



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา)

ปริญญา

ปฐพีวิทยา

สาขา

ปฐพีวิทยา

ภาควิชา

เรื่อง

ผลของปุ๋ยพืชสดและการจัดการปุ๋ยใน โตรเจนสำหรับมันสำปะหลังและข้าวโพดหวาน
ที่ปลูกต่อเนื่องกันในดินวาริน

Effect of Green Manure Crop and N-fertilizer Management for Cassava-Sweet Corn
Sequential Cropping in Warin Soil

นามผู้วิจัย

นางสาวพิมพ์ประกาย สิ้นคำคุณ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศุภิมา ชนะจิตต์, ปร.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ศาสตราจารย์เอิบ เขียวรัตน์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของปุ๋ยพืชสดและการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับมันสำปะหลังและข้าวโพดหวาน
ที่ปลูกต่อเนื่องกันในดินวาริน

Effect of Green Manure Crop and N-fertilizer Management for Cassava-Sweet Corn
Sequential Cropping in Warin Soil

โดย

นางสาวพิมพ์ประภา สิ้นคำคุณ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา)

พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พิมพ์ประกาศ นิตยสาร 2557: ผลของปุ๋ยพืชสดและการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับมันสำปะหลัง และข้าวโพดหวานที่ปลูกต่อเนื่องกันในเดือนธันวาคม ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา) สาขาปฐพีวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุภิญญา ณะจิตต์, ป.ร.ค. 127 หน้า

ปลูกมันสำปะหลังพันธุ์หัวขบง 80 และข้าวโพดหวานพันธุ์ไฮ-บริดจ์ 39 ต่อเนื่องกันในเดือนธันวาคม บ้านกฤษณา อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา เพื่อศึกษาถึงผลของการไถกลบพืชปุ๋ยสด 3 ชนิด ได้แก่ ปอเทือง หนักรูจี วัชพืชท้องถิ่นซึ่งส่วนใหญ่เป็นหญ้านอกถิ่นผสม พืชดินนกก และหญ้าตีนตุ๊กแก และอัตราปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกัน 4 อัตรา ได้แก่ 0, 0.5, 1.0 และ 1.5 เท่าของอัตราแนะนำโดยกรมวิชาการเกษตร สำหรับมันสำปะหลัง และข้าวโพด โดยทำการไถกลบพืชปุ๋ยสดที่อายุ 50 วัน ทั้งไว้ 2 สัปดาห์จึงปลูกมันสำปะหลัง เก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง ที่อายุ 10 เดือน จากนั้นไถกลบกิ่งก้านใบ และ เหว้าของมันสำปะหลังทั้งไว้ 3 สัปดาห์ ทำการปลูกข้าวโพดหวาน เก็บเกี่ยวข้าวโพดที่อายุ 80 วัน ทำการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนตามค่ารับการทดลองจำนวน 2 ครั้ง ครั้งละเท่า ๆ กัน และในทุกค่ารับทดลองใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับมันสำปะหลัง และ 7.5 กิโลกรัมต่อไร่สำหรับข้าวโพด

น้ำหนักชีวมวลที่ระยะไถกลบของหนักรูจีเท่ากับ 2.96 ตันต่อไร่ซึ่งสูงกว่าปอเทือง (1.98 ตันต่อไร่) และวัชพืชท้องถิ่น (2.25 ตันต่อไร่) ปอเทืองจะย่อยสลายช้ากว่าหนักรูจีเล็กน้อย โดยในช่วงแรกพืชทั้งสอง สลายตัวไปอย่างช้าๆ จนกระทั่งในสัปดาห์ที่ 7 ปอเทืองสลายตัวเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนขณะที่หนักรูจีใช้เวลาถึง 9 สัปดาห์ โดยพืชทั้งสองปลดปล่อยไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียมสูงกว่าไนเตรตโดยมีค่าอยู่ในพิสัย 4.32-7.27 และ 2.17-4.35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม การไถกลบวัชพืชท้องถิ่นส่งผลให้ดินมีปริมาณแอมโมเนียม ในดินสูงที่สุด (3.78 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) แต่กลับมีปริมาณไนเตรตต่ำที่สุด (0.28 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ขณะที่ การไถกลบพืชปุ๋ยสดที่เหลือให้ปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ไม่แตกต่างโดยมีค่าอยู่ในพิสัย 6.63-8.62 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม การไถกลบพืชปุ๋ยสดส่งผลให้ผลผลิตมันสำปะหลังและข้าวโพดหวานที่ปลูกต่อเนื่องกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ การไถกลบปอเทืองส่งผลให้ผลผลิตมันสำปะหลังสูงสุด 4.01 ตันต่อไร่ สอดคล้องกับ ปริมาณไนโตรเจนที่พบในหัวมันสดและเหง้ามันสำปะหลังสูงสุดเท่ากับร้อยละ 1.71 และ 2.07 ตามลำดับ ซึ่งส่งผล ต่อเนื่องให้น้ำหนักฝักปอกเปลือกข้าวโพดหวานสูงที่สุด (701 กิโลกรัมต่อไร่) การไถกลบหนักรูจี กลับให้ผลผลิต มันสำปะหลังและข้าวโพดหวานต่ำที่สุด อัตราปุ๋ยไนโตรเจนไม่มีผลต่อผลผลิตของพืชทั้งสอง แต่การใส่ไนโตรเจน อัตรา 1.5 เท่าของอัตราแนะนำมีแนวโน้มให้ผลผลิตมันสำปะหลัง รวมทั้งการดูใช้ในโตรเจนในหัวมันสำปะหลัง ดัน และ เหง้าสูงที่สุด เมื่อมีการไถกลบพืชปุ๋ยสดร่วมกับการใส่ไนโตรเจนในอัตราที่สูงขึ้นมีแนวโน้มให้ผลผลิต หัวมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น แต่การไถกลบปอเทืองร่วมกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราแนะนำให้ผลผลิตหัวมัน สำปะหลังสูงที่สุด (4.35 ตันต่อไร่) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในกรณีของข้าวโพดหวาน การใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ในอัตราต่ำร่วมกับการไถกลบวัชพืชท้องถิ่น หรือหนักรูจี มีแนวโน้มเพิ่มผลผลิตมากกว่าการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ในอัตราสูงร่วม ยกเว้นในกรณีที่ทำการไถกลบปอเทือง

Pimprapa Sinkumkoon 2014: Effect of Green Manure Crop and N-fertilizer Management for Cassava-Sweet Corn Sequential Cropping in Warin Soil. Master of Science (Soil Science), Major Field: Soil Science, Department of Soil Science. Thesis Advisor: Assistant Professor Suphicha Thanachit, Ph.D. 127 pages.

Cassava, Huay Bong 80 variety, and sweet corn, Hybrix 39 variety were grown, sequentially in Warin soil at Ban Krissana, Sikhiu district, Nakhon Ratchasima province to study the effects of three green manures, sun hemp, ruzi grass, and local weeds mainly jungle rice (*Echinochloa colana* (L.) Link), crabgrass (*Digitaria biformis* Willd), and coatbuttons (*Tridox procumbens*) and four rates of nitrogen fertilizer (0, 0.5, 1.0 and 1.5 times of the rate recommended by Department of Agriculture on cassava and sweet corn. The green manures were incorporated into the soil at the age of 50 days and left for two weeks before growing cassava. After harvesting cassava at 10 months of age, plant residue correcting of branches, leaf and stem base was incorporated into the soil and left for three weeks before planting sweet corn, which was harvested at day 80 after planting date. Fertilization was equally split into two times. In all treatments, phosphorus and potassium fertilizers were applied at the rate of 15 kg/rai for cassava and 7.5 kg for sweet corn.

Ruzi grass biomass before being incorporated was 2.96 t/rai, which was higher than that of sun hemp (1.98 t/rai) and local weeds (2.25 t/rai). Sun hemp decomposed slightly slower than did ruzi grass. Both plants decomposed slowly at the early stage until week 7th that sun hemp started to decompose more rapidly whereas ruzi grass took nine weeks to have the same decomposition rate. Both plants released higher ammonium nitrogen than nitrate nitrogen with the ranges of 4.32-7.27 and 2.17-4.35 mg/kg, respectively. The incorporation of local weeds resulted in the soil containing the highest ammonium nitrogen (3.78 mg/kg) in the soil but with the lowest nitrate nitrogen (0.28 mg/kg) while other green manures gave indifferent amount of both available forms of nitrogen with the content ranging between 6.63-8.62 mg/kg. The incorporation of green manures statistically differently increased yields of cassava and sweet corn grown sequentially. Use of sun hemp gave the highest cassava yield of 4.01 t/rai, which coincided with the greatest amounts of nitrogen in fresh tuber and stem base at 1.71 and 2.07%, respectively. This subsequently resulted in giving the highest peeled sweet corn yield (701 kg/rai). Ruzi grass incorporation adversely gave the lowest yield of cassava and sweet corn. Rates of nitrogen fertilizer had no impact on yield of both plants but the addition at the rate of 1.5 time of the recommended rate tended to give the highest yield of cassava, including the uptake of nitrogen in tuber, stem and stem base. The higher rate of nitrogen application together with the incorporation of green manure tended to increase yield of cassava but the use of sun hemp with recommended rate of nitrogen significantly gave the highest amount of fresh tuber yield (4.35 t/rai). In the case of sweet corn, the use of nitrogen at low rate with the incorporations of local weeds and ruzi grass tended to increase plant yield rather than the use of nitrogen fertilizer alone with the exception of sun hemp incorporation.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศุภิมา ธนะจิตต์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่ให้ความช่วยเหลือ แนะนำตลอดมา ศาสตราจารย์ ดร.เอิบ เขียวรีนนรมณ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้คำแนะนำและความช่วยเหลือด้านการเรียน การทำวิทยานิพนธ์ และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ด้วยดี

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาไม้ลำปะหลัง มูลนิธิสถาบันพัฒนาไม้ลำปะหลังแห่งประเทศไทย ต.ห้วยบง อ.ด่านขุนทด จ.นครราชสีมา ที่ได้อนุเคราะห์พื้นที่พันธุ์ไม้ลำปะหลัง ขอขอบคุณคุณปรีชา เพชรประไพโร เจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยและพัฒนาไม้ลำปะหลัง และพี่เจนที่คอยดูแลแปลงทดลองและอำนวยความสะดวกในการทำงานเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณคุณรฐนนท์ เจริญชาศรี คุณชัยภัทร คงแก้ว เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และขอขอบคุณ คุณรุ่งนภา โบวิเชียร คุณวันรพี สุวรรณประภา คุณยุทธการ แก้วแกมทอง คุณเกษรา จิตนิยม รวมถึงพี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ ชาวปฐพีวิทยาทุกคน ที่คอยให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา และมิตรภาพที่ดีเสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณ นายสายัณห์ และนางเพ็ญ สิ้นคำคุณ บิดามารดา ที่ให้โอกาสทางการศึกษาและเป็นกำลังใจให้ตลอดมา

พิมพ์ประกาศ สิ้นคำคุณ

พฤศจิกายน 2557

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	21
อุปกรณ์	21
วิธีการ	24
ผลและวิจารณ์	39
สรุปและข้อเสนอแนะ	87
สรุป	87
ข้อเสนอแนะ	89
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	90
ภาคผนวก	106
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	127

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังและผลผลิตหัวมันสำปะหลังสตรายภาคของประเทศไทย ปีการเพาะปลูก 2552-2554	7
2	พื้นที่เพาะปลูก และผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	8
3	อัตราปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมสำหรับมันสำปะหลังและข้าวโพดหวาน	26
4	สมบัติทางฟิสิกส์ของดินวาริน ซึ่งเป็นตัวแทนของดินในพื้นที่ทดลอง	42
5	สมบัติทางเคมีของดินวาริน ซึ่งเป็นตัวแทนของดินในพื้นที่ทดลอง	44
6	สมบัติดินบน (0-20 เซนติเมตร) และดินล่าง (20-60 เซนติเมตร) ก่อนการทดลอง	46
7	การประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินบน (0-20 เซนติเมตร) และดินล่าง (20-60 เซนติเมตร) ก่อนทำการทดลอง	47
8	ผลของสหสัมพันธ์ระหว่างพืชปุ๋ยสดกับอัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่อปริมาณการสะสมไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลัง	66
9	สหสัมพันธ์ระหว่างพืชปุ๋ยสดกับอัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่อปริมาณการดูดใช้ในไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลัง	71
10	ปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจน และไนเตรตไนโตรเจนในดินบน หลังจากการไถกลบเศษเหลือมันสำปะหลัง 3 สัปดาห์	73

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
1	ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ จังหวัดนครราชสีมา ปี 2553-2554	110
2	น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งชีวมวลของพืชปุ๋ยสดที่ระยะไถกลบที่อายุ 50 วัน	111
3	ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลัก ปริมาณคาร์บอนคาร์บอน และอัตราส่วน ระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนของพืชปุ๋ยสด	112
4	ปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ในดินวารินหลังจากการไถกลบ พืชปุ๋ยสด 2 สัปดาห์	113
5	น้ำหนักเศษซากพืชปุ๋ยสดที่ทำการบ่มในดินวาริน และร้อยละน้ำหนัก เศษซากพืชปุ๋ยสดที่ลดลงในแต่ละสัปดาห์	114
6	ปริมาณการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนของพืชปุ๋ยสดที่บ่มในดินวาริน ในแต่ละสัปดาห์	115
7	ผลของการไถกลบพืชปุ๋ยสด อัตราปุ๋ยไนโตรเจน ต่อผลผลิต น้ำหนักส่วน เหนือดิน และร้อยละการสะสมแป้งในหัวมันสำปะหลังที่ปลูกในดินวาริน	116
8	ผลของการไถกลบพืชปุ๋ยสด และอัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่อความเข้มข้นของ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลัง ที่ปลูกในดินวาริน	117
9	ผลของการไถกลบพืชปุ๋ยสด และอัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่อการดูดใช้ในโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลัง	118
10	ผลของการไถกลบพืชปุ๋ยสด และอัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิตฝักสด ปอกเปลือก และต่อซังของข้าวโพดหวาน ที่ปลูกต่อเนื่องมาจากมันสำปะหลัง ในดินวาริน	119
11	ผลของการไถกลบพืชปุ๋ยสด และอัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่อความเข้มข้นของ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในฝักและต่อซังของข้าวโพดหวาน ที่ปลูกต่อเนื่องมาจากมันสำปะหลังในดินวาริน	120

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
12	ผลของการไถกลบพืชปุ๋ยสด และอัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่อการดูดใช้ใน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในฝักและต่อซังของ ข้าวโพดหวาน ที่ปลูกต่อเนื่องมาจากมันสำปะหลังในดินวาริน	121
13	เกณฑ์มาตรฐานในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน	122
14	เกณฑ์มาตรฐานความสูงต่ำของค่าวิเคราะห์ที่ใช้ในการประเมินระดับ สมบัติทางฟิสิกส์ของดิน	123
15	เกณฑ์มาตรฐานความสูงต่ำของค่าวิเคราะห์ที่ใช้ในการประเมินระดับ สมบัติทางเคมีของดิน	124

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การแจกกระจายของปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ จังหวัดนครราชสีมา ปี 2553 และปี 2554	20
2	พื้นที่ศึกษาอยู่ในแปลงเกษตรกร ตำบลกฤษณา อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา	25
3	แผนผังของแปลงทดลอง	27
4	สภาพแวดล้อม และลักษณะหน้าตัดดินของดินตัวแทนชุดดินวาริน ในตำบลกฤษณา อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา	40
5	น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งชีวมวลของพืชปุ๋ยสดที่ระยะไถกลบที่อายุ 50 วัน	48
6	ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักในพืชปุ๋ยสด	50
7	ปริมาณคาร์บอนทั้งหมด (ก) และอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน (ข) ของพืชปุ๋ยสด	51
8	ปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ในดินวารินหลังจากการไถกลบพืชปุ๋ยสด 2 สัปดาห์	52
9	น้ำหนักเศษซากพืชปุ๋ยสดที่ลดลงในแต่ละสัปดาห์ ที่ทำการบ่มในดินวาริน จำนวน 11 สัปดาห์	54
10	ปริมาณการปลดปล่อยอินทรีย์ไนโตรเจนของพืชปุ๋ยสดที่บ่มในดินวาริน ในแต่ละสัปดาห์	55
11	ผลของการไถกลบพืชปุ๋ยสดต่อผลผลิต (ก) น้ำหนักส่วนเหนือดิน (ข) และ ร้อยละการสะสมแป้งในหัวมันสำปะหลัง (ค)	57
12	ผลของอัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิต (ก) น้ำหนักส่วนเหนือดิน (ข) และ ร้อยละการสะสมแป้งในหัวมันสำปะหลัง (ค)	59
13	สหสัมพันธ์ระหว่างพืชปุ๋ยสดและอัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิต (ก) น้ำหนักส่วนเหนือดิน (ข) และร้อยละการสะสมแป้ง (ค) ของมันสำปะหลัง	61
14	ผลของการไถกลบพืชปุ๋ยสดต่อปริมาณการสะสมไนโตรเจน (ก) ฟอสฟอรัส (ข) และโพแทสเซียม (ค) ในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลัง	62

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
15	ผลของอัตราปุ๋ยใน ไตรเจนต่อปริมาณการสะสมไนโตรเจน (ก) ฟอสฟอรัส (ข) และโพแทสเซียม (ค) ในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลัง	64
16	ผลของการไถกลบพืชปุ๋ยสดต่อการดูดใช้ใน ไตรเจน (ก) ฟอสฟอรัส (ข) และโพแทสเซียม (ค) ในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลัง	68
17	ผลของอัตราปุ๋ยใน ไตรเจนต่อการดูดใช้ใน ไตรเจน (ก) ฟอสฟอรัส (ข) และโพแทสเซียม (ค) ในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลัง	70
18	ผลของการไถกลบพืชปุ๋ยสดต่อผลผลิตฝักสดปอกเปลือก (ก) และต่อซัง (ข) ของข้าวโพดหวานที่ปลูกต่อเนื่องมาจากมันสำปะหลังในดินวาริน	74
19	ผลของอัตราปุ๋ยใน ไตรเจนต่อผลผลิตฝักสดปอกเปลือก (ก) และต่อซัง (ข) ของข้าวโพดหวานที่ปลูกต่อเนื่องมาจากมันสำปะหลังในดินวาริน	76
20	สหสัมพันธ์ระหว่างพืชปุ๋ยสดและอัตราปุ๋ยใน ไตรเจนต่อผลผลิตฝักสดปอกเปลือก (ก) และต่อซัง (ข) ของข้าวโพดหวานที่ปลูกต่อเนื่องมาจากมันสำปะหลังในดินวาริน	77
21	ผลของการไถกลบพืชปุ๋ยสดต่อปริมาณการสะสมไนโตรเจน (ก) ฟอสฟอรัส (ข) และโพแทสเซียม (ค) ในฝักและต่อซังของข้าวโพดหวานที่ปลูกต่อเนื่องมาจากมันสำปะหลังในดินวาริน	79
22	ผลของอัตราปุ๋ยใน ไตรเจนต่อปริมาณการสะสมไนโตรเจน (ก) ฟอสฟอรัส (ข) และโพแทสเซียม (ค) ในฝักและต่อซังของข้าวโพดหวานที่ปลูกต่อเนื่องมาจากมันสำปะหลังในดินวาริน	80
23	สหสัมพันธ์ระหว่างพืชปุ๋ยสดและอัตราปุ๋ยใน ไตรเจนต่อปริมาณการสะสมไนโตรเจน (ก) ฟอสฟอรัส (ข) และโพแทสเซียม (ค) ในฝักและต่อซังของข้าวโพดหวานที่ปลูกต่อเนื่องมาจากมันสำปะหลังในดินวาริน	82
24	ผลของการไถกลบพืชปุ๋ยสดต่อการดูดใช้ใน ไตรเจน (ก) ฟอสฟอรัส (ข) และโพแทสเซียม (ค) ในฝักและต่อซังของข้าวโพดหวานที่ปลูกต่อเนื่องมาจากมันสำปะหลังในดินวาริน	83

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
25	ผลของอัตราน้ำในโตรเจนต่อการดูคใช้ในโตรเจน (ก) ฟอสฟอรัส (ข) และ โพแทสเซียม (ค) ในฝักและตอซังของข้าวโพดหวาน ที่ปลูกต่อเนื่องมาจากมันสำปะหลังในดินวาริน	84
26	สหสัมพันธ์ระหว่างฟีนอลและอัตราน้ำในโตรเจนต่อการดูคใช้ในโตรเจน (ก) ฟอสฟอรัส (ข) และ โพแทสเซียม (ค) ในฝักและตอซังของข้าวโพดหวาน ที่ปลูกต่อเนื่องมาจากมันสำปะหลังในดินวาริน	85

ผลของปุ๋ยพืชสดและการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับมันสำปะหลังและข้าวโพดหวาน ที่ปลูกต่อเนื่องกันในดินวาริน

Effect of Green Manure Crop and N-fertilizer Management for Cassava-Sweet Corn Sequential Cropping in Warin Soil

คำนำ

มันสำปะหลัง (*Manihot esculenta* Crantz.) เป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศที่มีการนำมาใช้ประโยชน์ทั้งในรูปแบบเส้น มันอัดเม็ด และแป้งมันสำปะหลัง รวมทั้งนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอื่น ๆ เช่น การผลิตเอทานอล (สำนักงานคณะกรรมการกำกับและส่งเสริมการประกอบธุรกิจการค้าเกษตรล่วงหน้า, 2554) ซึ่งทำรายได้ให้กับประเทศมากกว่า 7.9 หมื่นล้านบาท (กรมส่งเสริมการส่งออก, 2554) สูงขึ้นทุกปี (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2552) จากการสำรวจของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ปี 2554 พบว่า ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นแหล่งปลูกมันสำปะหลังใหญ่ที่สุดของประเทศ มีเนื้อที่เพาะปลูกถึง 3.93 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 53 ของพื้นที่เพาะปลูกทั่วประเทศ อย่างไรก็ตามผลผลิตมันสำปะหลังที่ได้กลับมีค่าเฉลี่ยต่ำเพียง 3.07 ตันต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) ซึ่งมีค่าต่ำกว่าศักยภาพของพันธุ์มันสำปะหลังเอง (ประกาศ และคณะ, 2549) ทั้งนี้อาจเนื่องจากมันสำปะหลังส่วนใหญ่ปลูกในกลุ่มดินหลัก Paleustults เช่น ชุดดินยโสธร ชุดดินวาริน ซึ่งเป็นกลุ่มดินเนื้อร่วนหยาบที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ ความสามารถในการดูดซับน้ำและธาตุอาหารต่ำ (Duangpatra, 1988) นอกจากนี้ดินเหล่านี้มีการปลูกพืชอย่างต่อเนื่อง เกษตรกรส่วนใหญ่ขาดการปรับปรุงบำรุงดิน จึงส่งเสริมให้ผลิตภาพของดินลดลง ผลผลิตมันสำปะหลังจึงลดลงตามลำดับ (ปิยะ, 2546; มุลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย, 2554)

เป็นที่ยอมรับในปัจจุบันว่าการนำพืชตระกูลถั่วหรือหญ้าบางชนิดเข้ามาในระบบการปลูกพืชหมุนเวียนแล้วไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสดจะช่วยปรับปรุงสมบัติทางฟิสิกส์ของดินและเพิ่มผลิตภาพของดิน (Wongwiwatchai *et al.*, 2002) รวมถึงช่วยเพิ่มผลผลิตพืชที่ปลูกตามให้สูงขึ้นด้วย (Hussain *et al.*, 1992; Onyango *et al.*, 2001; Muhr *et al.*, 2002; Mandal *et al.*, 2003; Astier *et al.*, 2006) ทั้งนี้เนื่องจากพืชปุ๋ยสดเหล่านี้โดยเฉพาะพืชตระกูลถั่วจะตรึงไนโตรเจนจากอากาศเมื่อมีการไถกลบจะเกิดการสลายตัวจะปลดปล่อยไนโตรเจนให้แก่พืชที่ปลูกตามมา โดยการศึกษาของ Jude (2009) พบว่าการไถกลบปอเทือง (*Crotalaria juncea*) จะปลดปล่อยไนโตรเจนอยู่ในพิสัย 121-170 มิลลิกรัมต่อ

กิโลกรัม ซึ่งสูงกว่าการไถกลบถั่ว *Mucuna (Mucuna pruriens)* และถั่ว *lablab (Lablab purpureus)* ซึ่งพืชที่ปลูกตามสามารถดูได้ในโตรเจนได้ สอดคล้องกับ Muhr *et al.* (2002) ที่พบว่า การใช้ปุ๋ยอัตรา 30 กิโลกรัมในโตรเจนต่อเฮกตาร์ร่วมกับการไถกลบถั่วเซนโตร (*Centrosema macrocarpum*) หรือ ถั่วสไตโล (*Stylosanthes guianensis*) จะส่งผลให้ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดที่ปลูกในดิน Oxic Paleustalf ในประเทศไนจีเรีย เพิ่มขึ้นในระดับที่พอใจ โดยหากให้ในโตรเจนในปริมาณที่เพิ่มขึ้นก็ไม่ทำให้ผลผลิตข้าวโพดเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการศึกษาของ ประภาส และคณะ (2550) พบว่า มันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินวารินหลังการไถกลบถั่วพรางเพียงอย่างเดียวจะให้ผลผลิตใกล้เคียงกันกับการใส่ปุ๋ยสูตร 15-7-18 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ในกรณีของพืชตระกูลหญ้ามักมีการปลดปล่อยไนโตรเจนในปริมาณที่ต่ำกว่าพืชตระกูลถั่วแต่จะมีผลเชิงบวกต่อโครงสร้างดินมากกว่า (Thomsen, 1993; Fullen, 2006)

การใช้ปุ๋ยพืชสดจะช่วยเพิ่มไนโตรเจนให้แก่ดินซึ่งอาจเพียงพอต่อความต้องการของพืชที่ปลูกตามมา แต่ในกรณีของมันสำปะหลังการได้รับไนโตรเจนมากเกินไปอาจส่งเสริมให้มีการเจริญเติบโตทางลำต้นมากกว่าการสร้างหัวมันสำปะหลัง รวมทั้งอาจส่งผลให้การสะสมแป้งในหัวมันสำปะหลังลดลง (ศิรินทรา, 2553; สัมฤทธิ์, 2553; จีรวรรณ, 2554; นริศรา, 2554; Duangpatra, 1982; Hirano *et al.*, 2008) นอกจากนี้ยังทำให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหารโดยเฉพาะไนโตรเจนและโพแทสเซียมซึ่งจะส่งผลต่อการสร้างหัว (โชติ และคณะ, 2529) ดังนั้นการศึกษาการปรับลดปริมาณไนโตรเจนให้เหมาะสมต่อชนิดของพืชปุ๋ยสดที่ปลูกหมุนเวียนร่วมกับมันสำปะหลัง เพื่อให้ได้ผลผลิตในระดับที่พึงพอใจและเป็นแนวทางในการลดต้นทุนด้านปุ๋ยเคมี ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อผู้ปลูกมันสำปะหลังโดยตรง อย่างไรก็ตามมันสำปะหลังเป็นพืชที่มีอายุเก็บเกี่ยวที่ยาวนานประกอบกับฤดูกาลเพาะปลูกมีอยู่อย่างจำกัด จึงทำให้การใช้พืชปุ๋ยสดหมุนเวียนร่วมกับมันสำปะหลังยังคงมีไม่มากนัก ดังนั้น การนำข้าวโพดหวานเข้ามาปลูกหมุนเวียนร่วมกับถั่ว หรือหญ้าและมันสำปะหลังน่าจะเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยจูงใจเกษตรกรผู้ปลูก รวมทั้งทำให้ทราบถึงปริมาณไนโตรเจนที่จะปลดปล่อยต่อเนื่องไปถึงพืชหลักที่สองได้ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สำหรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่เกษตรกรต่อไป

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาอิทธิพลของการไถกลบพืชปุ๋ยสดร่วมกับการจัดการปุ๋ยในโตรเจนต่อการให้ผลผลิต ของมันสำปะหลังและข้าวโพดหวานที่ปลูกต่อเนื่องกันในดินวาริน
2. เพื่อเปรียบเทียบการดูดใช้ธาตุอาหารหลักของพืชที่ปลูกต่อเนื่องมีการไถกลบพืชปุ๋ยสดก่อนปลูก และมีการใช้ปุ๋ยในโตรเจนอัตราที่แตกต่างกัน
3. เพื่อเปรียบเทียบรูปแบบการย่อยสลายและการปลดปล่อยไนโตรเจนของปอเทืองและหญ้ารัฐ

การตรวจเอกสาร

1. มันสำปะหลัง

มันสำปะหลังเป็นสินค้าเกษตรที่มีความสำคัญชนิดหนึ่งของโลก มีปริมาณการผลิตกว่า 200 ล้านตันต่อปี โดยการผลิตมีแนวโน้มขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง มันสำปะหลังมีแหล่งเพาะปลูกที่สำคัญอยู่ในแถบอเมริกาใต้ แอฟริกา และเอเชีย มีผู้ผลิตที่สำคัญ 5 อันดับแรก ได้แก่ ไนจีเรีย บราซิล ไทย อินโดนีเซีย และคองโก ตามลำดับ ซึ่งผลผลิตมันสำปะหลังส่วนใหญ่กว่าร้อยละ 80 ใช้บริโภคเป็นอาหารทั้งบริโภคโดยตรงหรือใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและอาหารสัตว์ (สำนักงานคณะกรรมการกำกับการซื้อขายสินค้าเกษตรล่วงหน้า, 2554) นอกจากนี้ในปัจจุบันมันสำปะหลังใช้ผลิตพลังงานทดแทนในภาวะที่น้ำมันเบนซินมีราคาแพง

สำหรับประเทศไทยมันสำปะหลังเป็นพืชไร่นานาชาติที่สำคัญของประเทศ ส่วนใหญ่จะใช้เป็นวัตถุดิบที่สำคัญในอุตสาหกรรมมันเส้นและมันอัดเม็ด และอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งทำรายได้เข้าสู่ประเทศไม่ต่ำกว่าปีละ 4.3 หมื่นล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554) นอกจากนี้องค์การอาหารและเกษตร (FAO) ได้คาดการณ์ว่าในปี 2020 ความต้องการผลผลิตพืชหัวของโลกจะเพิ่มขึ้นจากปี 1993 ประมาณร้อยละ 1.95 ต่อปี โดยเฉพาะในประเทศที่ยากจน ส่งผลให้มันสำปะหลังมีความสำคัญเพิ่มมากขึ้น (กรมการค้าต่างประเทศ, 2554)

มันสำปะหลังได้เข้ามาในประเทศไทยทางภาคใต้ตั้งแต่ พ.ศ. 2329 ต่อมาได้มีการปลูกมันสำปะหลังในเขตภาคตะวันออก คือจังหวัดระยอง และจังหวัดใกล้เคียง เนื่องจากความต้องการของตลาดในด้านผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังเพื่อใช้ในการเลี้ยงสัตว์และอุตสาหกรรมมีเพิ่มมากขึ้น ทำให้ผลผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการ จึงมีการขยายพื้นที่ปลูกไปยังจังหวัดอื่น ๆ โดยเฉพาะทางด้านภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (จรุงสิทธิ์ และอัจฉรา, 2537) มันสำปะหลังเป็นพืชที่ปลูกง่าย ทนแล้งได้ดีกว่าพืชอื่น ๆ ต้องการการดูแลน้อย โรคและศัตรูพืชรบกวนน้อย และสามารถปลูกได้ดีแม้จะปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ จึงทำให้เกษตรกรนิยมปลูกมันสำปะหลังกันอย่างแพร่หลาย พันธุ์ที่นิยมปลูกในประเทศไทยแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ พันธุ์ที่ใช้ประดับ พันธุ์ที่ใช้บริโภคเป็นอาหารโดยตรง (พันธุ์หวาน) และพันธุ์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปต่าง ๆ (พันธุ์ขม) (จำลอง, 2547)

1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มันสำปะหลังมีชื่อสามัญหลายชื่อด้วยกัน ได้แก่ cassava, yucca, mandioca, manioc, madioc และ tapioca มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Manihot esculenta* Crantz. จัดอยู่ในวงศ์ Euphorbiaceae มันสำปะหลังเป็นไม้พุ่ม ลักษณะลำต้นแตกต่างกันออกไปตามพันธุ์ บางพันธุ์ลำต้นเป็นต้นเดี่ยวไม่มีการแตกกิ่ง บางพันธุ์แตกกิ่งมากและแตกหลายระดับจนเป็นพุ่มเตี้ย ความสูงของลำต้นจะสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับการแตกกิ่ง ใบเป็นแบบใบเดี่ยว แผ่นใบจะเว้าเป็นแฉกๆ มีรูปร่างและจำนวนแฉกแตกต่างกันไปตามพันธุ์ โดยปกติใบหนึ่ง ๆ จะประกอบด้วย 3-9 แฉก และลักษณะรูปทรงของแฉก จะแตกต่างกันไป เช่น เรียวยาว ป้อมสั้น หรือป้อมบางส่วน ซึ่งเป็นลักษณะประจำที่ค่อนข้างจะคงที่ของแต่ละพันธุ์ บริเวณยอดจะมีใบอ่อนที่ยังไม่คลี่หุ้มอยู่ ใบอ่อนจะมีสีแตกต่างกันไปตามพันธุ์ เช่น ม่วงอ่อน เขียวอ่อน เขียวเข้ม เป็นต้น เมื่อตัดส่วนของลำต้นไปปลูกจะมีรากแตกออกมาจากส่วนปลายของรอยตัด ระบบรากที่เกิดขึ้นเป็นระบบรากฝอย รากต่าง ๆ เหล่านี้จะชอนไชลงไปในดินลึกประมาณ 30-50 เซนติเมตร รากจะดูดน้ำและอาหารเลี้ยงลำต้น เมื่ออายุได้ 2 เดือนจะมีการลำเลียงแป้งมาสะสมไว้ตามรากบางราก รากที่สะสมแป้งนี้จะค่อย ๆ โตขึ้นตามอายุและเฉพาะรากที่สะสมแป้งเท่านั้นจึงจะโตเป็นหัว ปกติมันสำปะหลังต้นหนึ่งจะเกิดหัวไม่มากกว่า 10 หัว รากที่ไม่ได้สะสมแป้งก็เป็นรากธรรมดา ส่วนของหัวมันจะเป็นที่สะสมแป้งเท่านั้น ไม่มีตา ส่วนของเนื้อหัวประกอบไปด้วยแป้งร้อยละ 20-40 ที่เหลือคือน้ำ หัวหนึ่งๆ อาจมีน้ำหนักมากกว่า 10 กิโลกรัมก็ได้ ขึ้นอยู่กับพันธุ์ อายุ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ภูมิอากาศ และระยะปลูก (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2537)

1.2 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลัง

มันสำปะหลังเป็นพืชที่สามารถปลูกและขึ้นได้ดีในดินแทบทุกชนิดและในทุกภาคของประเทศไทย ตั้งแต่ในดินที่มีเนื้อดินหยาบจนถึงที่มีเนื้อเป็นดินเหนียว ค่าพีเอชดินตั้งแต่เป็นกรดรุนแรงมากถึงเป็นด่างปานกลาง (พีเอช 4.5-8.0) และในดินที่มีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำจนถึงสูง แต่ดินที่เหมาะสมสำหรับมันสำปะหลังนั้น ควรมีค่าพีเอชอยู่ในพิสัย 5.0-7.0 ดินมีความลึกตั้งแต่ 50 เซนติเมตรขึ้นไปที่มีเนื้อค่อนข้างหยาบ ตั้งแต่ดินร่วนปนทรายจนถึงดินร่วนเหนียวปนทรายเพราะสามารถระบายน้ำได้ดี (กรมวิชาการเกษตร, 2547) รวมถึงพื้นที่ที่เป็นดินทรายหรือดินร่วนปนทราย มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (Nakviroj *et al.*, 2002) มันสำปะหลังเป็นพืชวันสั้น ผลผลิตจะลดลงถ้าช่วงแสงของวันยาวเกิน 10-12 ชั่วโมง ขึ้นได้ดีในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิ 10-30 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำฝน 1000-1500 มิลลิเมตรต่อปี นอกจากนี้มันสำปะหลังเป็นพืชทนแล้งได้ดี หลังจากปลูกและเมื่อต้นมันสำปะหลังตั้งตัวได้แล้ว แม้จะขาดฝนเป็นระยะเวลาานติดต่อกัน 3-4 เดือน ก็ยังสามารถทนอยู่ได้โดย

ไม่ตาย มันสำปะหลังจึงเป็นพืชที่สำคัญในเขตที่มีฤดูแล้งยาวนานถึง 6 เดือนต่อปี ทั้งนี้ต้องเป็นบริเวณที่มีฝนตกไม่ต่ำกว่า 600 มิลลิเมตรต่อปี (เจริญศักดิ์, 2532) ในประเทศไทยมันสำปะหลังสามารถปลูกได้ในทุกภาคของประเทศและปลูกได้ตลอดปี แต่เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมปลูกในช่วงต้นฤดูฝน (เดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน) และช่วงปลายฤดูฝน (เดือนตุลาคมถึงเดือนพฤศจิกายน) เนื่องจากจะให้ผลผลิตหัวสดสูงกว่าในช่วงอื่น ๆ

ในแต่ละฤดูกาลผลิต มันสำปะหลังจะต้องการไนโตรเจน 10-20 กิโลกรัมต่อไร่ ฟอสฟอรัส 6-10 กิโลกรัมต่อไร่ และโพแทสเซียม 8-12 กิโลกรัมต่อไร่ มันสำปะหลังจะตอบสนองต่อไนโตรเจนที่ได้รับขึ้นอยู่กับความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน และปริมาณน้ำฝนที่สม่ำเสมอ แต่หากได้รับไนโตรเจนมากเกินไป จะส่งผลให้มีการเจริญเติบโตทางลำต้นมากกว่าการสร้างหัวมันรวมทั้งการสะสมแป้งในหัวมันลดลง (ศิรินทรา, 2553; สัมฤทธิ์, 2553; จีรวรรณ, 2554; นริศรา, 2554; Duangpatra, 1982) นอกจากนี้อาจทำให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหาร โดยเฉพาะไนโตรเจนและโพแทสเซียม ซึ่งจะส่งผลต่อการสร้างหัว (โชติ และคณะ, 2529; Howler, 1981) ส่วนฟอสฟอรัสมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิต โพแทสเซียมนั้นมีความสำคัญต่อการเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรตจากส่วนใบและต้นไปยังราก เพิ่มปริมาณแป้งในหัวมัน และลดปริมาณไฮโดรไซยานิกในหัวมัน การขาดโพแทสเซียมจะทำให้ผลผลิตหัวมันลดลงอย่างชัดเจนใบแก่จะร่วงหล่นเร็วกว่าปกติ ใบเล็กแคบ และลำต้นแคระแกร็น (สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน, 2552; Howler, 1981, 1995; Lozano *et al.*, 1981)

1.3 พื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง

ในประเทศไทย จากข้อมูลปีล่าสุดโดย สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2554) ในปีการเพาะปลูก 2553-2554 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังมากที่สุดเท่ากับ 3.93 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 53.12 ของประเทศ (ตารางที่ 1) โดยเฉพาะจังหวัดนครราชสีมาที่มีเนื้อที่เพาะปลูก มันสำปะหลังมากที่สุดถึง 1.70 ล้านไร่ (ตารางที่ 2) รองลงมาได้แก่ จังหวัดชัยภูมิ ขอนแก่น กาฬสินธุ์ บุรีรัมย์ อุบลราชธานี อุดรธานี เลย มุกดาหาร มหาสารคาม ศรีสะเกษ สกลนคร ยโสธร สุรินทร์ ร้อยเอ็ด หนองบัวลำภู และหนองคาย เป็นต้น

1.4 ดินที่ใช้ปลูกมันสำปะหลัง

Duangpatra (1988); สมพงษ์ และ อนุชิต (2547) รายงานว่าดินที่ใช้ปลูกมันสำปะหลังในประเทศไทยส่วนใหญ่จัดอยู่ในอันดับดินอัลทิซอลส์ (Ultisols) ถึงร้อยละ 75 รองลงมาได้แก่ อันดับเอ็นทิซอลส์ (Entisols) ร้อยละ 14.5 เมื่อพิจารณาในระดับกลุ่มดินใหญ่ (Great group) ดินที่ใช้ปลูกมันสำปะหลังส่วนใหญ่สามารถจัดอยู่ในกลุ่มดิน Paleustults และ Quartzipsamments มักพบในสภาพพื้นที่ที่เป็นลอนลูกคลื่น ดินทั้ง 2 กลุ่มนี้มีศักยภาพทางเกษตรค่อนข้างต่ำ เนื่องจากมีการระบายน้ำดีจนถึงดีเกินไป ปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ ความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ ทำให้ดินมีความชื้นสะสมอยู่น้อย ปริมาณอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารพืชต่ำ ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่ำ เกิดการสูญเสียธาตุอาหารไปจากเขตรากพืชเร็ว มีโครงสร้างดินไม่แข็งแรง ความเสถียรในการเกาะยึดตัวของเม็ดดินน้อย หากพบในพื้นที่ที่มีความลาดชันมากอาจทำให้เกิดการกร่อนดินรุนแรง (Brady and Weil, 2008) โดยร้อยละ 45 จัดอยู่ในกลุ่มดินเนื้อหยาบที่มีเนื้อดินเป็นดินทราย ดินทรายปนร่วน ดินร่วนปนทราย หรือดินที่มีอนุภาคขนาดทรายเป็นองค์ประกอบหลักในดินชั้นบน ได้แก่ ชุดดินยโสธร วาริน สติก และโคราช เป็นต้น (สำนักสำรวจและวางแผนการใช้ที่ดิน, 2552)

