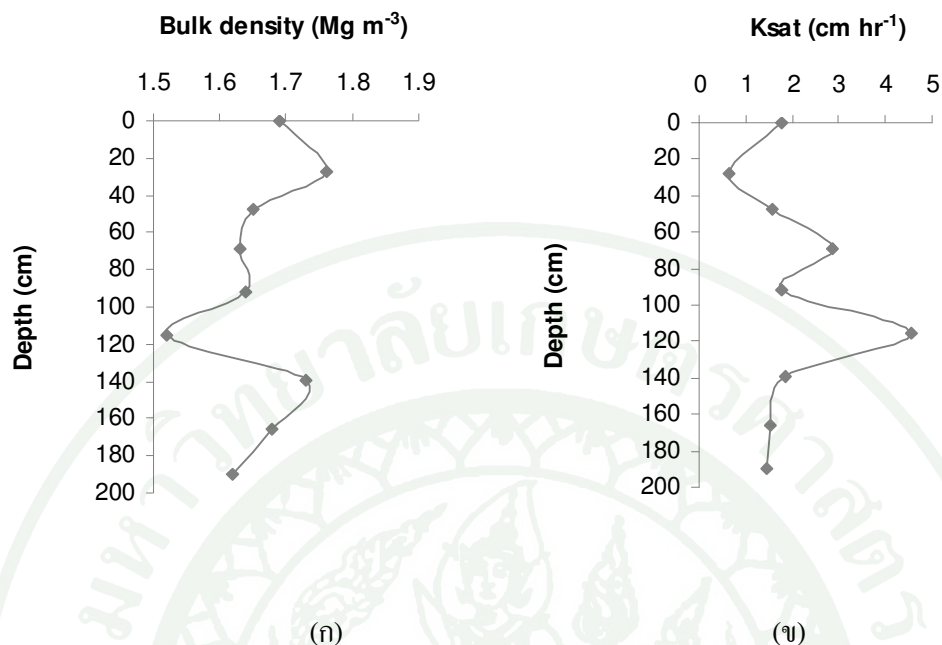
1.2 สมบัติทางฟิสิกส์

ดินมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายจนถึงดินร่วนเหนียวปนทราย โดยมีปริมาณอนุภาคทรายอยู่ในพิสัย 682-781 กรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณทรายแป้งอยู่ในพิสัย 59-102 กรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณดินเหนียวอยู่ในพิสัย 142-218 กรัมต่อกิโลกรัม (ภาพที่ 2) โดยภาพรวมพบว่า มีการกระจายอนุภาคขนาดทรายในชั้นดินบนมากกว่าในชั้นดินล่าง และมีแนวโน้มลดลงตามความลึก ซึ่งมีลักษณะตรงกันข้ามกับการกระจายของอนุภาคดินเหนียวและทรายแป้งที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก

ดินมีความหนาแน่นรวมอยู่ในพิสัย 1.52-1.76 เมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตรและมีแนวโน้มลดลงตามความลึก อย่างไรก็ตามพบว่าในชั้น Bt1 ที่ระดับความลึกประมาณ 18-37 เซนติเมตร จะมีความหนาแน่นรวมสูงประมาณ 1.76 เมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงกว่าชั้นดินตอนบนและชั้นดินที่อยู่ตอนล่างอย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับค่าสภาพน้ำของดินขณะอิ่มตัวของชั้นดินนี้ที่อยู่ในระดับที่ต่ำมากโดยมีค่าต่ำกว่า 0.63 เซนติเมตรต่อชั่วโมง (ภาพที่ 3) แสดงให้เห็นว่าชั้นดังกล่าวอาจเป็นชั้นดานไถพรวน ซึ่งจะจำกัดการเคลื่อนที่ขึ้นของน้ำใต้ดิน โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้งส่งผลให้พืชขาดน้ำได้ง่าย และยังจำกัดการเคลื่อนที่น้ำในหน้าตัดดินอาจส่งผลให้เกิด



ภาพที่ 2 การกระจายขนาดอนุภาคดินของดินยโสธรเสื่อมโทรม

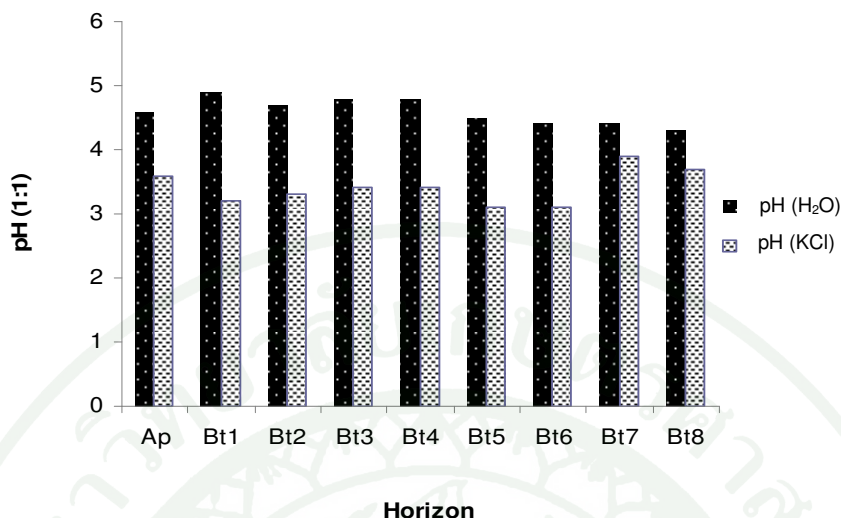


ภาพที่ 3 ความหนาแน่นรวม (ก) และสภาพน้ำของดินขณะอิ่มตัว (ข) ตามความลึกภายในหน้าตัดดินยโสธรเสื่อมโทรม

น้ำใต้ดินชั่วคราวโดยเฉพาะในช่วงที่มีฝนตกหนัก (สัมฤทธิ์, 2553) รวมทั้งจะจำกัดการขนไชและการเจริญเติบโตของรากพืช (Tongglum *et al.*, 2000) ซึ่งจะส่งผลต่อการแทงหัวของมันสำปะหลังได้ (Munkholm *et al.*, 2005) อย่างไรก็ตามการที่ดินบนมีความหนาแน่นรวมต่ำกว่าชั้นดินในตอนล่างเป็นผลเนื่องมาจากการมีปริมาณอินทรีย์วัตถุที่มากกว่า (Brady and Weil, 2008) และอิทธิพลเนื่องมาจากการไถพรวน (Jorajuria and Draghi, 2000)

1.3 สมบัติทางเคมี

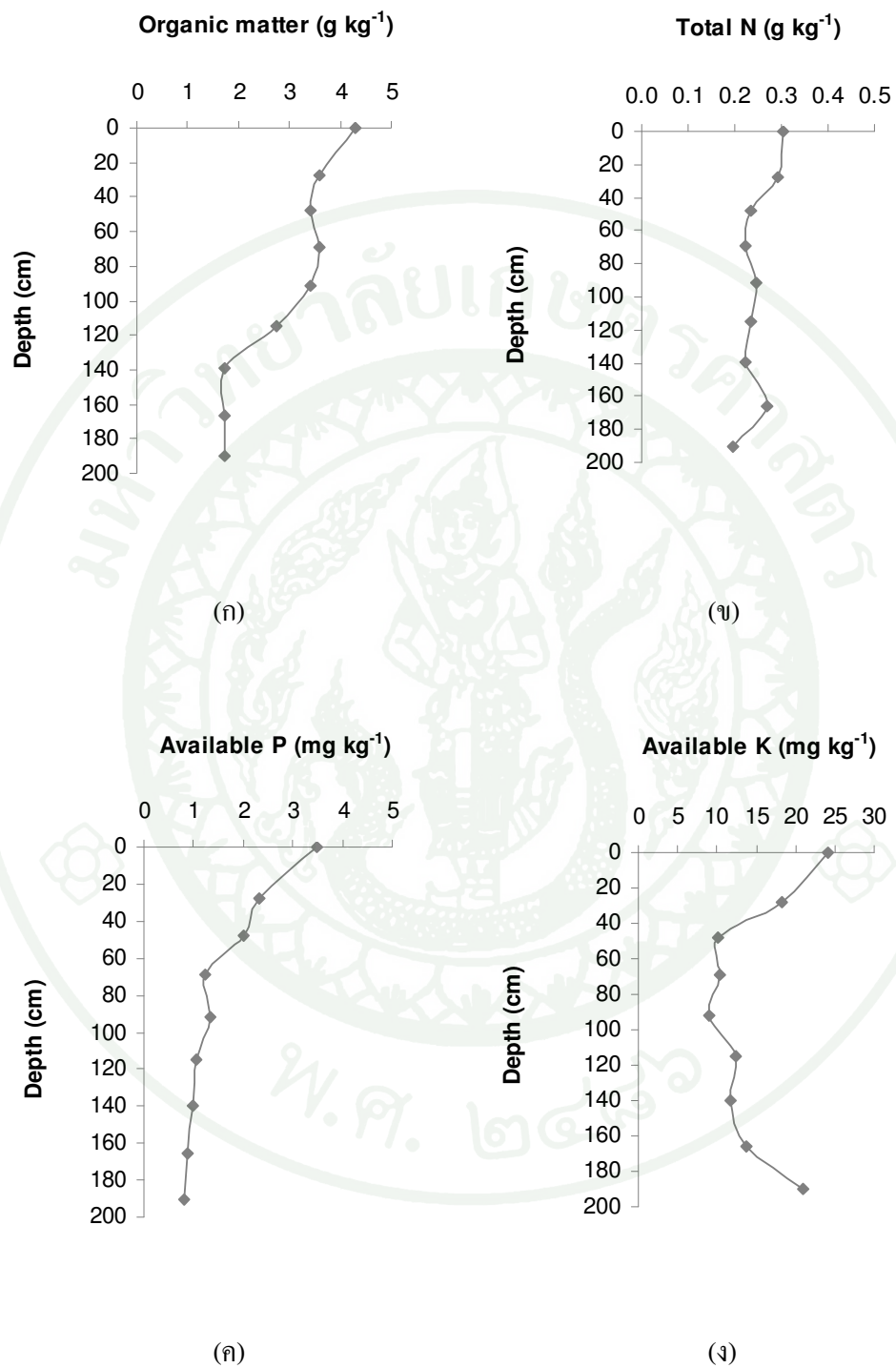
ดินเป็นกรดจัดถึงกรดรุนแรงมากโดยมีพีเอชอยู่ในพิสัย 4.3-4.9 ซึ่งมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดหน้าตัดดิน (ภาพที่ 4) แสดงให้เห็นว่าดินมีพัฒนาการสูง เกิดกระบวนการชะละลายรุนแรงแบบต่าง ๆ จึงเคลื่อนย้ายออกไปจากหน้าตัดดิน (Zhang *et al.*, 2006) ค่าพีเอชดินที่วัดในสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 1 โมลาร์ มีค่าอยู่ในพิสัย 3.1-3.9 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าพีเอชที่วัดด้วยน้ำ



ภาพที่ 4 พีเอชของดินที่วัดในน้ำและในสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 1 โมลาร์ ที่อัตราส่วน 1:1 ของดินยโสธรเลื่อมโทรม

ประมาณ 1 หน่วย แสดงให้เห็นว่า ดินมีประจุสุทธิเป็นลบ ซึ่งมีความสามารถในการดูดซับแคตไอออนได้ดีกว่าแอนไอออน เป็นลักษณะของดินเขตร้อนส่วนใหญ่ที่มีพัฒนาการสูง มีออกไซด์ของเหล็กและอะลูมิเนียมและแร่ดินเหนียวเคลโอลิไนต์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ (วิโรจ, 2531; Moreiral *et al.*, 2008) และเมื่อดินมีพีเอชต่ำกว่า 5.5 ธาตุฟอสฟอรัสจะเกิดการจับตัวกับเหล็กและอะลูมิเนียม เกิดเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำได้ยาก และจึงทำให้ฟอสฟอรัสไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช นอกจากนี้ในสภาพกรดนี้จะส่งเสริมให้อะลูมิเนียมละลายออกมามาก จนอาจเป็นพิษต่อพืชได้ (Havlin *et al.*, 2005)

ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ทำการศึกษาแสดงไว้ในภาพที่ 5 พบว่า ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับต่ำมากมีค่าอยู่ในพิสัย 1.72-4.29 กรัมต่อกิโลกรัมและมีแนวโน้มลดลงตามความลึก เนื่องจากชั้นดินบนเป็นชั้นที่มีการทับถมหรือสะสมของเศษพืช (Thomson and Troeh, 1978) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณไนโตรเจนรวม ที่มีปริมาณอยู่ในระดับต่ำมากเช่นเดียวกันโดยมีค่าอยู่ในพิสัย 0.20-0.30 กรัมต่อกิโลกรัม (ภาพที่ 5) ทั้งนี้เนื่องจากไนโตรเจนในดินส่วนใหญ่จะได้อมาจากการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุในดิน (ไพบูลย์, 2528; Brady and Weil, 2008)

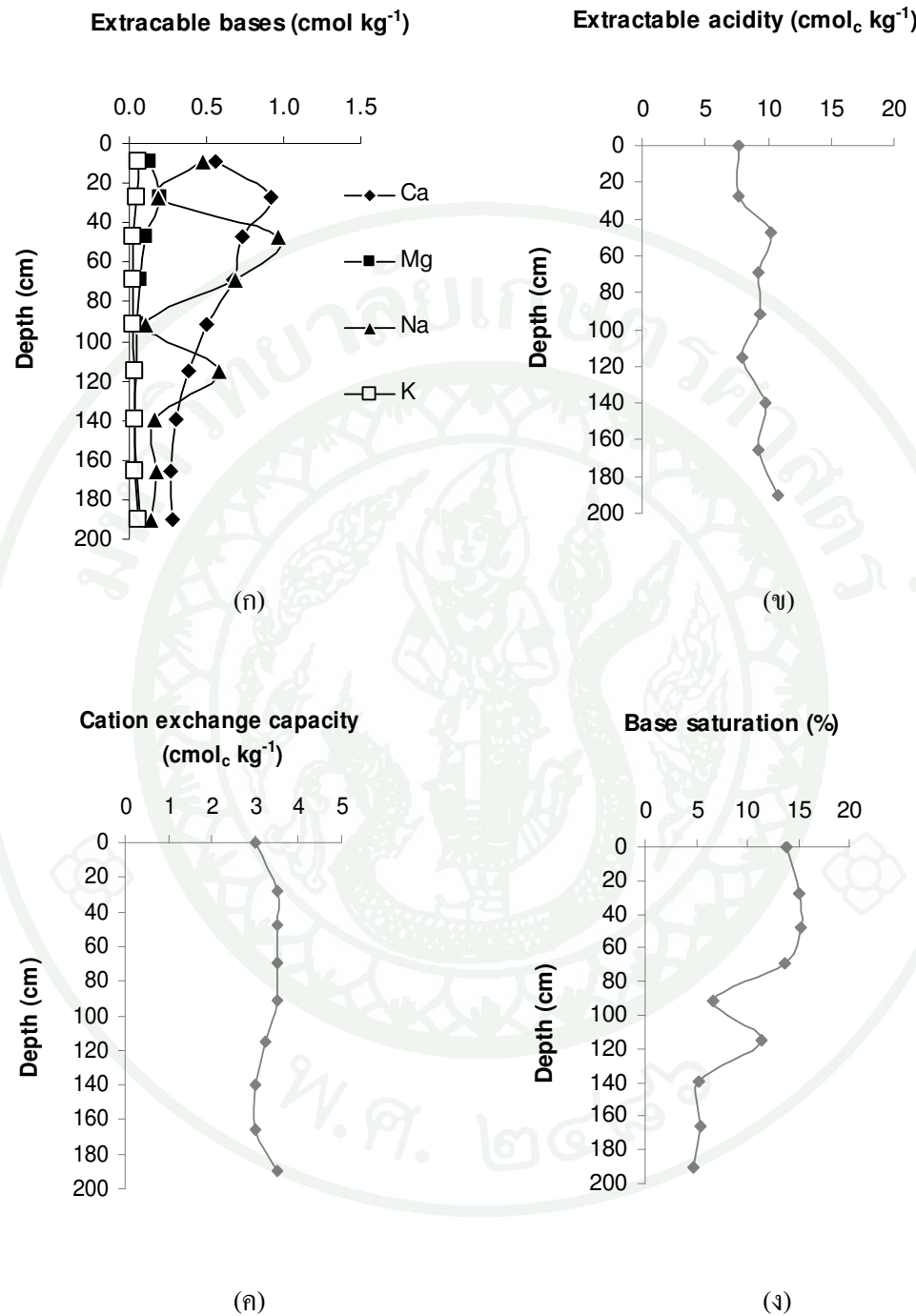


ภาพที่ 5 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (ก) ปริมาณไนโตรเจนรวม (ข) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ค) และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (ง) ของดินยโสธรเสื่อมโทรม

ปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำมาก (3.5-0.8 และ 24.10-8.99 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) และมีแนวโน้มลดลงตามความลึก (ภาพที่ 5) อาจเป็นผลมาจากย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุในดิน จึงปลดปล่อยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมบางส่วนให้แก่ดิน (Brady and Weil, 2008) หรืออาจเป็นผลตกค้างมาจากการจัดการในพื้นที่ โดยเฉพาะฟอสฟอรัส เพราะเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้น้อยในดิน จึงมักจะสะสมอยู่ในดิน โดยเฉพาะในดินชั้นบน (Tisdale *et al.*, 1993) และจากการที่ดินเป็นกรดรุนแรง โดยเฉพาะในดินล่าง ฟอสฟอรัสในดินส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปสารเชิงซ้อนของเหล็กและอะลูมิเนียมที่ละลายน้ำยาก ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์จึงต่ำ (Von Uexkull, 1986) โดยทั่วไป ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน และปริมาณดินเหนียว (Sanchez, 1976; Brady and Weil, 2008) นอกจากนี้ ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสจะขึ้นอยู่กับค่าพีเอช (Brady and Weil, 2008) ดินมีการชะละลายรุนแรง แร่ดินเหนียวส่วนใหญ่มีกิจกรรมต่ำ จึงทำให้โพแทสเซียมถูกชะละลายออกไปจากหน้าตัดดินได้ง่าย โพแทสเซียมจึงมีปริมาณต่ำ (Buol *et al.*, 2003; Zhang *et al.*, 2006; Akande *et al.*, 2010)

เมื่อพิจารณาถึงปริมาณเบสที่สกัดได้ พบว่า ดินมีปริมาณแคลเซียม โพแทสเซียม โซเดียม และแมกนีเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมาก โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 0.27-0.92, 0.02-0.06, 0.11-0.97 และ 0.04-0.20 เซนติโมลต่อกิโลกรัมตามลำดับ และมีแนวโน้มลดลงตามความลึก (ภาพที่ 6) ซึ่งสอดคล้องกับร้อยละความอิ่มตัวของดินที่อยู่ในระดับต่ำ โดยมีค่าอยู่ในพิสัยร้อยละ 4.69-15.20 ตลอดหน้าตัดดิน (ภาพที่ 6) และความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนที่อยู่ในระดับต่ำ มีค่าอยู่ในพิสัย 3.0-3.5 เซนติโมลต่อกิโลกรัม และมีแนวโน้มลดลงตามความลึก (ภาพที่ 6) ในขณะที่สภาพกรดที่สกัดได้ของดินอยู่ในระดับค่อนข้างสูงถึงสูง โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 7.6-10.8 เซนติโมลต่อกิโลกรัม (ภาพที่ 6)

จากผลการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น แสดงให้เห็นว่าดินที่ทำการศึกษานี้มีพัฒนาการสูง และมีการชะละลายที่รุนแรง โดยไฮโดรเจนไอออนและอะลูมิเนียมไอออนได้เข้าไปแทนที่เบสที่ดูดซับอยู่บริเวณผิวของอนุภาคดินเหนียว ส่งผลให้เบสเหล่านี้ถูกเคลื่อนย้ายให้ไปอยู่ในสารละลายดิน ซึ่งจะถูกระบายออกไปจากหน้าตัดดินได้ง่าย (Akande *et al.*, 2010)



ภาพที่ 6 ปริมาณเบสที่สกัดได้ (ก) สภาพกรดที่สกัดได้ (ข) ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (ค) และ อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (ง) ของดินยโสธรเสื่อมโทรม

1.4 หน่วยการจำแนกดิน

ผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา สมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางเคมีของดิน สามารถจำแนกดินตามระบบอนุกรมวิธานดิน (Soil Survey Staff, 2010) ตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

ดินที่ทำการศึกษามีการสะสมดินเหนียวในชั้นดินล่างชัดเจน ที่เรียกว่าชั้นดินล่าง วินิจัยอาร์จิลลิก (argillic horizon) และมีร้อยละความอิ่มตัวเบสต่ำกว่าร้อยละ 35 ที่ระดับความลึก 180 เซนติเมตร จากผิวหน้าดิน จึงจัดจำแนกอยู่ในอันดับอัลติซอลส์ (Ultisols)

พื้นที่มีปริมาณฝนค่อนข้างต่ำ ทำให้ดินมีความชื้นจำกัด จึงจัดเข้าในระบบความชื้นดินแบบอัสติก (ustic soil moisture regime) ทำให้ดินนี้อยู่ในอันดับดินย่อย Ustult และพบว่าปริมาณดินเหนียวไม่ลดลงมากกว่าร้อยละ 20 จากชั้นที่มีการสะสมมากที่สุด ภายในระดับความลึก 150 เซนติเมตรจากผิวดิน จึงสามารถจำแนกในระดับกลุ่มดินใหญ่ (great group) ได้เป็น Paleustult

นอกจากนี้ ดินไม่มีลักษณะและคุณสมบัติอื่นใดที่แตกต่างไปจากลักษณะเด่นของกลุ่มดินใหญ่ ดังนั้นดินตัวแทนที่ทำการศึกษารั้งนี้จัดจำแนกในระดับกลุ่มดินย่อยได้เป็น Typic Paleustult

2. สมบัติดินก่อนการทดลอง

2.1 ดินบน

ดินบนที่ระดับความลึก 0-18/20 เซนติเมตร พบว่าดินเป็นกรดจัด พีเอชเท่ากับ 4.9 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับต่ำ (5.85 กรัมต่อกิโลกรัม) ไนโตรเจนรวมอยู่ในระดับต่ำมาก (0.07 กรัมต่อกิโลกรัม) ฟอสฟอรัสอยู่ในระดับปานกลาง (10.18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำ (53.19 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปริมาณเบสรวมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากโดยมีค่าเท่ากับ 0.85 เซนติโมลต่อกิโลกรัม และความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับต่ำโดยมีค่าเท่ากับ 3.13 เซนติโมลต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 5)

2.2 ดินล่าง

ดินล่างที่ระดับความลึกประมาณ 18/20-60 เซนติเมตร พบว่า ดินเป็นกรดจัด (พีเอช เท่ากับ 4.40) มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ (3.10 กรัมต่อกิโลกรัม) ไนโตรเจนรวม (0.07 กรัมต่อกิโลกรัม) ซึ่งอยู่ในระดับต่ำมาก ฟอสฟอรัสอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ (7.48 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และโพแทสเซียม ที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำมาก (12.97 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปริมาณเบสรวมที่สกัดได้ (0.60 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) และความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (2.88 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) มีค่าอยู่ในระดับต่ำมาก (ตารางที่ 5)

ดินล่างมีสมบัติดินคล้ายคลึงกับสมบัติของชั้นดินบน โดยมีปริมาณอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารหลักน้อยกว่าดินชั้นบน แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลเนื่องจากการจัดการของเกษตรกรในพื้นที่ ที่อาจตกค้างอยู่ในดินชั้นบน

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์สมบัติของดินบน (0-18/20 เซนติเมตร) และดินล่าง (18/20-60 เซนติเมตร) ก่อนทำการทดลอง

Soil properties	Topsoils	Subsoils
pH (1:1 H ₂ O)	4.90	4.40
Organic matter (g kg ⁻¹)	5.85	3.10
Total N (g kg ⁻¹)	0.07	0.07
Available P (mg kg ⁻¹)	10.18	7.84
Available K (mg kg ⁻¹)	53.19	12.97
Extractable Ca (cmol _c kg ⁻¹)	0.40	0.23
Extractable Mg (cmol _c kg ⁻¹)	0.20	0.11
Extractable K (cmol _c kg ⁻¹)	0.14	0.03
Extractable Na (cmol _c kg ⁻¹)	0.11	0.23
Sum bases (cmol _c kg ⁻¹)	0.85	0.60
CEC (cmol _c kg ⁻¹)	3.13	2.88

2.3 การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน

การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินตามหลักเกณฑ์ของกรมพัฒนาที่ดิน (กองสำรวจดิน, 2523; Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973) โดยใช้ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของดิน ได้แก่ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน และค่าอัตราร้อยละความอิ่มตัวของเบส พบว่า ดินที่ทำการศึกษาทั้งดินบน (0-18/20 เซนติเมตร) และดินล่าง (18/20-60 เซนติเมตร) มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน และอัตราร้อยละความอิ่มตัวของเบสอยู่ในระดับต่ำ (ตารางที่ 6) แสดงให้เห็นว่าดินที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำทั้งในดินบนและดินล่าง

ตารางที่ 6 การประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินบน (0-18/20 เซนติเมตร) และดินล่าง (18/20-60 เซนติเมตร) ก่อนทำการทดลอง

Depth (cm)	OM (g kg ⁻¹)	Avail. P (mg kg ⁻¹)	Avail. K (mg kg ⁻¹)	CEC (cmol _c kg ⁻¹)	BS (%)	Total score	Fertility level
0-18/20	5.9 (1)	10.2 (1)	53.2 (1)	3.1 (1)	9.96 (1)	6	low
18/20-60	3.1 (1)	7.8 (1)	13.0 (1)	2.9 (1)	7.34 (1)	5	low

หมายเหตุ: วิธีคิดระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ใช้วิธีให้คะแนน

(ตัวเลขคะแนนอยู่ในวงเล็บในตาราง)

ถ้าคะแนนรวมเท่ากับ 7 หรือน้อยกว่า ถือว่าดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

ถ้าคะแนนรวมอยู่ระหว่าง 8-12 ถือว่าดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง

ถ้าคะแนนรวมเท่ากับ 13 หรือมากกว่า ถือว่าดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์สูง

3. ผลของการใส่วัสดุปรับปรุงดินต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติดิน

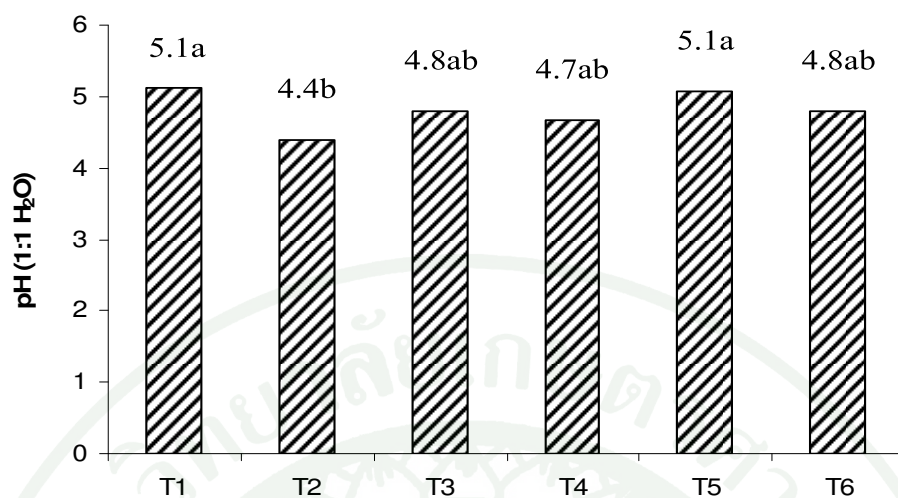
ผลของการใส่วัสดุปรับปรุงดินต่อสมบัติดินบนของดินยโสธร (Typic Paleustult) เสื่อมโทรมแสดงในตารางภาคผนวกที่ 3 ประกอบด้วย

3.1 พีเอชดิน

ผลจากการศึกษา พบว่า ชนิดของวัสดุปรับปรุงดินส่งผลให้ค่าพีเอชดินมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่โดโลไมต์และไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินส่งผลให้ความเป็นกรดของดินต่ำที่สุด โดยให้ค่าพีเอชสูงที่สุดเท่ากันเท่ากับ 5.1 ซึ่งไม่แตกต่างจากค่ารับที่มีการใส่เบนทอไนต์ เพอร์ไลต์ และหินปูนบด (4.8, 4.8, และ 4.7 ตามลำดับ) ทั้งนี้เนื่องจากโดโลไมต์เป็นปูนทางการเกษตร ประเภทหนึ่งเช่นเดียวกับหินปูนบด จึงช่วยลดความเป็นกรดของดินได้ดี (ปิยะ, 2553; Brady and Weil, 2008) แต่ในกรณีของค่ารับควบคุมที่ไม่มีการใส่วัสดุปรับปรุงดินแต่กลับส่งผลให้พีเอชสูงที่สุดเช่นเดียวกัน อาจเนื่องมาจากความแปรปรวนของสมบัติดินจากการใช้พื้นที่ในอดีต อย่างไรก็ตามการใส่ยิปซัมจะส่งผลให้พีเอชดินเท่ากับ 4.4 ซึ่งมีค่าต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 7) ทั้งนี้เนื่องจากยิปซัมมักให้ผลตกค้างที่มีฤทธิ์เป็นกรด (Brady and Weil, 2008) โดยภาพรวมดินบนในทุกค่ารับทดลองยังคงเป็นกรดจัดถึงกรดรุนแรง โดยมีพีเอชอยู่ในพิสัย 4.4-5.1 ดังนั้นการใส่วัสดุปรับปรุงดินเหล่านี้ในอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ อาจน้อยเกินไปจึงทำให้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพีเอชไม่ชัดเจน จึงทำให้ดินยังคงเป็นกรดรุนแรงถึงแม้จะมีการใส่ปูนทางการเกษตร อีกทั้งตัวดินเองที่มีเนื้อดินค่อนข้างหยาบ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ (ภาพที่ 2 และ 5) รวมทั้งมีการระบายน้ำดี จึงส่งผลให้วัสดุปรับปรุงดินที่ใส่เพิ่มเติม และแคลไออนที่เป็นเบสถูกชะละลายออกไปจากหน้าตัดดินได้ง่าย (Von Uexkull, 1986; Brady and Weil, 2008)

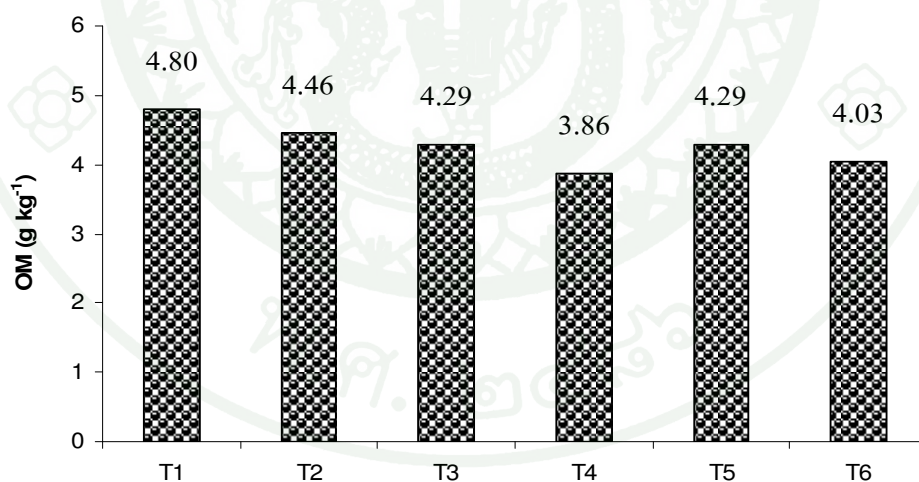
3.2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ

วัสดุปรับปรุงดินไม่มีผลต่อปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินบน โดยดินยังคงมีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับต่ำมากมีค่าอยู่ในพิสัย 3.86-4.80 กรัมต่อกิโลกรัม เนื่องจากสภาพแวดล้อมเขตร้อนจะส่งเสริมการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ ทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเขตร้อนส่วนใหญ่ต่ำ (Sanchez, 1976; Virgo and Holmes, 1977) อย่างไรก็ตาม ในค่ารับควบคุมที่ไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน



T1 = No soil conditioner, T2 = Gypsum 200 kg rai⁻¹, T3 = Bentonite 200 kg rai⁻¹,
 T4 = Ground limestone 200 kg rai⁻¹, T5 = Dolomite 200 kg rai⁻¹, T6 = Perlite 200 kg rai⁻¹
 Different letters in graph indicate significantly different at P<0.05 according to DMRT

ภาพที่ 7 ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อพีเอชดินบนของดินยโสธรเสื่อมโทรม



T1 = No soil conditioner, T2 = Gypsum 200 kg rai⁻¹, T3 = Bentonite 200 kg rai⁻¹,
 T4 = Ground limestone 200 kg rai⁻¹, T5 = Dolomite 200 kg rai⁻¹, T6 = Perlite 200 kg rai⁻¹

ภาพที่ 8 ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่ออินทรีย์วัตถุในดินบนของดินยโสธรเสื่อมโทรม

กลับมีแนวโน้มให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 4.8 กรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาได้แก่ การใส่ยิปซัม เบนทอนต์ โดโลไมต์ เพอร์ไลต์ และการใส่หินปูนบด ตามลำดับ โดยมีค่าเท่ากับ 4.46, 4.29, 4.29, 4.03 และ 3.86 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ภาพที่ 8) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ นริศรา (2554) ในชุดดินวาริน (Typic Paleustult) พบว่า คำรับที่ไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินมีแนวโน้มให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงที่สุดโดยมีค่าอยู่ในพิสัย 1.97-5.36 กรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีแนวโน้มสูงกว่า คำรับที่ใส่มูลไก่เกลบ ยิปซัม และหินฝุ่น ทั้งนี้อาจเป็นผลตกค้างมาจากการจัดการดินของเกษตรกรในพื้นที่เดิม จึงทำให้ผลของการใส่วัสดุปรับปรุงดินเหล่านี้ที่มีต่อสมบัติดินไม่ชัดเจน ซึ่งมักจะเห็นผลชัดเจนขึ้นเมื่อมีการใส่ต่อเนื่องอย่างน้อย 2 ปี ดังที่เคยมีรายงานมาก่อนหน้านี้ (จิรวรรณ, 2554)

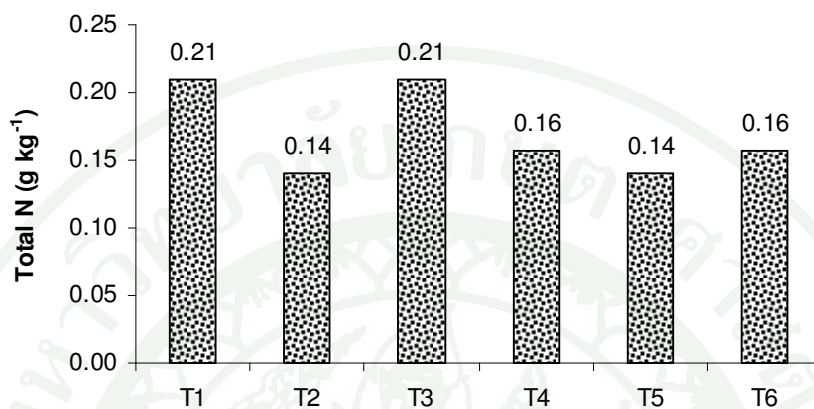
3.3 ปริมาณไนโตรเจนรวม

วัสดุปรับปรุงดินชนิดต่าง ๆ ไม่มีผลต่อปริมาณไนโตรเจนรวมในดินโดยมีค่าอยู่ในพิสัย 0.14-0.21 กรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่าอยู่ในระดับต่ำมากซึ่งอาจเนื่องจากไนโตรเจนบางส่วนถูกพืชดูดใช้เพื่อการเจริญเติบโต และรวมถึงจุลินทรีย์ในดิน บางส่วนสูญหายโดยกระบวนการชะละลาย และในรูปของแก๊ส (ไพบูลย์, 2528; คณะกรรมาธิการวิสามัญ, 2544; Kononova, 1966; Buol *et al.*, 2003) ประกอบกับลักษณะโดยทั่วไปของเขตร้อนจะส่งเสริมให้อินทรีย์วัตถุสลายตัวอย่างรวดเร็ว จึงส่งผลให้ไนโตรเจนหลงเหลืออยู่ในดินต่ำ (Okamoto and Okada, 2007) อย่างไรก็ตามการใส่เบนทอนต์มีแนวโน้มให้ปริมาณไนโตรเจนรวมในดินสูงที่สุดเท่ากับ 0.21 กรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาเป็นหินปูนบด เพอร์ไลต์ โดโลไมต์ และยิปซัม โดยมีค่าเท่ากับ 0.16, 0.16, 0.14 และ 0.14 กรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ (ภาพที่ 9)

3.4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

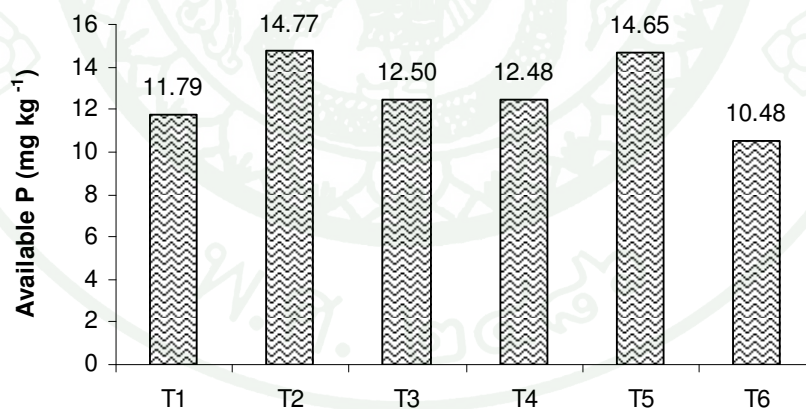
วัสดุปรับปรุงดินไม่มีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินโดยมีค่าอยู่ในพิสัย 10.48-14.77 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งในสภาพที่ดินเป็นกรดเช่นดินที่ทำการศึกษาค่าจะส่งเสริมการละลายของเหล็กและอะลูมิเนียม ฟอสฟอรัสส่วนใหญ่จึงอาจถูกตรึง ทำให้ความเป็นประโยชน์ลดลง (อำนาจ, 2553; Brady and Well, 2008) การใส่ยิปซัมมีแนวโน้มให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินสูงที่สุดเท่ากับ 14.77 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุอื่น ๆ ที่เหลือ (ภาพที่ 10) ทั้งนี้เนื่องจากแคลเซียมที่มีอยู่มาก อาจจะช่วยลดบทบาทของเหล็กและอะลูมิเนียมในดิน จึงลดการตรึงฟอสฟอรัสในรูปของเหล็กฟอสเฟต หรือ อะลูมิเนียมฟอสเฟต