ตารางที่ 1 พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังและผลผลิตหัวมันสำปะหลังสตราภาคของประเทศไทย ปีการเพาะปลูก 2552-2554

ภาค	พื้นที่ปลูก		พื้นที่เก็บเกี่ยว			ผลผลิตหัวมันสด		
	2552	2553	2552	2553	2552	2553	2552	2553
	/2553	/2554	/2553	/2554	/2553	/2554	/2553	/2554
	(----- ล้านไร่-----)				(--- ล้านตัน ---)		(-- ล้านต่อไร่ --)	
เหนือ	1.38	1.42	1.38	1.32	5.28	4.09	3.83	3.10
ตะวันออกเฉียงเหนือ	4.06	3.93	4.07	3.79	14.20	11.65	3.49	3.07
ตะวันออก	1.60	1.39	1.60	1.36	5.77	4.37	3.61	3.21
กลางและตะวันตก	0.73	0.66	0.74	0.62	2.51	1.80	3.39	2.90
รวม	7.78	7.40	7.79	7.10	27.76	21.91	14.32	12.28

ที่มา: มุลนิธิพัฒนาสถาบันมันสำปะหลังแห่งประเทศไทย และ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2554)

ตารางที่ 2 พื้นที่เพาะปลูก และผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

จังหวัด	พื้นที่เพาะปลูก (ล้านไร่)	ผลผลิต	
		(ล้านตัน)	(ตันต่อไร่)
นครราชสีมา	1.70	4.95	3.05
ชัยภูมิ	0.36	1.11	3.12
ขอนแก่น	0.23	0.68	3.06
กาฬสินธุ์	0.21	0.64	3.11
บุรีรัมย์	0.21	0.63	3.11
อุบลราชธานี	0.18	0.54	3.05
อุดรธานี	0.18	0.53	3.01
เลย	0.16	0.54	3.31
มุกดาหาร	0.14	0.39	3.05
มหาสารคาม	0.10	0.27	2.94
ศรีสะเกษ	0.08	0.03	3.35
สกลนคร	0.08	0.02	2.98
ยโสธร	0.06	0.19	3.29
สุรินทร์	0.05	0.15	2.81
ร้อยเอ็ด	0.05	0.15	2.99
หนองบัวลำภู	0.05	0.13	3.11
หนองคาย	0.04	0.12	2.95
อำนาจเจริญ	0.03	0.10	2.86
นครพนม	0.02	0.05	2.92

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2554)

1.5 ปัญหาการปลูกมันสำปะหลังในประเทศไทย

ถึงแม้ว่ามันสำปะหลัง เป็นพืชที่เจริญเติบโตได้ดีในดินเกือบทุกประเภท รวมทั้งดินเนื้อหยาบเนื่องจากไม่จำกัดต่อการแทงหัว และดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และเป็นพืชที่ทนต่อความเป็นกรด และทนแล้งได้ดี (กรมวิชาการเกษตร, 2547) ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของดินที่พบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แต่ในภาคนี้กลับมีผลผลิตมันสำปะหลังเฉลี่ยต่ำกว่าภาคอื่น ๆ (ตารางที่ 1)

(มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย, 2554) และมีค่าต่ำกว่าศักยภาพของพันธุ์มันสำปะหลังเอง (ประภาส และคณะ, 2549) ทั้งนี้เกษตรกรส่วนใหญ่ขาดการปรับปรุงบำรุงดินส่งผลปริมาณอินทรีย์วัตถุลดลงอย่างรวดเร็ว ดินจึงเสื่อมโทรมลงอย่างรวดเร็ว ไม่สามารถกักเก็บธาตุอาหาร รวมทั้งปุ๋ยเคมีที่ใส่เพิ่มเติม โดย Sittibusaya *et al.* (1987) รายงานว่าในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังซ้ำที่เดิมติดต่อกันหลายปี มันสำปะหลังจะไม่ตอบสนองปุ๋ยเคมีที่ใส่

มันสำปะหลังเป็นพืชที่มีอายุเก็บเกี่ยวที่ค่อนข้างนาน โดยมีอายุประมาณ 10-12 เดือน (กรมวิชาการเกษตร, 2547) รวมทั้งฤดูกาลเพาะปลูกมีอยู่อย่างจำกัด ซึ่งอาจทำให้พืชมีปัญหาขาดแคลนขาดน้ำในฤดูแล้งได้ (Mitsuchi *et al.*, 1986) อีกทั้งไม่ค่อยมีพืชเศรษฐกิจที่สามารถปลูกได้ดีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่ดินส่วนใหญ่มีเนื้อหยาบ ส่งผลให้เกษตรกรส่วนใหญ่ทำการปลูกมันสำปะหลังอย่างต่อเนื่องติดต่อกันมาอย่างยาวนานในพื้นที่เดิม ทำให้ธาตุอาหารพืชในดินถูกดูดใช้ไปจนลดปริมาณลงไปเรื่อย ๆ เนื่องจากมันสำปะหลังเป็นพืชที่มีชีวมวลต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับอ้อยและข้าวโพด (Pattiya, 2011) โดยมันสำปะหลังจะใช้รากเป็นผลผลิต ส่วนลำต้นนำไปขยายพันธุ์ต่อ (เจริญศักดิ์, 2546) จึงทำให้การคืนธาตุอาหารของพืชสู่ดินนั้นต่ำ (Putthacharoen *et al.*, 1998) ผลผลิตมันสำปะหลังในภาคนี้จึงมีแนวโน้มลดลงทุกปี (ตารางที่ 1) (มูลนิธิพัฒนาสถาบันมันสำปะหลังแห่งประเทศไทย, 2554; สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554)

2. ข้าวโพดหวาน

ข้าวโพดหวานเริ่มปลูกในประเทศไทยราวปี พ.ศ. 2490 โดยนำเข้ามาจากสหรัฐอเมริกา ข้าวโพดหวานที่ปลูกกันในขณะนั้นเป็นพันธุ์ที่ชอบอากาศเย็น และปรับตัวเข้ากับประเทศไทยได้ดีพอสมควร มีความหวานสูง แต่เปลือกหุ้มเมล็ดเหนียว ทำให้ติดพันเวลารับประทาน จึงไม่ค่อยนิยมกัน จนในปี พ.ศ. 2494 มีการนำเข้าข้าวโพดหวานพันธุ์ใหม่จากมลรัฐฮาวาย ประเทศสหรัฐอเมริกา มาทดลองปลูกในประเทศไทย และพบว่าสามารถปรับตัวได้ดี จากคำบอกเล่าเรื่องการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดหวานโดยท่านองคมนตรี อำพล เสนาณรงค์ สรุปได้ดังนี้ อาจารย์ ดร. เจมส์ แอล บรูเบเกอร์ ได้นำพันธุ์ข้าวโพดหวานจากฮาวายจำนวน 300 พันธุ์มาปลูกทดสอบที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่าง ในปี พ.ศ. 2510 ผลการทดสอบได้มีการแนะนำให้ใช้พันธุ์ Hawaii H68 ซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวโพดลูกผสม (ทวีศักดิ์ และ ราชนทร์, 2539) ต่อมาในปี 2514 ท่านองคมนตรีอำพล เสนาณรงค์ ได้นำข้าวโพดหวานพันธุ์หวานพิเศษ (Hawaiian Sugar Super Sweet, HSSW) มาปลูกในประเทศไทย พบว่าสามารถปรับตัวได้ดีมาก มีรสหวาน เปลือกหุ้มเมล็ดบางไม่ติดพัน จึงได้ขยายเมล็ดและแนะนำให้เกษตรกรปลูกในปีต่อมา (นิรนาม, 2542 อ้างโดย ชีรศักดิ์, 2540) และข้าวโพดหวานพันธุ์นี้ก็ใช้เป็นแหล่ง

พันธูกรรมในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวานพันธุ์อื่น ๆ ในเวลาต่อมา (ธีรศักดิ์, 2540) รวมทั้งในปัจจุบันศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาทก็ยังผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานพันธุ์นี้เผยแพร่แก่เกษตรกรอยู่ทุกปี (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

ผลผลิตข้าวโพดหวานร้อยละ 75 ของผลผลิตทั้งหมด นำมาแปรรูปเป็นข้าวโพดหวานกระป๋องส่งออกไปขายในต่างประเทศ มีมูลค่าการส่งออกในปี 2554 คิดเป็นมูลค่า 5,676 ล้านบาท (กรมส่งเสริมการส่งออก, 2555) อุตสาหกรรมข้าวโพดหวาน ยังมีแนวโน้มขยายการเจริญเติบโตต่อไปได้ในอนาคต เนื่องจากว่า ประเทศผู้ผลิตและส่งออกรายใหญ่ของโลก ได้แก่ สหรัฐอเมริกา ได้มีการปรับเปลี่ยนพื้นที่ไปปลูกพืชพลังงานทดแทน และประเทศสหภาพยุโรปมีแนวโน้มขยายความต้องการเพิ่มขึ้น รวมทั้งประเทศในกลุ่มประเทศเอเชีย เช่น ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ ไต้หวัน ก็มีความต้องการนำเข้าข้าวโพดหวานเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน สำหรับประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศผู้นำในการผลิตข้าวโพดหวานในแถบประเทศเอเชีย และได้เปรียบต้นทุนการขนส่งที่ต่ำกว่าประเทศคู่แข่งรายอื่น ๆ ด้วยกัน เช่น ฝรั่งเศส และสหรัฐอเมริกา ถึงแม้ว่า ประเทศในเอเชียมีเวียดนามและจีนที่มีการผลิตข้าวโพดหวานส่งออกไปต่างประเทศได้บ้าง แต่ก็ยังมีปริมาณและคุณภาพไม่ได้มาตรฐานตามความต้องการของตลาดโลก จึงเป็นโอกาสของประเทศไทยที่จะขยายการผลิตและการส่งออก ข้าวโพดหวานต่อไปในอนาคตข้างหน้าได้ ประเทศคู่ค้าที่สำคัญ ได้แก่ อังกฤษ เยอรมนี รัสเซีย เกาหลีใต้ ญี่ปุ่น ไต้หวัน ซึ่งจะนำเข้าข้าวโพดหวานดิบ/สุกแช่แข็ง และข้าวโพดกระป๋องจากประเทศไทย

2.1 พื้นที่ปลูก

ข้อมูลการสำรวจโดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรในปี 2553-2554 มีเนื้อที่เพาะปลูกทั้งประเทศ 227,911 ไร่ เนื้อที่เก็บเกี่ยว 218,412 ไร่ ผลผลิตรวม 460,850 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย 2.11 ตันต่อไร่ พื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในเขตภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ตามลำดับ ผลการพยากรณ์ในเดือนมิถุนายน 2555 โดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรรายงานว่าข้าวโพดหวานมีเนื้อที่เก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้นจากเดิมเป็น 222,360 ไร่ ผลผลิตรวม 565,240 ตัน คิดเป็นผลผลิตเฉลี่ย 2.53 ตันต่อไร่ (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2555)

ข้าวโพดหวานปลูกได้ทั่วไปในประเทศ แหล่งปลูกที่สำคัญได้แก่ ภาคเหนือ จังหวัดที่ปลูกมาก ได้แก่ เชียงราย เชียงใหม่ ลำปาง ตาก น่าน อุตรดิตถ์ และ พะเยา ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดที่ปลูกมาก ได้แก่ หนองคาย นครพนม บุรีรัมย์ กาฬสินธุ์ อุบลราชธานี และ นครราชสีมา ในภาคกลาง จังหวัดที่ปลูกมาก ได้แก่ ปทุมธานี สระบุรี สุพรรณบุรี ลพบุรี นครสวรรค์ ในภาคตะวันตก จังหวัดที่ปลูกมาก ได้แก่ กาญจนบุรี ราชบุรี ประจวบคีรีขันธ์ และใน ภาคใต้ จังหวัดที่ปลูกมากได้แก่ สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2555)

2.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ข้าวโพดหวาน (sweet corn) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mays saccharata* เป็นข้าวโพดที่ปลูกรับประทานฝักสดโดยเฉพาะ เมล็ดเมื่ออ่อนอยู่จะมีลักษณะใสโปร่ง และมีรสหวาน เนื่องจากมีน้ำตาลมาก แต่เมล็ดแก่จะหดตัวและเหี่ยวแห้ง การเก็บข้าวโพดหวานจะเลือกเก็บในระยะที่ฝักมีน้ำตาลมากที่สุด ไม่อ่อนหรือแก่เกินไป น้ำตาลในเมล็ดข้าวโพดหวานจะเปลี่ยนสภาพเป็นแป้งได้ง่าย เมื่อได้รับอากาศร้อน ดังนั้นการปลูกข้าวโพดหวานในบ้านเราจะปลูกได้ดีในฤดูที่มีอากาศหนาว และเมื่อเก็บจากต้นแล้วควรจะต้องรับประทานทันที หรือไม่เกิน 2 ชั่วโมง มิฉะนั้นน้ำตาลภายในเมล็ดจะแปรสภาพเป็นแป้งทำให้รสจืดชืดไป การปลูกข้าวโพดหวานในฤดูร้อนนั้น อาจจะไม่ปลูกได้ถ้ามีน้ำเพียงพอแต่อากาศร้อนอาจส่งผลให้เมล็ดแก่เร็ว (เครือวัลย์, 2551)

ข้าวโพดฝักสดจัดอยู่ในวงศ์ Gramineae ในสกุล-วงศ์ *Zea mays* รากของข้าวโพดเป็นระบบรากฝอยไม่มีรากแก้ว มีลำต้นแข็งแรงใ้แน่นไม่กลวง มีความสูงตั้งแต่ 60 เซนติเมตรขึ้นไปถึง 400 เซนติเมตร แล้วแต่พันธุ์ ใบข้าวโพดเป็นใบเลี้ยงเดี่ยวเช่นเดียวกับพืชตระกูลหญ้า ทำหน้าที่ปรุงอาหารและเป็นที่ระเหยของน้ำ ดอกข้าวโพดเป็นแบบ monoecious คือมีดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่บนต้นเดียวกัน แต่อยู่คนละตำแหน่ง ดอกตัวผู้อยู่รวมกันเป็นช่อ เรียกว่า ดอกตัวผู้หรือดอกหัว (tassel) อยู่บนสุดของลำต้น ดอกตัวเมียมีลักษณะเป็นช่อมักเกิดที่บริเวณข้อกลางลำต้น มีขนาดยาวประมาณ 5-15 เซนติเมตร ปกติเรียกว่าฝักหรือที่ชาวบ้านมักเรียกว่า แอ้ ประกอบด้วยรังไข่ และเส้นไหมที่พร้อมจะผสมกับเกสรตัวผู้ เมื่อเส้นไหมโผล่พ้นปลายฝัก รังไข่ที่ได้รับการผสมจะเจริญเติบโตและพัฒนาเป็นเมล็ด (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

ข้าวโพดหวานธรรมชาติมีความหวานน้อยและมีปัญหาเรื่องอัตราความงอกต่ำ นักปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวานจึงได้พยายามนำยีนต่าง ๆ มาอยู่ร่วมกัน เพื่อให้ได้ข้าวโพดหวานที่มีคุณภาพดีขึ้น คือมีปริมาณน้ำตาลสูงขึ้น และแก้ปัญหาในเรื่องอัตราความงอกต่ำ อย่างไรก็ตาม พันธุ์ข้าวโพดหวานที่นิยมปลูกในประเทศไทยส่วนใหญ่จะเป็นพันธุ์ที่ควบคุมความหวานด้วยยีน 2 ชนิด คือ ยีนซรงค์น และยีนบริทเทิล (กรมวิชาการเกษตร, 2547) พันธุ์ที่นิยมปลูกในประเทศไทยมี 2 ชนิด คือ พันธุ์ลูกผสมได้แก่ พันธุ์เอทีเอส-2 หรือชูการ์ 74 , พันธุ์ชูการ์ 73, พันธุ์ไฮ-บริกซ์ 10 และพันธุ์อินทรี 2 เป็นต้น ซึ่งเป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกมากกว่าพันธุ์ผสมเปิด โดยมีลักษณะทางการเกษตรสม่ำเสมอ ได้แก่ ขนาดฝัก ความสูงฝัก ความสูงต้น อายุถึงวันออกไหมและเก็บเกี่ยว ให้ผลผลิตและคุณภาพสูง เป็นที่ต้องการของโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูป และบริโภคฝักสด และพันธุ์ผสมเปิดที่นิยมในปัจจุบันมี 1 พันธุ์ ได้แก่ ฮาวายเอียนชูการ์ซูเปอร์สวีท ซึ่งมีอายุการออกไหม 45-48 วัน น้ำหนักผลผลิตฝักสดทั้งเปลือกประมาณ 1500-1900 กิโลกรัมต่อไร่ และน้ำหนักผลผลิตปอกเปลือกประมาณ 900-1200 กิโลกรัมต่อไร่ และมีความหวานประมาณ 14.0 องศาบริกซ์ (กรมวิชาการเกษตร, 2548) ไม่ควรนำข้าวโพดหวานที่มียีนทั้งสองชนิดมาปลูกในบริเวณใกล้เคียงกัน เพราะจะเกิดการผสมข้ามพันธุ์ ทำให้ไม่มีเมล็ด ความหวานน้อย และตลาดไม่ยอมรับ (ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ, 2549)

2.3 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการปลูกข้าวโพดหวาน

ข้าวโพดหวานจะสามารถขึ้นได้ดีในดินแทบทุกชนิด อย่างไรก็ตามเพื่อให้ได้ผลผลิตและคุณภาพสูง ดินที่เหมาะสมต่อการปลูกข้าวโพดหวานควรมีน้ำดินลึกประมาณ 25-30 เซนติเมตร เนื้อดินเป็นดินร่วน ดินร่วนปนทราย หรือดินร่วนเหนียวปนทราย มีการระบายน้ำและถ่ายเทอากาศดี ดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่า 15 กรัมต่อกิโลกรัม ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงกว่า 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่า 40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พีเอชดินควรอยู่ในพิสัย 5.5-6.8 (กรมวิชาการเกษตร, 2548) ข้าวโพดต้องการธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในปริมาณที่สูงกว่าธาตุอาหารอื่น ๆ ดังนั้นในการปลูกข้าวโพดจึงควรพิจารณาเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมเป็นหลัก (กรมพัฒนาที่ดิน, 2541)

อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดหวานควรอยู่ในพิสัย 24-35 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1000-1200 มิลลิเมตรต่อปีและมีการกระจายของน้ำฝนอย่างสม่ำเสมอ การปลูกข้าวโพดหวานสามารถทำได้ตลอดปีถ้ามีแหล่งน้ำเพียงพอ แต่ผลผลิตและคุณภาพข้าวโพดหวานแตกต่างกันไปตามฤดูกาล โดยทั่วไปการปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายนจนถึงกุมภาพันธ์ จะทำให้ได้ผลผลิตข้าวโพดหวานสูงกว่าการปลูกในช่วงอื่น ๆ (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

3. พืชปุ๋ยสด

3.1 ความหมาย

พืชปุ๋ยสด หมายถึง พืชที่ปลูกเพื่อไถหรือสับกลบลงไปในดิน แล้วปล่อยให้วัชพืช จุลินทรีย์ในดินย่อยสลายกลายเป็นปุ๋ยเพื่อเพิ่มธาตุอาหารให้แก่พืช รวมทั้งช่วยในการปรับปรุงสมบัติดินให้ดีขึ้น (กลุ่มอินทรีย์วัตถุและวัสดุเหลือใช้, 2544; กรมพัฒนาที่ดิน, 2549; คณะกรรมการจัดทำพจนานุกรมปฐพีวิทยา, 2551; Brady and Weil, 2008)

พืชปุ๋ยสด ประกอบด้วย พืชวงศ์ถั่ว (leguminous green manure) และ พืชที่ไม่ใช่พืชวงศ์ถั่ว (non-leguminous green manure) เช่น ข้าวโพด ข้าวไรย์ ข้าวโอต ข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์ และหญ้าอื่น ๆ โดยพืชที่เหมาะสมใช้เป็นพืชปุ๋ยสดควรมีการเจริญเติบโตเร็ว มีผลผลิตน้ำหนักรากสูง ทนแล้ง และเมล็ดพันธุ์หาได้ง่าย รวมทั้งสามารถใช้ร่วมกับระบบปลูกพืชของเกษตรกรได้ (ประชา และคณะ, 2543; ธงชัย 2546; FAO, 1984)

พืชปุ๋ยสดเมื่อเจริญเติบโตจนถึงระยะเริ่มออกดอกถึงระยะดอกบานจะทำการไถกลบลงในดิน ซึ่งเรียกว่าปุ๋ยพืชสด (green manure) (กลุ่มอินทรีย์วัตถุและวัสดุเหลือใช้, 2544; กรมพัฒนาที่ดิน, 2549; Brady and Weil, 2008) ย่อยสลายเป็นแหล่งธาตุอาหารแก่พืชที่ปลูกตามหลังมา นอกจากนี้การไถกลบเศษพืชจากตอซังที่เหลือทิ้งในไร่นาก็จัดเป็นปุ๋ยพืชสดชนิดหนึ่ง (มุกดา, 2547) ความเป็นประโยชน์ของปุ๋ยพืชสดจะถูกควบคุมโดยชนิดดิน สภาพอากาศ ซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งเสริมต่อการสลายตัว (Leiros *et al.*, 1999) ปริมาณมวลชีวภาพและค่า C:N ratio ของพืชปุ๋ยสดซึ่งส่งผลโดยตรงต่อช่วงเวลาการปลูกพืชที่ปลูกตามมา (กรมพัฒนาที่ดิน, 2549) โดยการไถกลบพืชปุ๋ยสดที่มี C:N ratio กว้าง ช่วงเวลาปลูกที่เหมาะสมสำหรับพืชที่ปลูกตามมาจะนานกว่าการไถกลบพืชที่มี C:N ratio แคบ ซึ่งหากดำเนินการปลูกพืชเร็วเกินไปอาจส่งผลให้พืชที่ปลูกตามมาแสดงอาการขาดไนโตรเจนได้ (Barbara *et al.*, 2004)

เป็นที่ยอมรับในปัจจุบันว่าการนำพืชตระกูลถั่วหรือหญ้าบางชนิดเข้ามาในระบบการปลูกพืชหมุนเวียนสามารถช่วยแก้ไขปัญหาคาร์บอนของดิน เนื่องจากพืชต่างชนิดจะใช้น้ำ แสงแดด และธาตุอาหารแตกต่างกันออกไป (Nyamadzawo *et al.*, 2007) และเมื่อทำการไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสด จะช่วยปรับปรุงสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน และเพิ่มผลผลิตของดิน ดังนั้นการปลูกพืชปุ๋ยสดแล้วไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสดอย่างต่อเนื่องก็จะช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุและความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Wongwiwatchai *et al.*, 2002) รวมถึงช่วยเพิ่มผลผลิตพืชที่ปลูกตามให้สูงขึ้นด้วย (Hussain *et al.*, 1992; Onyango *et al.*, 2001; Muhr *et al.*, 2002; Mandal *et al.*, 2003; Astier *et al.*, 2006) นอกจากนี้ยังช่วยลดการกร่อนดิน (Basic *et al.*, 2004) และลดการแพร่ระบาดของศัตรูพืชได้ (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

3.2 ผลของปุ๋ยพืชสดต่อสมบัติดิน

การใช้พืชตระกูลถั่วหรือหญ้าบางชนิดเข้ามาในระบบการปลูกพืชหมุนเวียนแล้วไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสด จะช่วยเพิ่มธาตุอาหารพืช เพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปรับปรุงสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน รวมทั้งส่งเสริมกิจกรรมของจุลินทรีย์ ส่งผลให้พืชที่ปลูกตามมีผลผลิตเพิ่มขึ้น โดย Schwab (1976) รายงานการไถกลบถั่วขาว (*Phaseolus vulgaris*) ในดินร่วนเหนียว ในประเทศสหรัฐอเมริกา จะช่วยทำให้ความหนาแน่นของดินลดลง และเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของดินสอดคล้องกับการศึกษาของ Mandal *et al.* (2003) ในประเทศอินเดีย ได้ศึกษาผลของการไถกลบโสนและถั่วเขียวต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินร่วนเหนียว พบว่าการไถกลบโสนและถั่วเขียวส่งผลให้ดินมีอินทรีย์วัตถุและปริมาณไนโตรเจนเพิ่มมากขึ้น แต่ความหนาแน่นของดินลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ไถกลบ เช่นเดียวกับ Nyamadzawo *et al.* (2007) ในประเทศเนเธอร์แลนด์ รายงานว่า การไถกลบ *Acacia* จะช่วยเพิ่มอัตราการซ่าน้ำของดินที่มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายที่ใช้ปลูกข้าวโพดทั้งในกรณีที่มีการไถพรวนและไม่มีการไถพรวนร่วม เมื่อเปรียบเทียบกับดำรับที่มีการไถกลบ *Sesbania sesban* ร่วม ในปี 2006 Fullen และคณะได้ทำการศึกษาผลของการไถกลบ ryegrass (*Lolium Perenne*) ต่อสมบัติดินทรายในประเทศอังกฤษพบว่าหญ้า ryegrass จะเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุโดยเฉพาะในช่วงปีแรก จากนั้นปริมาณอินทรีย์วัตถุจะเริ่มคงที่ รวมทั้งช่วยเพิ่มความชื้นดิน

3.3 การปลดปล่อยไนโตรเจนและผลต่อผลผลิตพืชที่ปลูกตามมา

การไถกลบพืชปุ๋ยสดนอกจากจะช่วยเพิ่มผลิตภาพของดิน ยังช่วยเพิ่มผลผลิตพืชที่ปลูกตามให้สูงขึ้นด้วย เนื่องจากพืชปุ๋ยสดโดยเฉพาะพืชตระกูลถั่วจะตรึงไนโตรเจนจากอากาศเมื่อมีการไถกลบจะเกิดการสลายตัว และปลดปล่อยไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ให้แก่ดิน (N-mineralization) (กมลภา, 2549; Bin, 1938) ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อพืชที่ปลูกตามมาโดย Meelu *et al.* (1994) รายงานว่ามวลชีวภาพน้ำหนักแห้งของถั่วพืชปุ๋ยสด 500 กิโลกรัมต่อไร่ จะมีการปลดปล่อยไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์เฉลี่ยร้อยละ 3 ซึ่งเป็นเกณฑ์มาตรฐานของถั่วพืชปุ๋ยสด แต่ในกรณีของพืชตระกูลถั่วมีการปลดปล่อยไนโตรเจนในปริมาณที่ต่ำกว่าพืชตระกูลถั่วเนื่องจากมีช่วง C:N ration ในช่วงที่กว้างกว่า (Ahlam, 2004) แต่จะส่งเสริมต่อโครงสร้างดินมากกว่าพืชตระกูลถั่วดังแสดงในการศึกษาของ Thomsen (1993)

Jude (2009) ทำการศึกษาการปลดปล่อยไนโตรเจนจากการไถกลบพืชปุ๋ยสด 3 ชนิด ได้แก่ *Mucuna (Mucuna pruriens)*, ถั่ว lablab (*Lablab purpureus*) และปอเทือง (*Crotalaria juncea*) ใน South Africa พบว่าปอเทืองมีปริมาณการปลดปล่อยไนโตรเจนสูง กว่าไถกลบถั่ว *Mucuna (Mucuna pruriens)* และถั่ว lablab (*Lablab purpureus*) โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 121-170 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพืชที่ปลูกตามสามารถดูดไปใช้ได้ โดยการศึกษาของ Onyango *et al.* (2001) พบว่าการใช้ถั่ว lablab ปลูกร่วมแล้วไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสด จะให้ผลผลิตข้าวโพดสูงที่สุด เท่ากับ 8.5 ตันต่อเฮกตาร์ ขณะที่การใช้ปอเทือง และถั่ว *Mucuna* จะให้ผลผลิตเท่ากัน และการไม่มีการปลูกพืชร่วมมีแนวโน้มให้ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดต่ำที่สุด สอดคล้องกับการศึกษาของ Astier *et al.* (2006) พบว่าการไถกลบ Vetch ในดิน Andisols ในประเทศเม็กซิโก จะให้น้ำหนักแห้งของตอซังและเมล็ดข้าวโพดเท่ากับ 5,534 และ 1,782 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าการไถกลบ ข้าวโอ๊ตในดิน โดยจะให้น้ำหนักแห้งของตอซังและเมล็ดข้าวโพดเป็น 4,270 และ 984 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ และการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดจะให้น้ำหนักแห้งของตอซัง และเมล็ดข้าวโพดเท่ากับ 1,960 และ 514 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ

การศึกษาของ Mandal *et al.* (2003) ในประเทศอินเดีย ได้ศึกษาผลของการไถกลบ โสนและถั่วเขียวต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินร่วนเหนียวและพบว่าการไถกลบโสนและถั่วเขียว ร่วมกับการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 0, 60 และ 120 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ ให้ปริมาณไนโตรเจนในผลผลิตเมล็ดข้าวเพิ่มขึ้นเป็น 4.22, 5.50 และ 5.76 เมกะกรัมต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ เปรียบเทียบกับการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดที่ให้ค่าเพียง 4.32 เมกะกรัมต่อเฮกตาร์ เช่นเดียวกันกับในกรณีของ

ข้าวสาลีโดยการไม่ไถกลบพืชปุ๋ยสดจะให้ผลผลิตเมล็ดข้าวสาลีเท่ากับ 3.57 เมกะกรัมต่อเฮกตาร์ แต่เมื่อไถกลบปอเทืองและถั่วเขียว จะให้ผลผลิตเมล็ดข้าวสาลีเพิ่มขึ้นเป็น 4.26 และ 4.17 เมกะกรัมต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ สอดคล้องกับการศึกษาของ Hussain *et al.* (1992) ในประเทศปากีสถาน ที่รายงานว่าถั่วพื้นเมือง Pakistani Janter มีมวลชีวภาพสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับถั่ว Tropical Janter, Guara, ปอเทือง, ถั่วพุ่ม และถั่วเขียวและเมื่อไถกลบจะส่งผลให้ข้าวสาลีที่ปลูกตามมามีผลผลิตเมล็ดและน้ำหนักต่อซังสูงที่สุดเท่ากับ 1.52 และ 3.44 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ

Muhr *et al.* (2002) ในประเทศไนจีเรีย ศึกษาผลของการไถกลบถั่วเซนโตร (*Centrosema macrocarpum*) หรือถั่วสไตโล (*Stylosanthes guianensis*) ร่วมกับการใส่ปุ๋ยในโตรเจน 3 ระดับในดิน Oxic Paleustalf พบว่า ถั่วสไตโล มีปริมาณการสะสมไนโตรเจนสูงกว่าถั่วเซนโตร โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 0-100 ไมโครกรัมไนโตรเจนต่อกรัมดิน แต่เมื่อทำการไถกลบจะมีปริมาณการปลดปล่อยไนโตรเจนใกล้เคียงกันโดยมีค่าอยู่ในพิสัย -4-6 ไมโครกรัมไนโตรเจนต่อกรัมดิน อย่างไรก็ตามหลังจากการไถกลบถั่วทั้งสองชนิด พบว่า ปริมาณไนโตรเจนในดินจะเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน หลังจากปลูกข้าวโพดประมาณ 42 วัน แสดงให้เห็นว่าข้าวโพดมีโอกาสขาดไนโตรเจนในช่วงแรกของการเจริญเติบโต

นอกจากนี้ยังพบว่าการไถกลบถั่วทั้งสองชนิดที่อายุ 12 เดือน ให้ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดใกล้เคียงกันกับไถกลบที่อายุ 15 เดือน ขณะที่น้ำหนักแห้งซึ่งข้าวโพดจะสูงกว่าอย่างชัดเจน และการไถกลบถั่วเซนโตรจะให้น้ำหนักแห้งซึ่งข้าวโพดสูงกว่าถั่วสไตโล ทั้งสองช่วงอายุซึ่งสอดคล้องกับปริมาณการสะสมไนโตรเจน เมื่อพิจารณาถึงผลของพืชปุ๋ยสดต่ออัตราไนโตรเจน พบว่า การใส่ปุ๋ยอัตรา 30 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ ร่วมกับใช้ถั่วทั้งสองชนิดไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสด จะส่งผลให้ผลผลิตเมล็ดจะเพิ่มขึ้นอยู่ในระดับที่พอใจ ถึงแม้ว่าจะให้ไนโตรเจนในอัตราที่เพิ่มขึ้นก็ไม่มีผลต่อผลผลิตข้าวโพด

ศรีสุดา (2544) รายงานว่า ถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 60-3 มีปริมาณการสะสมไนโตรเจนสูงเท่ากับ 23 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ เมื่อทำการไถกลบในดินยโสธร ส่งผลให้มันสำปะหลังที่ปลูกตามมีผลผลิตหัวมันสดสูงที่สุดเท่ากับ 2826 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับถั่วเหลืองและถั่วเขียว ต่อมาในปี 2552 ได้ทำการศึกษาอัตราการสลายตัวของถั่วลิสง ถั่วมะแฮะ และวัชพืชครามขน ในดินยโสธร พบว่า ถั่วมะแฮะ จะสลายตัวอย่างรวดเร็วภายใน 1 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบกับพืชปุ๋ยสดอีก 2 ชนิด อย่างไรก็ตาม เพียง 63 วัน เท่านั้น พืชปุ๋ยสดทั้งสามชนิดจะสลายตัวไปเกือบทั้งหมด

ประภาส และคณะ (2550) ได้ศึกษาผลของอัตราปุ๋ยเคมีที่มีต่อผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในดินวารินที่มีการไถกลบถั่วพำก่อนปลูก พบว่าผลผลิตมันสำปะหลังที่ได้รับปุ๋ยสูตร 15-7-18 อัตราต่าง ๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามการไถกลบถั่วพำเพียงอย่างเดียวจะทำให้ผลผลิตใกล้เคียงกันกับการใส่ปุ๋ยสูตร 15-7-18 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่โดยมีค่าเท่ากับ 5910 และ 6274 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Hairiah *et al.* (2000) ในประเทศอินโดนีเซียที่พบว่า การไถกลบ Cowpea เพียงอย่างเดียวจะทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกตามมานั้นเทียบกับการใส่ปุ๋ยในโตรเจนอัตรา 60 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ไชวัฒน์ และคณะ (2544) พบว่าการใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ จะให้ผลผลิตเฉลี่ยข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินกำแพงเพชรสูงสุดเท่ากับ 1033 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับการไถกลบปอเทืองก่อนปลูกข้าวโพดหวานเพียงอย่างเดียว โดยให้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 945 กิโลกรัมต่อไร่ สอดคล้องกับ กมลภา (2549) รายงานว่าการไถกลบปอเทืองในชุดดินปากช่องจะทำให้น้ำหนักผลผลิตข้าวโพดหวานเพิ่มขึ้นในอัตราใกล้เคียงกับการใส่ยูเรียอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 39.23 และ 33.98 ตามลำดับ Bokhtiar *et al.* (2003) ได้ศึกษาผลของการไถกลบโสนคางคกและปอเทืองร่วมกับอัตราปุ๋ยในโตรเจน 4 ระดับในประเทศบังคลาเทศ ที่พบว่า ผลผลิตอ้อยยอดหลังจากไถกลบปอเทือง โสนคางคก และดำรับควบคุมรวมกับการให้ปุ๋ยในโตรเจนในอัตรา 0, 75, 150 และ 225 กิโลกรัมในโตรเจนต่อเฮกตาร์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

การใส่ปุ๋ยพืชสดจะช่วยเพิ่มในโตรเจนให้แก่ดินซึ่งอาจเพียงพอต่อความต้องการของพืชที่ปลูกตามมา แต่ในกรณีของมันสำปะหลังการได้รับในโตรเจนมากเกินไปอาจไม่มีผลต่อผลผลิตหัวมัน แต่จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตทางลำต้นมากกว่าการสร้างหัวมัน รวมทั้งการสะสมแป้งในหัวมันลดลง (จิรวรรณ, 2554; นริศรา, 2554; Duangpatra, 1982) นอกจากนี้อาจทำให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหาร โดยเฉพาะในโตรเจนและโพแทสเซียม ซึ่งจะส่งผลต่อการสร้างหัว (โชติ และคณะ, 2529) เช่น การศึกษาของสัมฤทธิ์ (2553) ที่ทำการปลูกมันสำปะหลังในชุดดินยโสธร จังหวัดนครราชสีมา พบว่า การใส่มูลไก่เกลบอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ จะให้น้ำหนักส่วนเหนือดินรวม (เหง้า ลำต้น กิ่งก้านและใบ) สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวมันสดสูงที่สุด แต่ส่งผลให้มีการสะสมแป้งในหัวมันสำปะหลังต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุปรับปรุงดินชนิดอื่น ๆ ได้แก่ ยิปซัม และหินฝุ่น สอดคล้องกับ ศิรินทรา (2553) ที่ดำเนินการในชุดดินสติ๊ก พบว่ามูลไก่เกลบทำให้น้ำหนักส่วนเหนือดินทั้งหมดของมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น แต่ร้อยละการสะสมแป้งจะต่ำ แสดงให้เห็นว่า มูลไก่เกลบอาจมีในโตรเจนสูงเกินไป จึงทำให้เกิดการเจริญเติบโตทางลำต้นมากกว่าการสะสมแป้งในราก (ยงยุทธ, 2552; Howler, 1981; Duangpatra, 1982)

4. ข้อมูลทั่วไปของจังหวัดนครราชสีมา

จังหวัดนครราชสีมาเป็นจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีพื้นที่ใหญ่ที่สุด ตั้งอยู่บนที่ราบสูงโคราชระหว่างละติจูด 15 องศาเหนือ และลองจิจูด 102 องศาตะวันออก อยู่สูงจากระดับทะเลปานกลาง เฉลี่ย 330 เมตร มีเทือกเขาแดงพญาเย็น (เขาใหญ่) และเทือกเขาพนมดงรักทางด้านใต้ และด้านตะวันตก มีพื้นที่โดยประมาณ 20,493.96 ตารางกิโลเมตร หรือ 12,808,728 ไร่

4.1 อาณาเขต

ทิศเหนือ	ติดกับจังหวัดชัยภูมิ และจังหวัดขอนแก่น
ทิศตะวันออก	ติดกับจังหวัดบุรีรัมย์
ทิศใต้	ติดกับจังหวัดนครนายก และจังหวัดปราจีนบุรี
ทิศตะวันตก	ติดกับจังหวัดชัยภูมิ จังหวัดสระบุรี และจังหวัดลพบุรี

4.2 ลักษณะภูมิประเทศ

ภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นที่ราบสูงมีความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 50-300 เมตร มีเทือกเขาสันกำแพงและเทือกเขาพนมดงรักเป็นแนวยาวทางด้านทิศใต้ และทิศตะวันตก ส่วนบริเวณตอนล่างค่อนข้างราบเรียบและตะวันออกเป็นที่ราบลุ่ม ลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดนครราชสีมา มีสภาพพื้นที่ทั้งหมดลาดเอียงจากทิศใต้ที่มีเทือกเขาแดงพญาเย็น และทางด้านตะวันตกที่มีเทือกเขาพนมดงรัก โดยลาดไปทางทิศตะวันออกและทิศเหนือ ซึ่งสามารถ แบ่งสภาพพื้นที่ออกได้เป็น 3 ส่วน คือ

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

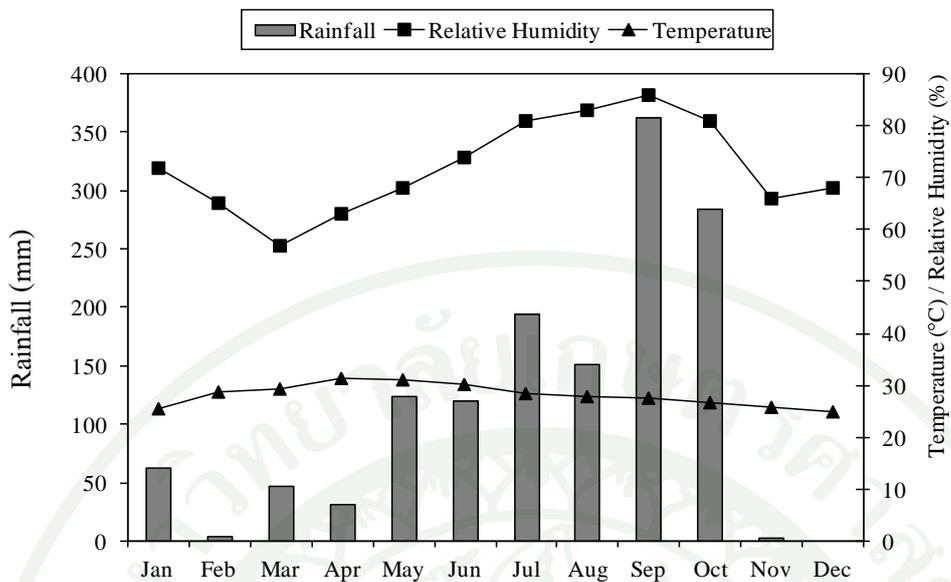
2. บริเวณที่สูงตอนกลาง สภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาด ยกเว้นบริเวณใกล้เชิงเขา ที่มีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลึก มีความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 300-660 เมตร และมีพื้นที่บางส่วนเป็นที่ราบลุ่ม โดยเฉพาะบริเวณใกล้ลำน้ำ เช่น ลำน้ำมูล ลำน้ำมูล ลำพระเพลิง เป็นต้น

3. บริเวณแอ่งโคราช ครอบคลุมพื้นที่ทางด้านเหนือของจังหวัด สภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อย มีความสูงประมาณ 150-200 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง มีบางส่วนเป็นเนินที่มีระดับความสูงประมาณ 170-250 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง และลาดต่ำไปหาที่ราบลุ่ม ที่ขนานกับลำน้ำมูล ลำเชียงไกรและลำปลายมาศ ซึ่งมีความสูงประมาณ 130-150 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง (สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน, 2550)