แต่อาจทำให้เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนของแคลเซียมฟอสเฟตแทน แต่อย่างไรก็ตาม สารประกอบแคลเซียมฟอสเฟตจะละลายน้ำได้ง่ายกว่าสารประกอบเหล็กฟอสเฟต หรือ อะลูมิเนียมฟอสเฟต (Glendinning, 2000)



T1 = No soil conditioner, T2 = Gypsum 200 kg rai⁻¹, T3 = Bentonite 200 kg rai⁻¹,
T4 = Ground limestone 200 kg rai⁻¹, T5 = Dolomite 200 kg rai⁻¹, T6 = Perlite 200 kg rai⁻¹

ภาพที่ 9 ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อไนโตรเจนรวมในดินบนของดินยโสธรเสื่อมโทรม

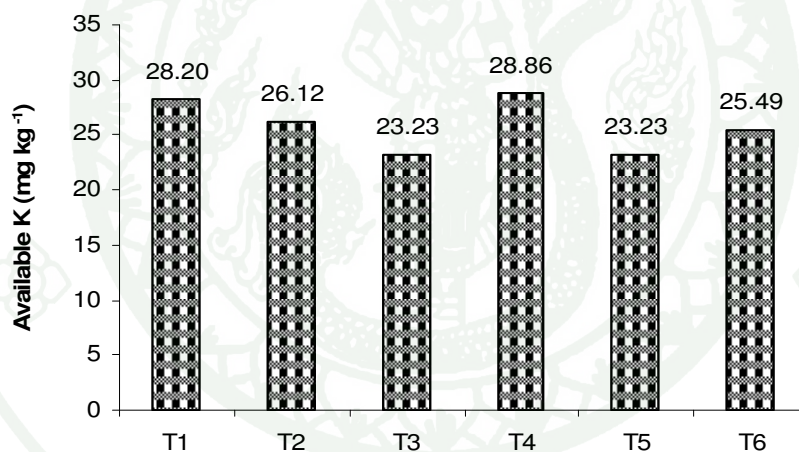


T1 = No soil conditioner, T2 = Gypsum 200 kg rai⁻¹, T3 = Bentonite 200 kg rai⁻¹,
T4 = Ground limestone 200 kg rai⁻¹, T5 = Dolomite 200 kg rai⁻¹, T6 = Perlite 200 kg rai⁻¹

ภาพที่ 10 ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อฟอสฟอรัสในดินบนของดินยโสธรเสื่อมโทรม

3.5 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์

ชนิดของวัสดุปรับปรุงดินไม่มีผลให้ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 11) โดยดินยังคงมีโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำมาก (23.23-28.86 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) โดยตำรับที่มีการใส่หินปูนบดมีแนวโน้มให้ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินสูงที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดเนื่องจากธาตุโพแทสเซียมมีบทบาทสำคัญในการสร้างหัวมันสำปะหลัง ช่วยสังเคราะห์แป้ง ส่งเสริมในการเคลื่อนย้าย ช่วยให้ผลเจริญเติบโตเร็วและแข็งแรง (Brady and Well, 2008) แต่เนื่องจากดินมีปริมาณโพแทสเซียมที่มีอยู่ในระดับต่ำมาก อาจเป็นเพราะอิทธิพลของแคลเซียม และแมกนีเซียมซึ่งมีอำนาจในการไล่ที่ จึงเข้าไปแทนที่โพแทสเซียม ทำให้โพแทสเซียมไอออนไปอยู่ในสารละลายดิน ซึ่งง่ายต่อการสูญหายโดยการชะละลายของน้ำ (Mengel *et al.*, 2001)



T1 = No soil conditioner, T2 = Gypsum 200 kg rai⁻¹, T3 = Bentonite 200 kg rai⁻¹,

T4 = Ground limestone 200 kg rai⁻¹, T5 = Dolomite 200 kg rai⁻¹, T6 = Perlite 200 kg rai⁻¹

ภาพที่ 11 ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อโพแทสเซียมในดินบนของดินยโสธรเสื่อมโทรม

4. ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อมันสำปะหลัง ความเข้มข้น และการดูดใช้ธาตุอาหาร

4.1 ผลผลิตมันสำปะหลัง

การใส่วัสดุปรับปรุงดินส่งผลให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดแตกต่างจากการไม่ใส่ วัสดุปรับปรุงดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 12) การใส่หินปูนบด เบนทอนต์ โคลโลไมด์ ยิปซัม และเพอร์ไลต์ ให้ผลผลิตสูงกว่าค่ารับที่ไม่มีการใส่วัสดุปรับปรุงดินเมื่อใส่ในอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ โดยการใส่หินปูนบดให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดสูงที่สุดเท่ากับ 3.92 ตันต่อไร่ ซึ่งให้ผลผลิตใกล้เคียงกับการใส่เบนทอนต์ (3.71 ตันต่อไร่) และยิปซัม (3.66 ตันต่อไร่) ส่วนการใส่โคลโลไมด์และเพอร์ไลต์ ให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดเท่ากับ 3.25 และ 3.08 ตันต่อไร่ ตามลำดับ และค่ารับที่ไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินจะให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดต่ำที่สุด (1.97 ตันต่อไร่) แสดงให้เห็นว่า แคลเซียมที่มีอยู่มากในหินปูนบด โคลโลไมด์ ยิปซัม อาจทำให้ดินโปร่ง ร่วนซุย รากพืชจึงสามารถชอนไชไปหาอาหารและน้ำได้ดีขึ้น (Clark and Humphreys, 1996; Moffat and Boswell, 1996; Bateman and Chanasyk, 2001) เพิ่มความสามารถอุ้มน้ำโดยเฉพาะในกรณีที่ไม่ใส่ เบนทอนต์ (อรณพ, 2546) น้ำใช้ประโยชน์ได้ในดินจึงเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ การใส่โคลโลไมด์ยังช่วยส่งเสริมให้พีเอชดินบนของดินยโสธรสูงกว่าการใส่วัสดุปรับปรุงดินชนิดอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 7) ซึ่งอาจเพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช โดยเฉพาะ ฟอสฟอรัสในดิน (Violante and Gianfrede, 1995) อีกทั้งมีการเพิ่มแมกนีเซียมให้แก่พืชโดยเฉพาะ ในกรณีที่ไม่ใส่โคลโลไมด์ (Norton and Zhang, 1998) ซึ่งเป็นสาเหตุที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง ผลผลิตจึงเพิ่มขึ้น

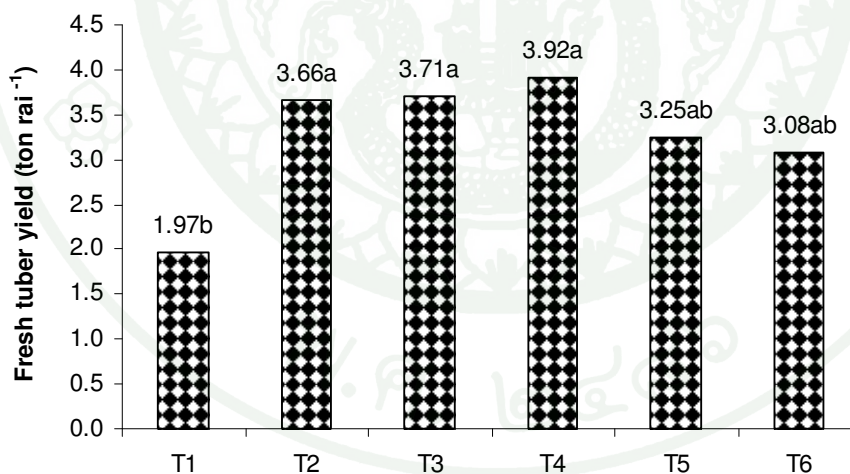
4.2 ร้อยละการสะสมแป้งและผลผลิตแป้ง

ร้อยละการสะสมแป้งและผลผลิตแป้งของมันสำปะหลังที่ได้รับวัสดุปรับปรุงดินต่าง ชนิดมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 13) การใส่หินปูนบดในอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตแป้งสูงที่สุดเท่ากับ 1.20 ตันต่อไร่ ซึ่งไม่แตกต่างจากการใส่เบนทอนต์ ยิปซัม โคลโลไมด์ และเพอร์ไลต์ ในอัตราเดียวกัน แต่สูงจากค่ารับควบคุมที่ไม่มีการใส่วัสดุปรับปรุงดิน (0.57 ตันต่อไร่) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับร้อยละการสะสมแป้ง ซึ่งมีแนวโน้มในทิศทางเดียวกัน โดยการใส่เบนทอนต์ ยิปซัม และหินปูนบด ให้ร้อยละการสะสมแป้งในหัวมันสำปะหลังไม่

แตกต่างกัน โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 28.0-28.9 ซึ่งสูงกว่าค่ารับควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ร้อยละ 26.4)

4.3 ปริมาณชีวมวลส่วนเหนือดิน

การใส่วัสดุปรับปรุงดินชนิดต่าง ๆ ในอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่มีผลให้น้ำหนักชีวมวลเหนือดินรวม ซึ่งประกอบด้วย น้ำหนักเหง้าสด น้ำหนักลำต้นสด และน้ำหนักกิ่งก้านและใบสดมันสำปะหลัง มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 14) การใส่ขี้ปซัมมีแวนไน้มให้น้ำหนักลำต้นสูงที่สุด (0.63 ต้นต่อไร่) ขณะที่การใส่หินปูนบดมีแวนไน้มให้น้ำหนักกิ่งก้านและใบ และเหง้าสูงที่สุด (0.44 และ 0.52 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ) จึงส่งผลให้น้ำหนักชีวมวลเหนือดินรวมมีแวนไน้มสูงที่สุดเท่ากับ 9.75 ต้นต่อไร่ ซึ่งให้ผลไปในทิศทางเดียวกันกับผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดและผลผลิตแป้งที่ได้สูงที่สุด ขณะที่การไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินมีแวนไน้มให้น้ำหนักชีวมวลเหนือดินส่วนต่าง ๆ ต่ำที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 0.33 0.40 และ 0.18 สำหรับลำต้น เหง้า และกิ่งก้านและใบตามลำดับ และให้น้ำหนักส่วนเหนือดินรวมต่ำที่สุดเท่ากับ 0.91 ต้นต่อไร่ (ภาพที่ 14)

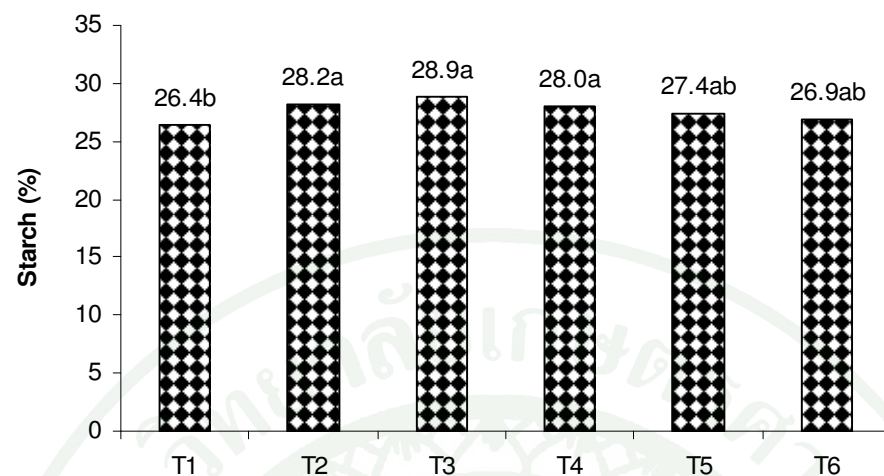


T1 = No soil conditioner, T2 = Gypsum 200 kg rai⁻¹, T3 = Bentonite 200 kg rai⁻¹,

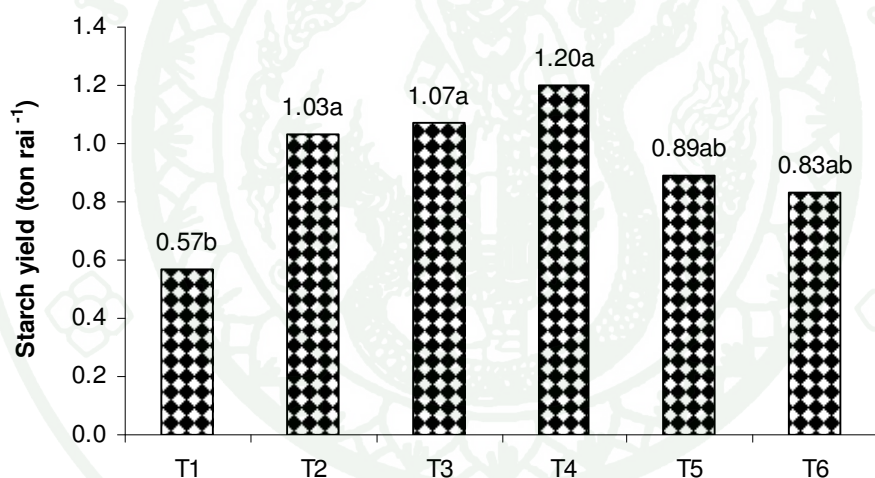
T4 = Ground limestone 200 kg rai⁻¹, T5 = Dolomite 200 kg rai⁻¹, T6 = Perlite 200 kg rai⁻¹

Different letters in graph indicate significantly different at $P < 0.05$ according to DMRT

ภาพที่ 12 ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม



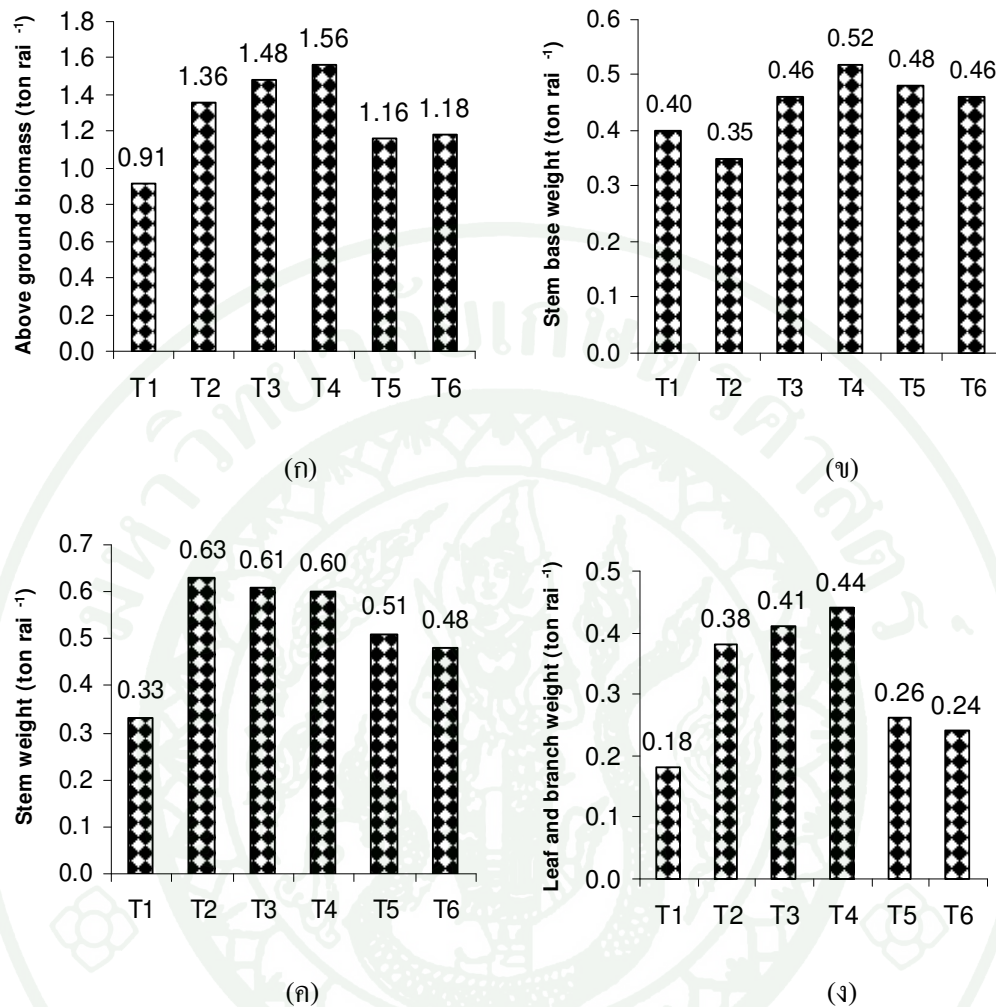
(ก)



(ข)

T1 = No soil conditioner, T2 = Gypsum 200 kg rai⁻¹, T3 = Bentonite 200 kg rai⁻¹,
 T4 = Ground limestone 200 kg rai⁻¹, T5 = Dolomite 200 kg rai⁻¹, T6 = Perlite 200 kg rai⁻¹
 Different letters in graph indicate significantly different at $P < 0.05$ according to DMRT

ภาพที่ 13 ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อร้อยละการสะสมแป้ง (ก) และผลผลิตแป้ง (ข) ของมันสำปะหลัง
 ที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม



T1 = No soil conditioner, T2 = Gypsum 200 kg rai^{-1} , T3 = Bentonite 200 kg rai^{-1} ,
 T4 = Ground limestone 200 kg rai^{-1} , T5 = Dolomite 200 kg rai^{-1} , T6 = Perlite 200 kg rai^{-1}

ภาพที่ 14 ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อน้ำหนักชีวมวลส่วนเหนือดินทั้งหมด (ก) น้ำหนักเหง้าสด (ข) น้ำหนักลำต้นสด (ค) น้ำหนักกิ่งก้านและใบสด (ง) ของมันสำปะหลังที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม

4.4 จำนวนหัว จำนวนลำต้น และอัตราการรอดตายของมันสำปะหลัง

ผลการศึกษพบว่า วัสดุปรับปรุงดินต่างชนิดมีผลให้จำนวนหัวมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 7) ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดที่ได้ โดยการใส่ยิปซัมและเบนทอนไนต์ทำให้จำนวนหัวมันสำปะหลังต่อต้นสูงที่สุดเท่ากันเท่ากับ 15 หัวต่อต้น รองลงมาได้แก่ หินปูนบด โคลโลไมต์ และ เพอร์ไลต์ (14, 13 และ 12 หัวต่อต้น) ตามลำดับ ส่วนการไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินทำให้จำนวนหัวมันสำปะหลังต่อต้นต่ำที่สุดเท่ากับ 11 หัวต่อต้น

ชนิดของวัสดุปรับปรุงดินไม่มีผลต่อจำนวนลำต้น (ตารางที่ 7) การใส่ยิปซัมกับเพอร์ไลต์มีแนวโน้มให้จำนวนลำต้นเท่ากับ 2477 และ 2454 ต้นต่อไร่ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าค่ารับควบคุม (2593 ต้นต่อไร่) และให้ผลไม่สอดคล้องกับน้ำหนักลำต้นที่ได้ อย่างไรก็ตาม การใส่โคลโลไมต์มีแนวโน้มให้จำนวนลำต้นสูงที่สุดเท่ากับ 2894 ต้นต่อไร่

ตารางที่ 7 จำนวนหัว จำนวนลำต้น และอัตราการรอดตายของมันสำปะหลังที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม

Treatment	Tuber (No. Plant ⁻¹)	Stem (No rai ⁻¹)	Survival rate (%)
No soil conditioner	11c	2593	92.2
Gypsum 200 kg rai ⁻¹	15a	2477	88.9
Bentonite 200 kg rai ⁻¹	15a	2593	95.8
Ground limestone 200 kg rai ⁻¹	14ab	2662	95.8
Dolomite 200 kg rai ⁻¹	13abc	2894	100
Perlite 200 kg rai ⁻¹	12bc	2454	97.2
F-test	*	ns	ns
CV (%)	13.79	12.49	5.80

หมายเหตุ: ns = non significant, * = statistical difference at 95% level of confidence, mean values within the same column followed by the same letter are not significantly different using DMRT.