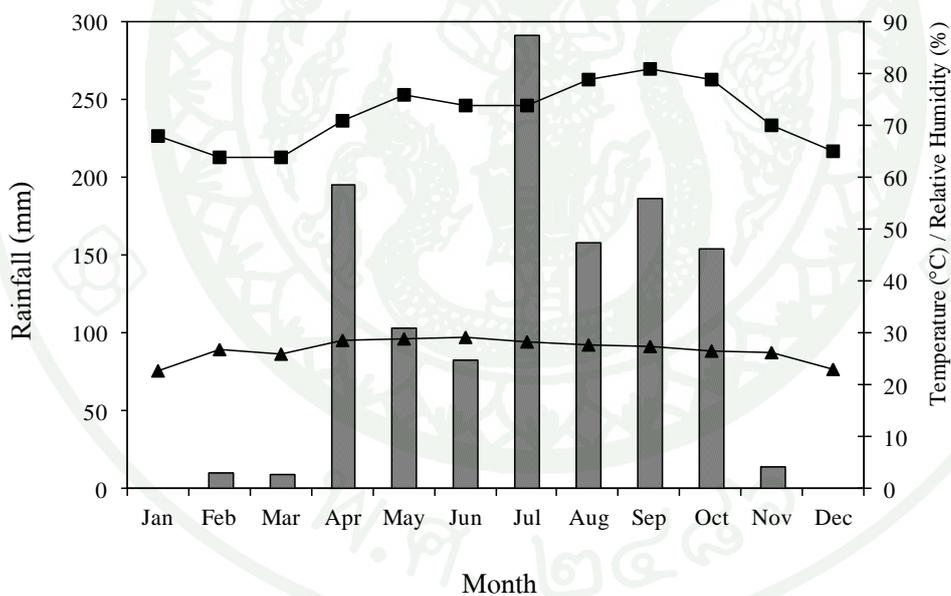
4.3 ลักษณะอากาศ

จังหวัดนครราชสีมาอยู่ภายใต้อิทธิพลของมรสุม 2 ชนิด คือ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (เริ่มตั้งแต่ประมาณกลางเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์) ส่วนมรสุมอีกชนิดหนึ่ง คือ มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม) บริเวณจังหวัดนครราชสีมา มีเมฆมากและฝนตกชุก ฝนที่ตกส่วนใหญ่เป็นฝนเนื่องจากพายุดีเปรสชันที่เคลื่อนตัวจากทะเลจีนใต้ ผ่านประเทศเวียดนามเข้าสู่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยปกติแล้วพายุดีเปรสชันจะเคลื่อนผ่านเข้ามาในบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือประมาณปีละ 2-3 ลูก ทำให้ปริมาณฝนอยู่ในเกณฑ์ดี ส่วนฝนที่เกิดจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้นั้นมีปริมาณน้อย เพราะมีเทือกเขาเพชรบูรณ์กับเทือกเขาดงพญาเย็นอยู่ทางตะวันตก และเทือกเขาสนกำแพงกับเทือกเขาพนมดงรักอยู่ทางใต้ เป็นเครื่องกีดขวางมิให้มรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดเข้ามาถึงโดยสะดวก จึงทำให้มีฝนตกน้อย

สภาพอากาศของจังหวัดนครราชสีมาในปีที่ทำการศึกษา (กรกฎาคม 2553-มีนาคม 2555) รายงานโดย กรมอุตุนิยมวิทยา (2555) พบว่า ปี 2553 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 28.1 องศาเซลเซียส ต่อปี ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 72 และมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 1386.2 มิลลิเมตร ต่อปี โดยในเดือนกันยายนเป็นเดือนที่มีฝนตกมากที่สุดเท่ากับ 364 มิลลิเมตร จากนั้นปริมาณน้ำฝนจะลดลงจนกระทั่งไม่มีฝนตกเลยในเดือนธันวาคม ฝนจะเริ่มตกอีกครั้งในเดือนกุมภาพันธ์ปี 2554 และเพิ่มมากขึ้นอย่างชัดเจนในเดือนเมษายน จนกระทั่งในเดือนกรกฎาคมจะมีปริมาณฝนตกมากที่สุดเท่ากับ 291.9 มิลลิเมตร โดยในปี 2554 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ 1208.6 มิลลิเมตร มีจำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ย 126 วัน อุณหภูมิเฉลี่ย 27.5 องศาเซลเซียสต่อปี และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่อปีเท่ากับร้อยละ 72 (ภาพที่ 1 และตารางผนวกที่ 1)



(ก)



(ข)

ภาพที่ 1 การแจกกระจายของปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ จังหวัดนครราชสีมา ปี 2553 (ก) และปี 2554 (ข)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องจักรกลทางการเกษตร ได้แก่ รถแทรกเตอร์ที่ติดตั้งไถงานผาล 3 และผาล 7 เครื่องชุดหัวมันสำปะหลัง

2. พืชที่ใช้ในการทดลอง

2.1 มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80

มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 ได้จากการผสมระหว่างพันธุ์ระยะของ 5 กับพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 เป็นพันธุ์ที่มีแป้งเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 27.3 ซึ่งสูงกว่าพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ห้วยบง 60 ส่วนผลผลิตหัวสดใกล้เคียงกับพันธุ์ห้วยบง 60 แต่สูงกว่าพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 โดยมีผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 4.9-5.5 ตันต่อไร่ ลักษณะประจำพันธุ์ที่สำคัญ ได้แก่ มีทรงต้นสูงและแตกกิ่งน้อย สะดวกต่อการเก็บเกี่ยวและขนส่งท่อนพันธุ์ สามารถนำไปปลูกโดยใช้ระยะปลูกถี่ได้ยอดมีสีเขียวอ่อน เปลือกนอกของหัวมีสีน้ำตาลอ่อน ผลผลิตตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมได้สูง (มูลนิธิพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย, 2551)

2.2 ข้าวโพดหวานพันธุ์ไฮ-บริดจ์ 39

ข้าวโพดหวาน พันธุ์ไฮ-บริดจ์ 39 ได้จากการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวานของบริษัท แปซิฟิกเมล็ดพันธุ์ จำกัด มีความสูงประมาณ 210 เซนติเมตร มีระบบรากและลำต้นแข็งแรงไม่หักล้มง่าย ต้านทานต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่ ปรับตัวได้ดีในเขตร้อน เปลือกหุ้มฝักบาง ฝักกว้าง 5-5.5 เซนติเมตร ยาว 19-20 เซนติเมตร เมล็ดมีสีเหลือง มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นประมาณ 68-75 วัน วันออกไหม 50-55 เปอร์เซ็นต์ ให้น้ำหนักเมล็ด 2.7 ตันต่อไร่ ข้าวโพดหวานพันธุ์นี้สามารถปลูกได้ทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน แต่ไม่สามารถเก็บเมล็ดไว้ทำพันธุ์ได้ ข้าวโพดหวาน นิยมปลูกกันแพร่หลายเพื่อรับประทานฝักสด มีรสหวานเพราะมีน้ำตาลมาก เมื่อเมล็ดแก่เต็มที่หรือแห้ง เมล็ดจะหดตัวเหี่ยวแห้งเนื่องจากน้ำตาลเปลี่ยนเป็นแป้งไม่ได้ (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

2.3 ปอเทือง

มีชื่อสามัญว่า Sun hemp ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Crotalaria juncea* เป็นพืชตระกูลถั่ว ตามประวัติครั้งแรกนำเข้ามาจากประเทศฟิลิปปินส์ ก่อนพ.ศ. 2485 ปลูกครั้งแรกที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ หลังจากนั้นก็ได้นำไปปลูกใช้เป็นปุ๋ยพืชสดอย่างกว้างขวางเป็นที่รู้จักกันดีในหมู่นักวิชาการด้านปุ๋ยพืชสด ลักษณะโดยทั่วไปของปอเทืองคือมีความสูงประมาณ 150-170 เซนติเมตร ลำต้นตั้งตรง แตกกิ่งก้านสาขามาก มีดอกสีเหลือง โดยจะออกดอกเมื่ออายุประมาณ 45-50 วัน ขึ้นได้ดีในพื้นที่ดอนที่มีการระบายน้ำดี ทนแล้งได้ดี เป็นพืชไม่ชอบน้ำขัง เมื่อใช้ปลูกเป็นปุ๋ยพืชสดปรับปรุงบำรุงดินนั้นจะนิยมปลูกเป็นพืชหมุนเวียนหรือปลูกแซมกับพืชหลักได้เป็นอย่างดี โดยวิธีหว่านเมล็ดพันธุ์ อัตราประมาณ 5 กิโลกรัมต่อไร่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ โดยควรปลูกพืชหลักตามหลังจากการไถกลบแล้วประมาณ 15 วัน ปอเทืองจะให้น้ำหนักสดก่อนการไถกลบประมาณ 1.5-5.0 ตันต่อไร่ ให้ปลดปล่อยไนโตรเจนประมาณ 8.7-28.9 กิโลกรัมต่อไร่ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2549)

2.4 หญ้ารุซซี

หญ้ารูซซี (*Brachiaria ruziziensis*) มีชื่อสามัญคือ Ruzi grass เป็นหญ้าเขตร้อน ประเภทค้ำปี มีลักษณะการเจริญเติบโตแบบกึ่งตั้งกึ่งเลื้อย มีความสูงประมาณ 60-100 เซนติเมตร ลำต้นกลม แข็ง เรียวเล็ก ไม่มีขน มีรากซึ่งแตกแขนงบริเวณโคนต้น ใบเขียวอ่อน อ่อนนุ่ม มีขนละเอียดคลุมทั้งด้านหน้าและหลังใบ ใบยาวประมาณ 13-15 เซนติเมตร กว้างประมาณ 0.8-2.5 เซนติเมตร เจริญเติบโตได้ดีในบริเวณที่ดอนที่มีฝนตกมากกว่า 1000 มิลลิเมตร สามารถขึ้นได้ในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำโดยเฉพาะในดินร่วนปนทราย ไม่ทนต่อสภาพชื้นแฉะ และลักษณะเด่นของหญ้ารูซซีคือสามารถผลิตเมล็ดได้มาก และเมล็ดมีความงอกสูงสะดวกต่อการขยายพันธุ์ (กรมปศุสัตว์, 2545)

3. ปุ๋ยเคมี ประกอบด้วย ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (0-46-0) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60)
4. สารเคมีทางการเกษตร ได้แก่ ไทอะมีโทแซม ยาคุมวัชพืช อะลาคลอร์ กรัสม็อกโซน
5. อุปกรณ์ในการจัดทำแปลงทดลอง
6. เครื่องมือการสำรวจดินภาคสนาม

7. อุปกรณ์สำหรับการบ่มพืชปุ๋ยสดในเรือนทดลอง
8. อุปกรณ์ เครื่องมือ และเคมีภัณฑ์ที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างดินและพืชในห้องปฏิบัติการ



วิธีการ

การศึกษาประกอบด้วย 2 การทดลอง ประกอบด้วย การศึกษาอิทธิพลของการไถกลบพืชปุ๋ยสดร่วมกับการจัดการปุ๋ยในโตรเจนต่อการดูดใช้ธาตุอาหารหลัก และผลผลิตของมันสำปะหลังและข้าวโพดหวานที่ปลูกต่อเนื่อง และ การศึกษารูปแบบการย่อยสลายและการปลดปล่อยธาตุอาหารหลักของพืชปุ๋ยสด โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การศึกษาอิทธิพลของการไถกลบพืชปุ๋ยสดร่วมกับการจัดการปุ๋ยในโตรเจนต่อการดูดใช้ธาตุอาหารหลัก และผลผลิตของมันสำปะหลังและข้าวโพดหวานที่ปลูกต่อเนื่อง

1.1 พื้นที่ศึกษา

ออกสำรวจภาคสนามเพื่อทำการคัดเลือกพื้นที่สำหรับจัดทำแปลง ซึ่งเป็นแปลงเกษตรกรรมอยู่ในบริเวณของชุดดินวาริน (กองสำรวจดิน, 2520) ที่มีการปลูกมันสำปะหลังบริเวณบ้านโนนสมบูรณ์ ตำบลกฤษณา อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา (ภาพที่ 2)

1.2 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Spilt plot in Randomized Complete Block จำนวน 4 ซ้ำ โดยแปลงทดลองหลัก (main plot) ประกอบด้วย ไม่มีการปลูกพืชปุ๋ยสดก่อนการปลูกพืชหลัก การปลูกพืชปุ๋ยสดตระกูลถั่ว (ปอเทือง) และการปลูกพืชปุ๋ยสดตระกูลหญ้า (หญ้ารัฐ) ดังนี้



ภาพที่ 2 พื้นที่ศึกษาอยู่ในแปลงเกษตรกรตำบลกฤษณา อำเภอลี้ควิว จังหวัดนครราชสีมา

A = การปลูกหญ้ารูซี่ (Ruzi grass (*Brachiaria ruziziensis*)) อัตรา 2 กิโลกรัมต่อไร่
ก่อนการปลูกพืชหลัก

B = การปลูกปอเทือง (Sun hemp (*Crotalaria juncea*)) อัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่
ก่อนการปลูกพืชหลัก

C = ไม่มีการปลูกพืชปุ๋ยสดก่อนการปลูกพืชหลัก (ดำรับควบคุม)

หมายเหตุ อัตราที่ใช้ปลูกได้จากอัตราแนะนำโดย กรมพัฒนาที่ดิน (2549)

เมื่อครบอายุของพืชปุ๋ยสดที่อายุประมาณ 50 วัน ทำการไถกลบ ปล่อยให้ทิ้งไว้ประมาณ 2 สัปดาห์ จากนั้นทำการปลูกมันสำปะหลัง ไถกลบเศษเหลือมันสำปะหลังในแปลงหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิต ปล่อยให้ทิ้งไว้ประมาณ 3 สัปดาห์ ทำการปลูกข้าวโพดหวาน และเมื่อครบอายุของพืชหลักทั้งสอง (มันสำปะหลัง และข้าวโพด) ที่ต้องทำการใส่ปุ๋ย ในแต่ละแปลงหลักจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วน

ส่วนละเท่า ๆ กัน และดำเนินการใส่ในโตรเจนในอัตราที่แตกต่างกัน 4 อัตรา (ตารางที่ 3 และภาพที่ 3) ดังนี้

N0 = ไม่มีการให้ในโตรเจน

N1 = ให้ในโตรเจนเทียบเท่ากับ 0.5 เท่าของอัตราแนะนำ

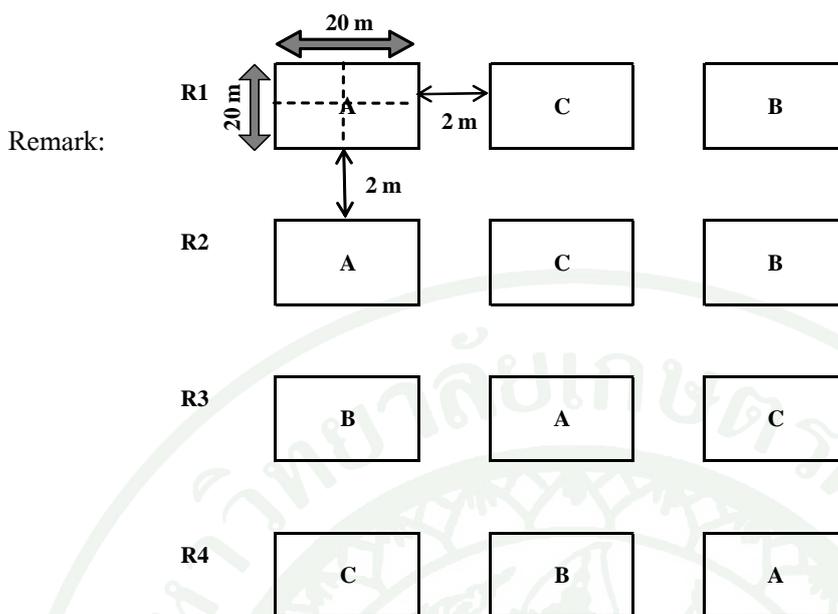
N2 = ให้ในโตรเจนเทียบเท่ากับอัตราแนะนำ

N3 = ให้ในโตรเจนเทียบเท่ากับ 1.5 เท่าของอัตราแนะนำ

โดยในโตรเจนใส่ในรูปของยูเรีย (46-0-0) ฟอสฟอรัสใส่ในรูปของปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (0-46-0) และโพแทสเซียมใส่ในรูปของปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60)

ตารางที่ 3 อัตราปุ๋ยในโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมสำหรับมันสำปะหลัง และข้าวโพดหวาน

คำรับ การทดลอง	พืชหลัก	
	มันสำปะหลัง	ข้าวโพด
N0	คำรับควบคุม ไม่ใส่ในโตรเจน	คำรับควบคุม ไม่ใส่ในโตรเจน
N1	7.5 กิโลกรัมในโตรเจนต่อไร่	15.25 กิโลกรัมในโตรเจนต่อไร่
N2	15 กิโลกรัมในโตรเจนต่อไร่	30.5 กิโลกรัมในโตรเจนต่อไร่
N3	22.5 กิโลกรัมในโตรเจนต่อไร่	45.75 กิโลกรัมในโตรเจนต่อไร่
ในทุกลำรับการทดลอง		
P	อัตรา 15 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่	อัตรา 7.5 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่
K	อัตรา 15 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่	อัตรา 7.5 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่



A: Ruzi grass, B: Sun hemp, C: Control (Local weeds)

ภาพที่ 3 แผนผังของแปลงทดลอง

1.2.1 แปลงทดลองมันสำปะหลัง

คำแนะนำปุ๋ยสำหรับมันสำปะหลังที่ปลูกในดินทรายโดย สถาบันวิจัยพืชไร่ (2551) ได้แก่ การใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ (เทียบเท่ากับ 15 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่) โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งละเท่า ๆ กัน เมื่อมันสำปะหลังอายุ 1 เดือน และ 3 เดือน ดังนั้น อัตราของไนโตรเจน จำนวน 4 ตารับการทดลอง (ตารางที่ 3) ได้แก่

$N_0 = 0$ กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ (ตำรับควบคุม)

$N_1 = 7.5$ กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ (3.75+3.75 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่)

$N_2 = 15$ กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ (7.5+7.5 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่)

$N_3 = 22.5$ กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ (7.5+15 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่)

ในทุกแปลงทดลองย่อย ทำการให้ปุ๋ยฟอสฟอรัส โปแทสเซียมเทียบเท่ากับอัตราแนะนำเท่ากับ 15 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ และ 15 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งละเท่า ๆ กัน เมื่อมันสำปะหลังอายุ 1 เดือน และ 3 เดือน

1.2.2 แปลงทดลองข้าวโพดหวาน

คำแนะนำปุ๋ยสำหรับข้าวโพดหวานที่ปลูกในดินทรายโดย กรมวิชาการเกษตร (2552) ทำการรองพื้นด้วยปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (เทียบเท่ากับ 7.5 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่) และโรยข้างแถวหลังปลูก 20 วัน ด้วยยูเรีย (46-0-0) อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ (เทียบเท่ากับ 23 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่) ดังนั้น อัตราของไนโตรเจน จำนวน 4 ดำรับทดลอง (ตารางที่ 3) ประกอบด้วย

$N_0 = 0$ กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ (ดำรับควบคุม)

$N_1 = 15.25$ กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ (3.75+11.5 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่)

$N_2 = 30.5$ กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ (7.5+23 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่)

$N_3 = 45.75$ กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ (11.25+34.5 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่)

ในทุกแปลงทดลองย่อย ทำการรองพื้นด้วยปุ๋ยฟอสฟอรัส โปแทสเซียมเทียบเท่ากับอัตราแนะนำเท่ากับ 7.5 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ และ 7.5 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่

1.3 การเตรียมแปลงทดลอง

การทดลองเริ่มต้นในเดือนกรกฎาคม ปี 2553 แปลงทดลองหลักมีขนาดเท่ากับ 20×20 เมตร ระยะห่างระหว่างแปลงทดลองเท่ากับ 2 เมตร (ภาพที่ 3) การเตรียมแปลงทดลอง ทำการไถพลิกดินด้วยรถแทรกเตอร์ติดตั้งไถงานผาล 3 และไถพรวนดินด้วยไถงานผาล 7 ทั้งไว้ประมาณ 15 วันทำการปลูกพืชปุ๋ยสดตามดำรับทดลองที่ 2-3 ส่วนดำรับที่ 1 ได้ปล่อยพื้นที่ทิ้ง เมื่อครบอายุของพืชปุ๋ยสดที่อายุประมาณ 50 วัน ทำการไถกลับโดยการไถรถแทรกเตอร์ที่ติดตั้งไถงานผาล 3

หลังจากการไถกลบไปแล้ว 15 วัน ไถพรวนดินอีกครั้งด้วยไถงานผล 7 ทำการยกร่องที่มีระยะห่างระหว่างร่องเท่ากับ 120 เซนติเมตร ทำการปลูกมันสำปะหลังพันธุ์หัวบง 80 บนสันร่อง โดยใช้ระยะปลูกระหว่างต้นเท่ากับ 80 เซนติเมตร หลังจากปลูกมันสำปะหลังเรียบร้อยแล้วทำการแบ่งแปลงทดลองหลักออกเป็น 4 ส่วนเท่า ๆ กันเป็นแปลงทดลองย่อยที่มีขนาดเท่ากับ 10×10 เมตร เพื่อทำการใส่ปุ๋ยตามตำรับทดลอง (ภาพที่ 3) โดยปุ๋ยที่ให้ในแต่ละตำรับทำการแบ่งใส่จำนวน 2 ครั้ง ครั้งละเท่า ๆ กัน ขณะที่มันสำปะหลังอายุได้ 1 และ 3 เดือน ตามลำดับ

ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลังที่อายุเก็บเกี่ยว 10 เดือน จากนั้นไถกลบกิ่ง ก้านใบ และเหง้าที่หลงเหลืออยู่ในแปลงทดลองโดยการไถรถแทรกเตอร์ที่ติดตั้งไถงานผล 3 ทิ้งไว้ประมาณ 3 สัปดาห์ จากนั้นไถพรวนดินด้วยไถงานผล 7 ทำการปลูกข้าวโพดหวานพันธุ์ไฮ-บริดจ์ 39 โดยใช้ระยะปลูกเท่ากับ 75×25 เซนติเมตร จากนั้นทำการแบ่งแปลงทดลองหลักออกเป็น 4 ส่วน เช่นเดียวกันกับในกรณีของมันสำปะหลัง เพื่อทำการใส่ปุ๋ยรองพื้นตามตำรับทดลอง และทำการใส่ปุ๋ยอีกครั้งเมื่อข้าวโพดหวานอายุได้ 20 วัน

1.4 การดูแลแปลงทดลอง

มันสำปะหลัง การใส่ปุ๋ยดำเนินการตามตำรับทดลอง การกำจัดวัชพืชประกอบด้วยทำการชุปท่อนพันธุ์ด้วยไทอะมิโทแซม เพื่อป้องกันเพลี้ยแป้งก่อนปลูกและฉีดยาคุมวัชพืชหลังปักท่อนพันธุ์ประมาณ 3 วัน ทำการพ่นน้ำยากำจัดเพลี้ยแป้งเมื่อมันสำปะหลังอายุได้ 4 เดือนหลังจากนั้นกำจัดโดยใช้แรงงานคนขึ้นอยู่กับการระบาดของวัชพืชในแปลง

ข้าวโพดหวาน การใส่ปุ๋ยดำเนินการตามตำรับทดลอง การกำจัดวัชพืชประกอบด้วยทำการคลุกเมล็ดข้าวโพดหวานด้วยยาเอพรอนเพื่อป้องกันแมลงกัดกินเมล็ดก่อนปลูกข้าวโพดหวาน หลังจากปลูกข้าวโพดหวาน 15 วัน ทำการกำจัดวัชพืชโดยใช้แรงงานคนขึ้นอยู่กับการระบาดของวัชพืชในแปลง และให้น้ำตามร่องทุก ๆ 7 วันตลอดระยะเวลาการปลูก โดยเฉพาะระยะงอก เป็นช่วงเวลาตั้งตัวของต้นอ่อน และระยะผสมเกสร ซึ่งเป็นช่วงวิกฤติของคุณภาพเมล็ดและการติดฝัก (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

1.5 การเก็บข้อมูลพืช

1.5.1 พืชปุ๋ยสด

การเก็บข้อมูลดำเนินการที่ระยะไถกลบ (ออกดอก) หรือที่อายุ 50 วัน รูปแบบการเก็บตัวอย่างกำหนดเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 1x1 เมตร สุ่มเก็บจำนวน 4 จุดในแต่ละแปลงย่อย พื้นที่เก็บเกี่ยวเท่ากับ 4 ตารางเมตร ข้อมูลที่เก็บประกอบด้วย

- 1) น้ำหนักสด ทำการชั่งน้ำหนักพืชปุ๋ยสดในแต่ละแปลงย่อย
- 2) น้ำหนักแห้ง นำตัวอย่างพืชปุ๋ยสดที่สุ่มเก็บ อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ชั่งน้ำหนักและคำนวณเป็นน้ำหนักแห้ง

1.5.2 มันสำปะหลัง

ทำการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเมื่ออายุครบ 10 เดือน โดยมีพื้นที่เก็บเกี่ยวเท่ากับ 34 ตารางเมตร ข้อมูลที่เก็บประกอบด้วย

- 1) ผลผลิตน้ำหนักหัวสด ทำการชั่งน้ำหนักผลผลิตหัวมันสด
- 2) น้ำหนักสดส่วนเหนือดิน (น้ำหนักต้น เหง้า และใบ) ทำการชั่งน้ำหนักใบ เหง้าและต้นทั้งหมดในแต่ละแปลงย่อย
- 3) จำนวนต้นต่อไร่ ทำการนับจำนวนลำต้นในแต่ละแปลงย่อย
- 4) จำนวนหัวต่อต้น ทำการสุ่มนับหัวมันสำปะหลังในแต่ละต้น จำนวน 10 ต้น เพื่อนำมาคำนวณเป็นค่าเฉลี่ย โดยหัวมันเป็นหัวที่สมบูรณ์ ไม่ฝ่อหรือเน่าเสีย และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกว่า 2 เซนติเมตรขึ้นไป

5) อัตราการรอดตายของมันสำปะหลัง โดยใช้สูตร

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

เมื่อ a = จำนวนต้นที่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ในพื้นที่เก็บเกี่ยว

b = จำนวนต้นทั้งหมดในพื้นที่เก็บเกี่ยว

6) ร้อยละการสะสมแป้งในหัวมันสด ทำการสุ่มหัวมันสำปะหลังมาสับเป็นท่อน ๆ โดยคัดเอาส่วนหัวและท้ายออกนำหัวมันสำปะหลังที่สับแล้วไปวัดปริมาณแป้ง ด้วยเครื่อง Reimann scale โดยชั่งหัวมันสำปะหลังดังกล่าวในอากาศ ให้ได้น้ำหนักประมาณ 5 กิโลกรัม แล้วนำหัวมันสำปะหลังส่วนนี้มาชั่งในน้ำ อ่านค่าปริมาณแป้งในหัวมันสดจาก scale เลขที่อ่านได้เป็นร้อยละของแป้งในหัวมันสด

1.5.3 ข้าวโพดหวาน

ทำการเก็บข้อมูลเมื่อข้าวโพดหวานอายุครบ 80 วัน โดยมีพื้นที่เก็บเกี่ยวเท่ากับ 15 ตารางเมตร ประกอบด้วย

- 1) ผลผลิตฝักสด ทำการชั่งน้ำหนักผลผลิตฝักสดไม่ปอกเปลือก
- 2) จำนวนฝักต่อต้น ทำการสุมนับฝักข้าวโพดในแต่ละต้น จำนวน 10 ต้น เพื่อนำมาคำนวณเป็นค่าเฉลี่ย โดยเป็นฝักที่สมบูรณ์
- 3) น้ำหนักตอชั่ง ทำการชั่งน้ำหนักตอชั่งสด (ส่วนเหนือดินทั้งหมด)

2. การศึกษารูปแบบการย่อยสลายและการปลดปล่อยธาตุอาหารหลักของพืชปุ๋ยสด

2.1 วางแผนการทดลอง

ทำการบ่มพืชปุ๋ยสด โดยวิธี Litterbag technique approach (ศรีสุตา, 2552; Bocock and Gilbert, 1957; Crossley and Hoglund, 1962) ในโรงเรือนทดลอง เป็นเวลา 11 สัปดาห์ สุ่มตามช่วงเวลาที่กำหนด จำนวน 9 ครั้ง (1 วัน 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, และ 11 สัปดาห์หลังจากใส่ตัวอย่างพืช) โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 3 ตำรับการทดลอง ดังนี้

A : ใส่หญ้าธัญ

B : ใส่ปอเทือง

C : ไม่มีการใส่พืช

2.2 การเก็บตัวอย่างดิน

ทำการเก็บตัวอย่างดินในบริเวณแปลงทดลองของการศึกษาที่ 1 แบบ composite sample ทัวทั้งบริเวณก่อนทำการปลูกพืชปุ๋ยสด ที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร นำตัวอย่างดินที่ได้มาผึ่งลมให้แห้ง บด และร่อนผ่านตระแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร โดยนำเศษพืชออกจากตัวอย่างดินทั้งหมด

2.3 การเก็บตัวอย่างพืช

นำตัวอย่างพืชปุ๋ยสดทั้ง 2 ชนิด ได้แก่ ปอเทือง หญ้าธัญ ในแปลงทดลองของการศึกษาที่ 1 ที่ระยะไถกลบ (ออกดอก) ที่อายุ 50 วัน นำตัวอย่างพืชมาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จากนั้นนำมาตัดให้มีขนาดประมาณ 2 เซนติเมตร

2.4 การบ่มพืชปุ๋ยสดโดยวิธี Litterbag technique approach (ศรีสุดา 2552; Bocoock and Gilbert, 1957; Crossley and Hoglund, 1962) ในโรงเรือนทดลอง

ทำการชั่งตัวอย่างดินที่ปราศจากเศษพืชลงในกระถางจำนวน 200 กรัม ปรับความชื้นดินให้ได้ร้อยละ 60 ของความจุความชื้นสนามด้วยน้ำกลั่นเป็นเวลา 2 สัปดาห์ จากนั้นใส่พืชปุ๋ยสดตามตำรับทดลองโดยอัตราที่ใส่เท่ากับผลผลิตน้ำหนักรวมที่ได้มาจากการศึกษาที่ 1 (ปอเทือง 353 มิลลิกรัม หญ้ารัฐชี่หนัก 511 มิลลิกรัม) ทำการใส่ลงในกระถางที่บรรจุดินให้ลึกประมาณ 10 เซนติเมตร รักษาความชื้นดินที่ร้อยละ 60 ของความจุความชื้นสนามตลอดระยะเวลาการบ่มโดยการชั่งน้ำหนัก เติมน้ำกลั่น เพื่อปรับน้ำหนักให้คงระดับเดิม

เมื่อครบระยะเวลาการบ่มที่กำหนดที่ 1 วัน, 2, 3, 4, 5, 7, 9 และ 11 สัปดาห์ หลังจากใส่ตัวอย่างพืช ทำการร่อนตัวอย่างดินในกระถางด้วยตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร เพื่อแยกเศษซากพืชปุ๋ยสด ทำการชั่งน้ำหนักแห้งตัวอย่างพืชในตะแกรง และวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด โพแทสเซียมทั้งหมด คาร์บอนทั้งหมด และ C:N ratio ส่วนตัวอย่างดินนำไปวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ในรูปของแอมโมเนียม (NH_4^+) และ ไนเตรต (NO_3^-)

3 การเก็บตัวอย่างดิน

3.1 การศึกษาดินตัวแทนของพื้นที่ศึกษา (site characterization)

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) นำมาวิเคราะห์สมบัติเพื่อใช้เป็นข้อมูลตัวแทนดิน และทำการจำแนกดินให้ได้ชื่อดินในระดับกลุ่มดินย่อย (Subgroup) (Soil Survey Staff, 2006) และใช้เป็นตัวแทนของดินในพื้นที่ทดลองเพื่อใช้ในการถ่ายทอดข้อมูล

3.2 การเก็บตัวอย่างดินก่อนทำการทดลอง

เก็บตัวอย่างดินแบบ composite sample ที่ 2 ระดับความลึกได้แก่ ดินบนซึ่งมีความหนาประมาณ 0-20 เซนติเมตร และดินล่างตั้งแต่ได้ชั้น ไถพรวนลงไปจนถึงระดับความลึก 60 เซนติเมตร โดยใช้สว่านเก็บตัวอย่างดิน

3.3 การเก็บตัวอย่างดินหลังทำการทดลอง

ทำการเก็บตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร ในทุกแปลงย่อย โดยใช้สว่านเก็บตัวอย่างดิน จำนวน 2 ครั้ง ได้แก่ หลังการไถกลบพืชปุ๋ยสด 15 วัน (ก่อนปลูกมันสำปะหลัง 1 วัน) และหลังการไถกลบมันสำปะหลังประมาณ 20 วัน (ก่อนการปลูกข้าวโพดหวาน 1 วัน)

4. การวิเคราะห์ดิน

4.1 การวิเคราะห์สมบัติทางฟิสิกส์

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

4.1.2 ความหนาแน่นรวม (Bulk density) ของดิน โดยวิธีใช้กระบอกเก็บตัวอย่างดินที่ไม่ทำลายโครงสร้าง (core method) (Blake and Hartge, 1986)

4.1.3 ความจุความชื้นสนาม (Field capacity, FC) เป็นความชื้นของดินที่แรงดึงน้ำเท่ากับ 33 กิโลพาสคัล (Klute, 1986)

4.1.4 สภาพนำน้ำดินขณะอิ่มตัว (Saturated hydraulic conductivity) โดยใช้พลังงานขับน้ำผันแปร (variable head method) (Klute, 1965)

4.2 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

4.2.1 พีเอชดิน (Soil pH) วัดโดยใช้เครื่องมือวัดค่าพีเอชดิน (pH meter) ใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำ และดินต่อสารละลาย 1M KCl เท่ากับ 1:1 (Thomas, 1996; National Soil Survey Center, 1996)

4.2.2 ปริมาณไนโตรเจนรวม (Total nitrogen) โดยวิธี Kjeldahl method (Jackson, 1965)

4.2.3 ปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ โดยสกัดดินด้วยสารละลาย 2 M KCl แล้ววัดปริมาณแอมโมเนียมและไนเตรต โดยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ แล้วไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐาน 0.005 M HCl (Keeney, 1982)

4.2.4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus) โดยวิธี Bray II (Bray and Kurtz, 1945) แล้ววัดปริมาณฟอสฟอรัสโดยวิธี ascorbic acid ด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 882 นาโนเมตร (Watanabe and Olsen, 1965)

4.2.5 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available potassium) โดยใช้ 1M NH_4OAc ที่เป็นกลาง (pH 7.0) (Pratt, 1965) แล้ววัดปริมาณโพแทสเซียมด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer

4.2.6 ปริมาณเบสรวมที่สกัดได้ (Extractable bases) ประกอบด้วย แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม และโพแทสเซียม โดยสกัดด้วยสารละลาย 1M NH_4OAc ที่เป็นกลาง (pH 7.0) (Peech, 1945) แล้ววัดปริมาณด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer

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

$$\text{Organic matter (\%)} = \% \text{Organic carbon} \times 1.724$$

4.2.8 ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation exchange capacity; CEC) โดยใช้การชะละลายแคตไอออนด้วยสารละลาย 1M NH₄OAc ที่เป็นกลาง (pH 7.0) และแทนที่แคตไอออนของแอมโมเนียมไอออนด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (10%) ในสภาพที่เป็นกรด กลั่นหาปริมาณแอมโมเนียมไอออน แล้วคำนวณหาค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน (Chapman, 1965)

4.2.9 สภาพกรดที่สกัดได้ (extractable acidity) โดยวิธี barium chloride-triethanolamine ที่ pH 8.2 (Thomas, 1996)

4.2.10 อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (base saturation percentage) โดยการคำนวณจากค่าปริมาณเบสที่สกัดได้ และปริมาณความเป็นกรดที่สกัดได้ (National Soil Survey Center, 1996) ดังสูตร

$$\% \text{ BS} = \frac{\text{Extractable bases}}{\text{Extractable bases} + \text{Extractable acidity}} \times 100$$

5. การวิเคราะห์พืช

พืชปุ๋ยสด ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างพืชปุ๋ยสดทั้งต้นแต่ไม่รวมรากได้แก่ ปอเทือง หญ้ารัฐ และวัชพืชท้องถิ่น ดำเนินการเก็บที่อายุโลกกลม (ระยะออกดอก) หรือที่อายุ 50 วัน

มันสำปะหลัง ทำการสุ่มเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่อายุ 10 เดือน ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้ เหง้า ลำต้น กิ่งก้านและใบ และหัวมันสำปะหลัง

ข้าวโพดหวาน ทำการสุ่มเก็บข้าวโพดหวานที่อายุ 80 วัน ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ได้แก่ ดอก ช่งข้าวโพด (ลำต้น ใบ และเปลือกข้าวโพด) และฝักข้าวโพด

นำตัวอย่างพืชที่ทำการศึกษาแต่ละชนิด มาอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนตัวอย่างแห้งสนิท บดตัวอย่างพืชที่ได้ให้ละเอียด นำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ประกอบด้วย

5.1 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด โดยการย่อยตัวอย่างพืชด้วย $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-Na}_2\text{SO}_4\text{-Se}$ (digestion mixture) และวิเคราะห์ปริมาณ โดยวิธีการกลั่น โดยวิธีวิธี Kjeldahl method (Jackson, 1965)

5.2 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด โดยการย่อยตัวอย่างด้วย ($\text{HNO}_3\text{-H}_2\text{SO}_4\text{-HClO}_4$ acid mixture) (Johnson and Ulrich, 1959) และวิเคราะห์หาปริมาณ ฟอสฟอรัส โดยวิธี Vanado-molybdophosphoric acid ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 440 นาโนเมตร (Murphy and Riley, 1962)

5.3 ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด โดยการย่อยสลายด้วย digestion mixture ($\text{HNO}_3\text{-H}_2\text{SO}_4\text{-HClO}_4$ acid mixture) (Johnson and Ulrich, 1959) วัดปริมาณด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer (Westerman, 1990)

5.4 ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์โดยวิธี ignition loss (Ben-Dor and Banin, 1989) โดยทำการเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส (Allison, 1965)

6. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

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

7. สถานที่และระยะเวลาทำการวิจัย

7.1 สถานที่ทำการทดลอง

7.1.1 แปลงทดลองในพื้นที่แปลงเกษตรกร บ้านโนนสมบูรณ์ ตำบลกฤษณา อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา

7.1.2 เรือนทดลองภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

7.1.3 ห้องปฏิบัติการภาควิชาปรัชญาพิวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ

7.2 ระยะเวลาที่ทำการทดลอง

ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2553 ถึงมีนาคม 2555



ผลและวิจารณ์

การศึกษาผลของปุ๋ยพืชสดและการจัดการปุ๋ยใน โตรเจนสำหรับมันสำปะหลังและข้าวโพดหวานที่ปลูกต่อเนื่องกันในดินวาริน การศึกษาประกอบด้วยลักษณะและสมบัติของดินตัวแทน รูปแบบการย่อยสลายของพืชปุ๋ยสดแต่ละชนิดและผลต่อใน โตรเจนที่เป็นประโยชน์ในดิน ผลของการไถกลบพืชปุ๋ยสด และการจัดการปุ๋ยใน โตรเจนต่อการดูดใช้ธาตุอาหารหลักและผลผลิตของมันสำปะหลังและข้าวโพดหวาน

1. ลักษณะและสมบัติดินตัวแทนที่ใช้ในการศึกษา

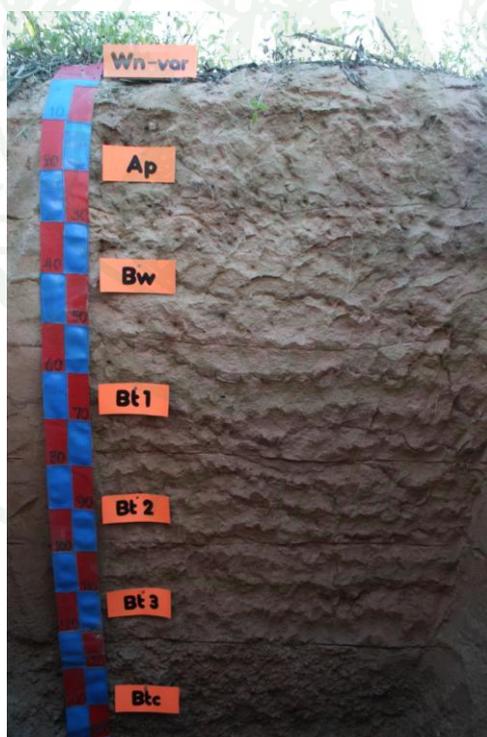
ดินตัวแทนในบริเวณที่ทำการศึกษาครั้งนี้อยู่ในบริเวณของชุดดินวาริน (Warin soil series: Wn) (สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน, 2547) ซึ่งมีลักษณะและสมบัติ ดังต่อไปนี้

1.1 สภาพแวดล้อมทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ที่ทำการศึกษาอยู่สูงจากระดับทะเลปานกลาง 346 เมตร สภาพพื้นที่เป็นแบบ ลูกคลื่นลอนชัน โดยมีความลาดชันร้อยละ 7 สภาพให้ซึมได้ที่ผิวดินเร็ว น้ำไหลบ่าหน้าผิวดินเร็ว ดินมีพัฒนาการมาจากตะกอนชะล้าง (wash deposit) เป็นดินลิก มีการระบายน้ำดี พัฒนาการของหน้าตัดดินเป็น Ap-Bw-Bt1-Bt2-Bt3-Btc แสดงให้เห็นว่าดินมีการสะสมดินเหนียวขึ้นตามความลึก และพบชั้นพลินไทต์ในชั้นดินล่างที่ความลึกประมาณ 126 เซนติเมตร

1.2 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาสนามของดิน

ดินบนมีความหนา 29 เซนติเมตร มีสีแดงปนเหลือง เนื้อดินเป็นดินทราย ดินเป็นกรดปานกลาง โดยมีพีเอชสนามเท่ากับ 6.0 โครงสร้างเป็นก้อนเหลี่ยมมุมมนขนาดละเอียดจนถึงละเอียดมาก และบางส่วนเป็นแบบเม็ดเดี่ยว ความคงทนของโครงสร้างไม่แข็งแรง เมื่อแห้งก้อนดินแตกออกจากกันได้ง่าย เมื่อดินชื้นจะไม่ยึดตัว และเมื่อเปียกจะไม่สามารถเปลี่ยนรูปได้ และพบรากพืชขนาดเล็กลงกระจายอยู่ค่อนข้างมาก



ภาพที่ 4 สภาพแวดล้อม และลักษณะหน้าตัดดินของดินตัวแทนชุดดินวาริน ในตำบลกฤษณา อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา

ดินล่างลึกตั้งแต่ 29-160 เซนติเมตร มีความหนา 131 เซนติเมตร สีดินอยู่ในพิสัย สีเหลืองปนแดงจนถึงสีแดงปนเหลือง เนื้อดินเป็นดินทรายจนถึงทรายปนร่วน โครงสร้างดินคล้ายกับ ดินบนแต่ขนาดใหญ่กว่า และมีความคงทนของโครงสร้างแข็งแรงกว่าชั้นดินบน ดินเป็นกรดเล็กน้อย โดยมีพีเอชเพิ่มขึ้นเล็กน้อย pH (6.0-6.5) พบการเคลือบของดินเหนียวปริมาณน้อยและไม่ค่อยชัดเจนระหว่างเม็ดทราย พบสารมวลพอกของเหล็กออกไซด์เป็นชั้นหนาในชั้นดินที่ลึกที่สุด และพบรากพืชขนาดเล็กอยู่เล็กน้อย

1.3 สมบัติทางฟิสิกส์

ดินมีอนุภาคขนาดทรายเด่นกว่าอนุภาคขนาดอื่น ๆ โดยมีปริมาณสูงถึง 810-887 กรัมต่อ กิโลกรัม ขณะที่ปริมาณอนุภาคขนาดทรายแป้งและขนาดดินเหนียวอยู่ในพิสัย 16-103 และ 70-130 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4) โดยอนุภาคขนาดทรายมีแนวโน้มลดลงตามความลึก ขณะที่ อนุภาคขนาดทรายแป้งและอนุภาคดินเหนียวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นถึงการเคลื่อนย้ายเชิงกล (lessivage) ของอนุภาคขนาดเล็กเกิดขึ้น รวมทั้งกระบวนการเคลื่อนย้ายวัสดุจากชั้นดินบนลง ไป สะสมในดินชั้นล่าง ทำให้ดินบนมีอนุภาคขนาดทรายเหลืออยู่มากกว่าในชั้นดินล่าง เนื้อดินจึงหยาบ กว่า จากการที่ดินมีขนาดอนุภาคทรายเด่น ส่งผลให้เนื้อดินเป็นดินทรายปนร่วนเกือบตลอดหน้าตัด ดินยกเว้นในชั้นดินบนที่เป็นดินทราย

ดินมีความหนาแน่นรวมอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูงโดยมีค่าอยู่ในพิสัย 1.55-1.78 เมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึก ซึ่งส่งผลให้ค่าสภาพ นำน้ำขณะดินอิ่มตัวมีแนวโน้มลดลงตามความลึก โดยดินบนอยู่ในระดับเร็วปานกลาง (7.22 เซนติเมตรต่อชั่วโมง) และระดับช้าถึงเร็วปานกลางในชั้นดินล่าง (0.82-9.10 เซนติเมตรชั่วโมง) (ตารางที่ 4) ทั้งนี้อาจเนื่องจากชั้นดินบนส่วนใหญ่มักมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่าดินล่าง จึงส่งผลให้ ดินบนมีความโปร่งและร่วนซุยมากกว่า ความหนาแน่นรวมของดินจึงต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับชั้น ดินล่าง (Forth, 1990)

ตารางที่ 4 สมบัติทางฟิสิกส์ของดินวาริน ซึ่งเป็นตัวแทนของดินในพื้นที่ทดลอง

Depth (cm)	Hor.	BD (Mg/m ³)	Ksat (cm/hr)	Sand (-----g/kg-----)	Silt	Clay	Texture
0-29	Ap	1.55	7.22	887	43	70	sand
29-53	Bw	1.66	3.74	862	42	96	loamy sand
53-80	Bt1	1.57	9.10	810	103	87	loamy sand
80-100	Bt2	1.63	2.50	855	67	78	loamy sand
100-126	Bt3	1.78	0.82	820	93	87	loamy sand
126-160+	Btc	1.58	1.22	853	17	130	loamy sand

1.4 สมบัติทางเคมี

ดินเป็นกรดจัดถึงกรดจัดมากโดยมีพีเอชอยู่ในพิสัย 4.9-5.4 (ตารางที่ 5) แสดงให้เห็นว่า ดินมีพัฒนาการสูง เกิดกระบวนการชะละลายรุนแรง เบสต่าง ๆ จึงเคลื่อนย้ายออกไปจากหน้าตัดดิน (Zhang *et al.*, 2006) พีเอชดินที่วัดในสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 1 โมลาร์ มีค่าอยู่ในพิสัย 3.4-4.0 ซึ่งมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดหน้าตัดดิน แสดงให้เห็นว่าดินมีประจุสุทธิเป็นลบส่งผลให้ดินมีความสามารถในการดูดซับแคตไอออนได้ดีกว่าแอนไอออน ซึ่งเป็นลักษณะของดินในเขตร้อนทั่วไป (วิโรจ, 2531; Cindy *et al.*, 2008) นอกจากนี้พีเอชดินที่เป็นกรดนี้อาจส่งผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชในดิน โดยจะส่งเสริมให้เหล็กและอะลูมิเนียมละลายออกมา จนอาจเป็นพิษกับพืชได้ (Halvin *et al.*, 1999) และลดความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดิน เนื่องจากเกิดการตกตะกอนกับเหล็กและอะลูมิเนียม (Violante and Gianfreda, 1995)

ปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินมีค่าอยู่ในระดับต่ำมาก โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 0.52-3.10 กรัมต่อกิโลกรัมและมีแนวโน้มลดลงตามความลึก เนื่องจากชั้นดินบนเป็นชั้นที่มีผลมาจากการสลายตัวของเศษเหลือจากการเกษตรกรรม หรือพืชพรรณธรรมชาติที่ขึ้นปกคลุมที่ผิวดิน (Sanchez and Buol, 1975; Sanchez, 1976; Tangsinmankong, 2004) เช่นเดียวกันกับปริมาณไนโตรเจนรวม ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดินที่มีค่าอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมาก โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 0.04-0.18 กรัมต่อกิโลกรัม 0.71-4.92 และ 4.04-38.47 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ และมีแนวโน้มลดลงตามความลึกซึ่งให้ผลในทิศทางเดียวกันกับปริมาณอินทรีย์วัตถุ ทั้งนี้เนื่องจากอินทรีย์วัตถุในดินเป็นแหล่งสำคัญที่จะสลายตัวให้ธาตุอาหารพืชแก่ดิน โดยเฉพาะไนโตรเจน

ฟอสฟอรัส และกำมะถัน (ไพบูลย์, 2528; Brady and Weil, 2008) นอกจากนี้ยังเป็นผลตกค้างมาจากการจัดการในพื้นที่ โดยเฉพาะฟอสฟอรัส เพราะเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้น้อยในดิน จึงมักสะสมอยู่ในดิน โดยเฉพาะในดินชั้นบนมากกว่าดินชั้นล่าง (Tisdale and Nelson, 1975) และจากการที่ดินเป็นกรดรุนแรง โดยเฉพาะในดินล่าง ฟอสฟอรัสในดินส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปสารประกอบเชิงซ้อนของเหล็กและอะลูมิเนียมที่ละลายน้ำยากของสารประกอบเหล็กฟอสเฟต และอะลูมิเนียมฟอสเฟต มีผลทำให้ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสลดต่ำลง (Violante and Gianfreda, 1995) ในกรณีของโพแทสเซียมเนื่องจากดินที่ทำการศึกษามีการชะละลายรุนแรง แร่ดินเหนียวส่วนใหญ่มักเป็นแร่ดินเหนียวเคลอไรต์ รวมทั้งมีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่ำ จึงทำให้โพแทสเซียมถูกชะละลายออกไปจากหน้าตัดดินได้ง่าย ประกอบกับปริมาณอินทรีย์วัตถุที่อยู่ในระดับต่ำจึงอาจสลายให้โพแทสเซียมได้น้อย โพแทสเซียมที่เหลืออยู่ในดินจึงมีปริมาณต่ำ (Buol *et al.*, 2003; Zhang *et al.*, 2006)

ถึงแม้ว่าดินที่ทำการศึกษามีปริมาณแคลเซียม โพแทสเซียม และแมกนีเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมากโดยมีค่าอยู่ในพิสัย 0.16-0.54, 0.01-0.10 และ 0.04-0.45 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และมีโซเดียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากมีค่าอยู่ในพิสัย (0.06-0.07 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) ส่งผลให้ร้อยละความอิ่มตัวของดินที่อยู่ในระดับต่ำในชั้นดินบนและล่าง (ร้อยละ 10.52-31.15) ดินมีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับต่ำมากโดยมีค่าอยู่ในพิสัย 0.40-1.40 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ต่ำมาก รวมทั้งดินมีปริมาณดินเหนียวต่ำ ขณะที่สภาพกรดที่สกัดได้ของดินอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำปานกลางโดยมีค่าอยู่ในพิสัย 1.6-4.0 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ซึ่งให้ผลไม่สอดคล้องกับพีเอชของดิน ทั้งนี้โดยทั่วไปดินที่เป็นกรดรุนแรงมักมีสภาพกรดที่สกัดได้สูง อย่างไรก็ตามพีเอชของดินจะบ่งบอกถึงปริมาณไฮโดรเจนไอออนในสารละลายดินเพียงอย่างเดียว ขณะที่สภาพกรดที่สกัดได้จะรวมถึงปริมาณของอะลูมิเนียมไอออนในสารละลายดินด้วย (Buol *et al.*, 2003; Brady and Weil, 2008)

ตารางที่ 5 สมบัติทางเคมีของดินวาริน ซึ่งเป็นตัวแทนของดินในพื้นที่ทดลอง

Depth (cm)	Hor.	pH		OM (----g/kg----)	Total N	Available (---mg/kg---)		Extractable base (-----cmol _c /kg-----)				Sum bases	EA	CEC	BS (%)
		H ₂ O	KCl			P	K	Ca	Mg	K	Na				
0-29	Ap	4.9	3.9	3.10	0.18	4.92	38.47	0.26	0.04	0.10	0.07	0.47	4.0	0.75	10.52
29-53	Bw	5.1	4.0	0.86	0.04	1.27	4.04	0.32	0.06	0.01	0.06	0.45	2.2	0.40	17.07
53-80	Bt1	5.4	3.9	0.52	0.04	0.83	11.92	0.19	0.08	0.03	0.07	0.37	2.6	0.65	12.56
80-100	Bt2	5.1	3.8	0.69	0.11	0.71	5.81	0.36	0.12	0.01	0.06	0.56	3.6	0.80	13.40
100-126	Bt3	5.0	3.4	0.69	0.04	0.71	14.24	0.16	0.14	0.04	0.06	0.40	1.6	0.65	19.91
126-160+	Btc	5.0	3.8	1.03	0.04	0.83	11.14	0.54	0.45	0.03	0.07	1.09	2.4	1.40	31.15

1.5 การจำแนกดิน

การจำแนกดินตามระบบอนุกรมวิธานดิน (Soil Survey Staff, 2010) โดยใช้สมบัติดินประกอบด้วยสัณฐานวิทยา ฟิสิกส์ และเคมีของดิน ผลการศึกษาพบว่า ดินตัวแทนในพื้นที่ทดลอง แสดงถึงการมีชั้นดินล่างวิจิณัยอาร์จิลิก (argillic horizon) โดยมีการเพิ่มของปริมาณดินเหนียวอย่างชัดเจนที่ระดับความลึก 53 เซนติเมตร รวมทั้งพบการเคลื่อนย้ายของดินเหนียวในชั้นดินล่าง ซึ่งได้มาจากการสะสมของอนุภาคดินเหนียวที่เคลื่อนย้ายจากชั้นดินบนลงมาสะสมในชั้นดินล่าง และดินมีอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสต่ำกว่าร้อยละ 35 ที่ระดับความลึก 125 เซนติเมตร จึงจัดอยู่ในอันดับอัลทิซอลส์ (Ultisols) พื้นที่ทดลองมีปริมาณฝนค่อนข้างจำกัด ทำให้ดินมีความชื้นอยู่จำกัด โดยอาจมีเพียงพอเฉพาะในฤดูปลูกพืชเท่านั้น ซึ่งจัดเข้าในระบอบความชื้นดินแบบอัสติก (ustic soil moisture regime) ทำให้จัดอยู่ในอันดับดินย่อย Ustult นอกจากนี้ดินที่ทำการศึกษาพบชั้นพลินไทต์ที่ระดับความลึก 126 เซนติเมตร จึงจัดอยู่ในกลุ่มดินใหญ่ Plinthustult และดินนี้ไม่มีลักษณะและสมบัติอื่นใดที่แตกต่างไปจากลักษณะเด่นของกลุ่มดินใหญ่ ดังนั้น ดินตัวแทนในการศึกษาครั้งนี้สามารถจัดจำแนกตามระบบอนุกรมวิธานดินในระดับกลุ่มดินย่อย ได้เป็น Typic Plinthustult

2. สมบัติดินก่อนทำการทดลอง

ผลการวิเคราะห์ดินทางฟิสิกส์และเคมี รวมทั้งการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของชั้นดินบนที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร และดินล่างที่ระดับความลึก 20-60 เซนติเมตร (ตารางที่ 6 และ 7) มีผลการศึกษาดังต่อไปนี้

2.1 ดินบน

ดินบนที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร พบว่า ดินเป็นกรดจัด พีเอชเท่ากับ 5.2 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำมาก (4.46 กรัมต่อกิโลกรัม) ไนโตรเจนรวมต่ำมาก (0.49 กรัมต่อกิโลกรัม) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำมาก (0.48 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำ (49.87 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสต่ำ (ร้อยละ 14.9) และความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่ำ (2.35 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

2.2 ดินล่าง

ดินล่างที่ระดับความลึกประมาณ 20-60 เซนติเมตร ดินเป็นกรดจัด พีเอชเท่ากับ 5.3 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำมาก (1.72 กรัมต่อกิโลกรัม) ไนโตรเจนรวมต่ำมาก (0.35 กรัมต่อกิโลกรัม) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำมาก (0.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำมาก (24.63 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสต่ำเท่ากับ 16.6 และค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับต่ำ (2.53 เซนติโมลต่อกิโลกรัม) (ตารางที่ 6)

ดินล่างมีสมบัติดินคล้ายคลึงกับสมบัติของชั้นดินบน แต่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารหลักน้อยกว่าดินชั้นบน แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลเนื่องจากการจัดการของเกษตรกรในพื้นที่ที่อาจตกค้างอยู่ในดินชั้นบน

ตารางที่ 6 สมบัติดินบน (0-20 เซนติเมตร) และดินล่าง (20-60 เซนติเมตร) ก่อนทำการทดลอง

Soil properties	Topsoils	Subsoils
pH (1:1 H ₂ O)	5.2	5.3
Organic matter (g/kg)	4.46	1.72
Total N (g/kg)	0.49	0.35
Available P (mg/kg)	0.48	0.07
Available K (mg/kg)	49.87	24.63
Extractable Ca (cmol _c /kg)	0.80	0.93
Extractable Mg (cmol _c /kg)	0.39	0.48
Extractable K (cmol _c /kg)	0.13	0.06
Extractable Na (cmol _c /kg)	0.08	0.12
% BS	14.9	16.6
CEC (cmol _c /kg)	2.35	2.53

2.3 การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน

การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน ตามหลักเกณฑ์กรมพัฒนาที่ดิน (กองสำรวจดิน, 2523; FAO Project Staff, 1973) ที่ได้มาจากการประเมินสมบัติทางเคมี ได้แก่ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสและปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน และอัตราร้อยละอิมัตว์เบส ผลการประเมินพบว่า ดินบน (0-20 เซนติเมตร) และดินล่าง (20-60 เซนติเมตร) มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสและปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน และอัตราร้อยละอิมัตว์เบสอยู่ในระดับที่ต่ำ (ตารางที่ 7) ส่งผลให้ดินที่ใช้ทำการทดลองครั้งนี้มีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำทั้งดินบนและดินล่าง

ตารางที่ 7 การประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินบน (0-20 เซนติเมตร) และดินล่าง (20-60 เซนติเมตร) ก่อนทำการทดลอง

Depth (cm)	OM (g/kg)	Available		CEC (cmol _c /kg)	BS (%)	Total score	Fertility level
		P (-----mg/kg-----)	K				
0-20	4.46 (1)	0.48 (1)	49.87 (1)	2.35 (1)	14.9 (1)	7	low
20-60	1.72 (1)	0.07 (1)	24.63 (1)	2.53 (1)	16.6 (1)	7	low

หมายเหตุ วิธีคิดระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ใช้วิธีการให้คะแนน

(ตัวเลขคะแนน คือ จำนวนที่อยู่ในวงเล็บในตาราง)

ถ้าคะแนนรวมเท่ากับ 7 หรือน้อยกว่า ถือว่าดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

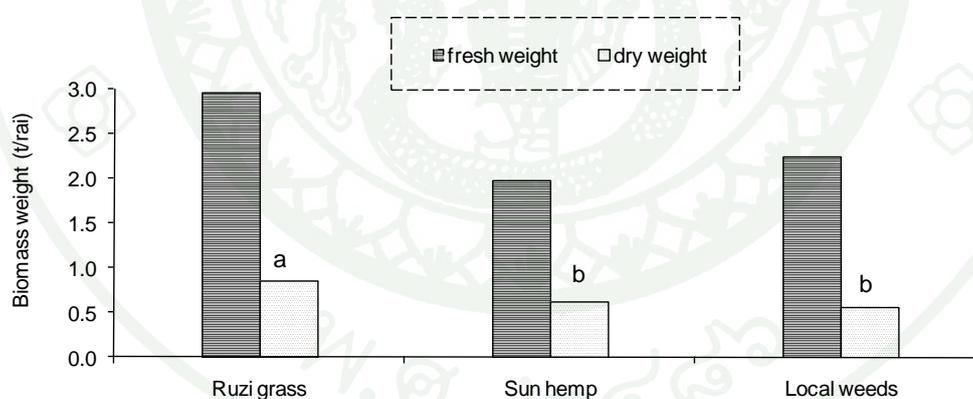
ถ้าคะแนนรวมอยู่ระหว่าง 8-12 ถือว่าดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง

ถ้าคะแนนรวมเท่ากับ 13 ถือว่าดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์สูง

3. พืชปุ๋ยสด

3.1 น้ำหนักสดชีวมวล

น้ำหนักสดของพืชปุ๋ยสด (ส่วนลำต้นเหนือดินไม่รวมราก) ทั้ง 2 ชนิด ได้แก่ ปอเทือง และหญ้ารูซี่ รวมทั้งวัชพืชท้องถิ่นที่ขึ้นอยู่ในคำรับควบคุม (ประกอบด้วย หญ้านกสีชมพู (jungle rice (*Echinochloa colana* (L.) Link)), หญ้าตีนนก (crabgrass, *Digitaria biformis* Willd), และหญ้าตีนตุ๊กแก (coatbuttons, *Tridox procumbens*) ที่ระยะไถกลบ (ออกดอก) ที่อายุ 50 วัน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยหญ้ารูซี่มีแนวโน้มให้น้ำหนักสดชีวมวลสูงที่สุดเท่ากับ 2.96 ตันต่อไร่ ซึ่งใกล้เคียงกับวัชพืชท้องถิ่นเท่ากับ 2.25 ตันต่อไร่ และปอเทืองมีแนวโน้มให้น้ำหนักสดชีวมวลต่ำที่สุดเท่ากับ 1.98 ตันต่อไร่ (ภาพที่ 5) ทั้งนี้เนื่องจากหญ้ารูซี่เป็นพืชตระกูลหญ้าที่เจริญเติบโตได้ดีในทุกสภาพดินรวมทั้งในดินทรายดังเช่นในการศึกษาครั้งนี้ รวมทั้งเป็นหญ้าที่ทนแล้งได้ดี จึงขึ้นได้ง่ายและปกคลุมพื้นที่ได้เร็วกว่าพืชตระกูลถั่ว เช่น ถั่วพรี และปอเทือง (กองปศุสัตว์, 2545)



Remarks: Different letters indicate significantly different at $P < 0.05$ according to Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

Local weeds mainly jungle rice, crabgrass and coat buttons

ภาพที่ 5 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งชีวมวลของพืชปุ๋ยสดที่ระยะไถกลบที่อายุ 50 วัน

3.2 น้ำหนักแห้ง

น้ำหนักแห้งชีวมวลของพืชปุ๋ยสดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าหญ้ารัฐจะให้น้ำหนักแห้งชีวมวลสูงที่สุดเท่ากับ 0.86 ตันต่อไร่ ขณะที่น้ำหนักแห้งชีวมวลของปอเทือง และวัชพืชท้องถิ่นไม่แตกต่างกัน โดยมีปริมาณเท่ากับ 0.62 และ 0.56 ตันต่อไร่ ตามลำดับ (ภาพที่ 5)

3.3 ปริมาณธาตุอาหารของพืชปุ๋ยสด

3.3.1 ไนโตรเจน

ความเข้มข้นไนโตรเจนในเนื้อเยื่อพืชของพืชปุ๋ยสดมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยปอเทืองจะมีความเข้มข้นของไนโตรเจนในเนื้อเยื่อสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 2.11 โดยน้ำหนักแห้ง รองลงมาได้แก่ วัชพืชท้องถิ่น และหญ้ารัฐ โดยมีปริมาณเท่ากับ ร้อยละ 1.55 และ 1.22 โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ (ภาพที่ 6)

3.3.2 ฟอสฟอรัส

การสะสมฟอสฟอรัสในพืชปุ๋ยสดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 6) วัชพืชท้องถิ่นมีแนวโน้มสะสมฟอสฟอรัสในเนื้อเยื่อสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 0.14 โดยน้ำหนักแห้ง รองลงมา ได้แก่ ปอเทือง ซึ่งมีปริมาณฟอสฟอรัสเท่ากับร้อยละ 0.12 โดยน้ำหนักแห้ง และหญ้ารัฐ มีปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสต่ำที่สุดเท่ากับร้อยละ 0.10 โดยน้ำหนักแห้ง

3.3.3 โพแทสเซียม

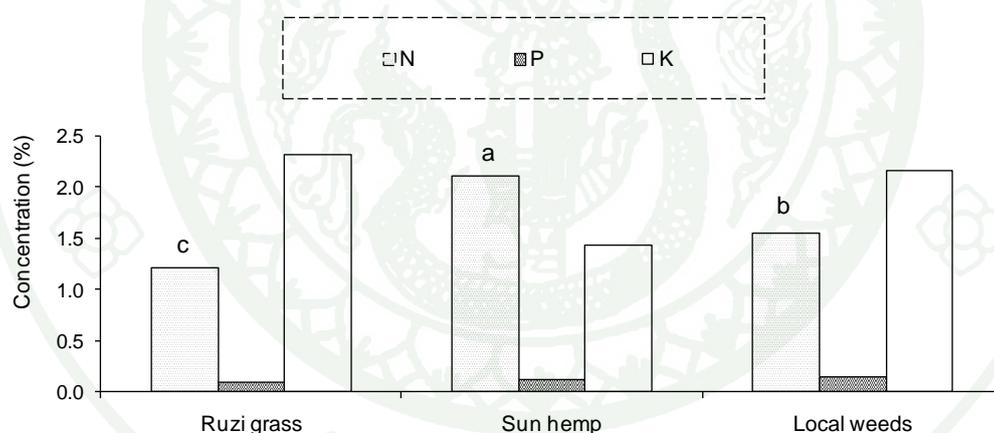
หญ้ารัฐและวัชพืชท้องถิ่นมีความเข้มข้นของโพแทสเซียมในเนื้อเยื่อสูงกว่าปอเทืองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าหญ้ารัฐมีแนวโน้มมีความเข้มข้นโพแทสเซียมในเนื้อเยื่อสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 2.32 โดยน้ำหนักแห้ง ซึ่งไม่แตกต่างจากวัชพืชท้องถิ่นที่มีความเข้มข้นของโพแทสเซียมเท่ากับร้อยละ 2.16 ขณะที่ปอเทืองมีความเข้มข้นของโพแทสเซียมในเนื้อเยื่อพืชต่ำที่สุดเท่ากับร้อยละ 1.43 โดยน้ำหนักแห้ง (ภาพที่ 6)

3.3.4 คาร์บอนอินทรีย์

ปริมาณคาร์บอนทั้งหมดของหญ้ารูซี่ ปอเทือง และวัชพืชท้องถิ่นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยปอเทืองมีแนวโน้มมีปริมาณคาร์บอนทั้งหมดสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 94.47 โดยน้ำหนักแห้ง รองลงมาคือ หญ้ารูซี่ และวัชพืชท้องถิ่นที่มีปริมาณคาร์บอนทั้งหมดเท่ากับร้อยละ 88.44 และ 77.78 โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (ภาพที่ 7)

3.3.5 อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน

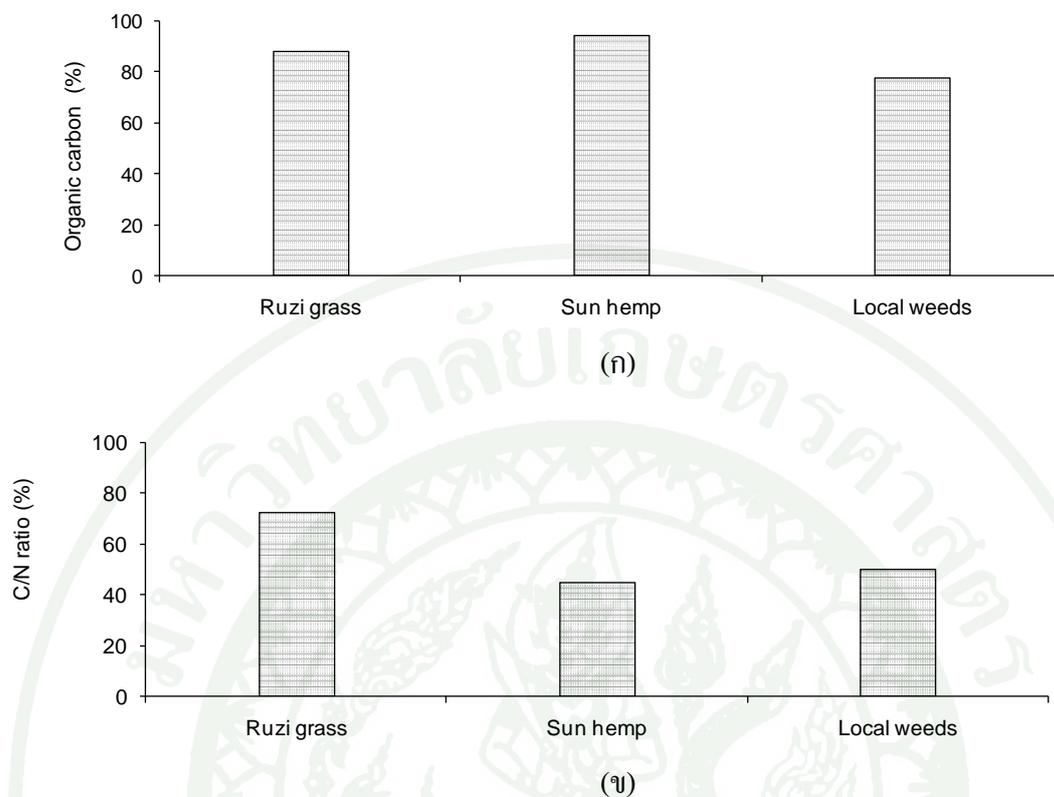
อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนของหญ้ารูซี่มีค่ากว้างที่สุดเท่ากับ ร้อยละ 73:1 รองลงมาได้แก่ หญ้าวัชพืชท้องถิ่น (50:1) และปอเทือง (45:1) ตามลำดับ เนื่องจากพืชตระกูลถั่ว โดยทั่วไปมีความเข้มข้นของไนโตรเจนในเนื้อเยื่อพืชโดยน้ำหนักแห้งสูงกว่าพืชตระกูลหญ้า (ภาพที่ 6 และ 7)



Remarks: Different letters indicate significantly different at $P < 0.05$ according to Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

Local weeds mainly jungle rice, crabgrass and coat buttons

ภาพที่ 6 ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักในพืชปุ๋ยสด



Remark: Local weeds mainly jungle rice, crabgrass and coat buttons

ภาพที่ 7 ปริมาณคาร์บอนทั้งหมด (ก) และอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน (ข) ของพืชปุ๋ยสด

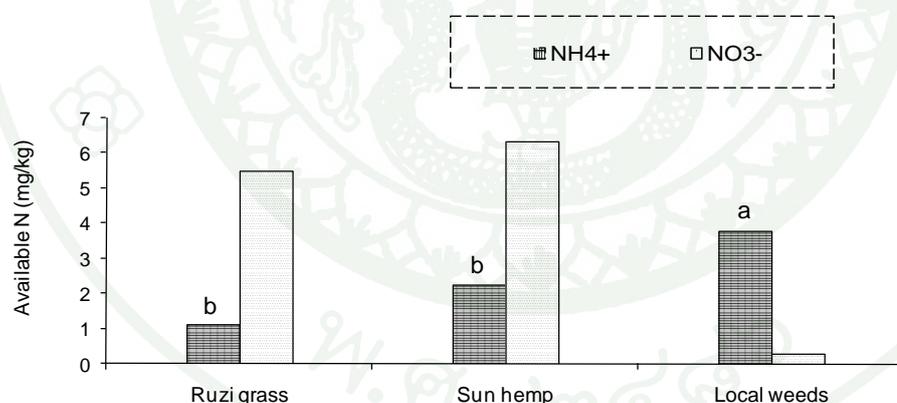
โดยภาพรวมพบว่า ปอเทืองมีปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเฉลี่ยในเนื้อเยื่อพืช รวมทั้งปริมาณคาร์บอนทั้งหมดสูงกว่าหญ้ารัฐฯ ขณะที่หญ้ารัฐฯมีปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียมสูงที่สุดแต่ไม่แตกต่างจากวัชพืชท้องถิ่น

3.4 ผลของการไถกลบพืชปุ๋ยสดต่อไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ของดิน

ผลของการไถกลบพืชปุ๋ยสดต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติดินพบว่า การไถกลบวัชพืชท้องถิ่นส่งผลให้ดินมีปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนในดินสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่กลับมีแนวโน้มให้ปริมาณไนเตรตไนโตรเจนต่ำที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 3.78 และ 0.28 มิลลิกรัมต่อ

กิโลกรัมตามลำดับ การไถกลบปอเทืองและหญ้าซึ่งมีการปลดปล่อยแอมโมเนียมไนโตรเจนและไนเตรตในโตรเจนไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 1.12-2.28 และ 5.50-6.34 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ โดยปอเทืองมีแนวโน้มปลดปล่อยไนโตรเจนทั้งสองรูปสูงกว่าหญ้าซึ่ง (ภาพที่ 8) ซึ่งผลการศึกษาก็ได้สอดคล้องกับรายงานของ Jude ในปี 2009 ที่พบว่า การไถกลบปอเทืองสามารถปลดปล่อยไนโตรเจนได้มาก (121-170 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) พืชจึงสามารถถูกนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิตได้มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับถั่ว *Mucuna* และ ถั่ว *Lab Lab* ทั้งนี้เนื่องจากหญ้าซึ่งและวัชพืชท้องถิ่นมีอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูงกว่าปอเทืองจึงส่งผลให้เกิดการสลายตัวช้ากว่า (กมลภา, 2549) จึงอาจส่งผลให้ปลดปล่อยไนโตรเจนออกมาในปริมาณที่ต่ำกว่าปอเทือง

อย่างไรก็ตาม พืชปุ๋ยสดส่วนใหญ่จะปลดปล่อยไนโตรเจนในรูปของไนเตรตสูงกว่าในรูปของแอมโมเนียม แต่หญ้าวัชพืชท้องถิ่น ได้แก่ หญ้านกสีชมพู, หญ้าตีนนก และหญ้าตีนตุ๊กแก กลับปลดปล่อยไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียมสูงกว่าไนเตรตอย่างชัดเจน เนื่องจากมีอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนมากกว่า การย่อยสลายจึงเกิดช้ากว่า ขั้นตอนการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในดินยังมีอยู่มากจึงทำให้เกิดแอมโมเนียมในกระบวนการ ammonification ที่สูงกว่า



Remarks: Different letters indicate significantly different at $P < 0.05$ according to Duncan's

Multiple Range Test (DMRT)

Local weeds mainly jungle rice, crabgrass and coat buttons

ภาพที่ 8 ปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ในดินวารินหลังจากการไถกลบพืชปุ๋ยสด 2 สัปดาห์

4. การสลายตัวของพีชปุ๋ยสด

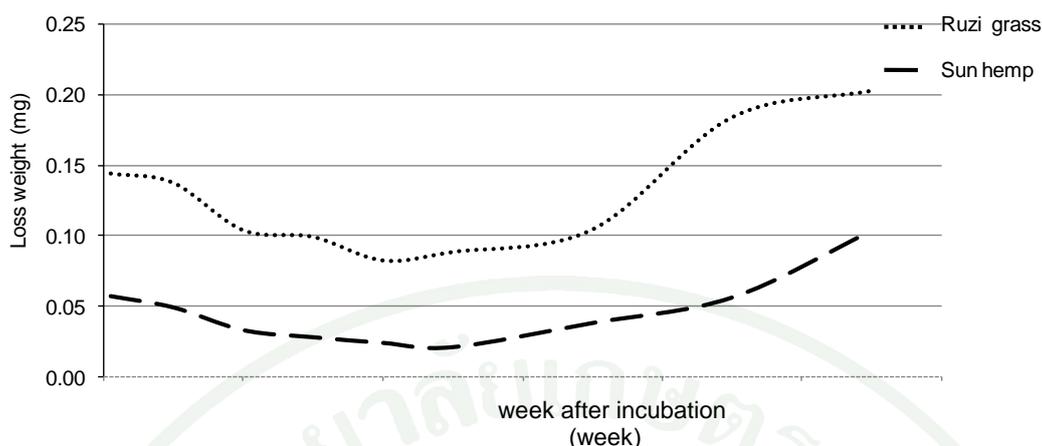
4.1 การย่อยสลายเศษซากพีชปุ๋ยสด

การย่อยสลายของเศษซากปอเทืองและหญ้ารูซี่ในเรือนทดลอง พบว่าปอเทืองจะย่อยสลายช้ากว่าหญ้ารูซี่เล็กน้อย โดยมีน้ำหนักของเศษซากลดลงจากเดิมร้อยละ 82.4-92.7 ขณะที่หญ้ารูซี่มีน้ำหนักของเศษซากลดลงจากเดิมร้อยละ 71.8-84.1 ในระยะเวลา 1 เดือนแรกของการบ่ม โดยน้ำหนักของเศษซากพีชปุ๋ยสดทั้งสองจะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงแรก (1 อาทิตย์หลังบ่ม) และจึงค่อย ๆ ลดลงอย่างช้า ๆ จนกระทั่งในสัปดาห์ที่ 7 ปอเทืองจึงจะสลายตัวเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน (ภาพที่ 9) โดยมีน้ำหนักที่ลดลงเพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.038 มิลลิกรัม ขณะที่หญ้ารูซี่จะสลายตัวอย่างชัดเจนในสัปดาห์ที่ 9 (ภาพที่ 9) มีน้ำหนักที่ลดลงมากที่สุดเท่ากับ 0.184 มิลลิกรัม ทั้งนี้เนื่องจากหญ้ารูซี่อาจมีปริมาณเชื้อยและลิกนินสูงมากกว่าปอเทือง (Meelu *et al.*, 1994) ซึ่งสอดคล้องกับอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่สูงกว่าปอเทือง (ภาพที่ 7) จึงใช้ระยะเวลาการสลายตัวนานกว่า

4.2 การปลดปล่อยไนโตรเจน

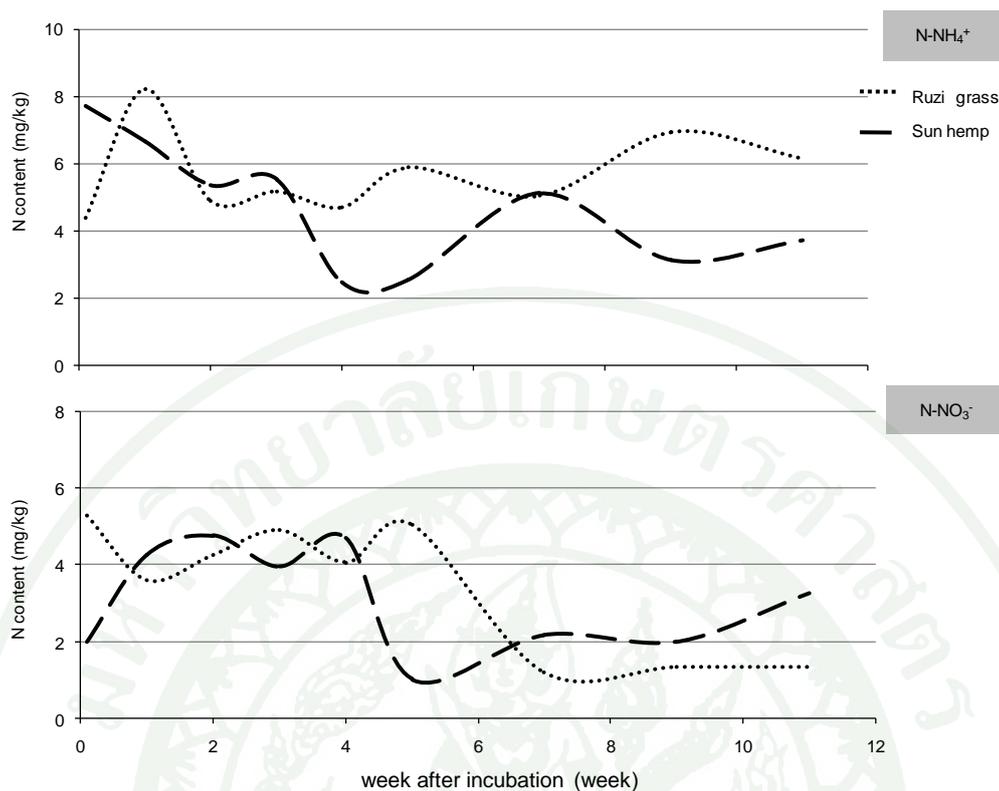
การปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (NH_4^+ และ NO_3^-) ของพีชปุ๋ยสดทั้งสองชนิด พบว่าจะปลดปล่อยไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียมสูงกว่าไนเตรตโดยมีค่าอยู่ในพิสัย 2.45-8.23 และ 1.02-5.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ภาพที่ 10) อย่างไรก็ตามปอเทืองจะปลดปล่อยไนโตรเจนสุทธิ (Net nitrogen) อยู่ในพิสัย 3.54-10.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีปริมาณต่ำกว่าในกรณีของหญ้ารูซี่ปลดปล่อยไนโตรเจนอยู่ในพิสัย 6.23-11.83 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

เมื่อพิจารณาถึงระยะเวลาในการปลดปล่อย พีชปุ๋ยสดทั้งสองจะค่อย ๆ ปลดปล่อยไนโตรเจน และเพิ่มสูงที่สุดหลังจากทำการบ่มดินไปแล้ว 2 สัปดาห์ จากนั้นปริมาณการปลดปล่อยจะค่อย ๆ ลดลง นอกจากนี้ปอเทืองจะมีปริมาณการปลดปล่อยไนโตรเจนในแต่ละสัปดาห์ใกล้เคียงกัน โดยเฉพาะในรูปของแอมโมเนียมไนโตรเจน โดยปอเทืองมีการปลดปล่อยไนโตรเจนสูงในช่วง



ภาพที่ 9 น้ำหนักเศษซากพืชปุ๋ยสดที่ลดลงในแต่ละสัปดาห์ ที่ทำการบ่มในดินวารินจำนวน 11 สัปดาห์

1 เดือนหลังบ่ม จากนั้นปริมาณการปลดปล่อยมีแวนอ์โน้มลดลงในทุกสัปดาห์ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณการย่อยสลายที่พบว่าน้ำหนักของเศษซากปอเทืองที่เหลือลดลงอย่างชัดเจนในสัปดาห์ที่ 7 ขณะที่หญ้ารูจีจะปลดปล่อยไนโตรเจนอย่างรวดเร็วหลังจากไถกลับไปแล้ว 1 สัปดาห์ โดยเฉพาะในรูปของแอมโมเนียมไนโตรเจน จากนั้นปริมาณการปลดปล่อยมีแวนอ์โน้มลดลงหลังจากการบ่มไปแล้ว 4 สัปดาห์ และเมื่อเข้าสู่สัปดาห์สุดท้ายการปลดปล่อยมีแวนอ์โน้มเพิ่มขึ้นอีก สอดคล้องกับการศึกษาของ Thippayarugs *et al.* (2008) พบว่า หญ้าครามขน (hairy indigo) มีการย่อยสลายเร็วกว่าถั่วมะแฮะ (pigeonpea) แต่มีการปลดปล่อยไนโตรเจนเพิ่มขึ้นอีกครั้งช่วงการบ่มใกล้สิ้นสุด (หลังสัปดาห์ที่ 5) ทั้งนี้เนื่องจากพืชตระกูลหญ้าจะมีปริมาณคาร์บอนสูงกว่าพืชตระกูลถั่ว จึงอาจทำให้การปลดปล่อยไนโตรเจนในช่วงแรกต่ำกว่าพืชตระกูลถั่ว (กรมพัฒนาที่ดิน, 2549; ศรีสุดา, 2552; Meelu *et al.*, 1994)