อัตราการรอดตายของม้นสำปะหลังที่มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติเช่นเดียวกัน โดยมีค่าอยู่ในพิสัยร้อยละ 88.9-100 การใส่ยิปซัมมีแนวโน้มให้อัตราการรอดตายของม้นสำปะหลังต่ำที่สุดเท่ากับร้อยละ 88.9 ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้ผลผลิตหัวม้นสำปะหลังสดมีค่าต่ำกว่าการใส่วัสดุปรับปรุงดินอื่น ๆ ที่เหลืออยู่

4.5 ความเข้มข้นของธาตุอาหาร

ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุอาหารในส่วนต่าง ๆ ของม้นสำปะหลัง (หัวม้นสำปะหลัง ลำต้น เหง้า และกิ่งก้านและใบ) ที่ระยะเก็บเกี่ยวอายุ 10 เดือน ประกอบด้วย

4.5.1 ธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม)

วัสดุปรับปรุงดินไม่มีผลต่อความเข้มข้นของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่สะสมในส่วนต่าง ๆ ของม้นสำปะหลัง ยกเว้นความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสในลำต้น และโพแทสเซียมในส่วนต่าง ๆ ของม้นสำปะหลัง (ตารางที่ 8 และ 9) โดยการไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินส่งผลความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในลำต้นสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 1.1 กรัมต่อกิโลกรัมซึ่งไม่สอดคล้องกับน้ำหนักลำต้นที่ได้ต่ำที่สุด ขณะที่การใส่เบนทอนต์ทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในส่วนหัว ลำต้น และกิ่งก้านและใบ (8.0, 8.2, 11.3 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการใส่ยิปซัมทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในเหง้าสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 7.6 กรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 9) ซึ่งไม่สอดคล้องกับน้ำหนักเหง้าสดที่ได้ต่ำที่สุด

โดยภาพรวมพบว่า ม้นสำปะหลังมีการสะสมไนโตรเจน (4.1-35.4 กรัมต่อกิโลกรัม) สูงกว่าโพแทสเซียม (4.7-11.3 กรัมต่อกิโลกรัม) และฟอสฟอรัส (0.5-2.6 กรัมต่อกิโลกรัม) ตามลำดับ ในกรณีของไนโตรเจนจะสะสมในส่วนกิ่งก้านและใบสูงที่สุดอยู่ในพิสัย 32.1-35.4 กรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาได้แก่ ส่วนเหง้า (9.8-11.9 กรัมต่อกิโลกรัม) ลำต้น (8.6-10.5 กรัมต่อกิโลกรัม) และหัวม้นสำปะหลัง (4.1-5.1 กรัมต่อกิโลกรัม) ตามลำดับ (ตารางที่ 8) เนื่องจากไนโตรเจนมักส่งเสริมการเจริญเติบโตในส่วนชีวมวลเหนือดิน จึงอาจทำให้สะสมในส่วนเหนือดินสูงกว่าในส่วนหัวม้นสำปะหลัง (มุกดา, 2544) เช่นเดียวกันกับในกรณีของโพแทสเซียมที่สะสมใน

ส่วนกิ่งก้านและใบ ตามมาด้วย ลำต้น หัว และเหง้ามันสำปะหลัง โดยมีปริมาณอยู่ในพิสัย 8.1-11.3, 4.7-8.2, 5.9-8.0 และ 4.8-7.6 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 9) ขณะที่ฟอสฟอรัสจะสะสมในส่วนต่าง ๆ ใกล้เคียงกัน โดยสะสมในกิ่งก้านและใบ (1.9-2.6 กรัมต่อกิโลกรัม) ลำต้น (0.6-1.1 กรัมต่อกิโลกรัม) เหง้า (0.8-1.1 กรัมต่อกิโลกรัม) และหัวมันสำปะหลัง (0.5-0.6 กรัมต่อกิโลกรัม) ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อความเข้มข้นของไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลังที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม

Treatment	N concentration				P concentration			
	Tuber	Stem base	Stem	Leaf and branch	Tuber	Stem base	Stem	Leaf and branch
	(-----g kg ⁻¹ -----)							
T1	5.1	11.5	10.5	32.1	0.6	1.1	1.1a	2.5
T2	4.9	10.5	9.7	35.3	0.5	0.9	0.6b	2.6
T3	4.6	11.0	8.8	35.4	0.5	1.0	0.7b	2.2
T4	5.1	9.8	8.7	34.4	0.6	0.8	0.7b	1.9
T5	4.1	11.9	8.6	33.1	0.5	1.1	0.8b	2.0
T6	4.6	11.9	8.7	35.0	0.5	0.9	0.7b	1.9
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns
CV (%)	9.44	9.01	11.44	8.67	16.66	0.00	0.00	14.44

หมายเหตุ: ns = non significant, * = statistical difference at 95% level of confidence, mean values within the same column followed by the same letter are not significantly different using DMRT.

T1 = No soil conditioner, T2 = Gypsum 200 kg rai⁻¹, T3 = Bentonite 200 kg rai⁻¹,

T4 = Ground limestone 200 kg rai⁻¹, T5 = Dolomite 200 kg rai⁻¹,

T6 = Perlite 200 kg rai⁻¹

ตารางที่ 9 ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อความเข้มข้นของโพแทสเซียม และแคลเซียม ในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลังที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม

Treatment	K concentration				Ca concentration			
	Tuber	Stem base	Stem	Leaf and branch	Tuber	Stem base	Stem	Leaf and branch
	(-----g kg ⁻¹ -----)							
T1	5.9b	6.0ab	5.1c	8.1b	0.7b	9.9	10.1	10.0
T2	7.7a	7.6a	7.0abc	9.8ab	0.9a	9.0	12.3	13.8
T3	8.0a	7.0a	8.2a	11.3a	0.9a	9.0	11.9	13.6
T4	7.7a	6.6ab	8.0ab	9.8ab	0.8ab	8.0	11.8	13.8
T5	7.6a	5.0b	4.7c	8.5b	0.7b	7.6	9.6	13.2
T6	6.0b	4.8b	5.4bc	8.5b	0.8ab	8.4	11.4	11.8
F-test	*	*	*	*	*	ns	ns	ns
CV (%)	12.51	19.17	25.63	13.51	0.00	13.66	13.84	22.82

หมายเหตุ: ns = non significant, * = statistical difference at 95% level of confidence, mean values within the same column followed by the same letter are not significantly different using DMRT.

T1 = No soil conditioner, T2 = Gypsum 200 kg rai⁻¹, T3 = Bentonite 200 kg rai⁻¹,

T4 = Ground limestone 200 kg rai⁻¹, T5 = Dolomite 200 kg rai⁻¹, T6 = Perlite 200 kg rai⁻¹

4.5.2 ธาตุอาหารรอง (แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน)

เมื่อพิจารณาถึงปริมาณความเข้มข้นของธาตุรองในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลัง พบว่ามีเพียงปริมาณความเข้มข้นของแคลเซียมในหัว แมกนีเซียมในเหง้า และกำมะถันในกิ่งก้าน และใบเท่านั้นที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อได้รับวัสดุปรับปรุงดินต่างชนิดกันในอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 9 และ 10) โดยการใส่ยิปซัมและเบนทอนไนต์ส่งผลให้มีการสะสมแคลเซียมในหัวสูงที่สุดเท่ากับ 0.9 กรัมต่อกิโลกรัม ขณะที่การใส่หินปูนบดทำให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด

สูงที่สุด กลับมีการสะสมแคลเซียมในหัวต่ำเท่ากับ 0.8 กรัมต่อกิโลกรัม แต่ไม่แตกต่างจากตำรับที่ใส่วัสดุปรับปรุงดินอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

มันสำปะหลังในส่วนต่าง ๆ มีการสะสมแคลเซียมมากกว่าแมกนีเซียม และกำมะถัน โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 0.7-13.8, 0.4-5.1 และ 0.5-4.4 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการใส่วัสดุปรับปรุงดินชนิดต่าง ๆ ที่มีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบสูงจึงปลดปล่อยแคลเซียมออกมาในดินให้พืชดูดใช้ (Favaretto *et al.*, 2006) แต่อย่างไรก็ตามตำรับที่ไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินมีแนวโน้มให้ความเข้มข้นของแคลเซียมต่ำที่สุด โดยเฉพาะในกิ่งก้านและใบ และหัว (ตารางที่ 9)

มันสำปะหลังสะสมแมกนีเซียมในส่วนกิ่งก้านและใบอยู่ในพิสัย 4.5-5.1 กรัมต่อกิโลกรัม ใกล้เคียงกับในส่วนลำต้น (3.5-4.4 กรัมต่อกิโลกรัม) รองลงมาในส่วนของเหง้า (2.1-3.1 กรัมต่อกิโลกรัม) ขณะที่แมกนีเซียมจะสะสมในหัวต่ำที่สุด (0.4-0.5 กรัมต่อกิโลกรัม) เช่นเดียวกับในกรณีของกำมะถัน มักจะสะสมในส่วนกิ่งก้านและใบ โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 3.6-4.4 กรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาเป็นส่วนลำต้น และเหง้า โดยมีปริมาณเท่ากับ 0.7-1.7 และ 0.6-1.3 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และสะสมในส่วนหัวต่ำที่สุด (0.5-0.7 กรัมต่อกิโลกรัม) (ตารางที่ 10) สำหรับแคลเซียมจะสะสมในส่วนลำต้น (9.6-12.3 กรัมต่อกิโลกรัม) ใกล้เคียงกับในส่วนกิ่งก้านและใบ (10.0-13.8 กรัมต่อกิโลกรัม) และสะสมในส่วนหัวต่ำที่สุดอยู่ในพิสัย 0.7-0.9 กรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 9) ซึ่งมีปริมาณใกล้เคียงกับปริมาณการสะสมแมกนีเซียม อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของแคลเซียมและแมกนีเซียมในกิ่งก้านและใบสำปะหลังอยู่ในระดับเพียงพอกับความต้องการของมันสำปะหลัง (Howeler, 1985) โดยมีค่าอยู่ในพิสัยมากกว่าร้อยละ 0.85 และ 0.39 สำหรับแคลเซียมและแมกนีเซียม ตามลำดับ

4.5.3 จุลธาตุอาหาร (เหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง)

ในกรณีของจุลธาตุอาหาร มันสำปะหลังสะสมแมงกานีสสูงสุดโดยอยู่ในพิสัย 21-1490 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาได้แก่ เหล็ก (37-422 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) สังกะสี (0.00-30.73 กรัมต่อกิโลกรัม) และทองแดง (0.00-0.37 กรัมต่อกิโลกรัม) ตามลำดับ

ตารางที่ 10 ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อความเข้มข้นของแมกนีเซียม และกำมะถัน ในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลังที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม

Treatment	Mg concentration				S concentration			
	Tuber	Stem base	Stem	Leaf and branch	Tuber	Stem base	Stem	Leaf and branch
	(-----g kg ⁻¹ -----)							
T1	0.4	2.7ab	3.5	4.5	0.6	0.8	1.4	3.6b
T2	0.5	2.5ab	3.9	4.6	0.5	1.3	1.7	4.4a
T3	0.4	2.6ab	3.5	5.1	0.7	1.0	1.3	4.0ab
T4	0.4	2.1b	3.7	4.8	0.6	0.6	0.7	4.4a
T5	0.4	3.1a	4.2	5.0	0.6	1.0	1.3	3.7b
T6	0.4	3.1a	4.4	4.6	0.5	1.2	1.3	3.7b
F-test	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	*
CV (%)	13.56	11.74	25.93	14.84	34.87	39.96	44.91	9.94

หมายเหตุ: ns = non significant, * = statistical difference at 95% level of confidence, mean values within the same column followed by the same letter are not significantly different using DMRT.

T1 = No soil conditioner, T2 = Gypsum 200 kg rai⁻¹, T3 = Bentonite 200 kg rai⁻¹,

T4 = Ground limestone 200 kg rai⁻¹, T5 = Dolomite 200 kg rai⁻¹,

T6 = Perlite 200 kg rai⁻¹

แมงกานีสจะสะสมในส่วนกิ่งก้านและใบสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ลำต้น เหง้า โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 929-1333, 344-656 และ 186-309 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ ขณะที่มีการสะสมในส่วนหัวในปริมาณต่ำมาก (21-28 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ตารางที่ 11) ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกันกับความเข้มข้นของเหล็ก ที่จะสะสมในส่วนเหง้าสูงที่สุด รองลงมา ได้แก่ กิ่งก้านและใบ ลำต้น และหัวมันสำปะหลัง โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 281-422, 119-177, 46-162 และ 37-62 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 11) แต่อย่างไรก็ตาม ในทุกค่ารับการทดลองความเข้มข้นของแมงกานีสในใบมันสำปะหลังอยู่ในระดับที่เป็นพิษแก่พืช โดยมีความมากกว่า 250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Howeler, 1985) ทั้งนี้ดินที่ทำการศึกษาก่อนการปรับปรุงดินเป็นกรดรุนแรงส่งเสริมการละลายของ เหล็ก และ

แมงกานีส (Howeler, 1995; Glendinning, 2000) อาจทำให้มันสำปะหลังดูดซับไปสะสมในส่วนต่าง ๆ ค่อนข้างมาก โดยเฉพาะในส่วนใบ ส่วนในกรณีของสังกะสี จะสะสมในส่วนกิ่งก้านและใบ (22.52-30.73 กรัมต่อกิโลกรัม) โกล์เดียวกับในส่วนลำต้น (11.86-17.09 กรัมต่อกิโลกรัม) และในส่วนของเหง้า (8.50-14.13 กรัมต่อกิโลกรัม) (ตารางที่ 12) แต่ไม่สามารถตรวจวัดปริมาณสังกะสีในส่วนหัวของมันสำปะหลัง เช่นเดียวกันในกรณีของทองแดง ที่ไม่สามารถตรวจวัดในส่วนหัว มันสำปะหลังของคำรับที่มีการใส่โคโลไมต์และเพอร์ไลต์ อย่างไรก็ตามทองแดงสะสมในลำต้นและกิ่งก้านและใบอยู่ในพิสัย 0.10-0.14 และ 0.24-0.34 กรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 11 ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อความเข้มข้นของเหล็ก และแมงกานีส ในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลังที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม

Treatment	Fe concentration				Mn concentration			
	Tuber	Stem base	Stem	Leaf and branch	Tuber	Stem base	Stem	Leaf and branch
	(-----mg kg ⁻¹ -----)							
T1	57	422	72b	177	21	238	478ab	1241
T2	45	313	93ab	127	28	305	656a	1333
T3	37	333	157a	143	26	309	608a	1268
T4	45	281	162a	152	28	246	616a	1490
T5	62	306	46b	119	21	186	344b	929
T6	53	294	76b	124	24	280	566a	1256
F-test	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	ns
CV (%)	29.53	23.85	44.59	35.39	34.19	22.82	23.23	23.52

หมายเหตุ: ns = non significant, * = statistical difference at 95% level of confidence, mean values within the same column followed by the same letter are not significantly different using DMRT.

T1 = No soil conditioner, T2 = Gypsum 200 kg rai⁻¹, T3 = Bentonite 200 kg rai⁻¹,

T4 = Ground limestone 200 kg rai⁻¹, T5 = Dolomite 200 kg rai⁻¹,

T6 = Perlite 200 kg rai⁻¹

ตารางที่ 12 ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อความเข้มข้นของสังกะสี และทองแดง ในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลังที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม

Treatment	Zn concentration				Cu concentration			
	Tuber	Stem base	Stem	Leaf and branch	Tuber	Stem base	Stem	Leaf and branch
	(-----g kg ⁻¹ -----)							
T1	nd	8.50c	16.33	30.73a	0.03ab	0.14	0.11	0.34
T2	nd	9.20bc	17.09	30.31a	0.07a	0.31	0.14	0.30
T3	nd	12.25abc	12.14	24.18b	0.04ab	0.37	0.14	0.28
T4	nd	12.31abc	15.08	26.47ab	0.02b	0.23	0.14	0.25
T5	nd	14.13a	11.86	23.87b	0.00b	0.25	0.11	0.24
T6	nd	12.92ab	13.39	22.52b	0.00b	0.28	0.10	0.26
F-test	-	*	ns	*	*	ns	ns	ns
CV (%)	-	20.90	27.63	13.07	123.83	48.14	25.72	25.47

หมายเหตุ: ns = non significant, * = statistical difference at 95% level of confidence, mean values within the same column followed by the same letter are not significantly different using DMRT.