ภาพที่ 10 ปริมาณการปลดปล่อยไนโตรเจนในโตรเจนของพืชปุ๋ยสดที่บ่มในดินวาริน จำนวน 11 สัปดาห์

5. ผลของการไถกลบพืชปุ๋ยสด และการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิต และการดูใช้ธาตุอาหารของมันสำปะหลัง

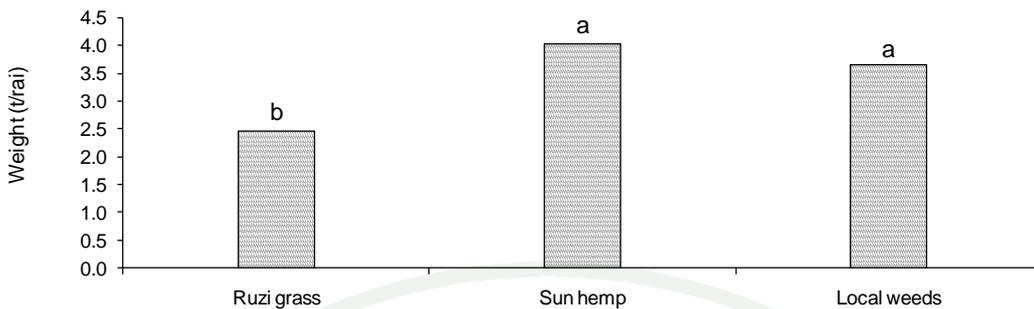
5.1 ผลผลิตและองค์ประกอบของมันสำปะหลัง

การไถกลบพืชปุ๋ยสด ส่งผลต่อผลผลิตและองค์ประกอบของมันสำปะหลังให้มีความแตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นร้อยละการสะสมแป้ง (ภาพที่ 11) โดยปอเทืองซึ่งมีแนวโน้มให้น้ำหนักชีวมวลต่ำกว่าพืชตระกูลหญ้า (หญ้ารูซี่ และวัชพืชท้องถิ่น) แต่การไถกลบปอเทืองกลับส่งผลให้น้ำหนักหัวมันสำปะหลังสดสูงที่สุดเท่ากับ 4.01 ตันต่อไร่ ซึ่งไม่แตกต่างจากวัชพืชท้องถิ่นที่ให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดเท่ากับ 3.63 ตันต่อไร่ ขณะที่หญ้ารูซี่ให้น้ำหนักหัวมันสำปะหลังสดต่ำที่สุดเท่ากับ 2.46 ตันต่อไร่

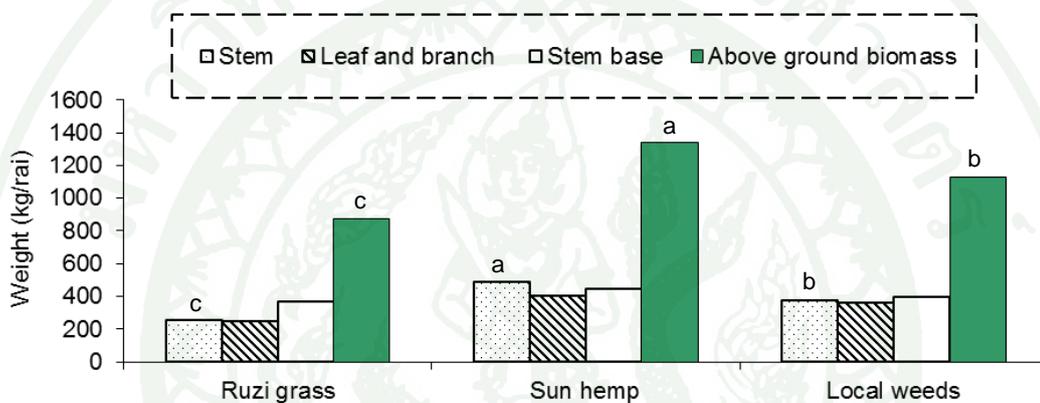
น้ำหนักสดส่วนเหนือดินทั้งหมดของมันสำปะหลังประกอบด้วย น้ำหนักเหง้าสด น้ำหนักลำต้นสด และน้ำหนักใบมันสำปะหลังสดพบว่า ผลของการไถกลบพืชปุ๋ยสดต่อน้ำหนักสดส่วนเหนือดินของมันสำปะหลัง ให้ผลเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับผลผลิตหัวมันสดที่ได้ (ภาพที่ 11) คือการไถกลบปอเทืองจะส่งผลให้น้ำหนักลำต้นสด น้ำหนักสดส่วนเหนือดินทั้งหมดของมันสำปะหลังสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีปริมาณเท่ากับ 489 และ 1,340 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับรองลงมาได้แก่ การไถกลบวัชพืชท้องถิ่น และหญ้ารัฐ โดยให้น้ำหนักลำต้นสดและน้ำหนักสดส่วนเหนือดินทั้งหมดเท่ากับ 378 และ 1,130 และ 253 และ 870 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ภาพที่ 11)

การไถกลบปอเทืองส่งผลให้ผลผลิตน้ำหนักหัวสดของมันสำปะหลังสูงที่สุด ซึ่งให้ผลไม่แตกต่างจากการไถกลบวัชพืชท้องถิ่น ถึงแม้หญ้ารัฐจะให้น้ำหนักชีวมวลสูงกว่าปอเทือง แต่กลับส่งผลให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดและน้ำหนักส่วนเหนือดินต่ำที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องจากการไถกลบปอเทืองมีแนวโน้มปลดปล่อยไนโตรเจนโดยเฉพาะในรูปของแอมโมเนียมไนโตรเจน (ภาพที่ 10) สูงกว่าหญ้ารัฐ ขณะที่ปริมาณไนเตรตในโตรเจนใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นว่าไนเตรตในโตรเจนอาจเกิดการสูญเสียโดยเฉพาะอย่างยิ่งการชะละลายโดยน้ำ ซึ่งมักเกิดขึ้นได้ง่ายในดินที่มีเนื้อค่อนข้างหยาบอย่างดินที่ทำการศึกษา (Astier *et al.*, 2006) พืชจึงดูดใช้แอมโมเนียมไนโตรเจนเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งการไถกลบพืชปอเทืองและวัชพืชท้องถิ่นจะสามารถเพิ่มแอมโมเนียมไนโตรเจนให้กับดิน จึงอาจเป็นสาเหตุให้พืชที่ปลูกตามมามีผลผลิตเพิ่มสูงขึ้น (Mandal *et al.*, 2003; Astier *et al.*, 2006; Thomsen, 1993)

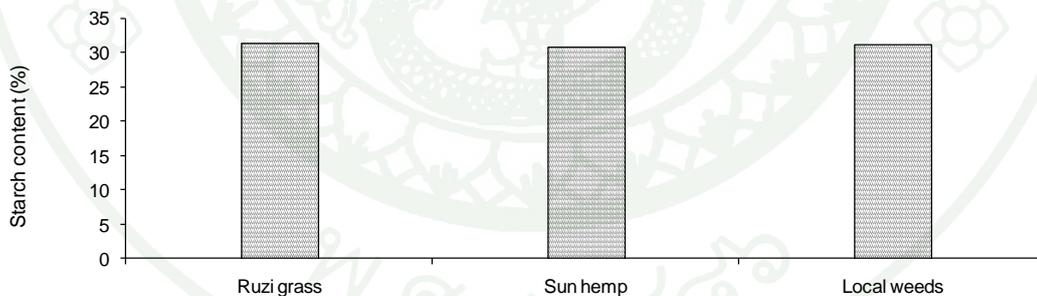
การไถกลบพืชปุ๋ยสดไม่มีผลต่อร้อยละการสะสมแป้งในหัวมันสำปะหลังสด โดยดำเนินการทดลองที่มีการไถกลบปอเทืองให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดสูงที่สุด กลับมีแนวโน้มให้ร้อยละการสะสมแป้งต่ำที่สุดเท่ากับร้อยละ 30.83 ขณะที่การไถกลบหญ้ารัฐกลับมีแนวโน้มให้ร้อยละการสะสมแป้งสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 31.51 ซึ่งใกล้เคียงกันกับในกรณีของวัชพืชท้องถิ่น (ร้อยละ 31.26) (ภาพที่ 11) ทั้งนี้อาจเนื่องจกมันสำปะหลังหากได้รับไนโตรเจนในปริมาณมากเกินไป จะมีแนวโน้มลดการสะสมแป้งในหัวมันสำปะหลังสด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ (ศิรินทรา, 2553; สัมฤทธิ์, 2553; นริศรา, 2554; จีรวรรณ, 2554)



(ก)



(ข)



(ค)

Remarks: Different letters indicate significantly different at $P < 0.05$ according to Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

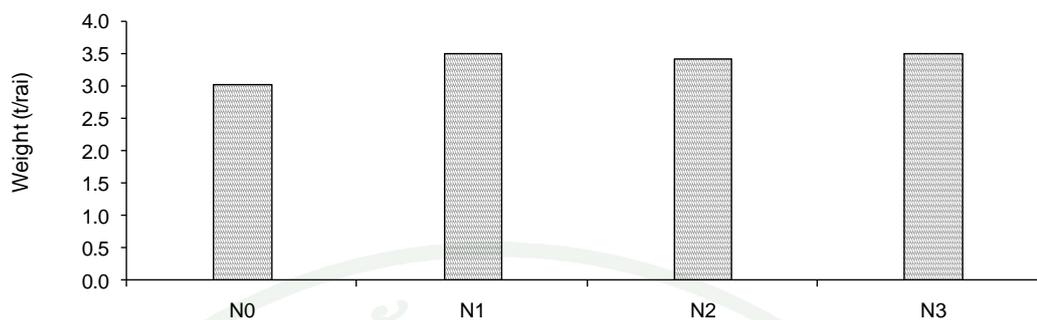
Local weeds mainly jungle rice, crabgrass and coat buttons

ภาพที่ 11 ผลของการไถกลบพืชปุ๋ยสดต่อผลผลิต (ก) น้ำหนักส่วนเหนือดิน (ข) และร้อยละการสะสมแป้งในหัวมันสำปะหลัง (ค)

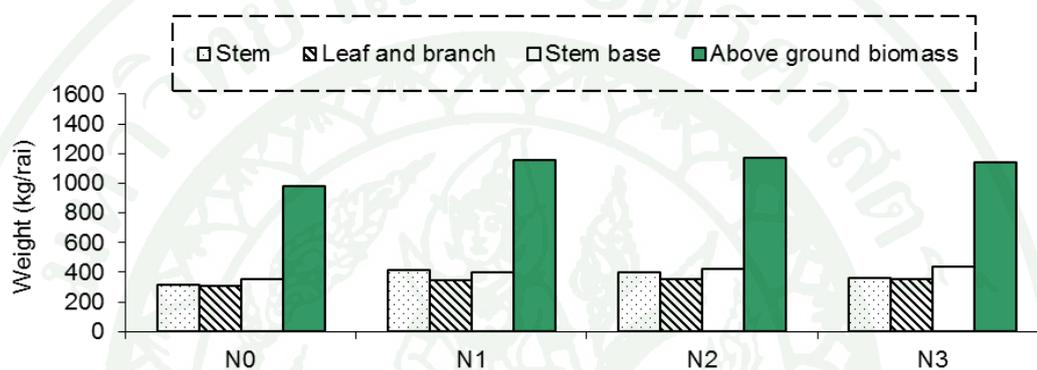
ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด ร้อยละการสะสมแป้ง รวมทั้งน้ำหนักเนื้อดินทั้งหมดของมันสำปะหลัง (กิ่ง ก้านและใบ ลำต้น และเหง้า) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อได้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่แตกต่างกัน ดังแสดงในภาพที่ 12

ร้อยละการสะสมแป้งในหัวมันสำปะหลังกลับมีแนวโน้มลดลงตามอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราสูงที่สุด (22.5 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่) มีแนวโน้มให้ร้อยละการสะสมแป้งต่ำที่สุดเท่ากับร้อยละ 30.36 (ภาพที่ 12) แสดงให้เห็นว่าการได้รับไนโตรเจนในปริมาณมากเกินไป โดยเฉพาะในกรณีของมันสำปะหลัง มีแนวโน้มลดการสะสมแป้งดังที่เคยมีรายงานมาก่อนหน้า (ศิรินทรา, 2553; สัมฤทธิ์, 2553; จีรวรรณ, 2554; นริศรา, 2554; Duangpatra, 1982) ทั้งนี้อาจเนื่องจากความไม่สมดุลของไนโตรเจนและโพแทสเซียมซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการสร้างแป้ง (โชติ และคณะ, 2529) ขณะที่การใส่ไนโตรเจนในอัตราที่เพิ่มขึ้น มีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดและน้ำหนักส่วนเนื้อดินเพิ่มขึ้น การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 7.5 และ 22.5 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ มีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดสูงที่สุดเท่ากันเท่ากับ 3.50 ตันต่อไร่ (ภาพที่ 12) ขณะที่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ กลับมีแนวโน้มให้น้ำหนักส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลัง ได้แก่ กิ่ง ก้านและใบ ลำต้น และเหง้า รวมทั้งน้ำหนักส่วนเนื้อดินทั้งหมดสูงที่สุด (ภาพที่ 12) ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการศึกษาของประภาส และคณะในปี 2550 ที่พบว่า การใส่ปุ๋ยสูตร 15-7-18 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ จะทำให้มันสำปะหลังทั้ง 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 พันธุ์ระยอง 72 พันธุ์ห้วยบง 60 และพันธุ์ลูกผสม MKUC34-114-106 (ห้วยบง 80) มีแนวโน้มให้น้ำหนักผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 6.27 ตันต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่ใส่ปุ๋ยเลยที่มีผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 5.91 ตันต่อไร่

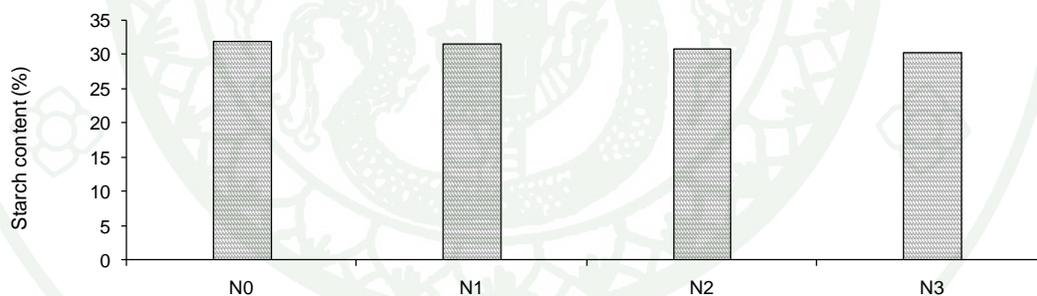
สหสัมพันธ์ระหว่างพืชปุ๋ยสดและอัตราปุ๋ยไนโตรเจนมีผลต่อผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดเท่านั้น (ภาพที่ 13) โดยการใส่ไนโตรเจนในอัตราที่เพิ่มสูงขึ้นร่วมกับการไถกลบพืชปุ๋ยสดมีแนวโน้มทำให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น การไถกลบปุ๋ยเพียงอย่างเดียวร่วมกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 15 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ (อัตราแนะนำ) จะส่งผลให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดสูงที่สุดเท่ากับ 4.35 ตันต่อไร่ (ภาพที่ 13) ขณะที่การไถกลบหญ้าซึ่งเพียงอย่างเดียวจะให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดต่ำที่สุดเท่ากับ 2.13 ตันต่อไร่ ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Bokhtiar *et al.* (2003) ที่ทำการศึกษาดิน Typic Eutrocept พบว่าอ้อยให้ผลผลิต



(ก)



(ข)



(ค)

Remarks: Different letters indicate significantly different at $P < 0.05$ according to Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

N0: No N fertilizer (0 kg N/rai), N1: 0.5 of recommended rate (7.5 kg N/rai),

N2: recommended rate (15 kg N/rai), N3: 1.5 of recommended rate (22.5 kg N/rai)

ภาพที่ 12 ผลของอัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิต (ก) น้ำหนักส่วนเหนือดิน (ข) และร้อยละการสะสมแป้งในหัวมันสำปะหลัง (ค)

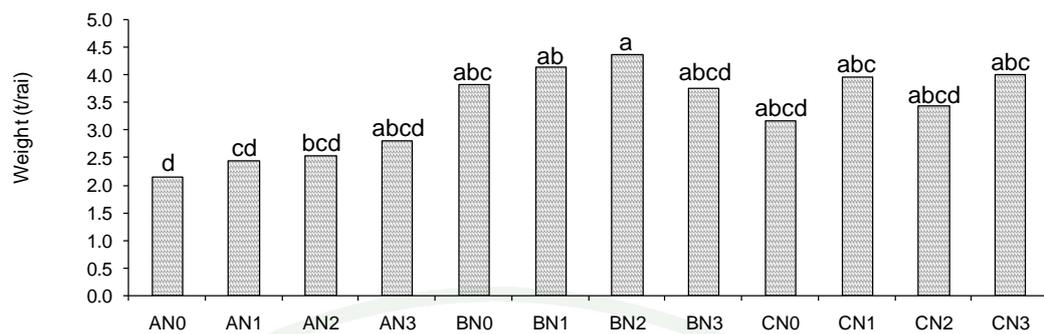
สูงที่สุดเท่ากับ 73.0 และ 67.4 ต้นต่อเฮกตาร์ในแปลงที่ไถกลบไส้คางคก และปอเทืองร่วมกับการใส่ปุ๋ยในโตรเจนในอัตรา 150 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ ขณะที่การไถกลบไส้คางคก และปอเทืองเพียงอย่างเดียวทำให้ผลผลิตเพียง 43.1 และ 49.3 ต้นต่อเฮกตาร์

ร้อยละการสะสมแป้งมีแนวโน้มลดลงขณะที่น้ำหนักส่วนเนื้อดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยในโตรเจนที่เพิ่มขึ้นอยู่ในพิสัยร้อยละ 30.13-33.28 และ 695.24-1517 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ (ภาพที่ 13) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Duangpatra (1982), สัมฤทธิ์ (2553), ศิรินทรา (2553), นริศรา (2554) และ จีรวรรณ (2554) ที่พบว่าการให้ไนโตรเจนแก่มันสำปะหลังในอัตราสูง จะส่งเสริมการเจริญเติบโตในส่วนเนื้อดิน ขณะที่การสะสมแป้งจะลดลงรวมทั้งผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด

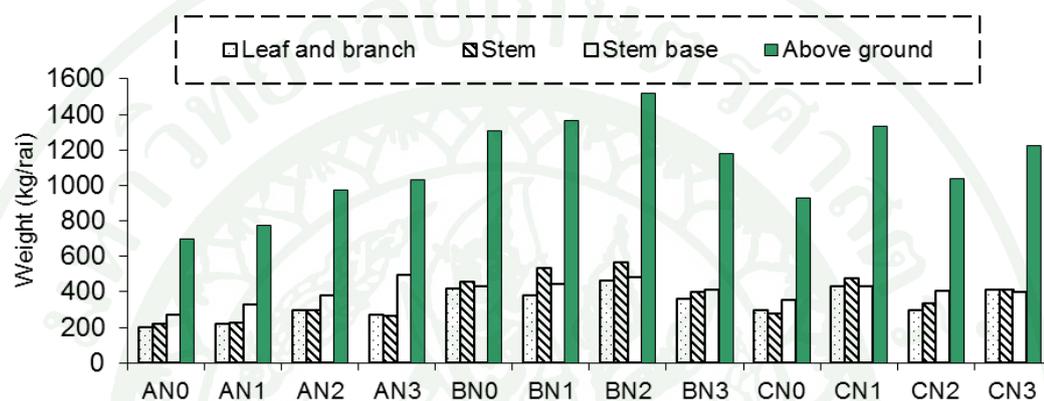
5.2 การสะสมธาตุอาหารหลักของมันสำปะหลัง

ผลของการไถกลบพืชปุ๋ยสดต่อปริมาณธาตุไนโตรเจนในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลัง ประกอบด้วย หัวมันสำปะหลังสด ลำต้นมันสำปะหลัง กิ่งก้าน และใบของมันสำปะหลัง และเหง้าของมันสำปะหลัง พบว่าในทุกส่วนของมันสำปะหลังจะมีการสะสมไนโตรเจน (ร้อยละ 1.30-5.62 โดยน้ำหนักแห้ง) สูงกว่าฟอสฟอรัส (ร้อยละ 0.06-0.31 โดยน้ำหนักแห้ง) และโพแทสเซียม (ร้อยละ 0.54-1.06 โดยน้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ (ภาพที่ 14)

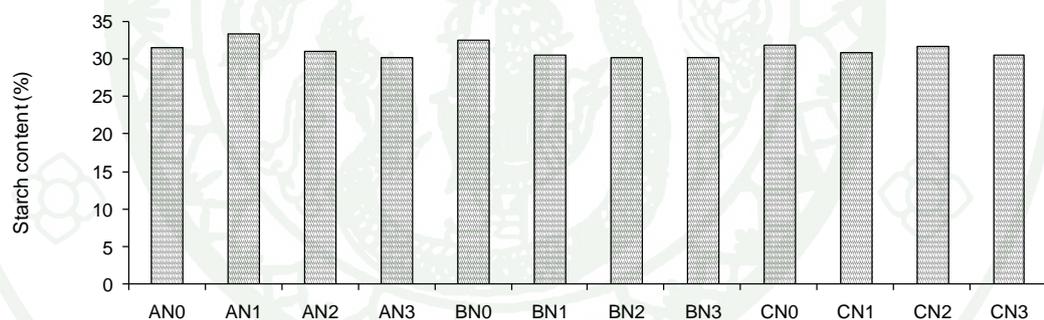
การไถกลบปอเทืองส่งผลให้ปริมาณไนโตรเจนสะสมในส่วนหัวมันสำปะหลังสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับร้อยละ 1.71 โดยน้ำหนักแห้ง รองลงมาได้แก่ การไถกลบวัชพืชท้องถิ่นและหญ้าธูซี่โดยให้ไนโตรเจนสะสมในหัวมันสำปะหลังเท่ากับร้อยละ 1.42 และ 1.35 โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (ภาพที่ 14) ซึ่งผลการศึกษานี้ให้ผลสอดคล้องกับผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดที่การไถกลบปอเทืองจะให้ผลผลิตสูงที่สุด เนื่องจากปอเทืองมีปริมาณไนโตรเจนสูงกว่าพืชตระกูลหญ้า เช่น วัชพืชท้องถิ่นและหญ้าธูซี่ เมื่อสลายตัวจึงปลดปล่อยไนโตรเจนออกมาในปริมาณสูง มันสำปะหลังจึงดูดไปสะสมในเนื้อเยื่อได้สูงกว่า นอกจากนี้ การไถกลบปอเทืองมีแนวโน้มให้มีการสะสมไนโตรเจนในส่วนลำต้นและเหง้าสูงที่สุด ซึ่งใกล้เคียงกับการไถกลบหญ้าธูซี่ (ภาพที่ 14) ขณะที่การไถกลบวัชพืชท้องถิ่นส่งผลให้มีปริมาณไนโตรเจนสะสมในกิ่ง ก้าน และใบมันสำปะหลังสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 5.62 โดยน้ำหนักแห้ง



(ก)



(ข)



(ค)

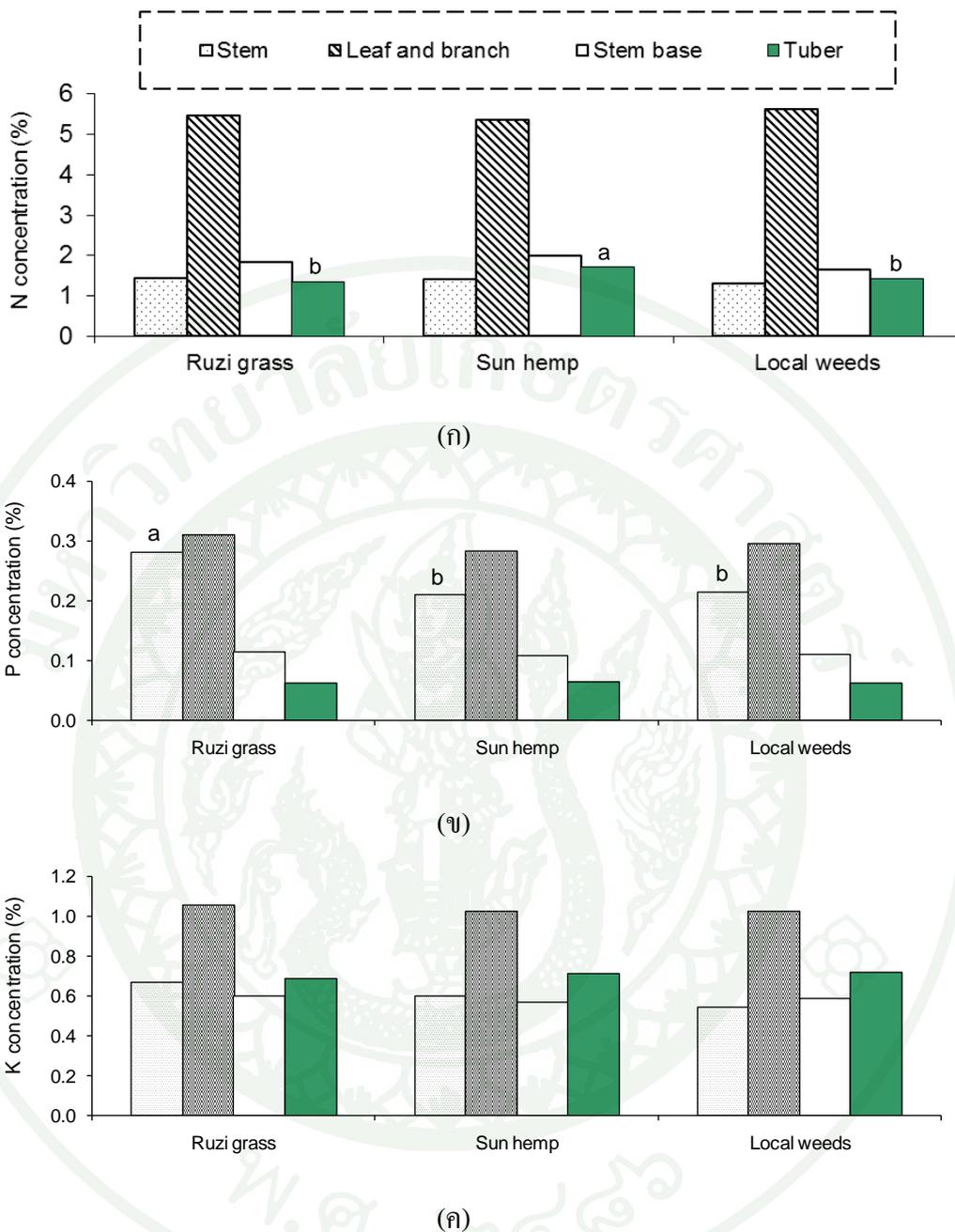
Remarks: Different letters indicate significantly different at $P < 0.05$ according to Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

A: Ruzi grass; B: Sun hemp, C: Local weeds (mainly jungle rice, crabgrass and coat buttons)

N0: No N fertilizer (0 kg N/rai), N1: 0.5 time of recommended rate (7.5 kg N/rai),

N2: recommended rate (15 kg N/rai), N3: 1.5 time of recommended rate (22.5 kg N/rai)

ภาพที่ 13 สหสัมพันธ์ระหว่างพืชปุ๋ยสดและอัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิต (ก) น้ำหนักส่วนเหนือดิน (ข) และร้อยละการสะสมแป้ง (ค) ของมันสำปะหลัง



Remarks: Different letters indicate significantly different at $P < 0.05$ according to Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

Local weeds mainly jungle rice, crabgrass and coat buttons

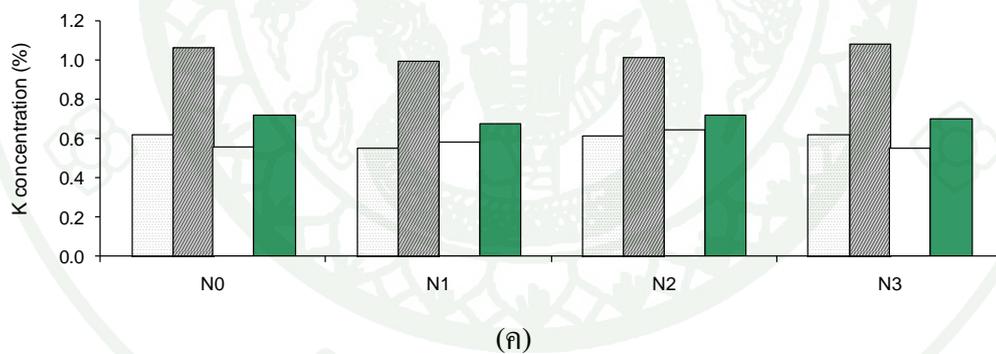
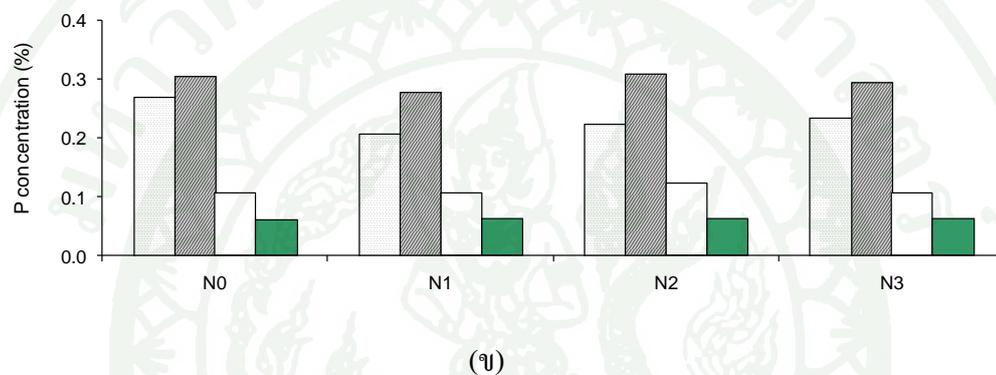
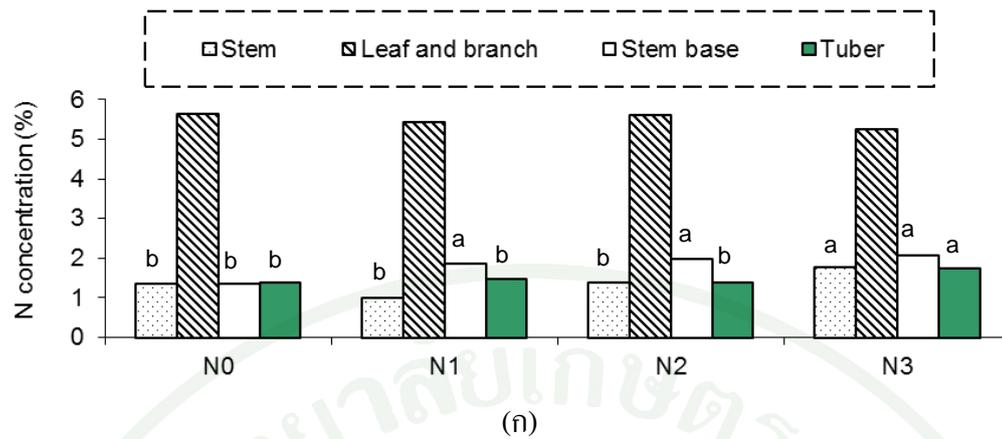
ภาพที่ 14 ผลของการไถกลบพืชปุ๋ยสดต่อปริมาณการสะสมใน ไตรเจน (ก) ฟอสฟอรัส (ข) และ โพแทสเซียม (ค) ในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลัง

การไถกลบหญ้าที่มีแวนอ์มีให้ปริมาณฟอสฟอรัสสะสมในส่วนของลำต้นสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับร้อยละ 0.28 โดยน้ำหนักแห้ง ขณะที่การไถกลบปอเทือง และวัชพืชท้องถิ่นส่งผลให้ฟอสฟอรัสสะสมในส่วนของลำต้นในปริมาณที่ไม่แตกต่างกัน โดยมีปริมาณฟอสฟอรัสเท่ากับร้อยละ 0.21 โดยน้ำหนักแห้ง (ภาพที่ 14) นอกจากนี้การไถกลบหญ้าที่มีแวนอ์มีให้ฟอสฟอรัสสะสมในส่วนกิ่งก้านใบของมันสำปะหลัง เหง้าของมันสำปะหลัง และหัวของมันสำปะหลังสูงกว่าการไถกลบด้วยปอเทืองและวัชพืชท้องถิ่นโดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 0.31, 0.11 และ 0.06 ตามลำดับ (ภาพที่ 14) ทั้งนี้การสะสมฟอสฟอรัสที่ได้ให้ผลไม่สอดคล้องกับผลผลิตที่ได้ ซึ่งหญ้าที่ให้ผลผลิตของน้ำหนักส่วนเนื้อดินมันสำปะหลังต่ำที่สุด

การไถกลบหญ้าที่ ปอเทือง และวัชพืชท้องถิ่นส่งผลให้โพแทสเซียมสะสมในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 14) โดยการไถกลบหญ้าที่มีแวนอ์มีให้โพแทสเซียมสะสมในส่วนกิ่งก้านและใบของมันสำปะหลัง ลำต้นมันสำปะหลัง และเหง้ามันสำปะหลังสูงกว่าการไถกลบปอเทืองและวัชพืชท้องถิ่น โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 1.06, 0.67 และ 0.60 โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ แต่ในกรณีของหัวมันสำปะหลังพบว่าการไถกลบปอเทืองหรือวัชพืชท้องถิ่นมีแวนอ์มีให้มีการสะสมโพแทสเซียมสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 0.71 และ 0.72 โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดที่ได้ ทั้งนี้เนื่องจากโพแทสเซียมเป็นธาตุที่เกี่ยวข้องกับการสร้างหัวของพืชที่ใช้ประโยชน์จากหัว (Howeler, 2002)

กิ่งก้านและใบมันสำปะหลังมีแวนอ์มีสะสมในโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมสูงกว่าในส่วนลำต้น เหง้า และหัวของมันสำปะหลัง ดังนั้นการไถกลบกิ่งก้านและใบมันสำปะหลังหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตน่าจะมีแวนอ์มีเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้แก่พืชที่ปลูกตามมาโดยเฉพาะในกรณีของไนโตรเจน อย่างไรก็ตาม หลังจากการไถกลบหากระยะเวลาการหมักไม่นานพอ อาจส่งผลให้พืชที่ปลูกตามมาจากไนโตรเจนได้ในช่วงแรกของการเจริญเติบโตเนื่องจากกระบวนการ Immobilization (Barbara *et al.*, 2004; Brady and Weil, 2008; Fullen, 2006; Fullen *et al.*, 2006)

อัตราปุ๋ยไนโตรเจนมีผลต่อการสะสมไนโตรเจนในส่วนลำต้นของมันสำปะหลัง เหง้าของมันสำปะหลัง และหัวของมันสำปะหลังให้มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 15) โดย



Remarks: Different letters indicate significantly different at $P < 0.05$ according to Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

N0: No N fertilizer (0 kg N/rai), N1: 0.5 time of recommended rate (7.5 kg N/rai), N2: recommended rate (15 kg N/rai), N3: 1.5 time of recommended rate (22.5 kg N/rai)

ภาพที่ 15 ผลของอัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่อปริมาณการสะสมไนโตรเจน (ก) ฟอสฟอรัส (ข) และโพแทสเซียม (ค) ในส่วนต่างๆ ของมันสำปะหลัง

การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 22.5 กิโลกรัมต่อไร่ จะให้ปริมาณการสะสมไนโตรเจนให้มีความแตกต่างกันทางสถิติในส่วนของลำต้น เหง้า และหัวมันสำปะหลังสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 1.78, 2.07 และ 1.74 โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (ภาพที่ 15) ทั้งนี้ปริมาณการสะสมไนโตรเจนในส่วนหัวมันสำปะหลังให้ผลสอดคล้องกับผลผลิตหัวมันสดที่ได้ ขณะที่ไนโตรเจนในลำต้นมันสำปะหลังและเหง้ามันสำปะหลังให้ผลสอดคล้องกับน้ำหนักส่วนเหนือดิน นอกจากนี้ในกรณีของเหง้า พบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่เหลืออีก 2 อัตรา (7.5 และ 15 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่) ให้ผลไม่แตกต่างจากการใส่ไนโตรเจนในอัตราที่สูงที่สุด และการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนจะให้ปริมาณการสะสมไนโตรเจนในส่วนของเหง้า และหัวมันสำปะหลังต่ำที่สุดโดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 1.36 และ 1.38 โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยในอัตรา 15 และ 7.5 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ที่ให้การสะสมไนโตรเจนในลำต้นและหัวมันสำปะหลังต่ำที่สุด (ภาพที่ 15)

ขณะที่ปริมาณการสะสมฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลังที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่แตกต่างกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และมีปริมาณใกล้เคียงกันโดยมีค่าอยู่ในพิสัยร้อยละ 0.06-0.31 และ 0.55-1.08 โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (ภาพที่ 15) โดยกิ่งก้านและใบมันสำปะหลังมีแนวโน้มสะสมฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมสูงกว่าส่วนอื่น ๆ ขณะที่หัวมันสำปะหลังจะสะสมฟอสฟอรัสต่ำที่สุด แต่กลับสะสมโพแทสเซียมในปริมาณสูงใกล้เคียงกับกิ่งก้านและใบ

สหสัมพันธ์ระหว่างการไหลกลับพืชปุ๋ยสดและอัตราปุ๋ยไนโตรเจนไม่มีผลต่อปริมาณการสะสมไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลัง โดยภาพรวมจะมีการสะสมไนโตรเจนสูงที่สุด (อยู่ในพิสัยร้อยละ 0.74-5.81 โดยน้ำหนักแห้ง) รองลงมาได้แก่ โพแทสเซียม (อยู่ในพิสัยร้อยละ 0.49-1.16 โดยน้ำหนักแห้ง) และฟอสฟอรัส (อยู่ในพิสัยร้อยละ 0.06-0.35 โดยน้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ

ไนโตรเจนและโพแทสเซียมมีแนวโน้มสะสมสูงที่สุดในกิ่งก้านและใบเท่ากับร้อยละ 5.81 และร้อยละ 1.16 โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ขณะที่ฟอสฟอรัสมีแนวโน้มสะสมในลำต้นของมันสำปะหลังสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 0.35 ส่วนเหง้าและหัวของมันสำปะหลังมีปริมาณการสะสมฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมใกล้เคียงกันโดยมีค่าอยู่ในพิสัยร้อยละ 0.10-0.13, 0.53-0.71 และ 0.06-0.07, 0.63-0.76 โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 สหสัมพันธ์ระหว่างพืชปุ๋ยสดกับอัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่อปริมาณการสะสมไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียมในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลัง

Treat ment	Plant nutrient concentration in cassava (%)											
	Leaf and branch			Stem base			Stem			Tuber		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
AN0	5.69	0.30	1.02	1.79	0.11	0.55	1.44	0.35	0.64	1.41	0.06	0.70
AN1	5.79	0.28	1.00	2.00	0.11	0.60	1.39	0.26	0.59	1.54	0.06	0.63
AN2	5.41	0.34	1.06	1.96	0.13	0.71	1.24	0.24	0.78	1.51	0.07	0.72
AN3	4.99	0.33	1.16	2.13	0.10	0.53	1.67	0.27	0.67	1.74	0.06	0.70
BN0	5.46	0.30	1.09	1.55	0.10	0.53	1.06	0.22	0.62	1.48	0.06	0.73
BN1	5.23	0.28	0.97	1.98	0.11	0.53	0.92	0.21	0.58	1.63	0.06	0.67
BN2	5.81	0.29	1.03	1.97	0.11	0.63	1.69	0.19	0.58	1.34	0.06	0.76
BN3	5.01	0.26	1.03	2.38	0.11	0.59	2.03	0.23	0.65	1.76	0.07	0.69
CN0	5.75	0.32	1.08	0.74	0.11	0.60	1.57	0.25	0.62	1.24	0.06	0.74
CN1	5.25	0.28	1.02	2.08	0.10	0.61	0.75	0.16	0.50	1.70	0.07	0.73
CN2	5.67	0.29	0.95	2.13	0.13	0.59	1.26	0.25	0.49	1.33	0.06	0.68
CN3	5.80	0.29	1.07	2.15	0.11	0.54	1.63	0.21	0.56	1.79	0.06	0.72
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Remarks: ns = non significant

A: Ruzi grass; B: Sun hemp C: Control weeds (mainly jungle rice, crabgrass and coat buttons)

N0: No N fertilizer (0 kg N/rai), N1: 0.5 time of recommended rate (7.5 kg N/rai)

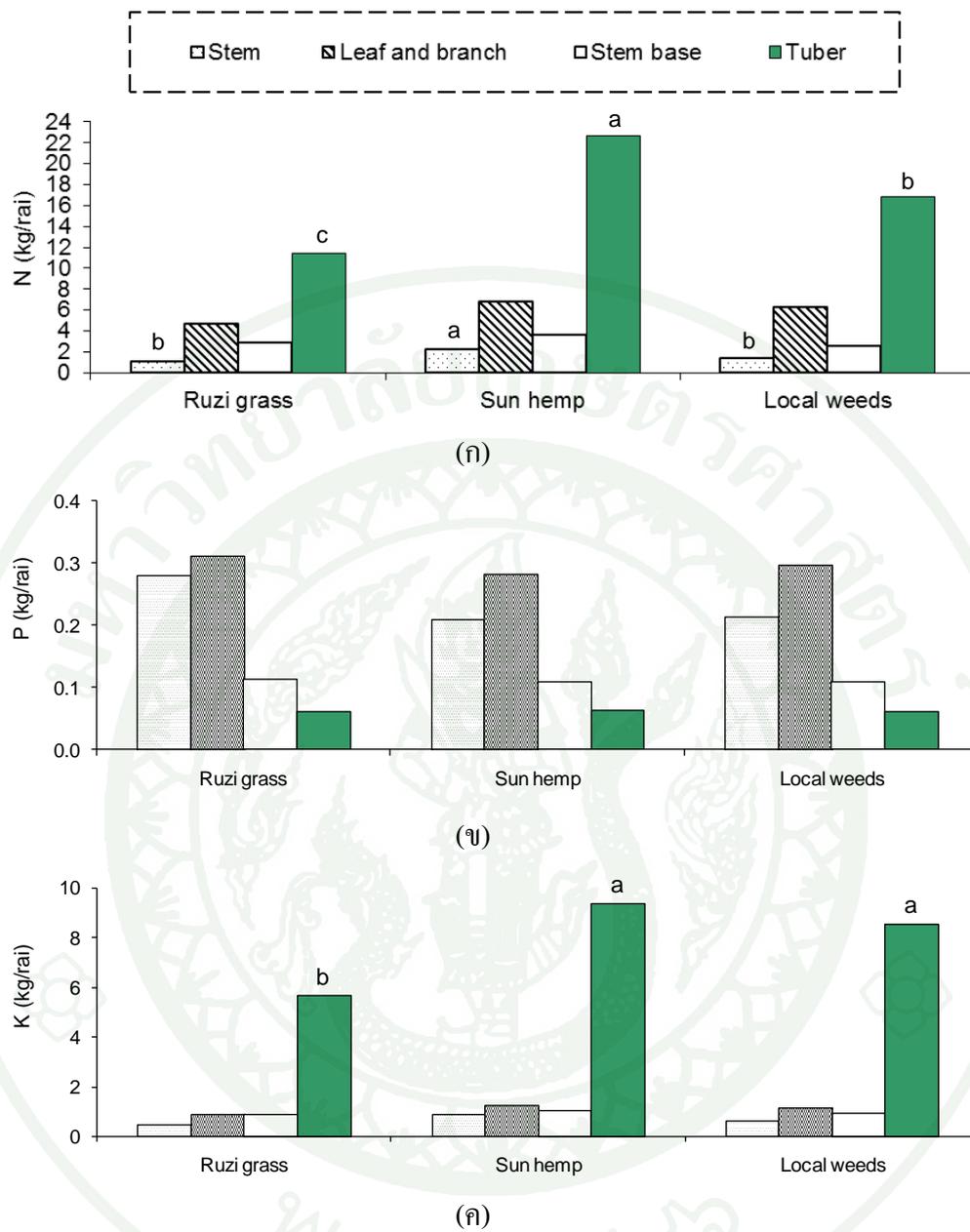
N2: recommended rate (15 kg N/rai), N3: 1.5 time of recommended rate (22.5 kg N/rai)

5.3 การดูดใช้ธาตุอาหารหลักของมันสำปะหลัง

การไถกลบปุ๋ยเพื่อส่งเสริมให้มีการดูดใช้ในโตรเจนในส่วนของลำต้นมันสำปะหลังและหัวมันสำปะหลังสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 2.30 และ 22.70 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ตามลำดับ (ภาพที่ 16) รวมทั้งส่งเสริมให้มีการดูดใช้โพแทสเซียมในหัวมันสำปะหลังสูงสุดเช่นเดียวกัน (9.36 กิโลกรัมโพแทสเซียมต่อไร่) และไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการไถกลบวัชพืชท้องถิ่น (8.50 กิโลกรัมโพแทสเซียมต่อไร่) โดยปริมาณการดูดใช้ในโตรเจนจะให้ผลสอดคล้องกับผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดรวมทั้งน้ำหนักส่วนเหนือดินที่ได้สูงสุดเช่นเดียวกันกับในกรณีของการไถกลบหญ้าวัชพืชที่ให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดต่ำที่สุดจึงทำให้มีการดูดใช้ในโตรเจนและโพแทสเซียมในหัวมันสำปะหลัง รวมทั้งไนโตรเจนในลำต้นต่ำที่สุดเท่ากับ 11.43 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ 5.64 กิโลกรัมโพแทสเซียมต่อไร่ และ 1.08 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ตามลำดับ (ภาพที่ 16)

เมื่อพิจารณาถึงการดูดใช้ฟอสฟอรัสพบว่า การไถกลบหญ้าวัชพืช ส่งเสริมให้การดูดใช้ฟอสฟอรัสในส่วนกิ่งก้านและใบของมันสำปะหลังสูงสุดเท่ากับ 0.31 กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อไร่ ขณะที่การไถกลบปุ๋ยเพื่อส่งเสริมและหญ้าวัชพืชท้องถิ่นให้การสะสมฟอสฟอรัสในส่วนของลำต้นไม่แตกต่างกันโดยมีค่าเท่ากับ 0.21 กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อไร่ นอกจากนี้การไถกลบหญ้าวัชพืชยังมีแนวโน้มให้มีการดูดใช้ฟอสฟอรัสในส่วนลำต้นของมันสำปะหลัง และเหง้าของมันสำปะหลังสูงสุดโดยมีปริมาณเท่ากับ 0.28 และ 0.11 กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อไร่ ตามลำดับ ยกเว้นในส่วนหัวของมันสำปะหลังที่มีการดูดใช้สูงสุดเท่ากับ 0.06 กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อไร่ ในดำรับที่มีการไถกลบปุ๋ยเพื่อ (ภาพที่ 16)

อัตราปุ๋ยไนโตรเจนส่งผลต่อการดูดใช้ในโตรเจนในส่วนเหง้าของมันสำปะหลังให้มีความแตกต่างกันทางสถิติเท่านั้น (ภาพที่ 17) ขณะที่การใส่ปุ๋ยในอัตราที่เหลือนรวมทั้งการไม่ใส่ปุ๋ยส่งผลให้การดูดใช้ในโตรเจนในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลังใกล้เคียงกัน โดยการไม่ใส่ปุ๋ยมีแนวโน้มให้มีการดูดใช้ในโตรเจนในส่วนต่าง ๆ ต่ำที่สุด มีค่าอยู่ในพิสัย 1.25-14.11 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ส่วนในกรณีของเหง้า การใส่ในอัตรา 22.5 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ส่งเสริมให้มีการดูดใช้ในโตรเจนสูงสุดเท่ากับ 3.84 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ซึ่งไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยใน



Remarks: Different letters indicate significantly different at $P < 0.05$ according to Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

Local weeds mainly jungle rice, crabgrass and coat buttons

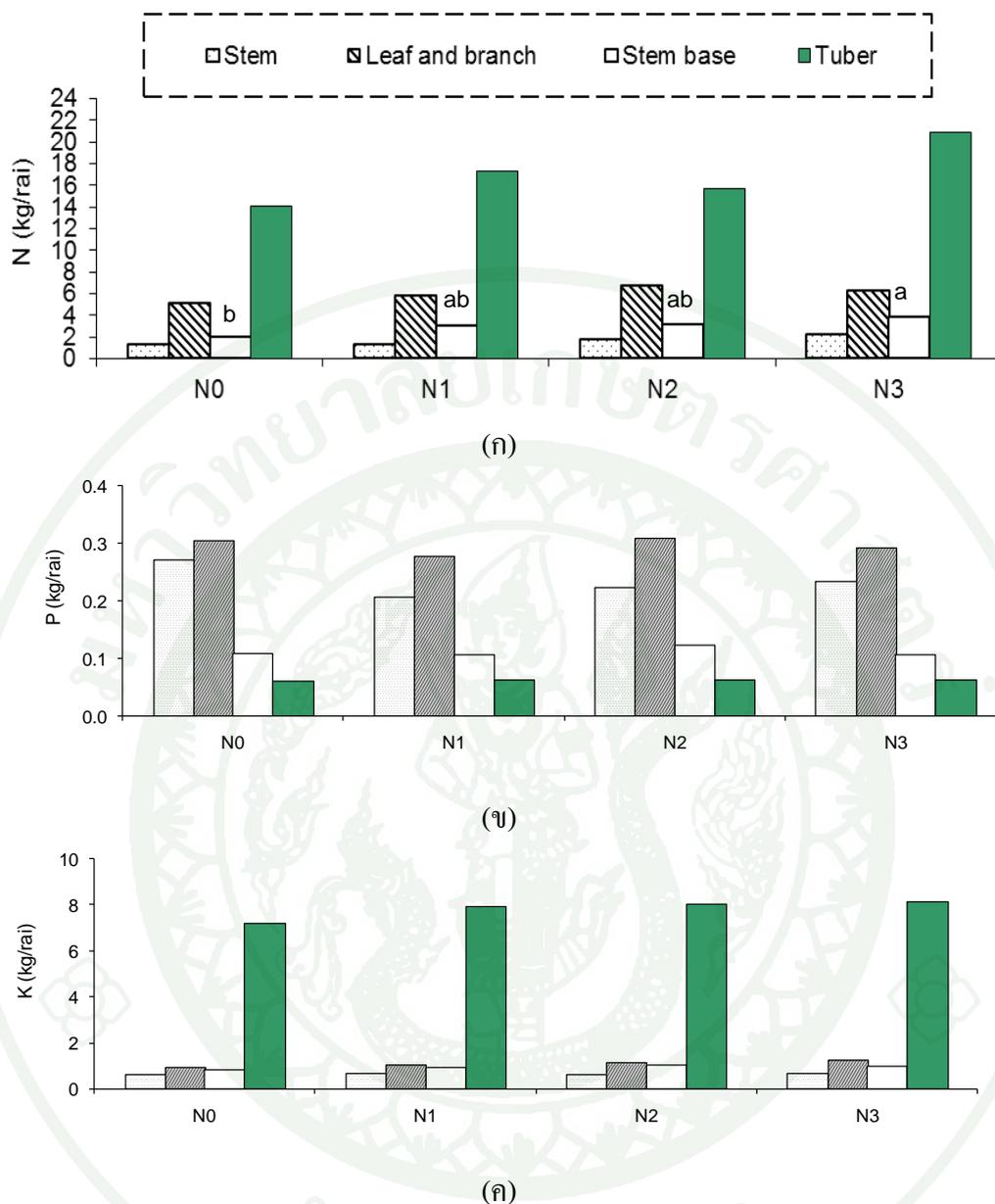
ภาพที่ 16 ผลของการไถกลบพืชปุ๋ยสดต่อการดูใช้ในโตรเจน (น) ฟอสฟอรัส (ข) และโพแทสเซียม (ค) ในส่วนต่างๆ ของมันสำปะหลัง

อัตรา 7.5 และ 15 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราสูงที่สุดเท่ากับ 22.5 กิโลกรัมต่อไร่ มีแนวโน้มให้มีการดูใช้ใน ไตรเจนในส่วนต่าง ๆ ของลำปะหลังสูงที่สุด โดยเฉพาะในส่วนของหัวมันสำปะหลัง ซึ่งการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรานี้มีแนวโน้มให้ผลผลิตมันสำปะหลังสูงกว่าอัตราอื่น ๆ (ภาพที่ 17)

สำหรับการดูใช้ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในทุกลำส่วนของมันสำปะหลัง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันเมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราต่าง ๆ ซึ่งปริมาณการดูใช้ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมมีค่าอยู่ในพิสัยใกล้เคียงกันเท่ากับ 0.06-0.31 กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อไร่ และ 0.63-8.15 กิโลกรัมโพแทสเซียมต่อไร่ ตามลำดับ (ภาพที่ 17)

สหสัมพันธ์ระหว่างพืชปุ๋ยสดและอัตราปุ๋ยไนโตรเจนไม่มีผลต่อการดูใช้ธาตุอาหารหลักในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลัง (ตารางที่ 10) อย่างไรก็ตามการใส่ไนโตรเจนในอัตราที่สูงขึ้น ร่วมกับการไถกลบปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยพืชสด จะมีความสัมพันธ์กับการดูใช้ธาตุอาหารหลักในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลผลิตหัวมันสดที่เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกันกับในปุ๋ยไนโตรเจนในแต่ละอัตราพบว่า การไถกลบปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยพืชสดมีความสัมพันธ์กับการดูใช้ธาตุอาหารหลักในส่วนต่าง ๆ สูงกว่าการไถกลบวัชพืชหรือหญ้าแห้ง ตามลำดับ

ในภาพรวม มันสำปะหลังมีปริมาณการดูใช้ใน ไตรเจนสูงที่สุด รองลงมาได้แก่โพแทสเซียมและฟอสฟอรัส ตามลำดับ โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 0.86-22.82 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ 0.40-9.74 กิโลกรัมโพแทสเซียมต่อไร่ และ 0.13-0.95 กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 10) แสดงให้เห็นว่าการปลูกมันสำปะหลังหากทำอย่างต่อเนื่องมีแนวโน้มให้ธาตุอาหารพืชในดิน โดยเฉพาะไนโตรเจนและโพแทสเซียมลดลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้นการใส่ปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มเติมธาตุอาหารพืชทั้ง 2 สำหรับการเจริญเติบโตทางลำต้น และการสร้างหัวมันสำปะหลังยังคงมีความต้องการ (กรมวิชาการเกษตร, 2547)



Remarks: Different letters indicate significantly different at $P < 0.05$ according to Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

N0: No N fertilizer (0 kg N/rai), N1: 0.5 time of recommended rate (7.5 kg N/rai),

N2: recommended rate (15 kg N/rai), N3: 1.5 time of recommended rate (22.5 kg N/rai)

ภาพที่ 17 ผลของอัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่อการดูดใช้ในโตรเจน (ก) ฟอสฟอรัส (ข) และโพแทสเซียม (ค) ในส่วนต่างๆ ของมันสำปะหลัง

ตารางที่ 9 สหสัมพันธ์ระหว่างพืชปุ๋ยสดกับอัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่อการดูดใช้ในโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในส่วนต่างๆ ของมันสำปะหลัง

Treatment	Plant nutrient uptake by cassava (kg/rai)											
	Leaf and branch			Stem base			Stem			Tuber		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
AN0	5.06	0.28	0.97	1.46	0.24	0.53	2.89	0.18	0.78	15.79	0.72	7.15
AN1	5.35	0.29	0.97	0.86	0.18	0.40	3.57	0.18	0.89	18.85	0.83	8.20
AN2	5.49	0.33	1.06	1.63	0.26	0.57	3.44	0.20	0.92	16.36	0.68	7.07
AN3	4.71	0.28	1.02	1.93	0.30	0.73	3.74	0.20	0.98	18.99	0.72	7.74
BN0	5.03	0.27	0.92	1.05	0.23	0.60	2.36	0.16	0.80	14.44	0.59	7.05
BN1	6.25	0.29	0.94	1.62	0.25	0.65	3.10	0.17	0.90	19.52	0.79	7.97
BN2	9.73	0.57	1.64	2.04	0.29	0.67	3.84	0.25	1.18	16.94	0.78	8.78
BN3	6.05	0.37	1.13	2.31	0.25	0.53	5.22	0.24	1.14	22.54	0.80	7.83
CN0	5.13	0.27	0.97	1.22	0.26	0.77	0.97	0.13	0.90	12.09	0.54	7.40
CN1	7.58	0.35	1.12	1.98	0.28	0.72	3.64	0.18	0.99	22.82	0.95	9.74
CN2	9.09	0.51	1.41	1.97	0.33	0.60	4.02	0.25	0.95	17.13	0.81	8.51
CN3	6.56	0.40	1.28	2.24	0.25	0.55	3.52	0.17	0.83	22.61	0.81	8.12
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Remark: ns = non significant

A: Ruzi grass; B: Sun hemp, C: Control weeds (mainly jungle rice, crabgrass and goat button)

N0: No N fertilizer (0 kg N/rai), N1: 0.5 time of recommended rate (7.5 kg N/rai),

N2: recommended rate (15 kg N/rai), N3: 1.5 time of recommended rate (22.5 kg N/rai)

5.4 ผลของการไถกลบเศษเหลือมันสำปะหลังต่อไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ของดิน

ปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนและไนเตรตไนโตรเจนหลังจากที่มีการไถกลบเศษเหลือมันสำปะหลังไปแล้ว 3 สัปดาห์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 11) โดยไนโตรเจนในดินส่วนใหญ่อยู่ในรูปของไนเตรตไนโตรเจนมากกว่าในรูปของแอมโมเนียมไนโตรเจนโดยมีค่าอยู่ในพิสัย 3.05-7.35 และ 3.47-7.88 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ การไถกลบเศษเหลือมันสำปะหลังในแปลงที่เคยไถกลบปอเทืองจะทำให้ปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนในดินสูงที่สุดเท่ากับ 5.19 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ขณะที่การไถกลบเศษเหลือมันสำปะหลังในแปลงที่เคยไถกลบวัชพืชท้องถิ่นและหญ้าวัชพืชจะให้ไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียมไม่แตกต่างกัน

การไถกลบเศษเหลือมันสำปะหลังในแปลงที่มีการให้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่เพิ่มขึ้นจะมีแนวโน้มให้ปริมาณไนเตรตเพิ่มขึ้น โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 3.07-5.75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ขณะที่แอมโมเนียมมีแนวโน้มลดลงโดยมีค่าอยู่ในพิสัย 3.97-4.98 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อย่างไรก็ตาม การให้ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับการไถกลบปอเทืองกลับมีแนวโน้มให้การไถกลบเศษเหลือมันสำปะหลังปลดปล่อยแอมโมเนียมและไนเตรตสูงที่สุด โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 3.47-7.88 และ 3.50-7.35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ร่วมกับการไถกลบหญ้าวัชพืชและวัชพืชท้องถิ่น โดยให้ไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์อยู่ในพิสัย 3.12-6.48 และ 3.05-6.16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 11)

6. ผลของการไถกลบพืชปุ๋ยสด การจัดการปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิต และการดูดใช้ธาตุอาหารของข้าวโพดหวานที่ปลูกต่อเนื่องมาจากมันสำปะหลัง

6.1 ผลผลิตและองค์ประกอบของข้าวโพดหวาน

ผลของการไถกลบพืชปุ๋ยสดมีผลต่อน้ำหนักผลผลิตฝักสดปอกเปลือกของข้าวโพดหวานที่ปลูกต่อเนื่องมาจากมันสำปะหลัง โดยให้ผลเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับในกรณีของมันสำปะหลัง การไถกลบปอเทืองจะให้น้ำหนักฝักสดปอกเปลือกสูงที่สุดเท่ากับ 549 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่การไถกลบวัชพืชท้องถิ่นและหญ้าวัชพืชให้น้ำหนักฝักสดปอกเปลือกไม่แตกต่างทางสถิติ โดยมีค่าเท่ากับ 512 และ 369 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ภาพที่ 18) ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการ

ตารางที่ 10 ปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจน และไนเตรตไนโตรเจนในดินบนหลังจากการไถกลบ
เศษเหลือมันสำปะหลัง 3 สัปดาห์

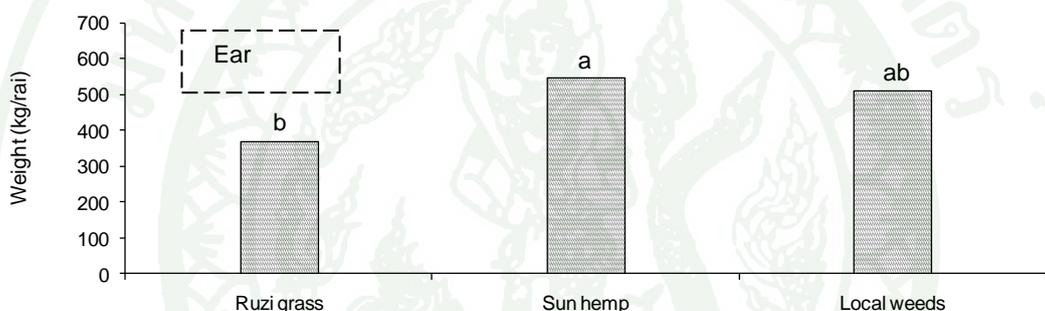
Treatment	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻
	(-----mg/kg-----)	
Green manure		
A	3.83	4.49
B	5.19	5.09
C	4.08	4.23
F-test	ns	ns
N-rate		
N0	4.17	3.07
N1	4.34	4.89
N2	4.98	4.70
N3	3.97	5.75
F-test	ns	ns
Green manure * N-rate		
AN0	3.61	2.66
AN1	3.50	6.48
AN2	3.54	3.12
AN3	4.67	5.71
BN0	5.29	3.50
BN1	4.13	4.13
BN2	7.88	7.35
BN3	3.47	5.39
CN0	3.61	3.05
CN1	5.39	4.06
CN2	3.54	3.64
CN3	3.78	6.16
F-test	ns	ns

Remarks: ns = non significant

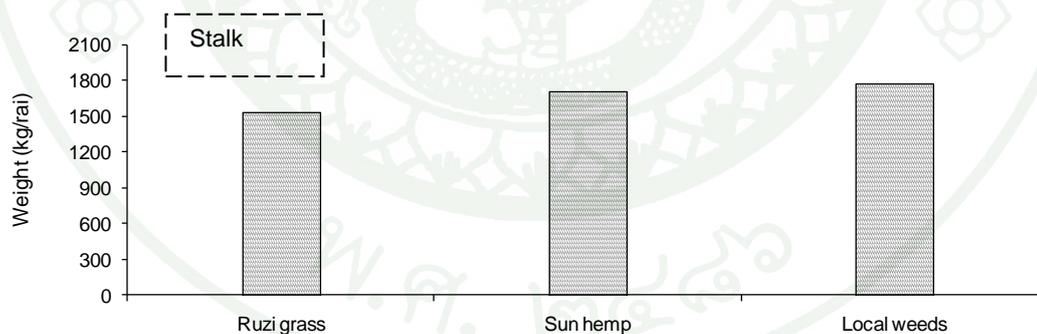
A: Ruzi grass, B: Sun hemp and C: Control weeds (mainly jungle rice, crabgrass and goat button)

N0: No N fertilizer (0 kg N/rai), N1: 0.5 time of recommended rate (7.5 kg N/rai),
N2: recommended rate (15 kg N/rai), N3: 1.5 time of recommended rate (22.5 kg
N/rai)

ไถกลบปอเทืองจะให้น้ำหนักในส่วนกิ่งก้านและใบมันสำปะหลังสูงกว่าการไถกลบหญ้าวัชพืชและวัชพืชท้องถิ่น ซึ่งเป็นส่วนที่มีธาตุอาหารพืชสะสมสูงที่สุด ดังนั้นเมื่อไถกลบเศษเหลือของมันสำปะหลังจึงอาจปลดปล่อยธาตุอาหารได้สูงกว่าโดยเฉพาะไนโตรเจน นอกจากนี้ผลการศึกษารุ่นนี้สอดคล้องกับรายงานของไชยวัฒน์ และคณะ ในปี 2544 ที่พบว่า การไถกลบปอเทืองเป็นพืชปุ๋ยสดก่อนปลูกข้าวโพดหวานส่งผลให้มีผลผลิตฝักสดปอกเปลือกสูงไม่ต่างจากตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวและตำรับที่ปลูกถั่วเขียวเป็นพืชแซม เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ กมลภา ในปี 2549 รายงานว่าน้ำหนักผลผลิตข้าวโพดหวานในตำรับที่ไถกลบปอเทืองเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยยูเรียอัตรา 10 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ แตกต่างจากตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีเลย



(ก)



(ข)

Remark: Different letters are indicate significantly different at $P < 0.05$ according to Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

Local weeds mainly jungle rice, crabgrass and coat buttons

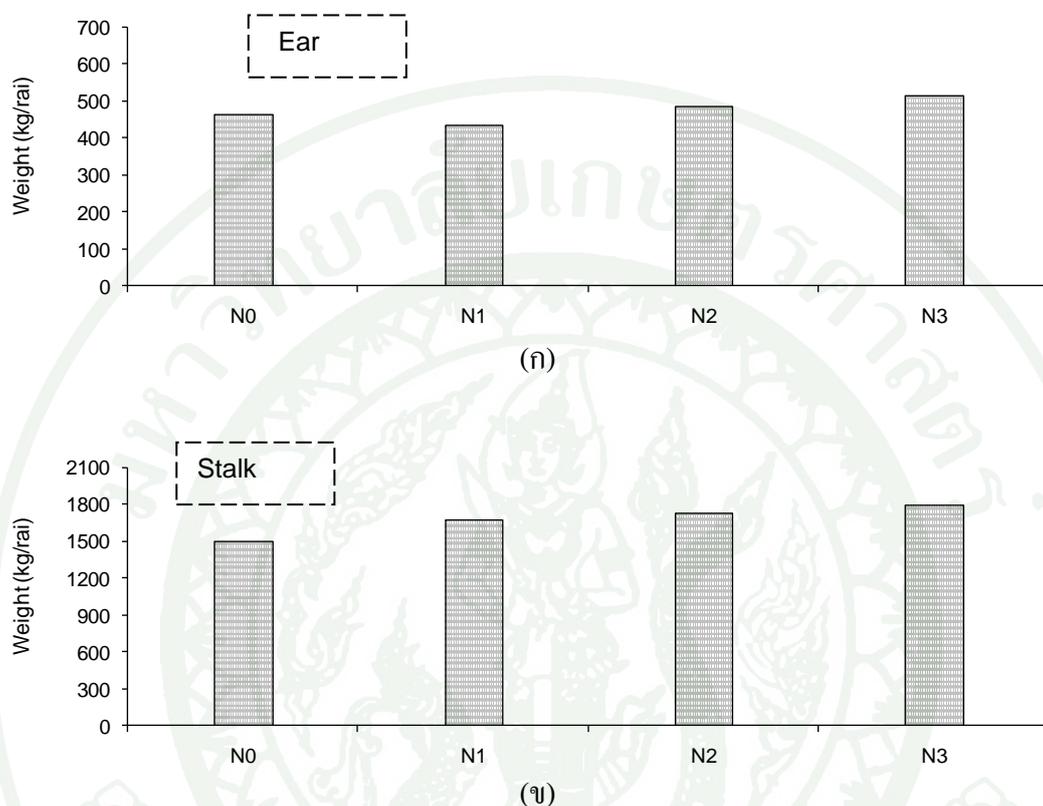
ภาพที่ 18 ผลของการไถกลบพืชปุ๋ยสดต่อผลผลิตฝักสดปอกเปลือก (ก) และตอซัง (ข) ของข้าวโพดหวาน

การไถกลบปุ๋ยพืชสดไม่มีผลต่อน้ำหนักต่อชั่งของข้าวโพดหวานที่ปลูกต่อ เนื่องจากมันสำปะหลัง โดยการไถกลบวัชพืชท้องถิ่นมีแนวโน้มให้น้ำหนักต่อชั่งสูงสุดเท่ากับ 1,782 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาได้แก่ การไถกลบปอเทือง และหญ้าธูซี่ ตามลำดับ (ภาพที่ 18) อย่างไรก็ตาม การไถกลบปอเทืองและวัชพืชท้องถิ่นจะให้น้ำหนักฝักสดปอกเปลือกและน้ำหนักต่อชั่งใกล้เคียงกัน ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากปริมาณแอมโมเนียมที่ตกค้างมาจากการไถกลบเศษซากเหลือของมันสำปะหลังซึ่งมีปริมาณใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 11)

ผลของอัตราปุ๋ยไนโตรเจน ให้ผลเช่นเดียวกันกับความสัมพันธ์ระหว่างการไถกลบปุ๋ยพืชสดและอัตราปุ๋ยไนโตรเจน โดยพบว่า การให้ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้นกลับไม่มีผลต่อผลผลิตฝักสดและน้ำหนักต่อชั่งของข้าวโพดหวานที่ปลูกต่อ เนื่องจากมันสำปะหลัง (ภาพที่ 19) อย่างไรก็ตาม การให้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่เพิ่มสูงขึ้นมีแนวโน้มให้น้ำหนักฝักสดและต่อชั่งเพิ่มขึ้น โดยการใส่ปุ๋ยอัตรา 45.75 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ (เทียบเท่ากับ 1.5 เท่าของอัตราแนะนำ) มีแนวโน้มให้น้ำหนักฝักสดและน้ำหนักต่อชั่งสูงสุดเท่ากับ 515 และ 1801 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ภาพที่ 19) ขณะที่การไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมีแนวโน้มให้น้ำหนักฝักสดและน้ำหนักต่อชั่งต่ำที่สุด สอดคล้องกับผลการศึกษาของสุรเดชและพัชรภรณ์ (2529) กำธร (2530) ปวีณา (2549) Hunter and Yugen (1955) ที่รายงานว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนจะเพิ่มผลผลิตข้าวโพดเมื่อเปรียบเทียบกับ การไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ทั้งนี้อาจเนื่องจากดินที่ทำการศึกษามีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมาก โดยเฉพาะปริมาณอินทรีย์วัตถุและไนโตรเจนรวม จึงทำให้ข้าวโพดตอบสนองต่อปุ๋ยในอัตราสูง

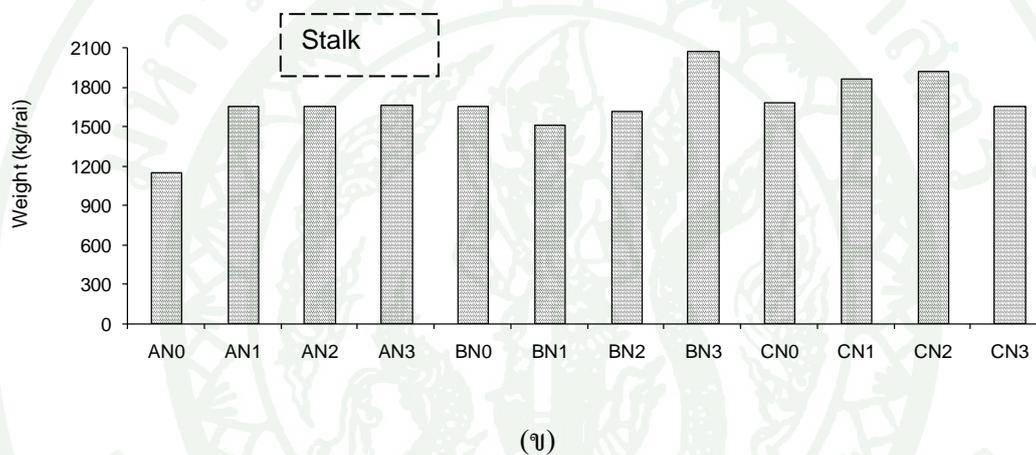
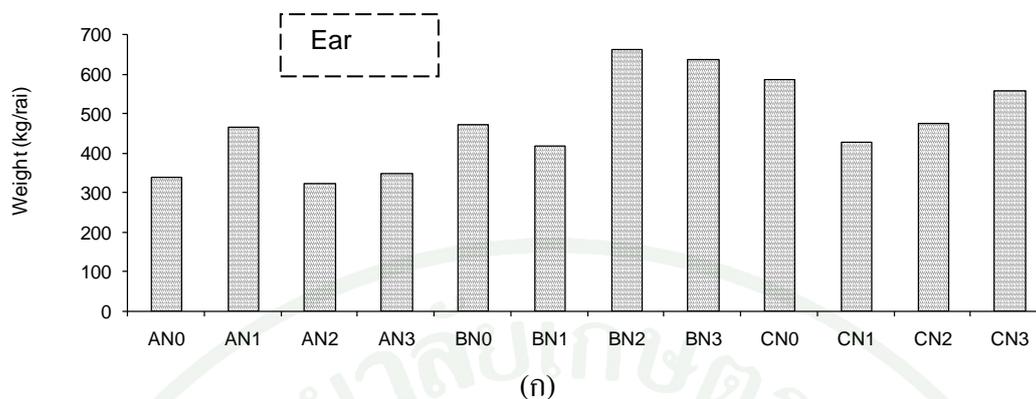
เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างการไถกลบปุ๋ยพืชสดและอัตราปุ๋ยไนโตรเจน พบว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราต่ำร่วมกับการไถกลบปุ๋ยพืชสดมีแนวโน้มทำให้ผลผลิตข้าวโพดหวานเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราสูง การไถกลบปอเทืองร่วมกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราแนะนำ (30.5 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่) ส่งผลให้ข้าวโพดหวานมีน้ำหนักฝักสดสูงสุดเท่ากับ 664 แต่ในกรณีที่ไม่ใส่ร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจน 45.75 กิโลกรัมต่อไร่ (เทียบเท่ากับ 1.5 เท่าของอัตราแนะนำ) กลับมีแนวโน้มให้น้ำหนักต่อชั่งสูงสุดเท่ากับ 2080 กิโลกรัมต่อไร่ (ภาพที่ 20) ทั้งนี้ อาจเป็นผลมาจากในแปลงที่มีการไถกลบปอเทืองจะมีปริมาณไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียม (NH_4^+) และไนเตรต (NO_3^-) ที่สะสมในดิน 3 สัปดาห์หลังไถกลบเศษเหลือมันสำปะหลังสูงสุดเท่ากับ 5.19 และ 5.09 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 11) ดังนั้นเมื่อปลูกข้าวโพดหวานต่อเนื่องจากมันสำปะหลัง ข้าวโพดหวานจึงดูดใช้ไนโตรเจนบางส่วนจากดิน ข้าวโพดหวานจึงตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราต่ำ ขณะที่หากได้รับไนโตรเจนมากเกินไปอาจส่งเสริมให้

ข้าวโพดหวานมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น จึงส่งผลให้น้ำหนักตอซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นรวมทั้งอาจทำให้เกิดลักษณะต้นล้มได้ (ราเชนทร์, 2539; คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)



Remark: N0: No N fertilizer (0 kg N/rai), N1: 0.5 time of recommended rate (15.25 kg N/rai), N2: recommended rate (30.5 kg N/rai), N3: 1.5 time of recommended rate (45.75 kg N/rai)

ภาพที่ 19 ผลของอัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิตฝักสดปกเปลือก (ก) และตอซึ่ง (ข) ของข้าวโพดหวานที่ปลูกต่อเนื่องมาจากมันสำปะหลังในดินวาริน



Remarks: A: Ruzi grass, B: Sun hemp and C: Control weeds (mainly jungle rice, crabgrass and coat buttons)

N0: No N fertilizer (0 kg N/rai), N1: 0.5 time of recommended rate (15.25 kg N/rai), N2: recommended rate (30.5 kg N/rai), N3: 1.5 time of recommended rate (45.75 kg N/rai)

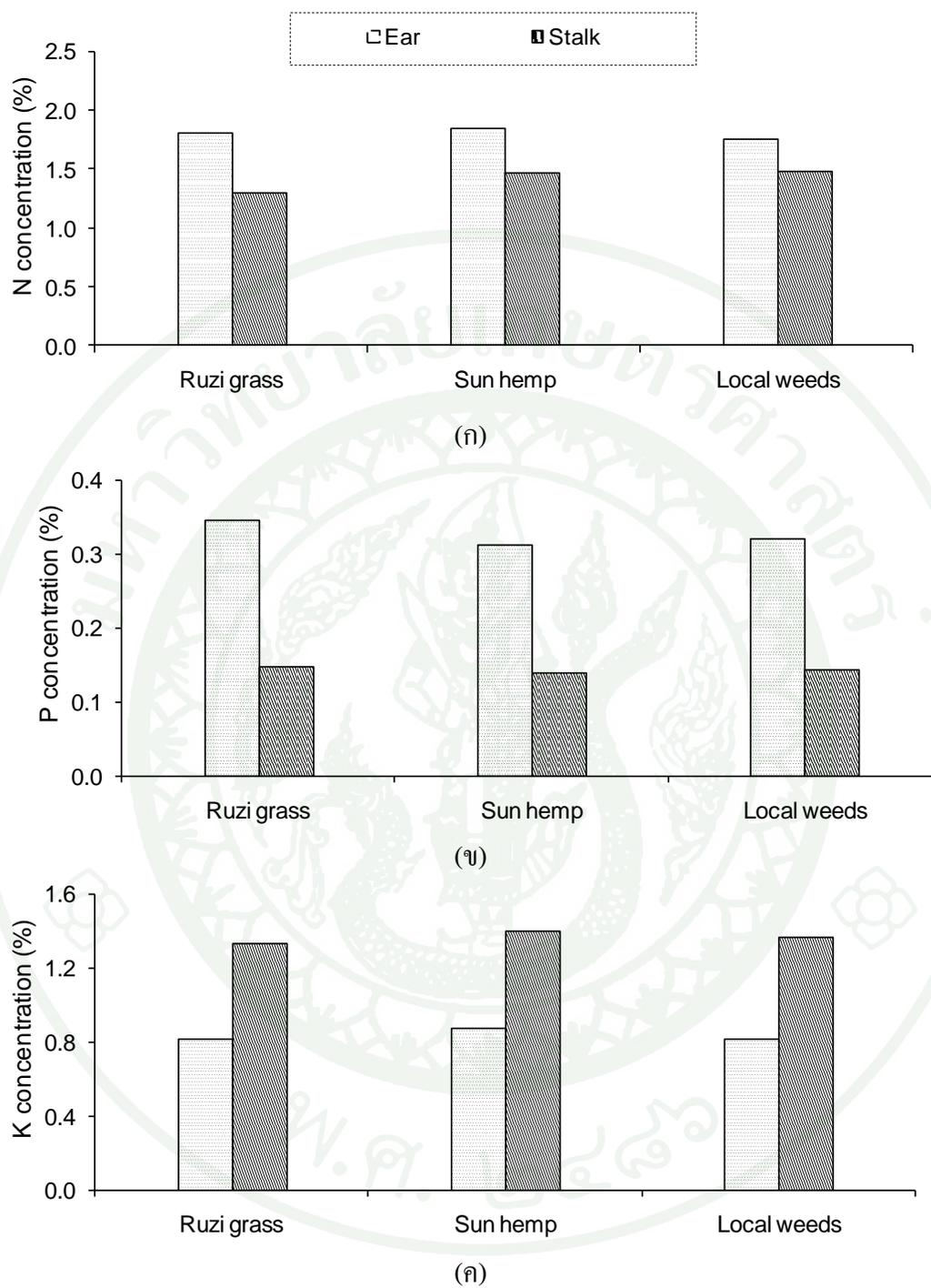
ภาพที่ 20 สหสัมพันธ์ระหว่างพืชปุ๋ยสดและอัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิตฝักสดปอกเปลือก (ก) และตอซัง (ข) ของข้าวโพดหวานที่ปลูกต่อเนื่องมาจากมันสำปะหลังในดินวาริน

6.2 การสะสมธาตุอาหารหลักของข้าวโพดหวาน

การไถกลบพืชปุ๋ยสดไม่มีผลต่อการสะสมธาตุอาหารหลักในฝักและตอซังของข้าวโพดหวานที่ปลูกต่อเนื่องมาจากมันสำปะหลัง การไถกลบปอเทืองมีแนวโน้มให้มีการสะสมของธาตุอาหารหลักสูงกว่าการไถกลบหญ้าขี้เหล็ก และวัชพืชท้องถิ่น โดยในแปลงที่มีการไถกลบปอเทืองมีแนวโน้มให้ในโตรเจนสะสมในส่วนฝักข้าวโพดหวานสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 1.85 โดยน้ำหนักแห้ง และสะสมของโพแทสเซียมในตอซังข้าวโพดหวานสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 1.40 โดยน้ำหนักแห้ง (ภาพที่ 21)