T1 = No soil conditioner, T2 = Gypsum 200 kg rai⁻¹, T3 = Bentonite 200 kg rai⁻¹,

T4 = Ground limestone 200 kg rai⁻¹, T5 = Dolomite 200 kg rai⁻¹, T6 = Perlite 200 kg rai⁻¹

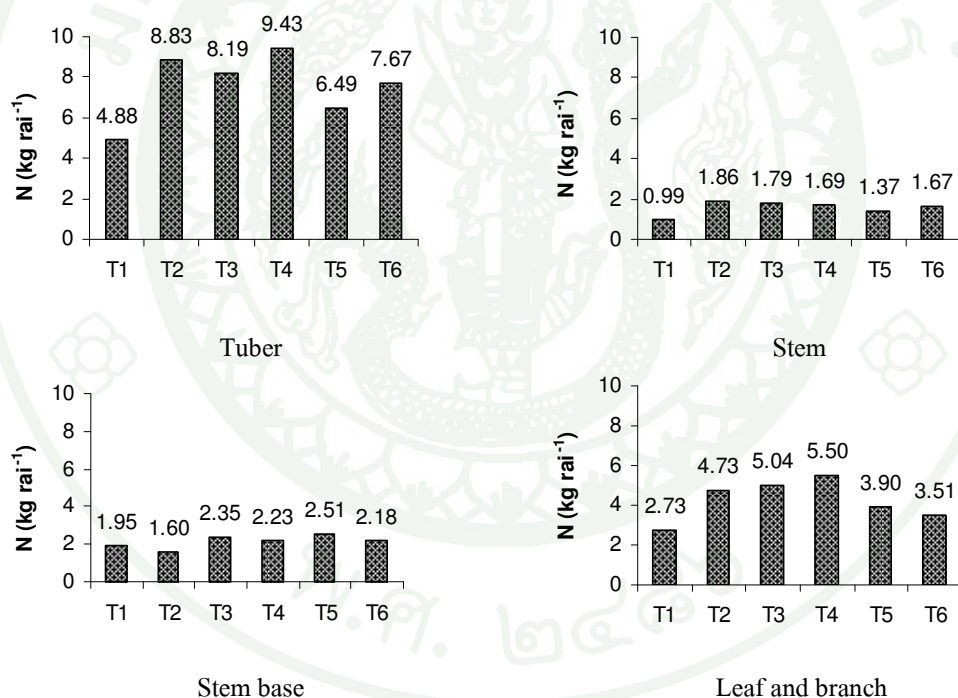
nd = Not detectable

4.6 ปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหาร

ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อปริมาณการดูดใช้ ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุอาหารในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลัง (หัวมันสำปะหลัง ลำต้น เหง้า และกิ่งก้านและใบ) ที่ระยะเก็บเกี่ยวอายุ 10 เดือน ประกอบด้วย

4.6.1 ธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม)

หินปูนบดมีแนวโน้มให้มันสำปะหลังมีการดูดใช้ธาตุอาหารหลักสูงที่สุด โดยในส่วนหัวมันสำปะหลังมีการดูดใช้ในโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมสูงที่สุดเท่ากับ 9.43, 1.02 และ 14.24 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ภาพที่ 15-17) ซึ่งสอดคล้องกับผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด ผลผลิตแป้ง และน้ำหนักส่วนเหนือดินรวมที่ได้สูงที่สุด เช่นเดียวกันกับในกรณีของการไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินที่ให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดต่ำที่สุดจึงทำให้มีการดูดใช้ในโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในหัวมันสำปะหลังต่ำที่สุด (4.88, 0.55, และ 6.47 กิโลกรัมต่อไร่) (ภาพที่ 15-17) ขณะที่การใส่โดโลไมต์ และยิปซัมจะส่งผลให้มีการดูดใช้ในโตรเจนในส่วนของเหง้า และลำต้นสูงที่สุดเท่ากับ 2.51, 1.86 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ภาพที่ 15)



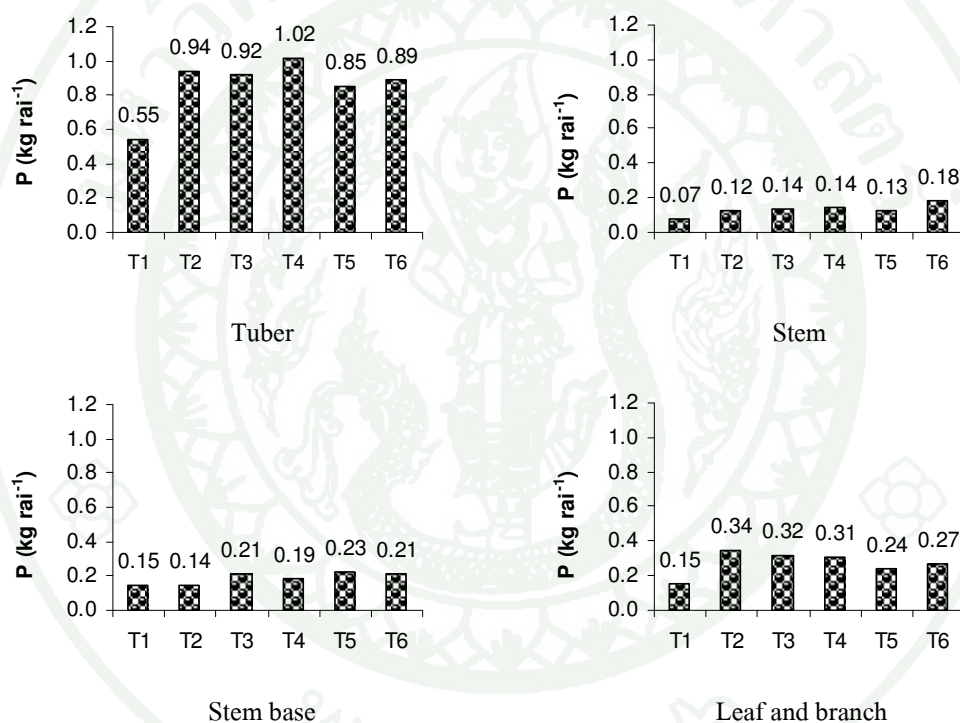
T1 = No soil conditioner, T2 = Gypsum 200 kg rai⁻¹, T3 = Bentonite 200 kg rai⁻¹,

T4 = Ground limestone 200 kg rai⁻¹, T5 = Dolomite 200 kg rai⁻¹, T6 = Perlite 200 kg rai⁻¹

ภาพที่ 15 ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อปริมาณการดูดใช้ของไนโตรเจนโดยส่วนต่างๆ ของมันสำปะหลังที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม

หัวมันสำปะหลังมีการดูดใช้ในโตรเจนสูงที่สุดโดยมีค่าอยู่ในพิสัย 4.88-9.43 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาเป็นในส่วนของกิ่งก้านและใบ เหง้า และลำต้น โดยมีค่าอยู่ในพิสัยเท่ากับ 2.73-5.50, 1.60-2.51 และ 0.99-5.50 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ (ภาพที่ 15)

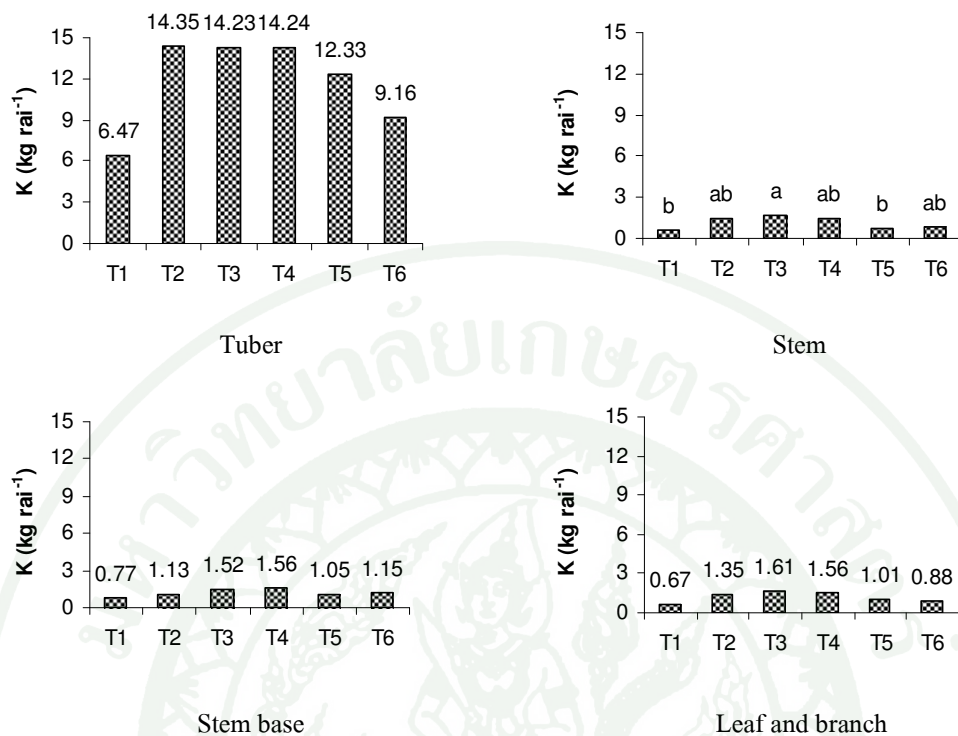
เช่นเดียวกันกับในกรณีของฟอสฟอรัส ที่ส่วนหัวมันสำปะหลังจะมีการดูดใช้สูงที่สุด (0.55-1.02 กิโลกรัมต่อไร่) รองลงมาได้แก่ ส่วนของกิ่งก้านและใบ เหง้า และต้น โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 0.15-0.34, 0.15-0.23 และ 0.07-0.18 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ภาพที่ 16)



T1 = No soil conditioner, T2 = Gypsum 200 kg rai⁻¹, T3 = Bentonite 200 kg rai⁻¹,

T4 = Ground limestone 200 kg rai⁻¹, T5 = Dolomite 200 kg rai⁻¹, T6 = Perlite 200 kg rai⁻¹

ภาพที่ 16 ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อปริมาณการดูดใช้ของฟอสฟอรัสโดยส่วนต่างๆ ของมันสำปะหลัง ที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม



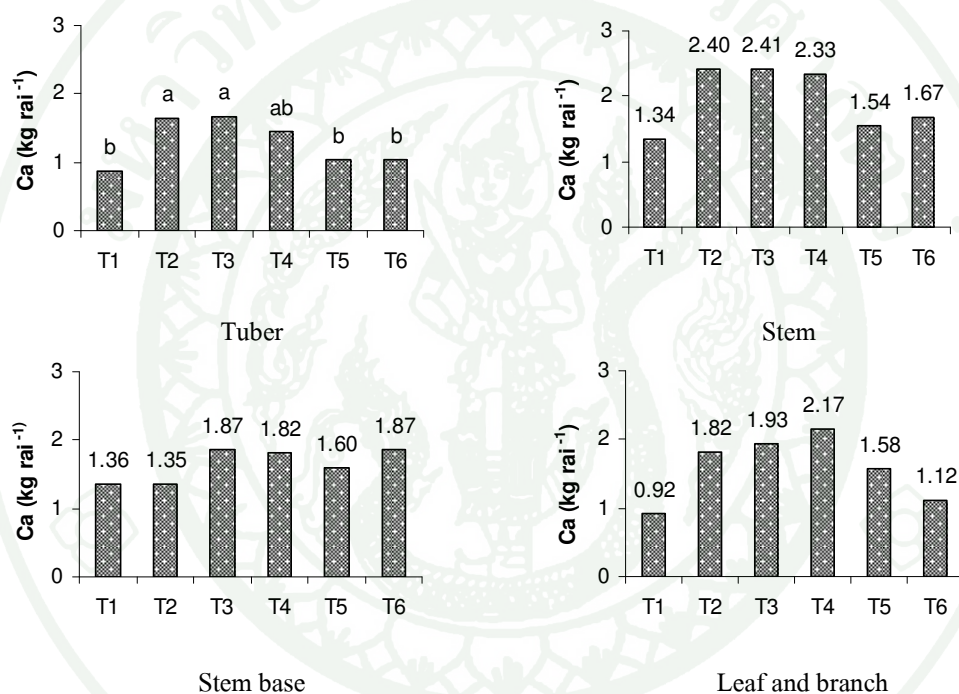
T1 = No soil conditioner, T2 = Gypsum 200 kg rai⁻¹, T3 = Bentonite 200 kg rai⁻¹,
 T4 = Ground limestone 200 kg rai⁻¹, T5 = Dolomite 200 kg rai⁻¹, T6 = Perlite 200 kg rai⁻¹
 Different letter in graph are significantly different at $P < 0.05$ according to DMRT

ภาพที่ 17 ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อปริมาณการดูดใช้ของโพแทสเซียมโดยส่วนต่างๆ ของมันสำปะหลัง
 ที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม

นอกจากนั้น หัวมันสำปะหลังจะมีปริมาณการดูดใช้โพแทสเซียมสูงที่สุดเท่ากับ 6.47-14.35 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งโพแทสเซียมเป็นธาตุที่มีบทบาทสำคัญช่วยส่งเสริมการสร้างหัวมันสำปะหลัง รวมทั้งการสะสมแป้ง (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2537) รองลงมาได้แก่ ส่วนก้านและใบเหง้า และลำต้น ซึ่งมีค่าอยู่ในพิสัย 0.67-1.61, 0.77-1.56 และ 0.66-1.67 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ (ภาพที่ 17)

4.6.2 ธาตุอาหารรอง (แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน)

ปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหารรอง พบว่า การดูดใช้แคลเซียมในส่วนหัว แมกนีเซียมในส่วนเหง้า และกำมะถันในส่วนกิ่งก้านและใบที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 18-20) โดยค่ารับที่มีการใส่เบนทอนไนต์ ยิปซัม และหินปูนบดส่งผลให้การดูดใช้ธาตุแคลเซียมในส่วนหัวไม่แตกต่างกันโดยมีค่าอยู่ในพิสัย 1.44-1.67 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าการใส่วัสดุปรับปรุงดินชนิดที่เหลือ และการไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



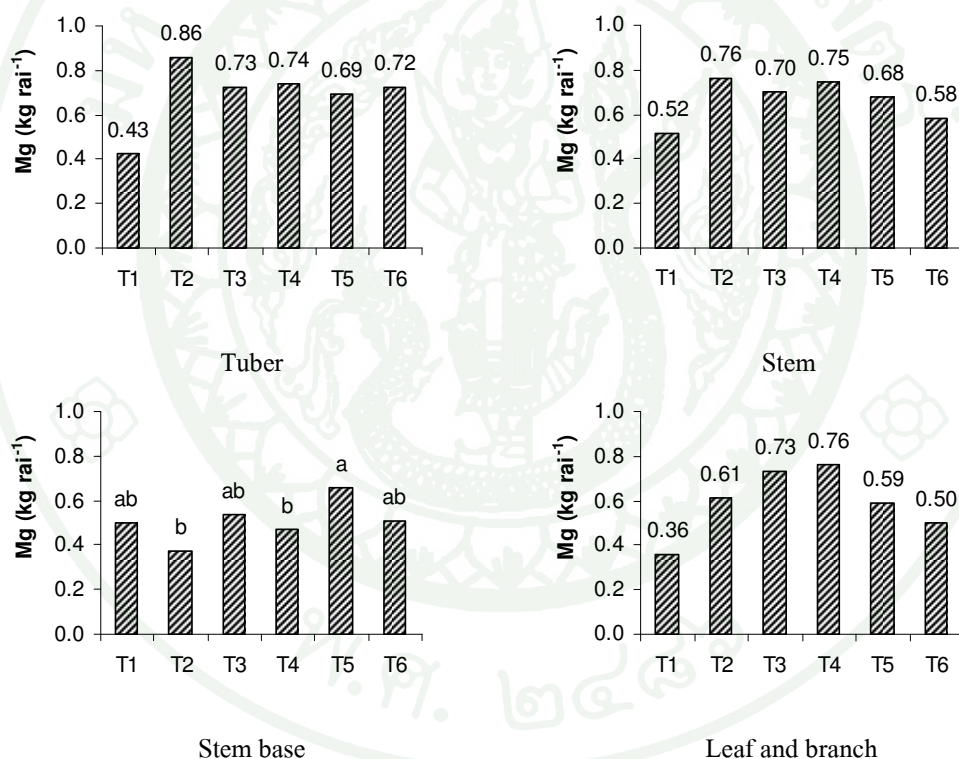
T1 = No soil conditioner, T2 = Gypsum 200 kg rai⁻¹, T3 = Bentonite 200 kg rai⁻¹,

T4 = Ground limestone 200 kg rai⁻¹, T5 = Dolomite 200 kg rai⁻¹, T6 = Perlite 200 kg rai⁻¹

Different letters in graph are significantly different at $P < 0.05$ according to DMRT

ภาพที่ 18 ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อปริมาณการดูดใช้ของแคลเซียมโดยส่วนต่างๆ ของมันสำปะหลัง ที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม

โดยในส่วนลำต้นจะมีการดูดใช้แคลเซียมสูงที่สุดอยู่ในช่วงพืช 1.34-2.41 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา ได้แก่ ส่วนของกิ่งก้านและใบ เหง้า และหัว โดยมีค่าอยู่ในพืช 0.92-2.17, 1.36-1.87 และ 0.88-1.67 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ (ภาพที่ 18) ส่วนแมกนีเซียมมีการดูดใช้ในส่วนหัวสูงที่สุด (0.43-0.83 กิโลกรัมต่อไร่) รองลงมา ได้แก่ ส่วนของลำต้นและกิ่งก้านและใบ ซึ่งมีการดูดใช้ใกล้เคียงกัน โดยอยู่ในพืช 0.52-0.76 และ 0.36-0.76 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนของเหง้า มีการดูดใช้ต่ำที่สุดคือ 0.37-0.66 กิโลกรัมต่อไร่ (ภาพที่ 19) ขณะที่ส่วนหัวมันสำปะหลังมีการดูดใช้กำมะถันเท่ากับ 0.50-1.30 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสูงกว่ากิ่งก้านและใบ (0.29-0.70 กิโลกรัมต่อไร่) ลำต้น (0.13-0.35 กิโลกรัมต่อไร่) และเหง้า (0.19-0.22 กิโลกรัมต่อไร่) ตามลำดับ (ภาพที่ 20)

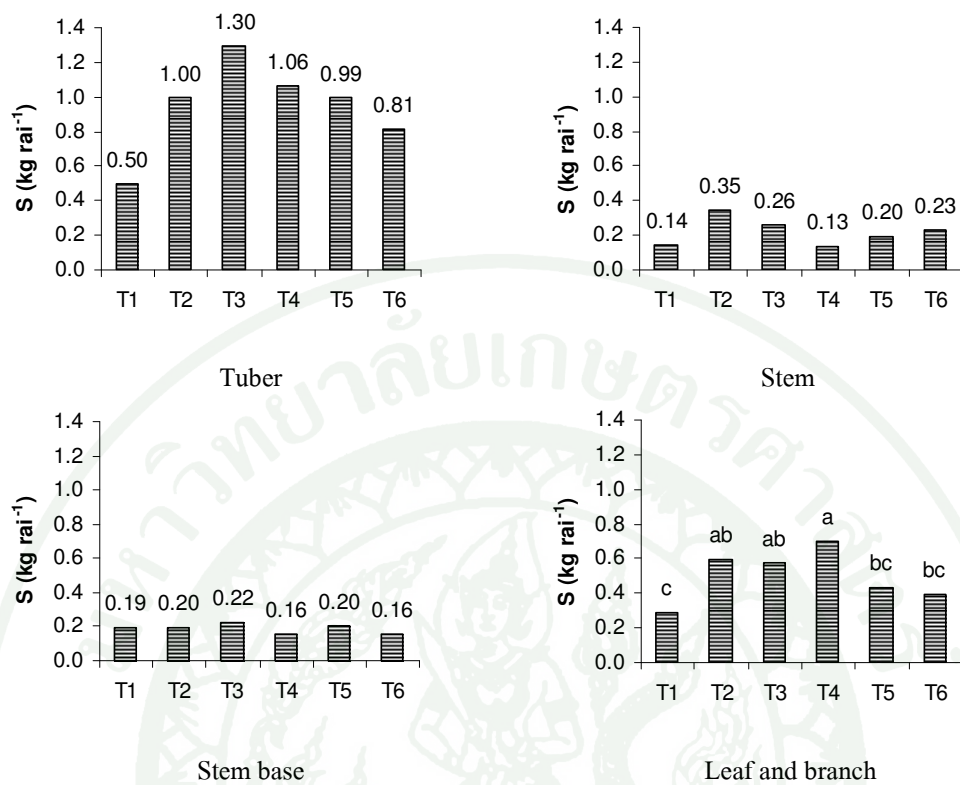


T1 = No soil conditioner, T2 = Gypsum 200 kg rai⁻¹, T3 = Bentonite 200 kg rai⁻¹,

T4 = Ground limestone 200 kg rai⁻¹, T5 = Dolomite 200 kg rai⁻¹, T6 = Perlite 200 kg rai⁻¹

Different letters in graph are significantly different at $P < 0.05$ according to DMRT

ภาพที่ 19 ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อปริมาณการดูดใช้ของแมกนีเซียมโดยส่วนต่างๆ ของมันสำปะหลัง ที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม



T1 = No soil conditioner, T2 = Gypsum 200 kg rai⁻¹, T3 = Bentonite 200 kg rai⁻¹,
 T4 = Ground limestone 200 kg rai⁻¹, T5 = Dolomite 200 kg rai⁻¹, T6 = Perlite 200 kg rai⁻¹
 Different letters in graph are significantly different at $P < 0.05$ according to DMRT

ภาพที่ 20 ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อปริมาณการดูดใช้ของกำมะถัน โดยส่วนต่างๆ ของมันสำปะหลัง
 ที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม

4.6.3 จุลธาตุอาหาร (เหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง)

ในกรณีของจุลธาตุอาหาร มันสำปะหลังมีการดูดใช้ธาตุแมงกานีสมากที่สุด โดย การใส่หินปูนบดส่งผลให้มีการดูดใช้แมงกานีสในกิ่งก้านและใบสูงที่สุดเท่ากับ 236 กรัมต่อไร่ ขณะที่การใส่ยิปซัมส่งผลให้มีการดูดใช้แมงกานีสในส่วนลำต้น และส่วนหัวมันสำปะหลังสูงที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 125 และ 51 กรัมต่อไร่ตามลำดับ และการใส่เบนทอไนต์ส่งผลให้มีการดูดใช้ แมงกานีสในส่วนเหง้า (65 กรัมต่อไร่) สูงที่สุด (ตารางที่ 13) การใส่โคโลไมต์ทำให้การดูดใช้ เหล็กในส่วนหัวสูงที่สุดเท่ากับ 101 กรัมต่อไร่ และต่ำที่สุดในส่วนลำต้นเท่ากับ 7 กรัมต่อไร่ การใส่ เพอร์ไลต์และหินปูนบดทำให้การดูดใช้เหล็กในส่วนเหง้า และกิ่งก้านและใบสูงต่ำสุดตามลำดับ โดยมีค่าเท่ากับ 82 และ 22 กรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 13) ส่วนสังกะสีมีแนวโน้มการดูดใช้ในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลังเช่นเดียวกับแมงกานีสแต่มีปริมาณการดูดใช้ที่ต่ำกว่าโดยเฉพาะใน ส่วนหัว ซึ่งการใส่วัสดุปรับปรุงไม่มีผลต่อการดูดใช้สังกะสีในส่วนหัว แต่มีผลต่อส่วนเหง้า ลำต้น และกิ่งก้านและใบ โดยมีค่าอยู่ในพิสัย (1.40-2.97, 1.53-3.37 และ 1.76-4.15 กรัมต่อไร่) ตามลำดับ การใส่ยิปซัมส่งผลให้มีการดูดใช้ทองแดงในส่วนหัวสูงที่สุดเท่ากับ 117 มิลลิกรัมต่อไร่ สอดคล้อง กับผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดที่ได้ ส่วนการใส่โคโลไมต์และการไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดินส่งผลต่อ การดูดใช้ทองแดงในส่วนหัวไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหารในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลังที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม

Treatment	Plant nutrient uptake (g rai ⁻¹)							
	Fe uptake				Mn uptake			
	Tuber	Stem base	Stem	Leaf and branch	Tuber	Stem base	Stem	Leaf and branch
T1	56	48	9b	10	26c	45	64b	99b
T2	84	47	20ab	17	51a	48	125a	169ab
T3	67	71	31a	21	46ab	65	124a	184ab
T4	80	66	29a	22	49a	57	120a	237a
T5	101	64	7b	14	30bc	39	54b	108b
T6	77	82	13b	18	28c	43	69b	131b
F-test	ns	ns	*	ns	*	ns	**	*
CV (%)	37.3	37.7	54.1	35.2	28.8	32.8	30.3	37.6
	Zn uptake				Cu uptake			
	Tuber	Stem base	Stem	Leaf and branch	Tuber	Stem base	Stem	Leaf and branch
	Tuber	Stem base	Stem	Leaf and branch	Tuber	Stem base	Stem	Leaf and branch
T1	nd	2.12	1.53	1.76	0b	50	12	20
T2	nd	1.40	3.37	4.10	117a	43	26	40
T3	nd	2.60	2.43	3.49	77ab	76	28	40
T4	nd	2.87	2.74	4.15	32b	55	28	40
T5	nd	2.97	1.89	2.77	0b	52	17	28
T6	nd	1.62	2.48	3.33	38b	25	19	36
F-test	-	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
CV (%)	-	35.3	36.9	39.2	109.4	50.9	41.2	35.7

หมายเหตุ: ns = non significant, * = statistical difference at 95% level of confidence, mean values within the same column followed by the same letter are not significantly different using DMRT.

T1 = No soil conditioner, T2 = Gypsum 200 kg rai⁻¹, T3 = Bentonite 200 kg rai⁻¹,

T4 = Ground limestone 200 kg rai⁻¹, T5 = Dolomite 200 kg rai⁻¹, T6 = Perlite 200 kg rai⁻¹

nd = Not detectable

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

ดินยโสธรในพื้นที่ทดลองจำแนกในระดับกลุ่มดินย่อยได้เป็น Typic Paleustult พบอยู่บนพื้นที่ที่มีความลาดชันร้อยละ 3 ลักษณะผิวหน้าแบบลูกคลื่นลอนลาด ดินมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายถึงร่วนเหนียวปนทราย เป็นกรดจัดมากถึงกรดรุนแรง มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และมีปัญหาการอัดแน่นในเขตรากพืช

การใส่วัสดุปรับปรุงดินได้แก่ ยิปซัม เบนทอไนต์ หินปูนบด โคโลไมต์ และเพอร์ไลต์ อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติดินบนของดินยโสธรเสื่อมโทรมไม่ชัดเจน โดยการใส่หินปูนบดมีแนวโน้มลดความเป็นกรดของดิน รวมทั้งส่งเสริมให้ดินโปร่ง ร่วนซุยและเพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร โดยเฉพาะฟอสฟอรัสได้ดีกว่าวัสดุปรับปรุงดินที่เหลือ

การใส่วัสดุปรับปรุงดินเหล่านี้ในอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถเพิ่มผลผลิตหัวมันสำปะหลัง น้ำหนักชีวมวลเหนือดิน และผลผลิตแป้งของมันสำปะหลังที่ปลูกในดินยโสธรเสื่อมโทรมได้อย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน โดยเฉพาะหินปูนบดที่ให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด และผลผลิตแป้งสูงที่สุด สอดคล้องกับปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหารในส่วนหัวมันสำปะหลังที่มีแนวโน้มสูงที่สุด รวมทั้งมีแนวโน้มแก้ไขปัญหาดินที่เสื่อมโทรมนี้ได้ดีที่สุด ขณะที่การใส่เบนทอไนต์ถึงแม้จะให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดสูงไม่แตกต่างกัน แต่กลับมีผลทำให้ร้อยละการสะสมแป้งสูงที่สุด

เมื่อพิจารณาถึงผลตอบแทนจากผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดและร้อยละการสะสมแป้งที่แตกต่างกัน การปลูกมันสำปะหลังบนดินยโสธรเสื่อมโทรม ควรใส่หินปูนบด หรือเบนทอไนต์ อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับส่วนต่างของราคาวัดวัสดุปรับปรุงดินกับผลผลิตที่ได้รับ

ความเข้มข้นของธาตุอาหารส่วนใหญ่มักสะสมในส่วนกิ่งก้านและใบ ลำต้น เหง้าและหัวมันสำปะหลัง ตามลำดับ ซึ่งมีค่าอยู่ในระดับพอเพียงยกเว้นการสะสมแมงกานีสในส่วนกิ่งก้านและใบที่มีปริมาณสูงมากจนอาจก่อให้เกิดการเป็นพิษ โดยเฉพาะการใส่หินปูนบด ขณะที่จุลธาตุอาหารบางตัว อาทิ สังกะสีและทองแดง ไม่สามารถตรวจวัดในส่วนหัวมันสำปะหลังได้

ข้อเสนอแนะ

ถึงแม้วัสดุปรับปรุงดินที่ใส่ในดินยโสธรเสื่อมโทรมช่วยเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังได้ แต่บทบาทในการเปลี่ยนแปลงสมบัติดินยังไม่ชัดเจน ดินเหล่านี้ยังคงมีปัญหาดต่อการปลูกมันสำปะหลังได้แก่ ดินเป็นกรดจัดถึงกรดรุนแรง ปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ แน่นทึบได้ง่าย ความชื้นต่ำ ทำให้มันสำปะหลังขาดน้ำได้ง่าย และจะจำกัดการแทงหัวของมันสำปะหลัง ดังนั้นอาจมีความจำเป็นที่จะต้องใส่วัสดุเหล่านี้ต่อเนื่องเพื่อศึกษาถึงผลระยะยาวที่จะมีต่อดิน อย่างไรก็ตาม ควรพิจารณาถึงพืชดินเป็นสำคัญ โดยเฉพาะการใส่วัสดุปูนทางการเกษตร เช่น หินปูนบด หรือ โดโลไมต์ การใช้ในอัตราสูง หรือ การใส่อย่างต่อเนื่องอาจทำให้พืชดินเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วส่งผลให้เกิดสภาพเกินปุ๋ยได้ โดยเฉพาะในกรณีของดินที่มีเนื้อหยาบ ดังเช่นในดินที่ทำการศึกษาในครั้งนี้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมการค้าต่างประเทศ. 2554. สถานการณ์ผลผลิตมันสำปะหลังของโลกและแนวโน้มความต้องการใช้มันสำปะหลังในอนาคต. รายงานการประชุมสัมมนามันสำปะหลังนานาชาติ (World Tapioca Conference 2011) เมื่อวันที่ 28 มิถุนายน 2554 ณ ศูนย์แสดงสินค้าและการประชุม อิมแพ็ค เมืองทองธานี, กรุงเทพฯ.

กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2547. การจัดการดินทราย. สำนักวิจัยพัฒนาการจัดการที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2550. ดินและปุ๋ยมันสำปะหลัง. เอกสารเพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยี. สำนักนิเทศและถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร. 2547. มันสำปะหลัง. เอกสารวิชาการ ลำดับที่ 7. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2555. รายงานสถานะอากาศ-นครราชสีมา. กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, กรุงเทพฯ.

กองสำรวจดิน. 2523. คู่มือจำแนกความเหมาะสมของที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ. เอกสารวิชาการ เล่มที่ 28. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จรัสศรี ตำราญ. 2545. การใช้เบนโทไนด์และเพอร์ไลต์กำจัดสีและความขุ่นในน้ำอ้อยในอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาลทราย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จรุงสิทธิ์ ลิ่มศิลา และ อัจฉรา ลิ่มศิลา. 2537. การผลิตและการตลาด. ใน ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง, ผู้รวบรวม. **มันสำปะหลัง**. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

จรุงสิทธิ์ ลิ่มศิลา และ อัจฉรา ลิ่มศิลา. 2547. ประวัติและความสำคัญ, น. 1-3. ใน เอกสาร วิชาการ **มันสำปะหลัง ลำดับที่ 7/2547**. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

จิรวรรณ พรหมมา. 2554. การตอบสนองต่อชนิดและอัตราวัสดุปรับปรุงดินของมันสำปะหลังที่ปลูกในดินเนื้อหยาบ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เจริญ เจริญจำรัสชีพ, กำชัย กาญจนธนเศรษฐ และ เมธิณ ศิริวงศ์. 2540. การจัดการดินกรดในประเทศไทย. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์. 2532. มันสำปะหลัง การปลูกอุตสาหกรรมแปรรูป และการใช้ประโยชน์. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์. 2546. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมันสำปะหลัง, น. 22-28. ใน เอกสาร ประกอบการฝึกอบรม โครงการพัฒนาศักยภาพการผลิตและการตลาดมันสำปะหลัง. ภาควิชา พืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จำลอง เจียมจันรรจา. 2547. มันสำปะหลัง, น. 81-93. ใน นพพร คล้ายพงษ์พันธุ์, บรรณาธิการ. **พืชเศรษฐกิจ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชาญ ถิรพร และ วัฒนะ วัฒนานนท์. 2536. การพัฒนาพันธุ์มันสำปะหลังของประเทศไทยในระยะ 30 ปีที่ผ่านมา. ใน สมาคมมันสำปะหลังไทย, ผู้รวบรวม. **30 ปีสมาคมการค้ามันสำปะหลังไทย**. วันที่ 28 มิถุนายน 2536 ณ ห้องราชมนเฑียร โรงแรมมณเฑียร, กรุงเทพฯ.

ชาญ ธีรพร และ โชติ สิทธิสุขย์. 2537. ดินและการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพกับมันสำปะหลัง.

ใน ศูนย์วิจัยพืชไร่, ผู้รวบรวม. มันสำปะหลัง. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ชุมพล นาควิโรจน์. 2542. การวิจัยด้านการจัดการดินและการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินกับ
มันสำปะหลัง, น. 1-28. ใน รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการ เรื่อง การจัดการดินไร่
และการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อเพิ่มผลผลิตพืชไร่. กรมวิชาการเกษตร กอง
ปฐพีวิทยา, กรุงเทพฯ.

दनัย สุภาพร. 2537. พฤกษศาสตร์และพันธุ์ของมันสำปะหลัง, น. 14-30. ใน สถาบันวิจัยพืชไร่,
ผู้รวบรวม. มันสำปะหลัง. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและ
สหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ณิชาภักดิ์ บรรพสุวรรณ. 2553. ผลของหินฝุ่นต่อผลผลิต ลักษณะทางกายภาพ เคมี และการเสื่อม
ทางสรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของหัวมันสำปะหลัง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.

ชนากร พันธนิยะ. 2552. ยา-สารเคมีที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. แหล่งที่มา:
http://www.nicaonline.com/articles7/site/view_article.asp?idarticle=100, 15 มิถุนายน
2553.

นิคม จิงอยู่สุข. 2538. ประโยชน์ของหินภูเขาไฟเนื้อแก้ว-เพอร์ไลต์ในงานอุตสาหกรรม. กอง
ธรณีวิทยา, กรมทรัพยากรธรณี, กรุงเทพฯ.

นริศรา สุขสวัสดิ์. 2554. ผลของการไถพรวนและวัสดุปรับปรุงดินต่อการแก้ไขปัญหาดินที่มีชั้น
ดาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นิภัทร์ ถนอมมัลย์. 2554. การใช้เพอร์ไลต์ มูลไก่เกลบ และปุ๋ยสังกะสีให้ทางใบเพื่อเพิ่มผลผลิต
มันสำปะหลังที่ปลูกในดินยโสธร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ.

ประกาศ ช่างเหล็ก, วิจารณ์ วิชชุกิจ, เอ็ง สโรบล, ปิยะ กิตติภาดากุล, สุเมศ ทับเงิน, นพสุล สมุทรทอง, รุ่งโรจน์ จิตริวรรณ และ สุรัชย์ เนื่องสิทธิ์. 2547. ผลของยิปซัม ปุ๋ยมูลไก่ และปุ๋ยเคมี ที่มีต่อผลผลิตหัวสดและปริมาณแป้งของมันสำปะหลังที่ปลูกในดินชุดวาริน และมาบบอน, น. 308-320. ใน รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42: สาขาพืช. 3-6 กุมภาพันธ์ 2547. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ประกาศ ช่างเหล็ก, วิจารณ์ วิชชุกิจ, เอ็ง สโรบล, เจริญศักดิ์ โรจน์ฤทธิ์พิเชษฐ์, สุเมศ ทับเงิน และสุรัชย์ เนื่องสิทธิ์. 2549. ผลของยิปซัม ปุ๋ยมูลไก่ และปุ๋ยเคมี (ปีที่ 2) ที่มีต่อผลผลิตหัวสดและปริมาณแป้งของมันสำปะหลังพันธุ์ที่ปลูกในชุดดินวาริน และมาบบอน, น. 126-135. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44: สาขาพืช. 30 มกราคม-2 กุมภาพันธ์ 2549. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ประกาศ ช่างเหล็ก, วิจารณ์ วิชชุกิจ, เอ็ง สโรบล, สุเมศ ทับเงิน, สุดประสงค์ สุวรรณเลิศ, และ ปรีชา เพชรประไพ. 2550. ผลของยิปซัม ปุ๋ยมูลไก่ และปุ๋ยเคมี ที่มีต่อผลผลิตหัวสดและปริมาณแป้งของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 และพันธุ์ห้วยบง 60 ที่ปลูกในช่วงปลายฤดูฝน, น. 546-554. ใน เรื่องเติมการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45: สาขาพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

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

ปิยะ ดวงพัตรา. 2553. สารปรับปรุงดิน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พิชัย สราญรมย์. 2528. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับมันสำปะหลัง สำหรับการศึกษาระดับปริญญา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ.

พิทักษ์ บุญพจนสุนทร. 2536. การพัฒนาแป้งมันสำปะหลังในรอบ 30 ปี, น. 36-43. ใน สมาคม
การค้ามันสำปะหลังไทย, ผู้รวบรวม. 30 ปี สมาคมการค้ามันสำปะหลังไทย. วันที่ 28
มิถุนายน 2536 ณ. ห้องราชมนเฑียร โรงแรมมณเฑียร, กรุงเทพฯ.

ไพบุลย์ ประพตธรรม. 2528. **เคมีของดิน**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

มุกดา สุขสวัสดิ์. 2544. **ความอุดมสมบูรณ์ของดิน**. คณะพืชศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
วิทยาเขตพิษณุโลก, พิษณุโลก.

ภาควิชาพืชไร่. 2542. **ดินและปุ๋ยมันสำปะหลัง**. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ ฉบับที่ 2.
คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย. 2552. **รายงานคณะกรรมการผลิตและ
การค้ามันสำปะหลัง ปี 2553/2554**. แหล่งที่มา: <http://www.tapiocathai.org/L1.html>, 28
สิงหาคม 2555.

มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย. 2555. **พันธุ์มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80**.
แหล่งที่มา: <http://www.tapiocathai.org/K1.html>, 18 สิงหาคม 2555.

ขยuth โอสดสภา. 2543. **ธาตุอาหารพืช**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิโรจน์ อัมพิทักษ์. 2531. **การจัดการดิน**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

รัชนิวรรณ ราชูละ. 2547. **รายละเอียดความผันแปรของความชื้นในดินบริเวณไร่มันสำปะหลัง
อำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ.

เรณู ขำเลิศ และ อัจฉรย์ สุขธำรง. 2551. **เศรษฐกิจพอเพียงของผู้ปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดนครราชสีมา จากการใช้หินปูนทดแทนปุ๋ยเคมี**. แหล่งที่มา:

<http://www.clinictech.most.go.th>, วันที่ 8 กันยายน 2555.

สถาบันวิจัยพืชไร่. 2537. **เอกสารวิชาการมันสำปะหลัง**. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สถาบันวิจัยพืชไร่. 2552. **คู่มือการป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้งมันสำปะหลัง**. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สมพงษ์ กาทอง และ อนุชิต ทองกล้า. 2547. การปลูกและการดูแลรักษา, น. 15-17. ใน **เอกสารวิชาการ มันสำปะหลัง ลำดับที่ 7/2547**. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สมาคมโรงงานผู้ผลิตมันสำปะหลัง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. 2555. **ผลการสำรวจมันสำปะหลัง**. แหล่งที่มา: <http://www.nettathai.org/index.php/2012-01-18>, 5 กันยายน 2555.