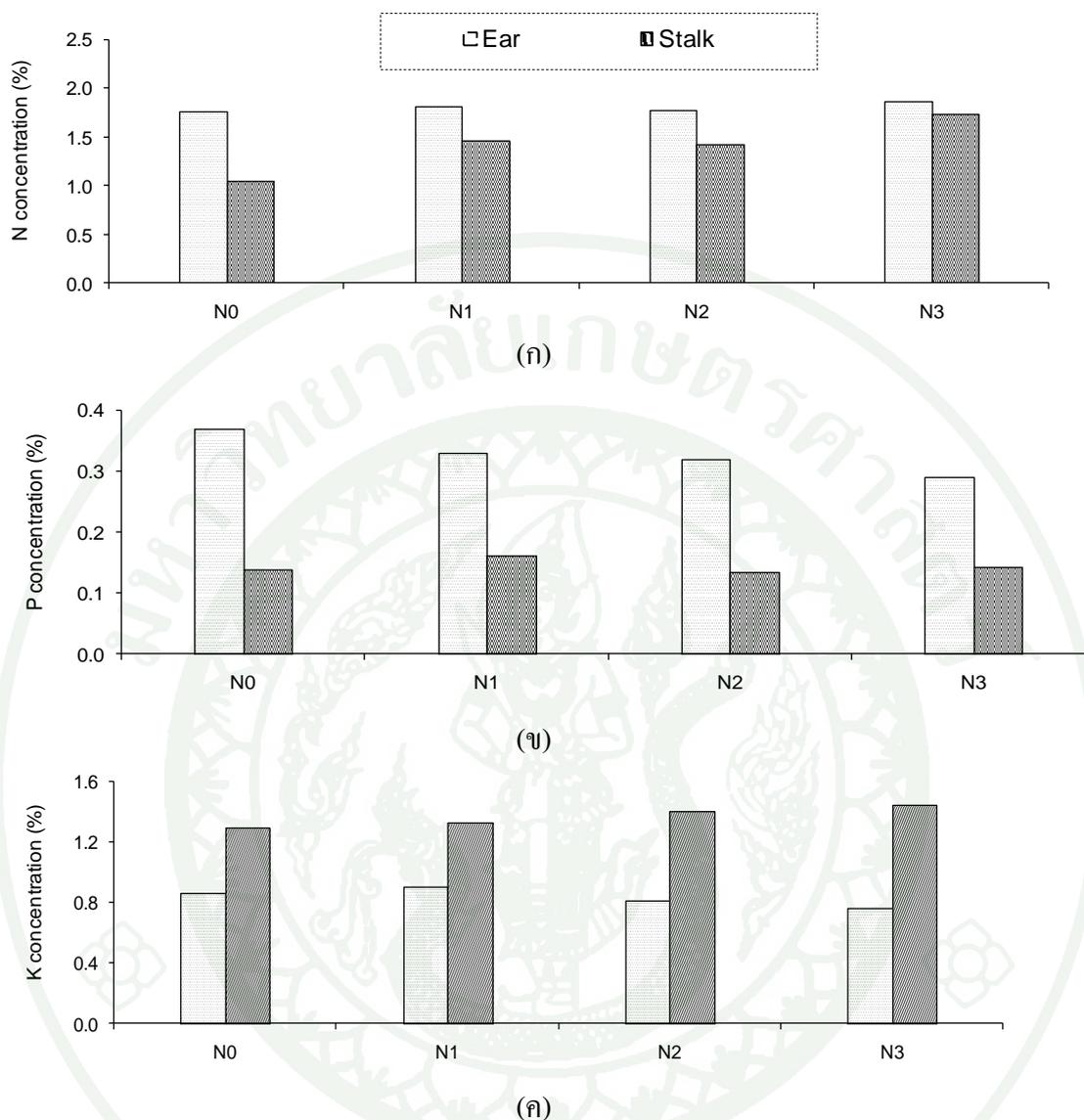
อัตราปุ๋ยในโตรเจนส่งผลให้มีการสะสมในโตรเจนในตอซังข้าวโพด และการสะสมฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในฝักข้าวโพดหวานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 21) การเพิ่มอัตราปุ๋ยในโตรเจนให้กับข้าวโพดหวานส่งผลให้มีการสะสมในโตรเจนในตอซังข้าวโพดเพิ่มขึ้นตาม โดยการใส่ปุ๋ยในโตรเจนอัตราสูงที่สุดเท่ากับ 45.75 กิโลกรัมต่อไร่ จะให้ในโตรเจนสะสมในตอซังสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 1.74 โดยน้ำหนักแห้ง รองลงมาได้แก่ การใส่ปุ๋ยในโตรเจนในอีก 2 อัตราที่เหลือ (15.25 และ 30.5 กิโลกรัมในโตรเจนต่อไร่) ซึ่งให้ปริมาณการสะสมในโตรเจนในตอซังไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยมีปริมาณเท่ากับร้อยละ 1.47 และร้อยละ 1.43 โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ และการไม่ใส่ปุ๋ยในโตรเจนส่งผลให้มีการสะสมในโตรเจนเท่ากับร้อยละ 1.05 โดยน้ำหนักแห้ง ซึ่งมีค่าต่ำที่สุด ผลการศึกษานี้เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับน้ำหนักตอซังของข้าวโพดหวาน (ภาพที่ 21)

ส่วนในกรณีของการสะสมฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในฝักข้าวโพดพบว่าเมื่อใส่ปุ๋ยในโตรเจนเพิ่มขึ้นการสะสมของฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมกลับมีแนวโน้มลดลง (ภาพที่ 22) โดยการไม่ใส่ปุ๋ยในโตรเจน และการใส่ปุ๋ยในอัตรา 15.25 กิโลกรัมในโตรเจนต่อไร่ ส่งผลให้การสะสมฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในฝักข้าวโพดหวานสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีปริมาณเท่ากับร้อยละ 0.37 และ 0.90 ตามลำดับ ขณะที่การใส่ปุ๋ยในโตรเจนอัตราสูงที่สุด (45.75 กิโลกรัมในโตรเจนต่อไร่) กลับส่งผลให้การสะสมฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในฝักข้าวโพดหวานต่ำที่สุดเท่ากับร้อยละ 0.29 และ 0.76 ตามลำดับ (ภาพที่ 22)



Remark: Local weeds mainly jungle rice, crabgrass and coat buttons

ภาพที่ 21 ผลของการไถกลบพืชปุ๋ยสดต่อปริมาณการสะสมในไนโตรเจน (ก) ฟอสฟอรัส (ข) และโพแทสเซียม (ค) ในฝักและตอซังของข้าวโพดหวานที่ปลูกต่อเนื่องมาจากมันสำปะหลังในดินวาริน



Remarks: Different letters are indicate significantly different at $P < 0.05$ according to Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

N0: No N fertilizer (0 kg N/rai), N1: 0.5 time of recommended rate (15.25 kg N/rai), N2: recommended rate (30.5 kg N/rai), N3: 1.5 time of recommended rate (45.75 kg N/rai)

ภาพที่ 22 ผลของอัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่อปริมาณการสะสมไนโตรเจน (ก) ฟอสฟอรัส (ข) และโพแทสเซียม (ค) ในฝักและตอซังของข้าวโพดหวานที่ปลูกต่อเนื่องมาจากมันสำปะหลังในดินวาริน

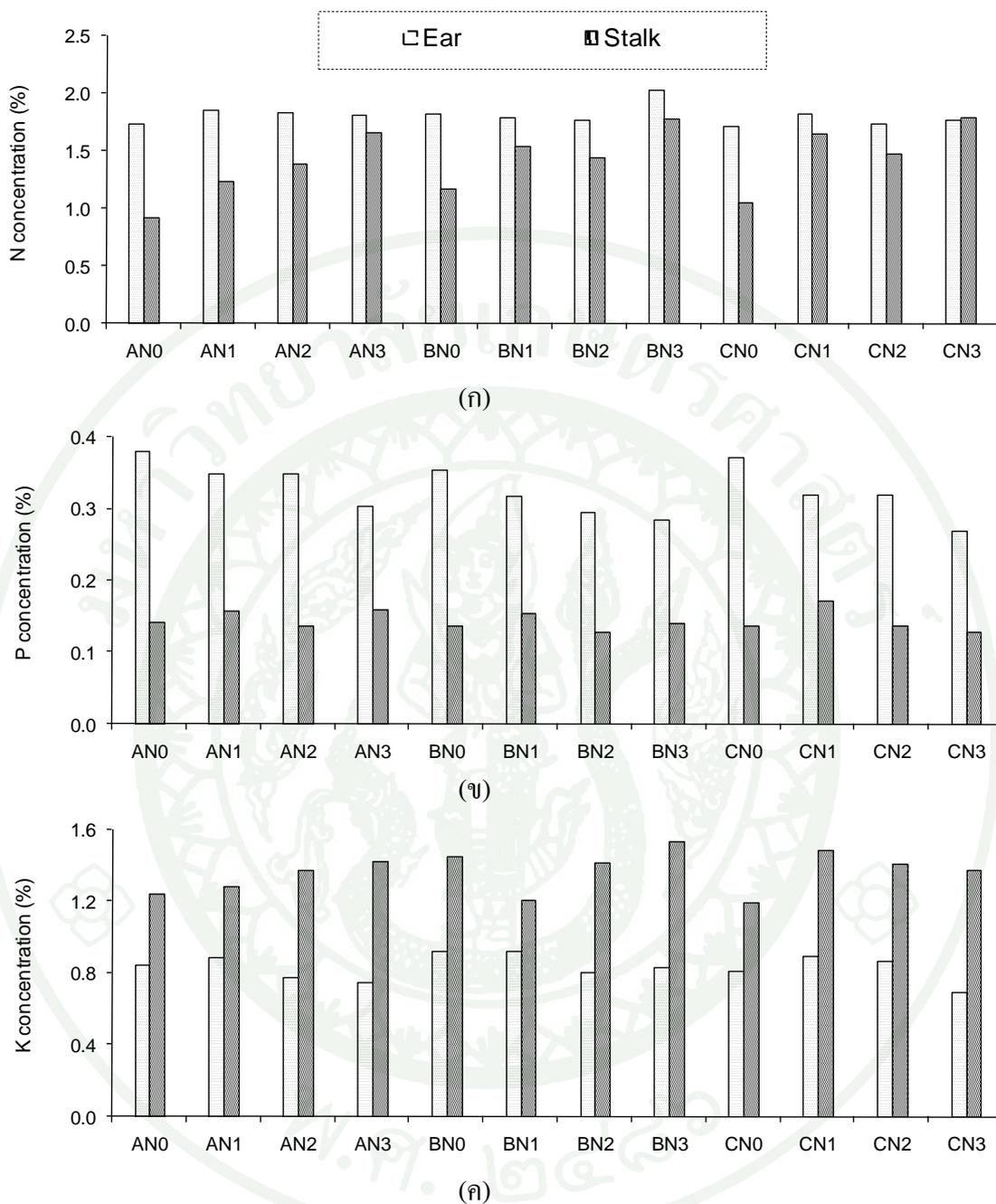
สหสัมพันธ์ระหว่างการไถกลบพืชปุ๋ยสดและอัตราปุ๋ยไนโตรเจนไม่มีผลต่อการสะสมธาตุอาหารหลักทั้ง 3 ชนิดทั้งในส่วนฝักและต่อซังของข้าวโพดหวาน (ภาพที่ 23) อย่างไรก็ตาม การไถกลบปุ๋ยเพื่อร่วมกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมีแนวโน้มทำให้มีการสะสมของไนโตรเจนและโพแทสเซียมสูงกว่า ขณะที่การสะสมฟอสฟอรัสมีแนวโน้มต่ำกว่า เมื่อมีการใช้ร่วมกับการไถกลบหญ้าและวัชพืชท้องถิ่น

ในทุกดำนับการทดลอง ในส่วนของฝักข้าวโพดหวานมีปริมาณการสะสมของไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอยู่ในพิสัยร้อยละ 1.71-2.03, 0.27-0.38 และ 0.70-0.93 ตามลำดับ และในส่วนต่อซังข้าวโพดมีปริมาณการสะสมของไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมและอยู่ในพิสัยร้อยละ 0.92-1.78, 0.13-0.17 และ 1.20-1.54 ตามลำดับ (ภาพที่ 23)

6.3 การดูใช้ธาตุอาหารหลักของข้าวโพดหวาน

ผลปุ๋ยพืชสด อัตราปุ๋ยไนโตรเจน และสหสัมพันธ์ระหว่างพืชปุ๋ยสดกับอัตราปุ๋ยไนโตรเจนไม่มีผลต่อการดูใช้ธาตุอาหารหลักในฝักและต่อซังของข้าวโพดหวานที่ปลูกต่อเนื่องมาจากมันสำปะหลัง (ภาพที่ 24, 25 และ 26) และเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับปริมาณการสะสมของธาตุอาหารหลักในเนื้อเยื่อฝักและต่อซังของข้าวโพดหวาน โดยน้ำหนักแห้ง

การไถกลบปุ๋ยเพื่อ มีแนวโน้มให้ข้าวโพดหวานมีการดูใช้ในโตรเจนทั้งในฝักและต่อซังสูงสุดเท่ากับ 3.23 และ 17.92 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาได้แก่ การไถกลบวัชพืชท้องถิ่น (3.17 และ 12.44 กิโลกรัมต่อไร่) และการไถกลบหญ้า (2.46 และ 9.60 กิโลกรัมต่อไร่) (ภาพที่ 24) ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับผลผลิตฝักสดที่ได้ นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่สูงขึ้น มีแนวโน้มให้ข้าวโพดหวานมีการดูใช้ในโตรเจนและโพแทสเซียมเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะการใส่ปุ๋ยในอัตราสูงสุด (45.75 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่) (ภาพที่ 25) และการไถกลบปุ๋ยเพื่อร่วมกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 1.5 เท่าของอัตราแนะนำ (45.75 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่) มีแนวโน้มให้ข้าวโพดหวานมีการดูใช้ในโตรเจนและโพแทสเซียมในต่อซังสูงสุดเท่ากับ 39.26 และ 36.50 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ขณะที่มีการดูใช้ฟอสฟอรัสเพียง 3.21 กิโลกรัมต่อไร่ (ภาพที่ 26)

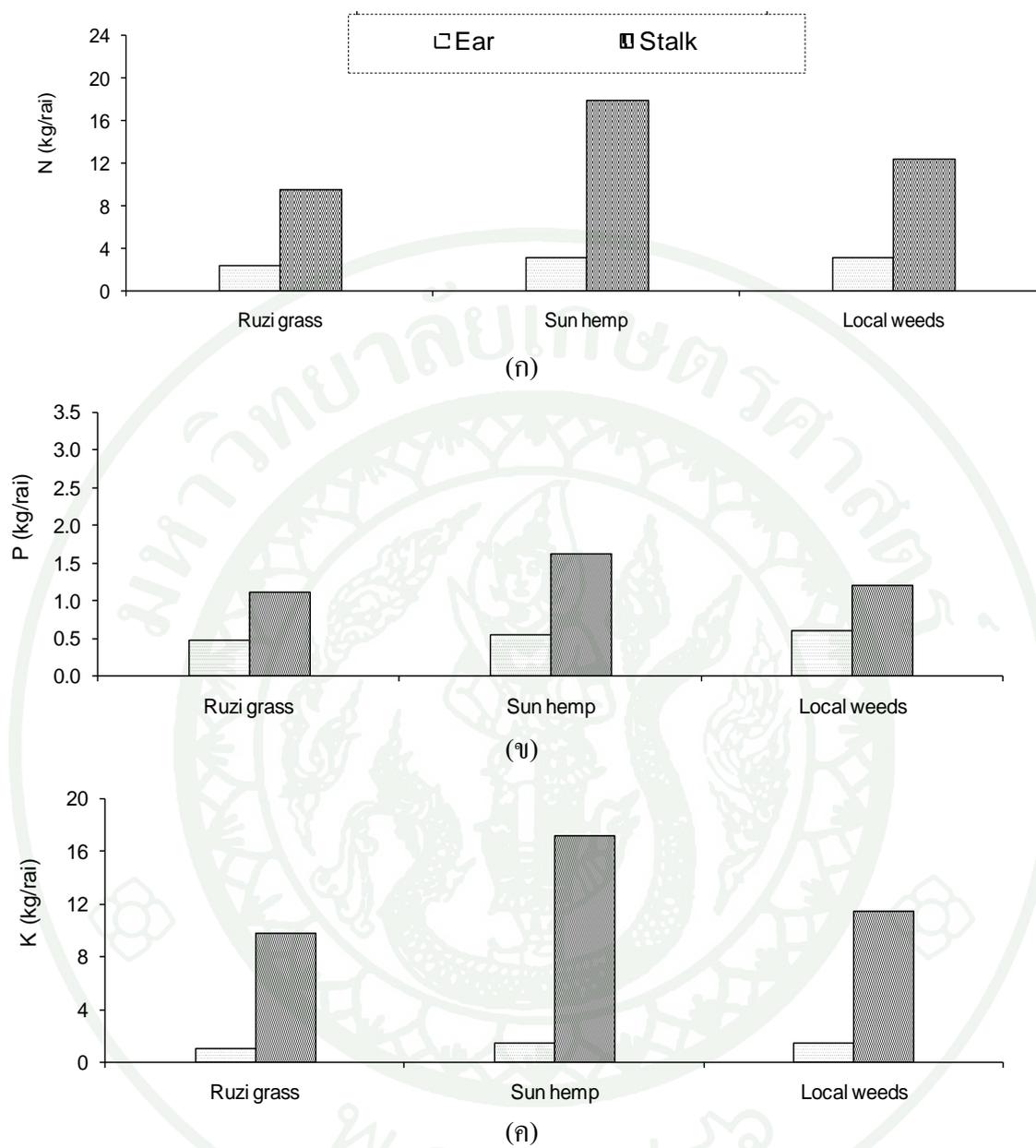


Remarks: A: Ruzi grass, B: Sun hemp, C: Control weeds (mainly jungle rice, crabgrass and coat buttons)

N0: No N fertilizer (0 kg N/rai), N1: 0.5 time of recommended rate (15.25 kg N/rai),

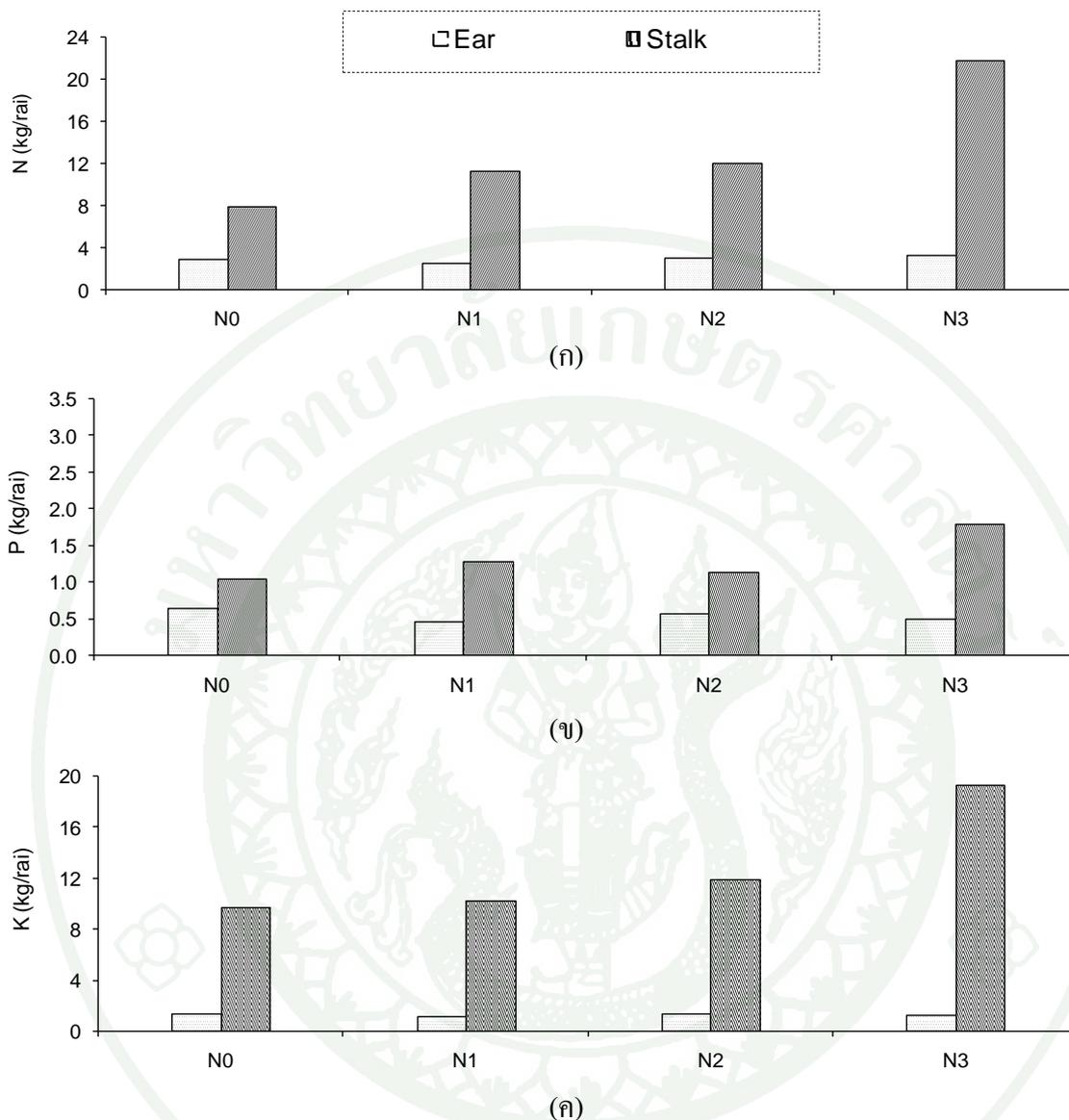
N2: recommended rate (30.5 kg N/rai), N3: 1.5 time of recommended rate (45.75 kg N/rai)

ภาพที่ 23 สหสัมพันธ์ระหว่างพืชปุ๋ยสดและอัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่อปริมาณการสะสมไนโตรเจน (ก) ฟอสฟอรัส (ข) และโพแทสเซียม (ค) ในฝักและตอซังของข้าวโพดหวานที่ปลูกต่อเนื่องมาจากมันสำปะหลังในดินวาริน



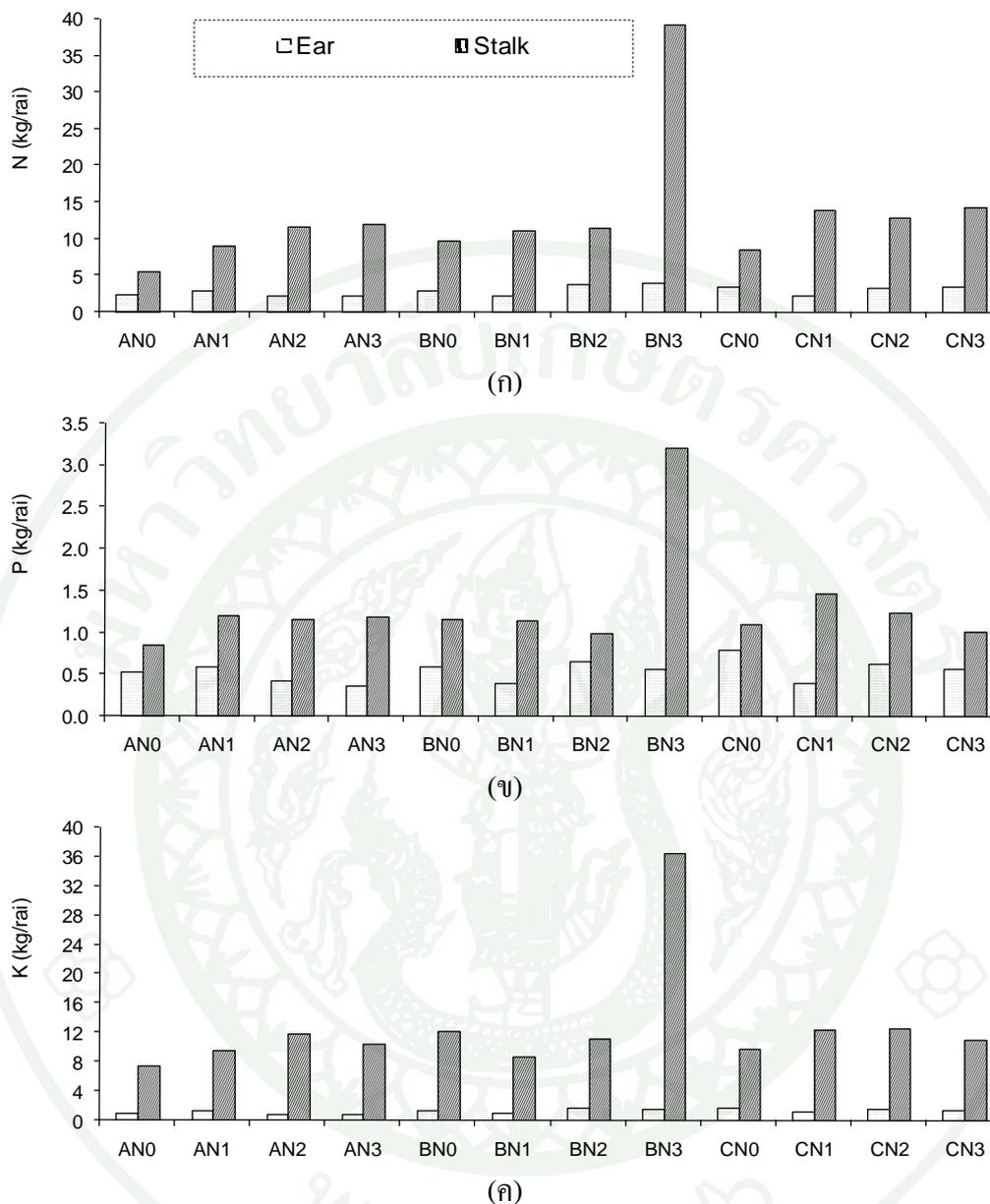
Remark: Local weeds mainly jungle rice, crabgrass and coat buttons

ภาพที่ 24 ผลของการไถกลบพืชปุ๋ยสดต่อการดูดใช้ในโตรเจน (ก) ฟอสฟอรัส (ข) และโพแทสเซียม (ค) ในฝักและตอซังของข้าวโพดหวานที่ปลูกต่อเนื่องมาจากมันสำปะหลังในดินวาริน



Remarks: N0: No N fertilizer (0 kg N/rai), N1: 0.5 time of recommended rate (15.25 kg N/rai), N2: recommended rate (30.5 kg N/rai), N3: 1.5 time of recommended rate (45.75 kg N/rai)

ภาพที่ 25 ผลของอัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่อการดูดใช้ในโตรเจน (ก) ฟอสฟอรัส (ข) และโพแทสเซียม (ค) ในฝักและตอซังของข้าวโพดหวานที่ปลูกต่อเนื่องมาจากมันสำปะหลังในดินวาริน



Remarks: A: Ruzi grass, B: Sun hemp, C: Control weeds (mainly jungle rice, crabgrass and coat buttons)

N0: No N fertilizer (0 kg N/rai), N1: 0.5 time of recommended rate (15.25 kg N/rai), N2: recommended rate (30.5 kg N/rai), N3: 1.5 time of recommended rate (45.75 kg N/rai)

ภาพที่ 26 สหสัมพันธ์ระหว่างพืชปุ๋ยสดและอัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่อการดูดใช้ในโตรเจน (ก) ฟอสฟอรัส (ข) และโพแทสเซียม (ค) ในฝักและคอซังของข้าวโพดหวานที่ปลูกต่อเนื่องมาจากมันสำปะหลังในดินวาริน

ข้าวโพดหวานจะมีการดูดใช้ในโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในส่วน
ต่อชั่งสูงกว่าในส่วนของฝักข้าวโพดอย่างชัดเจน โดยภาพรวมข้าวโพดมีการดูดใช้ในโตรเจน
ใกล้เคียงกันกับโพแทสเซียมโดยมีปริมาณอยู่ในพิสัย 2.20-39.26 และ 0.89-36.50 กิโลกรัมต่อไร่
ตามลำดับ ขณะที่จะดูดใช้ฟอสฟอรัสต่ำที่สุดเท่ากับ 0.37-3.21 กิโลกรัมต่อไร่ (ภาพที่ 26)



สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

ที่ระยะไถกลบหรือที่อายุ 50 วันหลังจากปลูกพืชปุ๋ยสด หญ้ารัฐที่มีปริมาณชีวมวลสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ วัชพืชท้องถิ่น (ส่วนใหญ่ได้แก่ หญ้านกสีชมพู, หญ้าดินนกก และหญ้าดินตุ๊กแก) และปอเทือง ตามลำดับ ปอเทืองมีปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเฉลี่ยในเนื้อเยื่อพืช รวมทั้งปริมาณคาร์บอนทั้งหมดสูงกว่าหญ้ารัฐ ขณะที่หญ้ารัฐที่มีปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียมสูงที่สุดแต่ไม่แตกต่างจากวัชพืชท้องถิ่น หญ้ารัฐมีอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนกว้างกว่า หญ้าวัชพืชท้องถิ่น และปอเทืองเกือบสองเท่า

การไถกลบวัชพืชท้องถิ่นส่งผลให้ดินมีปริมาณแอมโมเนียมในดินสูงที่สุดแต่กลับมีปริมาณไนเตรตต่ำที่สุด เนื่องจากกระบวนการที่เรียกว่า Ammonification โดยจุลินทรีย์ในดิน ขณะที่การไถกลบพืชปุ๋ยสดที่เหลือให้ปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ไม่แตกต่างกัน โดยปอเทืองมีแนวโน้มให้แอมโมเนียมและไนเตรตในดินสูงกว่าหญ้ารัฐ นอกจากนี้การไถกลบพืชปุ๋ยสดทั้งสองชนิดส่งผลให้ปริมาณไนโตรเจนในดินในรูปของไนเตรตสูงกว่าในรูปของแอมโมเนียมอย่างชัดเจน

การย่อยสลายของเศษซากปอเทืองในเรือนทดลองจะเร็วกว่าหญ้ารัฐเล็กน้อย โดยน้ำหนักของเศษซากพืชปุ๋ยสดทั้งสองจะลดลงอย่างรวดเร็วหลังการบ่มไปแล้ว 1 อาทิตย์ และจึงค่อย ๆ ลดลงอย่างช้า ๆ จนกระทั่งในสัปดาห์ที่ 7 ปอเทืองจึงจะสลายตัวเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ขณะที่หญ้ารัฐจะสลายตัวอย่างชัดเจนในสัปดาห์ที่ 9 พืชปุ๋ยสดทั้งสองจะค่อย ๆ ปลดปล่อยไนโตรเจน และเพิ่มสูงที่สุดหลังการบ่มดินไปแล้ว 2 สัปดาห์ จากนั้นปริมาณไนโตรเจนที่ถูกปลดปล่อยจะค่อย ๆ ลดลงสอดคล้องกับปริมาณการย่อยสลาย เมื่อครบ 11 สัปดาห์ ปอเทืองปลดปล่อยไนโตรเจนออกมาเกือบหมดแล้วและปลดปล่อยได้น้อยลง ขณะที่หญ้ารัฐยังคงปลดปล่อยไนโตรเจนต่อไปได้อีกและปลดปล่อยได้มากขึ้น ไนโตรเจนที่ปลดปล่อยอยู่ในรูปของแอมโมเนียมมากกว่าไนเตรต โดยปอเทืองจะปลดปล่อยไนโตรเจนทั้งหมดต่ำกว่าในกรณีของหญ้ารัฐ

การไถกลบปอเทืองที่อายุ 50 วัน หรือการปล่อยพื้นที่ทิ้งให้มีวัชพืชท้องถิ่นตระกูลหญ้า (ส่วนใหญ่ได้แก่ หญ้านกสีชมพู, หญ้าตีนนก และหญ้าตีนตุ๊กแก) แล้วไถกลบที่อายุ 50 จะให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด และน้ำหนักฝักสดปอกเปลือกของข้าวโพดหวานที่ปลูกตามมาสูงที่สุด สอดคล้องกับปริมาณการดูใช้ในโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในส่วนต่าง ๆ ของพืช แต่อย่างไรก็ตามกลับส่งผลให้ร้อยละการสะสมแป้งในหัวมันสำปะหลังสดต่ำที่สุด

ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด น้ำหนักส่วนเหนือดินทั้งหมดของมันสำปะหลัง และการดูใช้ในโตรเจนในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลัง เช่นเดียวกันกับน้ำหนักฝักสดปอกเปลือกและต่อช่วงของข้าวโพดหวานเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับปุ๋ยในโตรเจนในอัตราที่เพิ่มขึ้น แต่ร้อยละการสะสมแป้งในหัวมันสำปะหลังกลับมีแนวโน้มลดลง โดยการใส่ปุ๋ยในอัตรา 22.5 และ 45.75 กิโลกรัมในโตรเจนต่อไร่ (เทียบเท่ากับ 1.5 เท่าของอัตราแนะนำ) มีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังและข้าวโพดหวานสูงที่สุด ตามลำดับ

การไถกลบปอเทืองร่วมกับการใส่ปุ๋ยในอัตรา 15 กิโลกรัมในโตรเจนต่อไร่ จะให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังที่ปลูกในดินวารินสูงที่สุด ขณะที่การไถกลบหญ้าธูซี่ และวัชพืชท้องถิ่นร่วมกับการใส่ในโตรเจนในอัตราที่สูงขึ้นมีแนวโน้มเพิ่มผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด สำหรับในกรณีของข้าวโพดหวานที่ปลูกต่อเนื่องมาจากการไถกลบเศษเหลือของมันสำปะหลัง จะตอบสนองต่อปุ๋ยในโตรเจนในอัตราที่ต่ำกว่าอัตราแนะนำมากกว่าอัตราแนะนำ และอัตราที่สูงกว่าอัตราแนะนำ เมื่อใช้ร่วมกับการไถกลบวัชพืชท้องถิ่น หรือหญ้าธูซี่ ยกเว้นในกรณีที่ทำการไถกลบปอเทือง

ในโตรเจนในดินหลังจากที่มีการไถกลบเศษเหลือมันสำปะหลังไปแล้ว 3 สัปดาห์ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของไนเตรตมากกว่าในรูปของแอมโมเนียม โดยการไถกลบเศษเหลือมันสำปะหลังในแปลงที่เคยไถกลบปอเทืองจะให้ไนโตรเจนในดินสูงที่สุด และเมื่อมีการใส่ปุ๋ยในโตรเจนในอัตราที่เพิ่มขึ้น การไถกลบเศษเหลือมันสำปะหลังมีแนวโน้มให้ปริมาณไนเตรตเพิ่มขึ้น ขณะที่แอมโมเนียมมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุประจุต่ำมาก อย่างไรก็ตามการไถกลบเศษเหลือมันสำปะหลังในแปลงที่มีการใส่ปุ๋ยในโตรเจนร่วมกับการไถกลบปอเทืองมีแนวโน้มให้ไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์สูงกว่าในแปลงที่มีการไถกลบหญ้าธูซี่ และหญ้าวัชพืชท้องถิ่นร่วม

ข้อเสนอแนะ

การนำพืชปุ๋ยสดโดยเฉพาะการใช้ปอเทือง หรือวัชพืชท้องถิ่นตระกูลหญ้า ได้แก่ หญ้านกสี ชมพู หญ้าตีนนก และหญ้าตีนตุ๊กแก หมุนเวียนในระบบการปลูกมันสำปะหลังและข้าวโพดหวาน จะสามารถลดอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่ใช้สำหรับพืชหลักทั้งสองที่ปลูกในดินวารินที่เสื่อมโทรมได้ โดยเฉพาะในกรณีของมันสำปะหลัง แต่ในกรณีของข้าวโพดหวานยังคงเห็นผลไม่ชัดเจน ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาต่อเนื่องในระยะยาว ดังเช่นที่มีการศึกษามาบ้างในต่างประเทศ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความชัดเจนเพิ่มมากขึ้นได้ และสามารถประเมินผลระยะยาวของการปลูกพืชหมุนเวียนที่มีต่อสมบัติดินได้ด้วย

นอกจากนี้ มันสำปะหลังและข้าวโพดหวานจะตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราสูงในกรณีที่ไม่มีการใช้ร่วมกับพืชปุ๋ยสด ทั้งนี้เนื่องจากดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุและความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่ำ ส่งผลให้ธาตุอาหารเกิดการสูญหายไปจากเขตรากพืชเร็ว พืชไม่สามารถดูดใช้ได้ทัน ประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมีจึงลดลง เช่นเดียวกันกับการใช้ปอเทือง หรือวัชพืชท้องถิ่นตระกูลหญ้า เป็นพืชปุ๋ยสดเพียงอย่างเดียว จะช่วยเพิ่มผลผลิตพืชแต่กลับส่งผลให้ร้อยละการสะสมแป้งในหัวมันสำปะหลังต่ำที่สุดเนื่องจาก การได้รับไนโตรเจนมากเกินไปอาจส่งเสริมให้มีการเจริญเติบโตทางด้านต้น ทำให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมซึ่งจะส่งผลต่อการสร้างหัวมันสำปะหลังและการสะสมแป้งในหัวมันสำปะหลังลดลง ดังที่เคยมีรายงานมาก่อนหน้านี้ ดังนั้นการใส่วัสดุปรับปรุงดินที่มีความสามารถในการดูดซับสูง เช่น เบนโทไนต์ เพอร์ไลต์ อาจช่วยเพิ่มความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารของดิน ซึ่งอาจเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยไนโตรเจนได้เช่นเดียวกัน

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กมลภา วัฒนประพัฒน์. 2549. ผลของปุ๋ยพืชสดตระกูลถั่วต่อสมบัติทางเคมี และชีวภาพของดิน และผลผลิตข้าวโพดหวานในชุดดินปากช่อง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2552. ยุทธศาสตร์มันสำปะหลัง ปี 2554-2557, กระทรวงเกษตร และสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมการค้าต่างประเทศ. 2554. สถานการณ์ผลผลิตมันสำปะหลังของโลกและแนวโน้มความต้องการใช้มันสำปะหลังในอนาคต ใน รายงานการประชุมสัมมนา มันสำปะหลังนานาชาติ (World Tapioca Conference 2011) เมื่อวันที่ 28 มิถุนายน 2554 ณ ศูนย์แสดงสินค้าและการประชุมอิมแพ็ค เมืองทองธานี, กรุงเทพฯ.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2549. การใช้ปุ๋ยพืชสดบำรุงดินเพื่อเกษตรยั่งยืน. เอกสารวิชาการ กรมพัฒนา ที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2541. คู่มือการจัดการดินกับพืชเศรษฐกิจสำหรับเกษตรกรจังหวัดนครราชสีมา. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมส่งเสริมการส่งออก. 2554. มูลค่าการส่งออกผักผลไม้กระป๋องและแปรรูป. แหล่งที่มา: <http://www.depthai.go.th/dep/doc/54/54002568.doc>, 30 กรกฎาคม 2555.

กรมวิชาการเกษตร. 2547. เอกสารวิชาการ ลำดับที่ 7 มันสำปะหลัง. กระทรวงเกษตร และสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร. 2548. โครงการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดหวานฝักสดลูกผสมเพื่ออุตสาหกรรมในพื้นที่ภาคกลางและภาคตะวันตก. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2554. รายงานสภาวะอากาศ-นครราชสีมา. แหล่งที่มา:

<http://www.tmd.go.th/province.php?id=20>, 10 ธันวาคม 2554

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2555. รายงานสภาวะอากาศ-นครราชสีมา. สถานีอุตุนิยมวิทยานครราชสีมา.

กลุ่มอินทรีวิทยวัตถุและวัสดุเหลือใช้. 2544. การใช้ปุ๋ยพืชสดบำรุงดินเพื่อเกษตรยั่งยืน. เอกสารเพื่อการเผยแพร่ สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กองปศุสัตว์สัมพันธ์. 2545. เอกสารคำแนะนำหญ้ารัฐ. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กองสำรวจดิน. 2520. แผนที่ดินและแผนที่แสดงความเหมาะสมของการใช้ประโยชน์ที่ดิน จังหวัดนครราชสีมา มาตรฐาน 1: 50,000 กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

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

กำธร สุทธิสารกร. 2530. อิทธิพลของอัตราน้ำ ปุ๋ยไนโตรเจน และการคลุมดินที่มีผลต่อผลผลิต และคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานพิเศษ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

คณะกรรมการจัดทำพจนานุกรมปฐพีวิทยา. 2551. พจนานุกรมปฐพีวิทยา. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- เครือวัลย์ บุญเงิน. 2551. เอกสารวิชาการ การปลูกข้าวโพดหวานในเขตภาคกลางและภาคตะวันตก. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ
- จรุงสิทธิ์ และอัจฉรา ลิมศิลา. 2537. ประวัติการแพร่กระจายความสำพันธ์และดินฟ้าอากาศที่เหมาะสม น. 1-13 ใน เอกสารวิชาการ มันสำปะหลัง. ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์. 2546. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมันสำปะหลัง, น. 22-28. ใน เอกสารประกอบการฝึกอบรม โครงการพัฒนาศักยภาพการผลิตและการตลาดมัน. ภาควิชาพืชไร่ ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์. 2532. มันสำปะหลัง การปลูก อุทสาหกรรมแปรรูปและการใช้ประโยชน์. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- จำลอง เขียมจันรรจา. 2547. มันสำปะหลัง, น. 81-93. ใน นพพร คล้ายพงษ์พันธุ์, บรรณาธิการ. พืชเศรษฐกิจ. พิมพ์ครั้งที่ 2 สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ
- จิรวรรณ พรหมมา. 2554. การตอบสนองต่อชนิดและอัตราวัสดุปรับปรุงดินของมันสำปะหลังที่ปลูกในดินเนื้อหยาบ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ไชยวัฒน์ สุภเสวตสวรรค์, ทวี รัตนรัตน์ และ วัชระ สิงห์โตทอง. 2544. การจัดการชุดดินกลุ่มกำแพงเพชร (กลุ่มชุดดินที่ 33) เพื่อปลูกข้าวโพดหวานในจังหวัดกำแพงเพชร. ใน รายงานผลการวิจัยประจำปี 2539-2540. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- โชติ สิทธิบุษย์, ชุมพล นาควิโรจน์ และ กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ. 2529. การปลูกพืชหมุนเวียนและการใช้ปุ๋ยเพื่อการผลิตมันสำปะหลังระยะยาว. ใน เอกสารประกอบการประชุมวิชาการครั้งที่ 4 เรื่อง เราจะพัฒนาดินอีสานกันอย่างไร. 4 เมษายน 2529 กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ทวีศักดิ์ ภู่อำ และ ราชนทร์ ธีรพร. 2539. ข้าวโพดฝักสด. 113 หน้า

ธีรศักดิ์ มานูพิรพันธ์. 2540. การอภิปราย เรื่องเปิดแฟ้มงานวิจัยการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิต ข้าวโพดอุตสาหกรรม, น. 8-12 ใน รายงานการสัมมนา เรื่องอุตสาหกรรมข้าวโพด ในทศวรรษหน้า. 29-30 สิงหาคม 2539 ณ โรงแรมเมธาวลัย จังหวัดเพชรบุรี

ธงชัย มาลา. 2546. **ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ:เทคนิคการผลิตและการใช้ประโยชน์**. ภาควิชา ปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, กรุงเทพฯ.

นริศรา สุขสวัสดิ์. 2554. **ผลของการไถพรวนและวัสดุปรับปรุงดินต่อการแก้ไขปัญหาดินที่มี ชั้นดาน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปวีณา ทองเหลือง. 2549. ความสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจนและโพแทสเซียมต่อผลผลิตและความหวานของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประชา นาคะประเวศ, ปรัชญา รัชญาดี และ พิรัชฌา วาสนานุกูล. 2543. **พืชปุ๋ยสดบำรุงดิน**. วารสารพัฒนาที่ดิน 37: 6-26.