สัณฤทธิ์ ธิยาพันธ์. 2553. **การแก้ไขปัญหาห้ชันดานไถพรวนเพื่อการปลูกมันสำปะหลัง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานคณะกรรมการกำกับและซื้อขายสินค้าเกษตรล่วงหน้า. 2554. **รายงานผลการศึกษาค้นคว้าเกษตรประเภทมันสำปะหลัง**. ตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. **สถานการณ์ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร**. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. **สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2554**. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

- สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน. 2548. ลักษณะและสมบัติของชุดดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ.
- สิริมาน บัวแดง. 2543. การปฏิบัติอนุรักษ์ดินสำหรับปลูกมันสำปะหลังโดยเสียค่าใช้จ่ายน้อยบนชุดดินมาบบอน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- โสภณ ลินธุประมา. 2526. ประวัติ ความสำคัญ และดินฟ้าอากาศที่เหมาะสมในมันสำปะหลัง. เอกสารเล่มที่ 7. งานประมวลและสถิติ กองแผนงานและวิชาการ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สุวพันธ์ รัตนรัตน์. 2542. งานวิจัยปัญหาพิเศษทางดิน-ปุ๋ย พืชไร่ ปี 2515-2525. สรุปงานวิจัย ดิน-ปุ๋ยพืชไร่ ครั้งที่ 1. กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชไร่ กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- อรรณพ พุทธโส. 2546. อิทธิพลของวัสดุดินเหนียว วัสดุปรับปรุงดิน และปุ๋ยหมักต่อการปรับปรุงดินทรายเสื่อมโทรม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- อรุณี วงษ์กอบรัชฎ์. 2547. โรค แมลง และศัตรูของมันสำปะหลัง, น. 58-64. ใน เอกสารวิชาการมันสำปะหลัง ลำดับที่ 7/2547. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- อัญชลี สุทธิประการ. 2553. แร่ในอนุภาคขนาดดินเหนียวของดินเขตร้อน. พิมพ์ครั้งที่ 1. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อำนาจ สุวรรณฤทธิ์. 2553. ปุ๋ยกับการเกษตรและสิ่งแวดล้อม. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อุดมศักดิ์ เลิศสุชาตวนิช. 2555. โรคและแมลงศัตรูของมันสำปะหลัง. พิมพ์ครั้งที่ 1. ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เอกพงศ์ มุสิกะเจริญ. 2551. การใช้หินฝุ่นเพื่อเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง. แหล่งที่มา:

<http://www.clinictech.most.go.th>, 15 มิถุนายน 2555.

เอิบ เขียวรัตน์. 2548. การสำรวจดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Ahmad, N., F.U. Hassan and R.K. Belford. 2009. Effect of soil compaction in the sub-humid cropping environment in Pakistan on uptake of NPK and grain yield in wheat (*Triticum aestivum*): 2. Alleviation. **Field Crops Res.** 110: 54-60.

Akande, M.O., E.A. Makinde, L.B. Taiwol and J.A. Adediran. 2010. Effects of Terralyt-Plus® on soil pH, nutrient uptake and dry matter yield of maize. **African J. Plant Sci.** 4: 32-37.

Anusontpornperm, S., W. Supattanakul and P. Kawilaves. 1996. Effects of vetiver grass and leucaena on soil erosion No soil conditioner in sugarcane, maize and cassava crop practices. **Proc. 1st Int. Con. Vetiver: A Miracle Grass**, 4-8 February 1996, Chiangrai, Thailand. Office of the Royal Development Project Board, Bangkok, Thailand.

Anusontpornperm, S., S. Nortcliff and I. Kheoruenromne. 2005. Hardpan formation of some coarse-textured upland soils in Thailand. **Paper Presented at Management of Tropical Sandy Soils from Sustainable Agriculture**, November 27-December 2005, Khon Kaen, Thailand.

Astier, M., J.M. Maass, J.D. Etchevers-Barra, J.J. Pena and F. de Leon. Gonzalez. 2006. Short term green manure and tillage management effects on maize yield and soil quality in an Andisol. **Soil Tillage Res.** 88: 153-159.

- Bardsley, C.E. and J.D. Lancaster. 1965. Sulfur, pp. 1102-1116. In C.A. Black, ed. **Methods of Soil Analysis, Part 2: Chemical and Microbiological Properties**. Agron. No.9 Amer. Soc. Agron., Inc., Madison, Wisconsin. USA.
- Bateman, J.C. and D.S. Chanasyk. 2001. Effects of deep ripping and organic matter amendments on Ap horizons of soil reconstructed after coal strip-mining. **Can. J. Soil Sci.** 8: 113-120.
- Blake, G.R. and K.H. Hartge. 1986. Bulk density, pp. 363-382. In A. Klute, ed. **Methods of Soil Analysis, Part 1: Physical and Mineralogical Methods**. 2nd ed. Amer. Soc. of Agron. Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Brady, N.C. and R.R. Weil. 2008. **The Nature and Properties of Soils**. 14th ed. Prentice Hall, New Jersey.
- Bray, R.A. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soil. **Soil Sci.** 59: 39-45.
- Bremner, J.M. 1996. Nitrogen-Total, pp. 1085-1122. In D.L. Sparks, A.L. Page, P.A. Helmke, R.H. Loeppert, P.N. Soltanpour, M.A. Tabatabai, C.T. Johnston and M.E. Sumner, eds. **Methods of Soil Analysis, Part 3: Chemical Methods**. Soil Science Society of America Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Buol, S.W., R.J. Southard, R.C. Graham and P.A. McDaniel. 2003. **Soil Genesis and Classification**. The Iowa State Univ. Press., Amer. Iowa.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1996. **Cassava Program Annual Report 1995**. CIAT, Cali, Colombia.

- Chapman, H.D. 1965. Cation exchange capacity, pp. 891-901. *In* C.A. Black, ed. **Methods of Soil Analysis, Part 2: Chemical and Microbiological Properties**. Agron. No. 9. Amer. Soc. of Agron. Inc., Madison, Wisconsin.
- Clark, R. and L. Humphreys. 1996. Impact of compaction for reducing recharge from rice. **Farmers' Newsl. Berrigan NSW Aust.** 149: 20-23.
- Cock, J.H. 1985. **Cassava New Potential for a Neglected Crop**. Westview Press, Inc., Boulder, London.
- Day, D.R. 1965. Particle fraction and particle size analysis, pp. 546-566. *In* C.A. Black, ed. **Methods of Soil Analysis, Part 1: Physical and Mineralogical Methods**. Agronomy No. 9. Amer. Soc. of Agron. Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Duangpatra, P. 1988. Soil and climatic characterization of major cassava growing areas in Thailand, pp. 157-184. *In* R.H. Howeler and K. Kawano, eds. **Cassava Breeding and Agronomy Research in Asia**. Proceeding of a Workshop held in Thailand, 26-28 October 1987, Bangkok, Thailand.
- Fageria, N.K., V.C. Baligar and A.J. Charles. 1997. **Growth and Mineral Nutrition of Field Crops**. 2nd ed. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Favaretto, N., L.D. Norton, B.C. Joern and S.M. Brouder. 2006. Gypsum amendment and exchangeable calcium and magnesium affecting phosphorus and nitrogen in runoff. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 70: 1788-1796
- Glendinning, J.S. 2000. Soil acidity, alkalinity and salinity, pp. 15-17. *In*: **Australian Soil Fertility Manual**. CSIRO publishing, Collingwood.

Havlin, J.L., J.D. Beaton, S.L. Tisdale and W.L. Nelson. 2005. **Soil Fertility and Fertilizers: an Introduction to Nutrient Management**. Prentice-Hall, Inc. NJ.

Howeler, R.H. 1981. **Mineral Nutrition and Fertilization of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz)**. Centro Internacional Agric. Tropical (CIAT) 09 EC-4.

Howeler, R.H. 1985. Potassium nutrition of cassava, pp. 819-841. In R.D. Munson, ed. **Potassium in Agriculture**. Am. Soc. Agron. Madison, Wisconsin.

Howeler, R.H. 1995. Agronomy research in the Asian cassava network-towards better production without soil degradation, pp. 368-401. In R.H. Howeler, ed. **Cassava Breeding, Agronomy Research and Technology Transfer in Asia**. Proc. 4th Regional Workshop, Nov 26, 1993, held in Trivandrum, India.

Jackson, M.L. 1965. **Soil Chemical Analysis-Advanced Course**. Department of Soils, University of Wisconsin, USA.

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

Johnson, C.M. and A. Ulrich. 1959. Analytical methods for use in plant analysis. **Calif. Agri. Exp. Stat. Bull.** 767: 25-78.

Jorajuria, D. and L. Draghi. 2000. Sobrecompactacion del suelo agricola. Parte 1: influencia diferencial del peso y del numero de pasadas. **Revista Brasileira de Engenharia Agricola Ambiental** 4: 445-452.

Kawano K. 1980. **Cassava in Hybridization of Crop Plants**. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, New York.

- Kilmer, V.J. and L.T. Alexander. 1949. Method of making mechanical analysis of soils. **Soil Sci.** 68: 15-24.
- Klute, A. 1965. Laboratory measurement of hydraulic conductivity of saturated soils, pp. 210-220. *In* C. A. Black, ed. **Methods of Soil Analysis, Part 1: Physical Method.** Agronomy, No. 9. Amer. Soc. Agron. Inc., Madison, Wisconsin.
- Kononova, M.M. 1966. **Soil Organic Matter.** Permonon Press, New York.
- Lancaster, P.A., J.S. Ingram, M.Y. Lim and D.G. Coursey. 1982. Traditional cassava based foods: survey of processing techniques. **Econ. Bot.** 36: 12-45.
- Land Classification Division and FAO Project Staff. 1973. **Soil Interpretation Handbook of Thailand.** Department of Land Development, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok.
- Loneragan, J.K., T.S. Grove, A.D. Robson and K. Snowball. 1979. Phosphorus toxicity as a factor in zinc-phosphorus interaction in plants. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 43: 966-972.
- Mengel, K., E.A. Kirkby, H. Kosegarten and T. Appel. 2001. **Principles of Plant Nutrition.** Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.
- Mitsuchi M., P. Wichaidit. and S. Jeungnijirund. 1986. **Outline of Soils of the Northeast Plateau, Thailand. Their Characteristics and Constraints.** ADR, Khon-Kean, Thailand.
- Moffat, A.J. and R.C. Boswell. 1996. The effectiveness of cultivation using the winged tine on restored sand and gravel workings. **Soil Till. Res.** 40: 111-124.

- Moreira1, C.S., J.C. Casagrande, L.R.F. Alleoni, O.A. Camargo and R.S. Berton. 2008. Nickel adsorption in two Oxisols and an Alfisol as affected by pH, nature of the electrolyte, and ionic strength of soil solution. **J. Soils Sed.** 8: 442-451
- Munkholm, L.J., J.E. Olesen and P. Schjonning. 2005. **Subsoil Loosening Eliminated Plough Pan But Had Variable Effect on Crop Yield.** Danish Institute of Agricultural Sciences, Department of Agroecology, P.O. Box 50, DK-8830 Tjele, Denmark.
- Murphy, J. and J.P. Riley. 1992. A modified Single Solution Method for Determination of Phosphate in Natural Waters. **Anal. Chim. Acta** 27:31-36.
- Nakviroj, C., K. Paisancharoen, O. Boonseng, C. Wongwiwatchai and S. Roongruang. 2002. Cassava long-term fertility experiments in Thailand, pp. 212-223. *In* R.H. Howeler, ed. **Cassava Research and Development in Asia: Exploring New Opportunities for an Ancient Crop.** Love and Lip Press Co. Ltd., Bangkok.
- National Soil Survey Center. 1996. **Soil Survey Laboratory Methods Manual.** Soil Survey Investigations Report No. 42, Version 3.0. Natural Conservation Service, USDA.
- Nelson, D.W. and L.E. Sommers. 1996. Total carbon, organic carbon and organic matter, pp. 961-1010. *In* D.L. Sparks, A.L. Page, P.A. Helmke, R.H. Loeppert, P.N. Soltanpour, M.A. Tabatabai, C.T. Johnston and M.E. Sumner, eds. **Methods of Soil Analysis, Part 3: Chemical Methods.** Amer. Soc. of Agron., Madison, Wisconsin, USA.
- Norton, L.D. and X.C. Zhang. 1998. Liming to improve chemical and physical properties of soil. pp. 309-331. *In* A. Wallace and R.E. Terry, eds. **Handbook of Soil Conditions: Substances that Enhance the Physical Properties of Soil.** Marcel Dekker, New York.
- Odom, I.E. 1984. Smectite clay minerals: properties and uses. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London** 311: 391-409.

- Oka, M., J. Limsila, S. Sarakarn, S. Sinthuprama and C. Tiratporn. 1987. **Ecophysiology Studies on Cassava in Thailand**. Tropical Agriculture Research Center, Ministry of Agriculture Forestry and Fisheries. Japan and Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Co-operatives, Thailand.
- Okamoto, M. and K. Okada. 2007. Available organic nitrogen in temperate, subtropical, and tropical soils extracted with different solutions. **Biol. Fert. Soils** 44: 533-537.
- Pratt, P.E. 1965. Potassium, pp. 1023-1031. In C.A. Black, ed. **Methods of Soil Analysis, Part 2: Chemical and Microbiological Properties**. Agron. No. 9. Amer. Soc. of Agron. Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Sanchez, P.A. 1976. **Properties and Management of Soils in the Tropics**. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Shainberg, I., M.E. Summer, W.P. Miller, M.P.W. Farina, M.A. Pavan and M.V. Fey. 1989. Use of gypsum on soils: A review, pp. 2-111. In B.A. Stewart, ed. **Advances in Soil Science**. Springer-Verlag, New York.
- Sittibusaya, C., C. Narkaviroj and D. Tunrapirom. 1987. Accomplishments and present status of cassava soil research in Thailand. **Paper presented at The Workshop on Cassava Breeding and Agronomy Research in Asia and Future Network Cooperation**. 26-36 October 1987, Rayong, Thailand.
- Soil Survey Division Staff. 1993. **Soil Survey Manual**. US. Dep. of Agr. Handbook No. 18, U.S. Government Printing Office, Washington D.C.
- Soil Survey Staff. 2010. **Keys to Soil Taxonomy**. 11th ed. Natural Resources Conservation Service, USDA, Washington, D.C.

- Thomas, G.W. 1996. Soil pH and soil acidity, pp. 475-490. *In* D.L. Spark and A.L. Page, eds. **Methods of Soil Analysis, Part 3: Chemical Methods**. Soil Science Society of America Book Series No.5. Soil Science Society of America and American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- Thomson, L.M. and F.R. Troeh. 1978. **Soil and Soil Fertility**. 4th ed. McGraw-Hill Inc., New York
- Tisdale, S.L., W.L. Nelson, J.D. Beaton and J.L. Havlin. 1993. **Soil Fertility and Fertilizers**. 5th ed. MacMillan Publishing Company, New York.
- Tongglum, A., P. Suriyapan and R.H. Howeler. 2000. Cassava agronomy research and adoption of improved practices in Thailand-major achievement during the past 35 years, pp. 228-258. *In* R.H. Howeler, ed. **Cassava's Pontential in Asia in the 21st Century: Present Situation and Future Research and Development Needs**. Proceedings of 6th Regional Workshop. Feb 21-25, 2000, Ho Chi Minh City, Vietnam.
- Van Bladel, R. and A. Moreale. 1974. Adsorption of funuron and monuron (substituted ureas) by two montmorillonite clay. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.** 38: 244-249.
- Viator, R.P., J.L. Kovar and W.B. Hallmark. 2002. Gypsum and compost effects on sugarcane root growth, yield, and plant nutrients. **Agron. J.** 94: 1332-1336.
- Violante, A. and L. Gianfreda. 1995. Adsorption of phosphate on variable charge minerals: Competitive effects of organic ligands, pp. 27-36. *In* P.M. Huang, J. Berthelin, J.M. Bollag, W.B. McGill and A.L. Page, eds. **Environmental Impact of Soil Component Interaction**. CRC Lewis Publisher, Boca Raton, FL.
- Virgo, K.J. and D.A. Holmes. 1977. Soil and landform features of mountainous terrain in South Thailand. **Geoderma** 18: 207-225.

Von Uexkull, H.R. 1986. **Efficient Fertilizer Use in Acid Upland Soils of the Humid Tropics**.
FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin No. 10, Singapore.

Walkley, A. and C.A. Black. 1934. An examination of degtjareff method for determining soil organic matter: a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Sci.** 37: 29-35.

Wargiono, J., B. Guritno and K. Rendroatmodjo. 1992. Recent progress in cassava agronomy research in Indonesia, pp.185-198. *In* R.H. Howeler, ed. **Cassava Breeding, Agronomy and Utilization Research in Asia**. Proc. 3rd Regional Workshop, Oct 22-27, 1990, Malang, Indonesia.

World Trade Organization. 2003. **Basic Facts about Perlite**. Perlite Information. Perlite Institute Inc. Available Source: <http://www.perlite.org/perlite.htm>, July 25, 2003.

Zhang, G., G.M. Zeng, Y.M. Jiang, C.Y. Du, G.H. Huang, J.M. Yao, M. Zeng, X.L. Zhang and W. Tan. 2006. Seasonal dry deposition and canopy leaching of base cations in a subtropical evergreen mixed forest, China. **Silva Fennica** 40: 417-428.

Zielke, R.C., T.J. Pinnavaia and M.M. Mortland. 1989. Adsorption and reactions of selected organic molecules on clay mineral surfaces, pp. 81-97. *In*: B.L. Sawhney and K. Brown, eds. **Reactions and Movement of Organic Chemicals in Soils**. SSSA Spec. Publ. 22. SSSA and ASA, Madison, WI.