ประภาส ช่างเหล็ก, วิจารย์ วิชชุกิจ, เอ็จ สโรบล, สุเมศ ทับเงิน และ ปรีชา เพชรประไพ. 2549. ผลของยิบซัม ปุ๋ยมูลไก่ และปุ๋ยเคมี ที่มีต่อผลผลิตหัวสดและปริมาณแป้งของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 และ พันธุ์ระยอง 72 (ปลายฤดูฝน), น.166-176. ใน การประชุมวิชาการประจำปี 2549 ครั้งที่ 4. วันที่ 8 สิงหาคม 2549 สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ประภาส ช่างเหล็ก, วิจารย์ วิชชุกิจ, เอ็จ สโรบล และ จำลอง เขียมจันรรจา. 2550. ผลของพันธุ์ และอัตราปุ๋ยเคมีที่มีต่อการเจริญเติบโตผลผลิตหัวสดและปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลัง. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45: สาขาพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- ปิยะ ดวงพัตรา. 2546. **ดินและปุ๋ยมันสำปะหลัง**, น. 6-32. ใน เอกสารประกอบการฝึกอบรมเพื่อสร้างวิทยากรมันสำปะหลังในท้องถิ่น, วันที่ 30 เมษายน-4 พฤษภาคม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ไพบุลย์ ประพตจิธรรม. 2528. **เคมีของดิน**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- มุกดา สุขสวัสดิ์. 2547. **ปุ๋ยอินทรีย์**. พิมพ์ครั้งที่ 3 สำนักพิมพ์บ้านและสวน, กรุงเทพฯ.
- มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย. 2554. **รายงานการสำรวจภาวะการผลิตและการค้ามันสำปะหลัง ปี 2554/2555**. แหล่งที่มา: <http://www.tapiocathai.org/L2.1.html> 2 กันยายน 2554.
- มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย. 2551. **มันสำปะหลังพันธุ์ใหม่ “ห้วยบง 80”** ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ขงยุทธ โอสดสภา. 2552. **ธาตุอาหารพืช**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ราเชนทร์ ธีรพร. 2539. **ข้าวโพด**. ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วิโรจน์ อัมพิตักษ์. 2531. **การจัดการดิน**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สถาบันวิจัยพืชไร่. 2537. **เอกสารวิชาการการปลูกพืชไร่**. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สถาบันวิจัยพืชไร่. 2551. **เอกสารแนะนำการปลูกมันสำปะหลัง**. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

- สัมฤทธิ์ รียาพันธ์. 2553. การแก้ปัญหาชั้นดินไคพรอนเพื่อการปลูกมันสำปะหลัง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์.
- สมพงษ์ กาทอง และ อนุชิต ทองกล้า. 2547. การปลูกและการดูแลรักษา, น. 15-17. ใน เอกสารวิชาการ มันสำปะหลัง ลำดับที่ 7/2547. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ
- สุรเดช จินตกานนท์ และ พัทธราภรณ์ ไชรัมย์. 2529. อิทธิพลของอัตราและวิธีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่มีต่อปริมาณและคุณภาพของเมล็ดข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. รายงานการประชุมวิชาการพืชผักแห่งชาติครั้งที่ 6, 13-17 มกราคม 2529. วิทยาเขตเกษตร นครศรีธรรมราช.
- สำนักงานคณะกรรมการกำกับและส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตรล่วงหน้า. 2554. รายงานผลการศึกษาลินค้าเกษตรประเภทมันสำปะหลัง. ตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. สถานการณ์ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน. 2552. เขตการใช้ที่ดินพืชเศรษฐกิจ มันสำปะหลัง. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน. 2550. รายงานสำรวจดินเพื่อการเกษตร จังหวัด นครราชสีมา. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน. 2547. การกำหนดลักษณะของชุดดินที่จัดตั้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย จำแนกใหม่ตามระบบอนุกรมวิธานดิน 2546. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- ศิรินทรา ตะสาธิตา. 2553. การตอบสนองของมันสำปะหลังที่ปลูกในดินเนื้อหยาบต่อปุ๋ยสังกะสีและเหล็กที่ให้ทางใบร่วมกับมูลไก่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์.

- ศรีสุดา ทิพย์รักษ์. 2552. การย่อยสลายและการปลดปล่อยไนโตรเจนจากซากถั่วลิสงและถั่ว
เขตร้อนอื่นๆ เพื่อเป็นปุ๋ยพืชสดให้แก่อ้อยที่ปลูกปลายฤดูฝน. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ศรีสุดา ทิพย์รักษ์. 2544. การศึกษาการตรึงไนโตรเจนของถั่วลิสงและพืชตระกูลถั่วบางชนิด และ
ผลตกค้างไนโตรเจนต่อมันสำปะหลัง (รอบที่ 2-พืชหน้า). รายงานการวิจัย ปีงบประมาณ
2544. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ. 2549. ข้าวโพดหวานในประเทศไทย. โครงการถ่ายทอด
เทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดหวานและการผลิตน้ำนมข้าวโพดเพื่อการค้าอย่างยั่งยืน
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. 2555. ผลการพยากรณ์เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต ผลผลิตต่อไร่ ฝักรชนิด
ต่างๆ (Out Look) ปี 2556. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์,
กรุงเทพฯ.
- เอิบ เขียวรีนรมณ์. 2548. การสำรวจดิน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Akande, M.O., E. A. Makinde, L. B. Taiwol and J. A. Adediran. 2010. Effect of Terralyt Plus on
soil pH, nutrient uptake and dry matter yield of Maize. **African J. Plant Sci.** 4(3): 32-37.
- Ahlam, A.M. 2004. Assessment of rate of decomposition and nutrient release from leaf residue
of some tree species. M.Sc. Thesis in University of Khartoum, Sudan.
- Allison, L.E. 1965. Organic carbon. pp. 1367-1378. In C.A. Black, ed., **Method Of Soil
Analysis, Part II: Chemical and Microbiological Properties.** Agron. No. 9. Amer.
Soc. of Agron. Inc., Madison, Wisconsin, USA.

- Astier, M., J.M. Maass, J.D. Etchevers-Barra, J.J. Pena and F. de León, 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.
- Basic, F., I. Kistic, M. Mesic, O. Nestroy and A. Butorac. 2004. Tillage and crop management effects on soil erosion in central Croatia. **Soil & Tillage Research** 78: 197-206.
- Barbara, C., S. De Neve, G. Holfman, P. Boeclex and O. Wald Van Cleemput. 2004. Nitrogen mineralization of vegetable root residues and green manures as related to their (bio) chemical composition. **Europ. J. Agronomy** 21: 161-170.
- Ben-Dor, E., and A. Banin. 1989. Determination of organic matter content in arid-zone soils using a simple “loss-on-ignition” method. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 20: 1675-1695.
- Bin, J. 1983. Utilization of Green Manure for Raising Soil Fertility in China. **Soil Sci.** 135: 65-69.
- 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.
- Bocock, K. L. and O. J. W. Gilbert. 1957. The disappearance of leaf litter under different woodland conditions. **Plant & Soil** 9: 179–185.
- Bokhtiar, S.M., M.A. Gafur and A.B.M.M. Rahman. 2003. Effects of *Crotalaria* and *Sesbania aculeata* green manures and N fertilizer on soil fertility and the productivity of sugarcane. **Journal of Agricultural Science** 140: 305–309.

- Buol. S.W., R.J. Southard, R.C. Graham and P.A. McDaniel. 2003. **Soil Genesis and Classification**. The Iowa State Univ. Press, Ames, IA.
- 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.
- Chapman, H.D. 1965. Cation exchange capacity, pp. 891-901. *In* C.A. Black, ed., **Method Of Soil Analysis, Part II: Chemical and Microbiological Properties**. Agron. No. 9. Amer. Soc. of Agron. Inc., Madison, Wisconsin.
- Cindy, S.M., 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.
- Crossley, D.A., Jr. and M. P. Hoglund, 1962. A litter-bag method for the study of microarthropods inhabiting leaf litter. **Ecology** 43: 571-573.
- Day, D.R. 1965. Particle fraction and particle size analysis, pp. 546-566. *In* C.A. Black, ed. **Methods of Soil Analysis. Part I**. 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.

- Duangpatra, P. 1982 **Growth, Yield and Root Quality of Cassava as Affected by Different Sources, of Mix Fertilizers.** Annual Report, Department of Soil Science Kasetsart University, Bangkok Thailand.
- FAO Project Staff and Land Classification Division. 1973. **Soil Interpretation Handbook for Thailand. Land Classification Division.** Department of Land Development, Bangkok, Thailand.
- FAO. 1984. **Legume Inoculants and Their Use.** A pocket manual Jointly prepared by Niftal and FAO Crop and Grassland Production Service. (J.C. Burton).
- Forth, H.D. 1990. **Fundamentals of Soil Science.** John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Fullen, M.A., C.A. Booth and R.T. Brandsma. 2006. Long-term effects of grass ley set-aside on erosion rate and soil organic matter on sandy soils in east Shropshire, UK. **Soil & Tillage Research** 89: 122-128.
- Havlin, J.L., J.D. Beaton, S.L. Tiadale and W.L. Nelson. 1999. **Soil Fertility and Fertilizers: an Introduction to Nutrient Management.** Prentice-Hall, Inc. NJ.
- Hairiah, K., M. Van Noordwijk and G. Cadisch. 2000. Crop yield, C and N balance of three types of cropping systems on an Ultisol in Northern Lampung. **Netherlands Journal of Agricultural science** 48: 3-17.
- Hirano, T., Y. Satoh, A. Ohki, R. Takada, T. Arai and H. Michiyama. 2008. Inhibition of ammonium assimilation restores elongation of seminal roots repressed by high levels of exogenous ammonium. *Physiologia Plantarum* 134: 183-190
- Howeler, R.H. 1981. **Mineral Nutrition and Fertilization of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz).** Centro Internacional Agric. Tropical (CIAT) 09 EC-4.

- 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, Trivandrum, India.
- Howeler, R.H. 2002. **Cassava Mineral Nutrition and Fertilization**. CIAT Regional Office in Asia. Department of Agriculture. Chatuchak, Bangkok.
- Hunter, A.S. and J.A. Yungen. 1955. The influence of variation in fertility levels upon yield and protein content of field corn in eastern Oregon. **Soil sci. Soc. Am. Proc.** 19: 214-218.
- Hussain, T., A.A. Sheikh, M.A. Abbas, G. Jilani and M. Yaseen. 1992. Efficiency of various green manures for N fertilizer substitution and residual effect on the following wheat crop. **Pakistan. J. Agri. Sci.** Vol. 29, No. 3: 263-267.
- Jackson, M.L. 1965. **Soil Chemical Analysis-Advanced Course**. Department of Soils, University of Wisconsin, USA.
- Johnson, C.M. and A. Ulrich. 1959. Analytical methods for use in plant analysis. **Calif. Agri. Exp. Stat. Bull.** 767: 25-78.
- Jude, J.O. 2009. Decomposition and nitrogen release by green manure legume residues in different soil types. **African Journal of Agricultural Research** 5: 90-96.
- Keeney, D.R. 1982. Nitrogen-availability indices. *In*: A.L. Page et al., eds. **Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods, 2nd ed.** Amer. Soc. Agron. Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- 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 I. Physical and Mineralogical Methods**. Agronomy, No. 9. Amer. Soc. Agron. Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Klute, A. 1986. Water retention: Laboratory methods, pp. 635-662. *In* Arnold Klute, ed. **Methods of Soil Analysis, Part I. Physical and Mineralogical Methods**. Agronomy, No. 9. Amer. Soc. Agron. Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Lazano, J.C., A. Bellotti, J.A. Reyes, R.H. Howeler, D. Leihner and J. Doll. 1981. **Field Problem in Cassava**. 2nd ed. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Colombia.
- Leiros, M.C., C.T. Cepeda, S. Seoane and F. Gil-Sotres. 1999. Dependence of mineralization of soil organic matter on temperature and moisture. **Soil Biochem: Biochem.** 31: 327-335.
- Mandal, U.K., G. Singh, U.S. Victor and K.L. Sharma. 2003. Green manuring: its effect on soil properties and crop growth under rice-wheat cropping system. **Europ. J.Agron.** 19: 225-237.
- Meelu, O. P., Y. Singh and B. Singh. 1994. **Green Manuring for Soil Productivity Improvement**. FAO., Rome.
- Mitsuchi M., Wichaidit P. and Jeungnijirund S., 1986. Outline of soils of the Northeast Plateau, Thailand. **Their characteristics and constraints, ADR**, Khon-Kean, Thailand.
- Muhr, L., S.A. Tarawali, M. Peters and R. Schultze-Kraft. 2002. Soil mineral N dynamics and maize grain yields following *Centrosema macrocarpum* and *Stylosanthes guianensis*: effects of different rotations and varying levels of N fertilizer. **Field Crops Research** 78: 197-209.

- Murphy, J. and J.P. Riley. 1962. 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. Rongruang. 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 Method Manual. Soil Survey Investigation**. Report No. 42, Version 3.0. National Resources Conservation Service, United States Department of Agriculture.
- Nelson, D.W. and L.E. Sommers. 1996. Total carbon, total organic carbon, and organic matter, pp. 961-1010. *In* A.L. Page, P.A. Helmke, R.H. Loeppert, P.N. Soltanpour, M.A. Tabatabai, C.T. Johnston and M.E. Sumner, eds. **Method of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods**. Amer. Soc. Agron. Inc., Pulb., Madison, Wisconsin.
- Nyamadzawo, G., R. Chikowoet, P. Nyamugafata and K.E. Giller. 2007. Improved legume tree fallows and tillage effects on structural stability and infiltration rates of a kaolinitic sandy soil from central Zimbabwe. **Soil & Tillage Research** 96: 182-194.
- Onyango, R.M.A., T.K. Mwangi, J.M. N' geny, E. Lunzalu and J.K. Barkutwo. 2001. Effect of relaying green manure legumes on yields of intercropped maize in smallholder farms of Trans Nzoia district, Kenya, pp. 330-334. *In* **Seventh Eastern and Southern Africa Regional Maize Conference**. 11-15 February 2001., Kenya.
- Pratt, P.E. 1965. Potassium, pp. 1023-1031. *In* C.A. Black, ed. **Method of Soil Analysis, Part II. Chemical and Microbiological Properties**. Agron. No. 9. Amer. Soc. of Agron. Inc., Madison, Wisconsin.

- Peech, M. 1945. Determination of exchangeable cation and exchange capacity of soil rapid micromethod utilizing centrifuge and spectrophotometer. **Soil Sci.** 59: 25-28.
- Pattiya, A. 2011. Bio-oil production via fast pyrolysis of biomass residues from cassava plants in a fluidised-bed reactor, **Bioresource Technology** 102: 1959-1967.
- Putthacharoen, S., R.H. Howeler, S. Jantawat and V. Vichukit. 1998. Nutrient uptake and soil erosion losses in cassava and six other crops in a Psamment in eastern Thailand. **Field Crops Research** 57: 113–126.
- Sanchez, P.A. 1976. **Properties and management of Soil in the Tropics**. John Wiley and Son, Inc., New York.
- Sanchez, P.A. and S.W. Buol. 1975. Soil of the tropics and the world food crisis. **Science**. 188: 598-603.
- Schwab, G.O. 1976. Tile or surface drainage for Ohio's heavy soils?. **Agric. Ext. Serv.**, March–April 1976, Ohio State Univ., Columbus.
- Sittibusaya, C., C. Narkaviroj and D. Tunrnaphirom. 1987. **Accomplishments and Present Status of Cassava Soil Sesearch in Thailand, The Workshop on Cassava Breeding and Agronomy Research in Asia and Future Network Cooperation** . 26-31 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**. 11st ed. Natural Resources Conservation Service, USDA, Washington, D.C.

- Soil Survey Staff. 2006. **Keys to Soil Taxonomy**. 10th ed. Natural Resources Conservation Service, USDA, Washington, D.C.
- Tangsinmankong, W. 2004. **Carbon stocks in soil of mixed deciduods forest and Teak plantation**. Thesis M.S., Mahidol University.
- Thippayarugs, S., B. Toomsan, P. Vityakon, V. Limpinuntana, A. Patanothai and G. Cadisch. 2008. Interactions in decomposition and N mineralization between tropical legume residue components. **Agroforestry Systems**. 72: 137-148
- Thomas, G.W. 1996. Soil pH and soil acidity, pp. 475-490. *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., **Method of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods**. SSSA Inc., ASA Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Thomsen, I. K. 1993. Nitrogen uptake in barley after spring incorporation of N-labelled Italian ryegrass into sandy soils. **Plant and Soil** 150: 193-201.
- Tisdale, S.L. and W.L. Nelson. 1975. **Soil Fertility and Fertilizers**. Macmillan Publ, New York.
- 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, A.L. Page, eds. **Environmental Impact of Soil Component Interaction**. CRC Lewis Publisher, Boca Raton, FL.
- 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.

- Watanabe, F.S. and S.R. Olsen. 1965. Test of an ascorbic acid method for determining phosphorus in water and NaHCO_3 extracts from soils. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.** 29: 677-678.
- Westerman, R.L. 1990. **Soil Testing and Plant Analysis**, 3rd ed. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin.
- Wongwiwatchai, C., K. Paisancharoen and J. Kogram. 2002. Soil fertility improvement through manures and cropping systems and the effect on cassava productivity in Thailand. **In: 7th Asian Cassava Research Workshop**. Oct 28-Nov 1, 2002, Rama Garden Hotel, Bangkok, Thailand.
- Zhang, G., G.M. Zeng, Y.M. Jiang, Du, C.Y., 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.



คำอธิบายหน้าตัดดิน (Soil profile description)

I Information on the site

Soil name	: Wn-var
Classification	: Typic Plinthustult
Date of examination	: November 30, 2011
Described by	: Somchai Anusontpornperm, Suphicha Thanachit, Boworn Buakhao, Pimprapa Sinkumkoon, Theerapol Plengsuntia, Wanrapee Suwanprapa, Yuttakarn Kaewkamthong, Suwiphaphorn Jedrum, Roongnapa Bowichean
Location	: Ban Non Som Boon Tambon Krissana Amphoe Sikhiu Changwat Nakhon Ratchasima
Elevation	: Approximately 346 m
Map sheet number	: 5339 III Coordination : 47P 0768467 ^E , 1671420 ^N
Landform	
1. Physiographic position	: Lower shoulder slope of low hill
2. Surrounding landform	: Undulating
3. Slope on which profile site	: 7% Aspect : 340 Azi
Land use	: Cassava and sweet corn field experiment
Species Annual rainfall	: Approximately 1,019 mm
Mean temperature	: Approximately 26.4 ° C
Climate	: Tropical savanna
Other	: -

II General information on the soil

Parent material	: Wash deposit
Drainage	: Well-drained
Permeability	: Rapid
Runoff	: Rapid
Depth of ground water	: Deeper than 160 cm

III Profile description

Horizon	Depth (cm)	Description
Ap	0-29	Yellowish red (5YR 5/6); sand; weak very fine and fine subangular blocky mainly parting into single grains; very soft, very friable, non sticky and non plastic; very few and very fine coated sands; many very fine and very few fine vesicular pores; common very fine roots; field pH 6.0 ; clear smooth boundary to Bw
Bw	29-53	Reddish yellow (5YR 6/6), mixed with yellowish red (5YR4/6), Fe-clay bond; sand; weak very fine and fine subangular blocky mainly parting into single grains; very soft, very friable, non sticky and non plastic; very few and very fine coated sand; many veryfine and very few fine vesicular pore; common very fine roots; field pH 6.0; clear smooth boundary to Bt1
Bt1	53-80	Reddish yellow (5YR4/6); sand; weak very fine and fine subangular blocky structure poorly breaking into single grains; very soft, very friable, non sticky and non plastic; few faint clay bridges between sand grains; many very fine coated sands; many very fine coated sands; many very fine vesicular pores; very few very fine roots; field pH 6.0; clear and smooth boundary to Bt2

Bt2	80-100	<p>Reddish yellow (5YR 4/6) mixed with yellowish red (5YR 4/6); loamy sand; weak very fine subangular blocky structure; very soft, very friable, non sticky and non plastic; few faint clay bridges between sand grains; few very fine coated sands; many very fine and very few fine vesicular pores; very few very fine roots; field pH 6.5; clear and smooth boundary to Bt3</p>
Btc	126-160+	<p>Yellowish red (5YR 5/8); loamy sand mainly containing small and medium fresh iron stones with few small fresh angular stones of sandstone; soft, friable, non sticky and non plastic; few faint clay bridges between sand grains; few faint clay bridges between sand grains; very few very fine roots; field pH 6.5.</p>

ตารางผนวกที่ 1 ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ จังหวัดนครราชสีมา ปี 2553-2554

Year	Month	Total Rainfall (mm)	Temperature ($^{\circ}$ C)			Relative Humidity (%)
			Maximum	Minimum	Mean	
2010	January	62.2	30.8	21.2	25.6	72
	February	4.0	34.9	23.8	28.8	65
	March	47.4	36.2	23.5	29.3	57
	April	31.2	38.0	26.0	31.2	63
	May	123.8	37.2	26.9	30.9	68
	June	120.6	36.1	26.3	30.2	74
	July	194.3	34.1	25.2	28.5	81
	August	151.1	32.5	24.7	27.8	83
	September	364.0	32.4	24.5	27.4	86
	October	284.6	30.1	23.9	26.5	81
	November	3.0	29.8	21.8	25.7	66
	December	-	30.2	20.2	24.9	68
Total	1386.2	33.53	24	28.1	72	
2011	January	-	28.2	17.4	22.6	68
	February	10.2	32.9	21.5	26.7	64
	March	10.0	31.3	21.7	26.1	64
	April	195.5	34.5	24.6	28.7	71
	May	103.3	34.3	25.3	28.9	76
	June	83.0	34.1	25.6	29.2	74
	July	291.9	33.7	25	28.3	74
	August	159.0	32.1	24.7	27.7	79
	September	187.0	31.9	24.6	27.4	81
	October	154.6	30.3	23.7	26.5	79
	November	14.1	31.3	21.9	26.3	70
	December	-	28.3	18.4	23	65
Total	1208.6	32.75	23.46	26.78	72	

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2554)

ตารางผนวกที่ 2 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งชีวมวลของพืชปุ๋ยสดที่ระยะไถกลบที่อายุ 50 วัน

Treatment	Fresh weight (kg/rai)	Dry weight (kg/rai)
Ruzi grass	2964	864a
Sun hemp	1983	617b
Local weeds	2253	557b
F-test	ns	*

Remarks: ns =not significant, *significant at 0.05 probability levels. Mean with the different letters in column are significantly different to each other according to DMRT
Local weeds are mainly jungle rice, crabgrass and coat buttons (control)

ตารางผนวกที่ 3 ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลัก ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ และอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนของพืชปุ๋ยสด

Treatment	N	P	K	Organic carbon	C:N ratio
	(-----%-----)				
Ruzi grass	1.22c	0.10	2.32	88.44	72:1
Sun hemp	2.11a	0.12	1.42	94.47	44:1
Local weeds	1.56b	0.14	2.16	77.78	50:1
F-test	**	ns	ns	ns	ns

Remarks: ns =not significant, *significant at 0.05 probability levels. Mean with the different letters in column are significantly different to each other according to DMRT
Local weeds are mainly jungle rice, crabgrass and coat buttons (control)

ตารางผนวกที่ 4 ปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ในดินวารินหลังจากการไถกลบพืชปุ๋ยสด 2 สัปดาห์

Treatment	Avaliable N	
	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻
	(-----mg/kg-----)	
Ruzi grass	1.12b	5.50
Sun hemp	2.28b	6.34
Local weeds	3.78a	0.28
F-test	**	ns

Remarks: ns =not significant, *significant at 0.05 probability levels. Mean with the different letters in column are significantly different to each other according to DMRT
Local weeds are mainly jungle rice, crabgrass and coat buttons (control)

ตารางผนวกที่ 5 น้ำหนักเศษซากพืชปุ๋ยสดที่ทำการบ่มในดินวาริน และร้อยละน้ำหนักเศษซากพืชปุ๋ยสดที่ลดลงในแต่ละสัปดาห์

Treatment	Weeks									
	0	1	2	3	4	5	7	9	11	
Loss weight (mg)										
Ruzi grass	0.144	0.137	0.104	0.099	0.082	0.088	0.104	0.184	0.203	
Sun hemp	0.057	0.049	0.033	0.028	0.024	0.021	0.038	0.056	0.103	
Remaining weight (%)										
Ruzi grass	28.18	26.86	20.85	19.32	16.05	17.22	20.35	36.01	39.73	
Sun hemp	17.76	15.26	8.41	8.72	7.48	6.54	11.84	17.45	32.09	

ตารางผนวกที่ 6 ปริมาณการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนของพืชปุ๋ยสดที่บ่มในดินวาริน
ในแต่ละสัปดาห์

Treatment	Weeks									
	0	1	2	3	4	5	7	9	11	
N-NH ₄ ⁺ (mg/kg)										
Ruzi grass	4.38	8.23	4.90	5.18	4.69	5.88	5.04	6.93	6.16	
Sun hemp	7.7	6.65	5.36	5.53	2.45	2.52	5.11	3.12	3.71	
N-NO ₃ ⁻ (mg/kg)										
Ruzi grass	5.29	3.61	4.27	4.90	4.06	5.04	1.19	1.33	1.33	
Sun hemp	2.00	4.27	4.76	3.96	4.69	1.02	2.17	2.00	3.26	

ตารางผนวกที่ 7 ผลของการไถกลบพืชปุ๋ยสด อัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิต น้ำหนักส่วนเหนือดิน และร้อยละการสะสมแป้งในหัวมันสำปะหลังที่ปลูกในดินวาริน

Treatment	Tuber weight (t/rai)	Stem weight (-----kg/rai-----)	Leaf and branch weight	Stem base weight	Above ground biomass weight	Starch (%)
Green manure						
A	2.46b	253c	248	368	870c	31.5
B	4.01a	489a	407	444	1340a	30.8
C	3.63a	375b	359	396	1130b	31.3
F-test	**	*	ns	ns	**	ns
N rate						
NO	3.04	317	307	353	977	31.9
N1	3.50	413	344	400	1157	31.6
N2	3.43	400	352	422	1175	31.0
N3	3.50	360	350	436	1145	30.4
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Green manure *N rate						
AN0	2.13d	219	202	274	695	31.5
AN1	2.43cd	230	219	327	776	33.3
AN2	2.51bcd	298	298	377	973	31.0
AN3	2.78abcd	267	274	493	1033	30.3
BN0	3.82abc	455	421	432	1308	32.5
BN1	4.13ab	536	381	445	1362	30.5
BN2	4.35a	567	464	486	1517	30.1
BN3	3.75abcd	400	362	414	1176	30.2
CN0	3.15abcd	279	296	354	929	31.8
CN1	3.94abc	474	431	429	1333	30.9
CN2	3.42abcd	337	295	404	1036	31.8
CN3	3.99abc	412	414	400	1226	30.6
F-test	*	ns	ns	ns	ns	ns

Remarks: ns =not significant, *significant at 0.05 probability levels. Mean with the different letters in column are significantly different to each other according to DMRT

A: Ruzi grass; B: Sun hemp and C: Local weeds (mainly jungle rice, crabgrass and coat buttons)

N0: No N fertilizer (0 kg N/rai), N1: 0.5 time of recommended rate (7.5 kg N/rai), N2: recommended rate (15 kg N/rai), N3: 1.5 time of recommended rate (22.5 kg N/rai)

ตารางผนวกที่ 8 ผลของการไถกลบพืชปุ๋ยสด และอัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่อความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลังที่ปลูกในดินวาริน

Treatment	Plant nutrient concentration in cassava (%)											
	Leaf and branch			Stem base			Stem			Tuber		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
Green manure												
A	1.35b	0.06	0.69	1.43	0.28a	0.67	5.47	0.31	1.06	1.82	0.11	0.60
B	1.71a	0.07	0.71	1.42	0.21b	0.60	5.38	0.28	1.03	1.99	0.11	0.57
C	1.42b	0.06	0.72	1.30	0.21b	0.54	5.62	0.30	1.03	1.64	0.11	0.59
F-test	**	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
N rate												
N0	1.38b	0.06	0.72	1.35b	0.27	0.62	5.63	0.31	1.06	1.36b	0.11	0.56
N1	1.46b	0.06	0.68	1.02b	0.21	0.55	5.42	0.28	1.00	1.87a	0.11	0.58
N2	1.39b	0.06	0.72	1.40b	0.22	0.61	5.63	0.31	1.01	1.96a	0.12	0.64
N3	1.74a	0.06	0.70	1.78a	0.24	0.63	5.27	0.29	1.08	2.07a	0.11	0.55
F-test	**	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns
Green manure*N rate												
AN0	1.41	0.06	0.70	1.44	0.35	0.64	5.69	0.30	1.02	1.79	0.11	0.55
AN1	1.54	0.06	0.63	1.39	0.26	0.59	5.79	0.28	1.00	2.00	0.11	0.60
AN2	1.51	0.07	0.72	1.24	0.24	0.78	5.41	0.34	1.06	1.96	0.13	0.71
AN3	1.74	0.06	0.70	1.67	0.27	0.67	4.99	0.33	1.16	2.13	0.10	0.53
BN0	1.48	0.06	0.73	1.06	0.22	0.62	5.46	0.30	1.09	1.55	0.10	0.53
BN1	1.63	0.06	0.67	0.92	0.21	0.58	5.23	0.28	0.97	1.98	0.11	0.53
BN2	1.34	0.06	0.76	1.69	0.19	0.58	5.81	0.29	1.03	1.97	0.11	0.63
BN3	1.76	0.07	0.69	2.03	0.23	0.65	5.01	0.26	1.03	2.38	0.11	0.59
CN0	1.24	0.06	0.74	1.57	0.25	0.62	5.75	0.32	1.08	0.74	0.11	0.60
CN1	1.70	0.07	0.73	0.75	0.16	0.50	5.25	0.28	1.02	2.08	0.10	0.61
CN2	1.33	0.06	0.68	1.26	0.25	0.49	5.67	0.29	0.95	2.13	0.13	0.59
CN3	1.79	0.06	0.72	1.63	0.21	0.56	5.80	0.29	1.07	2.15	0.11	0.54
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Remarks: ns =not significant, *significant at 0.05 probability levels. Mean with the different letters in column are significantly different to each other according to DMRT

A: Ruzi grass; B: Sun hemp and C: Local weeds (mainly jungle rice, crabgrass and coat buttons)

N0: No N fertilizer (0 kg N/rai), N1: 0.5 time of recommended rate (7.5 kg N/rai),

N2: recommended rate (15 kg N/rai), N3: 1.5 time of recommended rate (22.5 kg N/rai)

ตารางผนวกที่ 9 ผลของการไถกลบพืชปุ๋ยสด และอัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่อการดูดใช้ในโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลัง

Treatment	Plant nutrient uptake by cassava (kg/rai)											
	Leaf and branch			Stem base			Stem			Tuber		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
Green manure												
A	11.43c	0.06	5.64b	1.08b	0.28	0.48	4.70	0.31	0.89	2.86	0.11	0.86
B	22.70a	0.06	9.36a	2.30a	0.21	0.90	6.87	0.28	1.27	3.66	0.11	1.02
C	16.86b	0.06	8.50a	1.45b	0.21	0.63	6.28	0.30	1.16	2.59	0.11	0.92
F-test	**	ns	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
N rate												
N0	14.11	0.06	7.20	1.25	0.27	0.63	5.07	0.31	0.96	2.07c	0.11	0.83
N1	17.30	0.06	7.94	1.32	0.21	0.70	5.80	0.28	1.05	3.01ab	0.11	0.92
N2	15.69	0.06	8.03	1.68	0.22	0.65	6.70	0.31	1.17	3.22ab	0.12	1.01
N3	20.88	0.06	8.15	2.19	0.24	0.70	6.22	0.29	1.25	3.84a	0.11	0.98
F-test	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns
Green manure*N rate												
AN0	5.06	0.28	0.97	1.46	0.24	0.53	2.89	0.18	0.78	15.79	0.72	7.15
AN1	5.35	0.29	0.97	0.86	0.18	0.40	3.57	0.18	0.89	18.85	0.83	8.20
AN2	5.49	0.33	1.06	1.63	0.26	0.57	3.44	0.20	0.92	16.36	0.68	7.07
AN3	4.71	0.28	1.02	1.93	0.30	0.73	3.74	0.20	0.98	18.99	0.72	7.74
BN0	5.03	0.27	0.92	1.05	0.23	0.60	2.36	0.16	0.80	14.44	0.59	7.05
BN1	6.25	0.29	0.94	1.62	0.25	0.65	3.10	0.17	0.90	19.52	0.79	7.97
BN2	9.73	0.57	1.64	2.04	0.29	0.67	3.84	0.25	1.18	16.94	0.78	8.78
BN3	6.05	0.37	1.13	2.31	0.25	0.53	5.22	0.24	1.14	22.54	0.80	7.83
CN0	5.13	0.27	0.97	1.22	0.26	0.77	0.97	0.13	0.90	12.09	0.54	7.40
CN1	7.58	0.35	1.12	1.98	0.28	0.72	3.64	0.18	0.99	22.82	0.95	9.74
CN2	9.09	0.51	1.41	1.97	0.33	0.60	4.02	0.25	0.95	17.13	0.81	8.51
CN3	6.56	0.40	1.28	2.24	0.25	0.55	3.52	0.17	0.83	22.61	0.81	8.12
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Remarks: ns =not significant, *significant at 0.05 probability levels. Mean with the different letters in column are significantly different to each other according to DMRT

A: Ruzi grass; B: Sun hemp and C: Local weeds (mainly jungle rice, crabgrass and coat buttons)

N0: No N fertilizer (0 kg N/rai), N1: 0.5 time of recommended rate (7.5 kg N/rai), N2: recommended rate (15 kg N/rai), N3: 1.5 time of recommended rate (22.5 kg N/rai)

ตารางผนวกที่ 10 ผลของการไถกลบพืชปุ๋ยสด และอัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิตฝักสดปอกเปลือก และต่อชั่งของข้าวโพดหวาน ที่ปลูกต่อเนื่องมาจากมันสำปะหลังในดินวาริน

Treatment	Ear weight (-----kg/rai-----)	Stalk weight
Green manure		
A	369b	1533
B	549a	1716
C	512ab	1782
F-test	*	ns
N rate		
N0	466	1499
N1	437	1677
N2	488	1730
N3	515	1801
F-test	ns	ns
Green manure * N rate		
AN0	339	1156
AN1	465	1653
AN2	322	1653
AN3	348	1671
BN0	473	1653
BN1	418	1511
BN2	664	1618
BN3	639	2080
CN0	586	1689
CN1	427	1867
CN2	478	1920
CN3	558	1653
F-test	ns	ns

Remarks: ns =not significant, *significant at 0.05 probability levels. Mean with the different letters in column are significantly different to each other according to DMRT

A: Ruzi grass; B: Sun hemp and C: Local weeds (mainly jungle rice, crabgrass and coat buttons)

N0: No N fertilizer (0 kg N/rai), N1: 0.5 time of recommended rate (15.25 kg N/rai), N2: recommended rate (30.5 kg N/rai), N3: 1.5 time of recommended rate (47.75 kg N/rai)

ตารางผนวกที่ 11 ผลของการไถกลบพืชปุ๋ยสด และอัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่อความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในฝักและตอซังของข้าวโพดหวานที่ปลูกต่อเนื่องมาจากมันสำปะหลังในดินวาริน

Treatment	Ear			Stalk		
	N	P	K	N	P	K
(-----%-----)						
Green manure						
A	1.81	0.35	0.82	1.30	0.15	1.33
B	1.85	0.31	0.87	1.48	0.14	1.40
C	1.76	0.32	0.82	1.49	0.14	1.37
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
N rate						
NO	1.76	0.37a	0.86ab	1.05c	0.14	1.30
N1	1.82	0.33b	0.90a	1.47b	0.16	1.33
N2	1.78	0.32b	0.82bc	1.43b	0.13	1.40
N3	1.87	0.29c	0.76c	1.74a	0.14	1.45
F-test	ns	**	**	**	ns	ns
Green manure *N rate						
AN0	1.74	0.38	0.85	0.92	0.14	1.24
AN1	1.85	0.35	0.89	1.23	0.16	1.29
AN2	1.83	0.35	0.78	1.38	0.14	1.38
AN3	1.81	0.31	0.75	1.66	0.16	1.43
BN0	1.82	0.36	0.93	1.17	0.14	1.45
BN1	1.79	0.32	0.92	1.53	0.16	1.21
BN2	1.77	0.30	0.81	1.44	0.13	1.42
BN3	2.03	0.29	0.84	1.78	0.14	1.54
CN0	1.71	0.37	0.81	1.05	0.14	1.20
CN1	1.82	0.32	0.89	1.65	0.17	1.49
CN2	1.74	0.32	0.87	1.47	0.14	1.42
CN3	1.77	0.27	0.69	1.78	0.13	1.38
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Remarks: ns =not significant, *significant at 0.05 probability levels. Mean with the different letters in column are significantly different to each other according to DMRT

A: Ruzi grass; B: Sun hemp and C: Local weeds (mainly jungle rice, crabgrass and coat buttons)

N0: No N fertilizer (0 kg N/rai), N1: 0.5 time of recommended rate (15.25 kg N/rai), N2: recommended rate (30.5 kg N/rai), N3: 1.5 time of recommended rate (47.75 kg N/rai)

ตารางผนวกที่ 12 ผลของการไถกลบพืชปุ๋ยสด และอัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่อการดูใช้ในโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในฝักและตอซังของข้าวโพดหวานที่ปลูกต่อเนื่องมาจากมันสำปะหลังในดินวาริน

Treatment	Ear			Stalk		
	N	P	K	N	P	K
(-----kg/rai-----)						
Green manure						
A	2.46	0.48	1.07	9.60	1.11	9.84
B	3.23	0.55	1.48	17.92	1.63	17.17
C	3.17	0.60	1.44	12.44	1.21	11.46
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
N rate						
NO	2.95	0.64	1.42	7.98	1.04	9.77
N1	2.48	0.46	1.21	11.37	1.28	10.28
N2	3.10	0.57	1.40	12.06	1.13	11.91
N3	3.28	0.50	1.29	21.88	1.80	19.34
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Green manure *N rate						
AN0	2.37	0.54	1.11	5.55	0.86	7.43
AN1	2.95	0.59	1.34	9.06	1.21	9.62
AN2	2.27	0.44	0.95	11.75	1.16	11.88
AN3	2.25	0.37	0.89	12.06	1.19	10.44
BN0	2.89	0.60	1.48	9.85	1.16	12.15
BN1	2.20	0.39	1.13	11.13	1.15	8.77
BN2	3.80	0.65	1.66	11.45	1.00	11.27
BN3	4.02	0.56	1.64	39.26	3.21	36.50
CN0	3.58	0.79	1.69	8.54	1.11	9.73
CN1	2.29	0.40	1.15	13.92	1.47	12.45
CN2	3.25	0.63	1.59	12.98	1.24	12.57
CN3	3.57	0.57	1.35	14.31	1.01	11.08
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Remarks: ns =not significant, *significant at 0.05 probability levels. Mean with the different letters in column are significantly different to each other according to DMRT

A: Ruzi grass; B: Sun hemp and C: Local weeds (mainly jungle rice, crabgrass and coat buttons)

N0: No N fertilizer (0 kg N/rai), N1: 0.5 time of recommended rate (15.25 kg N/rai), N2: recommended rate (30.5 kg N/rai), N3: 1.5 time of recommended rate (47.75 kg N/rai)

ตารางผนวกที่ 13 เกณฑ์มาตรฐานในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน (กองสำรวจดิน, 2523)

Soil fertility rating	OM (g /kg)	Avail. P (mg/kg)	Avail. K (mg/kg)	CEC (cmol _c /kg)	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)

Remark: 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 14 เกณฑ์มาตรฐานความสูงต่ำของค่าวิเคราะห์ที่ใช้ในการประเมินระดับสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน (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/h)	< 0.125	Very slow
	0.125-0.50	Slow
	0.50-2.00	Moderate
	2.00-6.25	Moderately slow
	6.25-12.50	Moderate
	12.50-25.00	Rapid
	> 25.00	Very rapid

ตารางผนวกที่ 15 เกณฑ์มาตรฐานความสูงต่ำของค่าวิเคราะห์ที่ใช้ในการประเมินระดับสมบัติทางเคมีของดิน (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
Organic matter (g/kg)	> 9.0	Very strongly alkaline
	< 5	Very low
	5-10	Low
	10-15	Moderately low
	15-25	Moderate
	25-35	Moderate high
	35-45	High
Total nitrogen (g/kg)	> 45	Very high
	< 1.0	Very low
	1.0-2.0	Low
	2.0-5.0	Moderately
	5.0-7.5	High
	> 7.5	Very high

ตารางผนวกที่ 15 (ต่อ)

Soil properties	Range	Rating
Available P by Bray II (mg /kg)	< 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)	< 30	Very low
	30-60	Low
	60-90	Moderately
	90-120	High
	> 120	Very high
Extractable bases (cmol _c /kg) Ca	< 2.0	Very low
	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

ตารางผนวกที่ 15 (ต่อ)

Soil properties	Range	Rating
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)	< 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	Very low
	1-2	Low
	2-5	Moderately low
	5-10	Moderately high
	10-20	High
	> 20-30	Very high

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ	นางสาวพิมพ์ประภา สิ้นคำคุณ
วัน เดือน ปี ที่เกิด	22 กุมภาพันธ์ 2521
สถานที่เกิด	จังหวัดลพบุรี
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	นักวิชาการส่งเสริมการเกษตรปฏิบัติการ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	สำนักพัฒนาการถ่ายทอดเทคโนโลยี กรมส่งเสริมการเกษตร
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนสนับสนุนผลงานดีพิมพ์ทางวิชาการ ระดับนานาชาติ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์