Soil profile description

I. Information on the site

Profile symbol	: Pedon 1
Classification	: Typic Paleustult
Date of examination	: November 30, 2011
Described by	: Somchai Anusontpornperm, Suphicha Thanachit, Theerapol Plengsuntia, Boworn Buakhao, Pimprapa Sinkumkoon, Wanrapee Suwanprapa, Yuttakarn Kaewkamthong, Suwiphaphorn Jedrum
Location	: Approximately 100 m East of Sikhio-Dan Khun Thot, Ban Kut Muang, Tambon Takien, Amphoe Dan Khun Thot, Changwat Nakorn Ratchasima
Elevation	: 245 m (MSL)
Map sheet number	: Coordination : 47 P 793791E, 1676013N
Landform	
1. Physiographic position	: Crystal slope of low hill
2. Surrounding land form	: Undulating
3. Slope on which profile site	: 3% Aspect : 300 Azimuth
Land use	: Cassava field experiment
Annual rainfall	: Approximately 1,200 mm year ⁻¹
Mean temperature	: Approximately 27°C
Climate	: Tropical savanna
Others	: Agriculture and settlement

II. General information on the soil

Parent material	: Residuum derived from weathered red sandstone
Drainage	: Well-drained
Permeability	: Rapid
Runoff	: Moderate
Depth of ground water	: Deeper than 2 m at the time of sampling

III. Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0-18	Yellowish red (5YR 4/6); loamy sand; moderate fine and medium subangular blocky structure; soft dry, very friable moist, non sticky and non plastic; many very fine vesicular pores; common very fine, fine and medium roots; very strongly acid (field pH 5.0); clear and smooth boundary to Bt1
Bt1	18-37	Red (2.5YR 4/6); loamy sand; moderate fine and medium semi-angular blocky structure; hard dry, very friable moist, non sticky and non plastic; few faint clay bridges between sand grains; few very fine and fine vesicular pores; few very fine roots; very strongly acid (field pH 5.0); gradual, smooth boundary to Bt2
Bt2	37-58	Red (2.5YR 3/6); loamy sand; strong fine and medium semi-angular blocky structure; hard dry, very friable moist, non sticky and non plastic; few faint clay coating on faces of peds and clay bridges between sand grains; common very fine vesicular pores; few very fine roots; very strongly acid (field pH 4.5); gradual, smooth boundary to Bt3
Bt3	58-80	Red (2.5YR 3/6); loamy sand; moderate fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, very friable moist, non sticky and non plastic; few faint clay coating on faces of peds and clay bridges between sand grains; common very fine vesicular pores; few very fine roots; strongly acid (field pH 5.5); gradual, smooth boundary to Bt4
Bt4	80-103	Red (2.5YR 3/4); loamy sand; moderate fine and medium subangular blocky structure; slightly hard dry, very friable moist, non sticky and non plastic; few faint clay coating on faces of peds and clay bridges between sand grains; common very fine vesicular pores; very few very fine roots; very strongly acid (field pH 4.5); gradual, smooth boundary to Bt5
Bt5	103-127	Red (2.5YR 3/4); loamy sand; moderate fine subangular blocky structure; slightly hard dry, very friable moist, slightly sticky and slightly plastic; few faint clay coating on faces of peds and clay bridges between sand grains; common very fine and few fine vesicular pores; very few very fine roots; very strongly acid (field pH 5.0); diffuse, smooth boundary to Bt6
Bt6	127-152	Red (2.5YR 3/6); sandy loam; moderate fine subangular blocky structure; slightly hard dry, very friable moist, non sticky and non plastic; common distinct clay coating on faces of peds and clay bridges between sand grains; many very fine vesicular pores; very few very fine roots; very strongly acid (field pH 5.0); diffuse, smooth boundary to Bt7

Bt7	152-180	Red (2.5YR 3/6); sandy loam; moderate fine subangular blocky structure; slightly hard dry, very friable moist, non sticky and non plastic; common distinct clay coating on faces of peds and clay bridges between sand grains; many very fine vesicular pores; very few very fine roots; very strongly acid (field pH 5.0); diffuse, smooth boundary to Bt8
Bt8	180-200+	Red (2.5YR 3/6); sandy loam; moderate fine subangular blocky structure; slightly hard dry, very friable moist, non sticky and non plastic; common distinct clay coating on faces of peds and clay bridges between sand grains; many very fine vesicular pores; very few very fine roots; very strongly acid (field pH 5.0).

ตารางผนวกที่ 1 สมบัติทางฟิสิกส์ของดินยโสธรที่เป็นดินตัวแทนพื้นที่ทดลอง

Depth (cm)	Horizon	Bulk density (Mg m ⁻³)	Ksat (cm hr ⁻¹)	Particle size distribution (-----g kg ⁻¹ -----)			Texture
				Sand	Silt	Clay	
0-18	Ap	1.69	1.79	781	77	142	sandy loam
18-37	Bt1	1.76	0.63	717	97	186	sandy loam
37-58	Bt2	1.65	1.56	734	84	182	sandy loam
58-80	Bt3	1.63	2.88	741	59	200	sandy clay loam
80-103	Bt4	1.64	1.76	706	102	192	sandy loam
103-127	Bt5	1.52	4.56	699	93	208	sandy clay loam
127-152	Bt6	1.73	1.87	704	82	214	sandy clay loam
152-180	Bt7	1.68	1.52	693	89	218	sandy clay loam
180-200+	Bt8	1.62	1.47	682	100	218	sandy clay loam

ตารางผนวกที่ 2 สมบัติทางเคมีของดินยโธรเลื่อมโทรมที่ใช้ในการศึกษา

Depth (cm)	Horizon	Soil pH 1:1		OM	Total N (--g kg ⁻¹ --)	Available P K (-mg kg ⁻¹ -)		Extractable Ca Mg Na K (-----cmol _c kg ⁻¹ -----)				Sum bases acidity	Extr. by sum	CEC NH ₄ OAc		BS (%)
		H ₂ O	KCl													
0-18	Ap	4.6	3.6	4.29	0.30	3.50	24.1	0.56	0.13	0.48	0.06	1.22	7.6	8.8	3.0	13.8
18-37	Bt1	4.9	3.2	3.60	0.29	2.32	18.3	0.92	0.20	0.19	0.05	1.36	7.6	9.0	3.5	15.2
37-58	Bt2	4.7	3.3	3.43	0.23	2.01	10.1	0.73	0.10	0.97	0.03	1.83	10.2	12.0	3.5	15.2
58-80	Bt3	4.8	3.4	3.60	0.22	1.24	10.4	0.67	0.07	0.68	0.03	1.46	9.2	10.7	3.5	13.7
80-103	Bt4	4.8	3.4	3.43	0.25	1.33	9.0	0.50	0.04	0.11	0.02	0.68	9.4	10.1	3.5	6.7
103-127	Bt5	4.5	3.1	2.75	0.23	1.06	12.5	0.39	0.04	0.58	0.03	1.04	8.0	9.0	3.3	11.5
127-152	Bt6	4.4	3.1	1.72	0.22	0.97	11.7	0.31	0.04	0.17	0.03	0.54	9.8	10.3	3.0	5.2
152-180	Bt7	4.4	3.9	1.72	0.27	0.88	13.7	0.27	0.05	0.17	0.04	0.53	9.2	9.7	3.0	5.4
180-200+	Bt8	4.3	3.7	1.72	0.20	0.80	21.0	0.28	0.07	0.13	0.05	0.53	10.8	11.3	3.5	4.7

ตารางผนวกที่ 3 ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อสมบัติดินบน (0-18/20 เซนติเมตร) ของดินยโสธร
เสื่อมโทรม

Treatment	pH	OM	Total	Available					CEC
	1:1		N	P	K	Ca	Mg	Na	(NH ₄ OAc)
	H ₂ O	(--g kg ⁻¹ --)	(-----mg kg ⁻¹ -----)						(cmol _c kg ⁻¹)
T1	5.1a	4.80	0.21	11.8	28.2	77.4	25.6a	56.9	3.0
T2	4.4b	4.46	0.14	14.8	26.1	47.6	9.8b	78.1	3.2
T3	4.8ab	4.29	0.21	12.5	23.2	39.1	12.0b	73.6	3.3
T4	4.7ab	3.86	0.16	12.5	28.9	64.5	11.9b	61.2	3.3
T5	5.1a	4.29	0.14	14.7	23.2	101.2	26.7a	61.7	3.4
T6	4.8ab	4.03	0.16	10.5	25.5	52.1	16.6ab	72.7	3.7
F-test	*	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns
CV (%)	5.9	12.8	38.0	18.4	33.1	60.3	45.5	49.1	19.0

หมายเหตุ: ns = non significant, * = statistical difference at 95% level of confidence, mean values within the same column followed by the same letter are not significantly different using DMRT.

T1 = No soil conditioner, T2 = Gypsum 200 kg rai⁻¹, T3 = Bentonite 200 kg rai⁻¹,

T4 = Ground limestone 200 kg rai⁻¹, T5 = Dolomite 200 kg rai⁻¹,

T6 = Perlite 200 kg rai⁻¹

ตารางผนวกที่ 4 ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่างชนิดต่อการให้ผลผลิตและชีวมวลของมันสำปะหลังที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม

Treatment	Fresh tuber yield (tonne rai ⁻¹)	Starch (%)	Starch yield (----- tonne rai ⁻¹ -----)	Stem weight	Leaf and branch weight	Stem base weight	Above ground biomass
T1	1.97b	26.4b	0.57b	0.33	0.18c	0.40	0.91
T2	3.66a	28.2a	1.03a	0.63	0.38ab	0.35	1.36
T3	3.71a	28.9a	1.07a	0.61	0.41ab	0.46	1.48
T4	3.92a	28.0a	1.20a	0.60	0.44a	0.52	1.56
T5	3.25ab	27.4ab	0.89ab	0.51	0.26bc	0.48	1.16
T6	3.08ab	26.9ab	0.83ab	0.48	0.24bc	0.46	1.18
F-test	*	*	*	ns	*	ns	ns
CV (%)	25.19	25.47	25.47	32.33	35.1	20.93	34.4

หมายเหตุ: ns = non significant, * = statistical difference at 95% level of confidence, mean values within the same column followed by the same letter are not significantly different using DMRT.

T1 = No soil conditioner, T2 = Gypsum 200 kg rai⁻¹, T3 = Bentonite 200 kg rai⁻¹,

T4 = Ground limestone 200 kg rai⁻¹, T5 = Dolomite 200 kg rai⁻¹,

T6 = Perlite 200 kg rai⁻¹

ตารางผนวกที่ 5 ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อปริมาณการดูดใช้ธาตุไนโตรเจน และ ฟอสฟอรัส
ในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลังที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม

Treatment	N uptake				P uptake			
	Tuber	Stem	Stem	Leaf and	Tuber	Stem	Stem	Leaf and
	base		branch		base		branch	
	(----- kg rai ⁻¹ -----)							
T1	4.88	1.95	0.99	2.73	0.55	0.15	0.07	0.15
T2	8.83	1.60	1.86	4.73	0.94	0.14	0.12	0.34
T3	8.19	2.35	1.79	5.04	0.92	0.21	0.14	0.32
T4	9.43	2.23	1.69	5.50	1.02	0.19	0.14	0.31
T5	6.49	2.51	1.37	3.90	0.85	0.23	0.13	0.24
T6	7.67	2.18	1.67	3.51	0.89	0.21	0.18	0.27
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	32.41	26.65	35.07	36.27	30.31	14.64	54.02	36.84

หมายเหตุ: ns = non significant, * = statistical difference at 95% level of confidence, mean values within the same column followed by the same letter are not significantly different using DMRT.

T1 = No soil conditioner, T2 = Gypsum 200 kg rai⁻¹, T3 = Bentonite 200 kg rai⁻¹,
T4 = Ground limestone 200 kg rai⁻¹, T5 = Dolomite 200 kg rai⁻¹,
T6 = Perlite 200 kg rai⁻¹

ตารางผนวกที่ 6 ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อปริมาณการดูดใช้ธาตุโพแทสเซียม และ แคลเซียมใน ส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลังที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม

Treatment	K uptake				Ca uptake			
	Tuber	Stem	Stem	Leaf and	Tuber	Stem	Stem	Leaf and
	base		branch		base		branch	
	(----- kg ra ⁱ ⁻¹ -----)							
T1	6.47	0.77	0.66a	0.67	0.88b	1.36	1.34	0.92
T2	14.35	1.13	1.44ab	1.35	1.65a	1.35	2.40	1.82
T3	14.23	1.52	1.67a	1.61	1.67a	1.87	2.41	1.93
T4	14.24	1.56	1.47ab	1.56	1.44ab	1.82	2.33	2.17
T5	12.33	1.05	0.73b	1.01	1.04b	1.60	1.54	1.58
T6	9.16	1.15	0.87ab	0.88	1.04b	1.87	1.67	1.12
F-test	ns	ns	*	ns	*	ns	ns	ns
CV (%)	34.67	39.55	44.60	38.38	28.76	22.83	40.35	39.87

หมายเหตุ: ns = non significant, * = statistical difference at 95% level of confidence, mean values within the same column followed by the same letter are not significantly different using DMRT.

T1 = No soil conditioner, T2 = Gypsum 200 kg rai⁻¹, T3 = Bentonite 200 kg rai⁻¹,

T4 = Ground limestone 200 kg rai⁻¹, T5 = Dolomite 200 kg rai⁻¹,

T6 = Perlite 200 kg rai⁻¹

ตารางผนวกที่ 7 ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อปริมาณการดูดใช้ธาตุแมกนีเซียม และ กำมะถันใน ส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลังที่ปลูกบนดินยโสธรเสื่อมโทรม

Treatment	Mg uptake				S uptake			
	Tuber	Stem base	Stem	Leaf and branch	Tuber	Stem base	Stem	Leaf and branch
	(----- kg rai ⁻¹ -----)							
T1	0.43	0.50ab	0.52	0.36	0.50	0.19	0.14	0.29c
T2	0.86	0.37b	0.76	0.61	1.00	0.20	0.35	0.59ab
T3	0.73	0.54ab	0.70	0.73	1.30	0.22	0.26	0.58ab
T4	0.74	0.47b	0.75	0.76	1.06	0.16	0.13	0.70a
T5	0.69	0.66a	0.68	0.59	0.99	0.20	0.20	0.43bc
T6	0.72	0.51ab	0.58	0.50	0.81	0.16	0.23	0.39bc
F-test	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	*
CV (%)	38.13	19.71	48.58	39.26	44.87	47.47	64.76	35.43

หมายเหตุ: ns = non significant, * = statistical difference at 95% level of confidence, mean values within the same column followed by the same letter are not significantly different using DMRT.

T1 = No soil conditioner, T2 = Gypsum 200 kg rai⁻¹, T3 = Bentonite 200 kg rai⁻¹,

T4 = Ground limestone 200 kg rai⁻¹, T5 = Dolomite 200 kg rai⁻¹,

T6 = Perlite 200 kg rai⁻¹

ตารางผนวกที่ 8 ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ จังหวัดนครราชสีมา ปี 2011-2012

Year	Month	Total rainfall (mm)	Temperature (°C)			Relative humidity (%)
			Maximum	Minimum	Mean	
2011	January	0.0	30.6	14.6	22.6	68
	February	10.2	36.9	17.1	26.7	64
	March	10.0	37.9	15.2	26.1	64
	April	195.5	37.9	22.1	28.7	71
	May	103.3	37.1	23.4	28.9	76
	June	83.0	35.7	24.3	29.2	74
	July	291.9	37.7	23.5	28.3	74
	August	159.0	35.4	23.2	27.7	79
	September	187.0	34.2	23.6	27.4	81
	October	154.6	34.1	22.0	26.5	79
	November	14.1	33.5	19.5	26.3	70
	December	0.0	31.8	13.5	23.0	65
Total/mean		1208.6	35.2	20.2	26.8	72.1
2012	January	49.8	33.6	17.3	25.5	71
	February	0.0	37.8	16.8	27.8	63
	March	81.2	37.0	21.5	28.8	66
	April	131.5	39.2	21.5	29.3	70
	May	124.6	37.8	24.3	29.0	75
	June	97.2	35.7	23.9	29.0	74
	July	67.3	35.8	23.2	28.8	75
	August	142.6	36.6	23.4	28.4	77
	September	149.0	34.1	23.1	27.3	81
	October	149.2	35.1	22.5	27.7	76
	November	61.6	36.3	21.5	27.7	73
	December	0.0	34.6	16.3	26.7	68
Total/mean		1054.0	36.1	21.3	28.0	72.4

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2555)

ตารางผนวกที่ 9 เกณฑ์มาตรฐานในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน (กองสำรวจดิน, 2523)

Soil fertility rating	OM (g kg ⁻¹)	Avail. P (mg kg ⁻¹)	Avail. K (mg kg ⁻¹)	CEC (cmol _c kg ⁻¹)	BS (%)
Low	< 15 (1)	< 10 (1)	< 60 (1)	< 10 (1)	< 35 (1)
Medium	15-35 (2)	10-20 (2)	60-90 (2)	10-20 (2)	35-75 (2)
High	> 35 (3)	> 20 (3)	> 90 (3)	> 20 (3)	> 75 (3)

หมายเหตุ: Scoring is used for the assessment of fertility level (the score is presented in blanket within the table) Total score = 7 or less, fertility level is low; Total score is between 8-12, fertility level is moderate; Total score = 13 or more, fertility level is high

ตารางผนวกที่ 10 ระดับที่ใช้ในการประเมินสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน (นงคราญ, 2529; O'Neal, 1952)

Soil properties	Range	Rating
Bulk density (mg m^{-3})	< 1.2	Very low
	1.2-1.4	Low
	1.4-1.6	Moderate
	1.6-1.8	Moderately high
	1.8-2.0	High
	>2.0	Very high
Saturated hydraulic conductivity (cm hr^{-1})	<0.125	Very slow
	0.125-0.50	Slow
	0.50-2.00	Moderately slow
	2.00-6.25	Moderate
	6.25-12.50	Moderately rapid
	12.50-25.00	Rapid
	> 25.00	Very rapid

ตารางผนวกที่ 11 ระดับที่ใช้ประเมินสมบัติทางเคมีของดิน (เอิบ, 2542; Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973; Soil Survey Division Staff, 1993)

Soil properties	Range	Rating
Soil pH (1:1 Soil: H ₂ O)	< 3.5	Ultra acid
	3.5-4.4	Extremely acid
	4.5-5.0	Very strongly acid
	5.1-5.5	Strongly acid
	5.6-6.0	Moderately acid
	6.1-6.5	Slightly acid
	6.6-7.3	Neutral
	7.4-7.8	Slightly alkaline
	7.9-8.4	Moderately alkaline
	8.5-9.0	Strongly alkaline
	> 9.0	Very strongly alkaline
Organic matter (g kg ⁻¹)	< 5	Very low
	5-10	Low
	10-15	Moderately low
	15-25	Moderate
	25-35	Moderate high
	35-45	High
	> 45	Very high
Total nitrogen (g kg ⁻¹)	< 1.0	Very low
	1.0-2.0	Low
	2.0-5.0	Moderately
	5.0-7.5	High
	> 7.5	Very high
Available P by Bray II (mg kg ⁻¹)	< 3	Very low
	3-6	Low
	6-10	Moderately low
	10-15	Moderately
	15-25	Moderate high
	25-45	High
	> 45	Very high
Available K by NH ₄ OAc (mg kg ⁻¹)	< 30	Very low
	30-60	Low
	60-90	Moderately
	90-120	High
	> 120	Very high

ตารางผนวกที่ 11 (ต่อ)

Soil properties	Range	Rating
Extractable bases (cmol _c kg ⁻¹)	< 2.0	Very low
Ca	2-5	Low
	5-10	Moderately
	10-20	High
	> 20	Very high
Mg	< 0.3	Very low
	0.3-1.0	Low
	1.0-3.0	Moderately
	3.0-8.0	High
	> 8.0	Very high
K	< 0.2	Very low
	0.2-0.3	Low
	0.3-0.6	Moderately
	0.6-1.2	High
	> 1.2	Very high
Na	< 0.1	Very low
	0.1-0.3	Low
	0.3-0.7	Moderately
	0.7-2.0	High
	> 2.0	Very high
Sum bases	< 2.6	Very low
	2.6-6.6	Low
	6.6-14.3	Moderately
	14.3-31.2	High
	> 31.2	Very high
CEC by NH ₄ OAC (cmol _c kg ⁻¹)	<3	Very low
	3-5	Low
	5-10	Moderately low
	10-15	Moderately
	15-20	Moderately high
	20-30	High
	>30	Very high
%Base saturation	<35	Low
	35-75	Moderately
	>75	High
Extractable acidity (cmol _c kg ⁻¹)	<1	Very low
	1-2	Low
	2-5	Moderate
	5-10	Moderately high
	10-20	High
	>20-30	Very high

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ	นางสาวดารพร กาญจนะ
เกิดวันที่	14 มกราคม 2532
สถานที่เกิด	จังหวัดปทุมธานี
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (วิทยาศาสตร์เกษตร) คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (บางเขน)
ตำแหน่งปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-