



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ผลของการปลูกร่วมกันของถั่วอาหารสัตว์เขตร้อนต่อผลผลิตสับปะรดและสมบัติดิน

Effects of Intercropping Tropical Forage Legumes on Physic Nut Yield and Soil Properties

นามผู้วิจัย นางสาวนิลบล ลิปลั่ง

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ศาสตราจารย์สายัณห์ ทัดศรี, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์อิสรา สุขสถาน, Ph.D.)

ประธานสาขาวิชา

(ศาสตราจารย์เกษม จันทร์แก้ว, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของการปลูกร่วมกันของถั่วอาหารสัตว์เขตร้อนต่อผลผลิตสับดูและสมบัติดิน

Effects of Intercropping Tropical Forage Legumes on Physic Nut Yield and Soil Properties

โดย

นางสาวนิลบล ลิปลั่ง

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรบัณฑิต)

พ.ศ. 2551

นิลบล ลิปลั้ง 2551: ผลของการปลูกร่วมกันของถั่วอาหารสัตว์เขตร้อนต่อผลผลิตสับดูดา
และสมบัติดิน ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) สาขา
วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก:
ศาสตราจารย์สายันท์ ทัดศรี, Ph.D. 134 หน้า

การเปรียบเทียบผลของถั่วอาหารสัตว์ 4 ชนิด คือ ถั่วเวอร์ราโนสไตโล ถั่วท่าพระสไตโล
ถั่วคาวาลเคตและถั่วเลปเลป ต่อผลผลิตเมล็ดสับดูดาที่ปลูกร่วมกันในสภาพไร่ ดำเนินการทดลอง
ที่สถานีวิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ อำเภอบางบาล จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนตุลาคม
2548 - มีนาคม 2550 วัตถุประสงค์ของงานทดลองเพื่อศึกษาผลของการปลูกถั่วอาหารสัตว์เขตร้อนต่อผลผลิตสับดูดาและสมบัติดินที่เปลี่ยนแปลงไป โดยวางแผนการทดลองแบบบล็อกสมบูรณ์
จำนวน 3 ซ้ำ

ผลการทดลองพบว่า ถั่วท่าพระสไตโลให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งและผลผลิตโปรตีนสูงที่สุด
คือ 2,755 และ 66.5 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ รองลงมา ได้แก่ ถั่วเวอร์ราโนสไตโล ถั่วเลปเลป และถั่ว
คาวาลเคต สับดูดาที่ปลูกร่วมกับถั่วเวอร์ราโนสไตโลและถั่วเลปเลปสามารถให้ผลผลิตเมล็ดสับดูดา
สูงที่สุดโดยให้ผลผลิตเท่ากับ 118.5 และ 116.5 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ถั่วอาหารสัตว์ทุกชนิดที่
ปลูกร่วมกับสับดูดายังคงมีคุณค่าทางอาหารสูงเหมาะสมต่อการนำไปเลี้ยงสัตว์

ในด้านสมบัติดิน พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างของดินไม่มีการเปลี่ยนแปลง ขณะที่
ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินลดลงจาก 2.3-2.5 เป็น 1.1-1.4 เปอร์เซ็นต์ ความจุในการอุ้มน้ำของดินมี
แนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 45.1-45.8 เป็น 53.9-56.5 เปอร์เซ็นต์ แปลงที่ปลูกถั่วเวอร์ราโนสไตโลทำให้
เมล็ดดินมีขนาดใหญ่ขึ้นมากกว่าการปลูกถั่วชนิดอื่นและแปลงควบคุม ในขณะที่แปลงที่ปลูกถั่วท่า
พระสไตโลพบว่ามีระดับความชื้นในดินสูงกว่าการทดลองอื่นๆ

Nilubon Liplang 2008: Effects of Intercropping Tropical Forage Legumes on Physic Nut Yield and Soil Properties. Master of Science (Environmental Science), Major Field: Environmental Science. College of Environment. Thesis Advisor: Professor Sayan Tudsri, Ph.D. 134 pages.

A comparison of seed yield of Physic nut (*Jatropha curcas*) intercropping with four different legumes species (*Stylosanthes hamata* cv. Verano, *Stylosanthes guianensis* cv. Thaphra stylo, *Centrosema pascuorum* cv. Cavalcade and *Lablab purpureus*) were carried out at the Corn and Sorghum National Research Center, Pakchong, Nakornrachasima during October 2005-March 2007. The objective of this study was to investigate the effect of tropical forage legumes on Physic nut yields and some properties of Pak Chong soils. The design of an experiment was a randomized complete block (RCB) with 3 replications.

The results showed that *Stylosanthes guianensis* cv. Thaphra stylo produced the highest total dry matter yield (2,755 and 66.5 kg/rai respectively) followed by Verano stylo (*Stylosanthes hamata* cv. Verano), *Lablab* (*Lablab purpureus*) and Cavalcade (*Centrosema pascuorum* cv. Cavalcade). The highest of Physic nut yields were observed on the Verano stylo and *Lablab* plots (118.5 and 116.5 kg/rai respectively) and the lowest was observed on the Calvacade plots. All legume species had high nutritive value and were suitable for ruminant animal feeding.

Intercropping with any of legumes study did not effect the soil pH but decreased the soil organic matter from 2.3-2.5 to 1.1-1.4 percent. The water holding capacity increased in all treatments from 45.1-45.6 to 53.9-56.5 percent. Size of soil aggregate was the greatest in the Verano stylo plot while the soil moisture content in Thaphra stylo plot was higher than the other plots.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

____ / ____ / ____

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณในความเมตตาของศาสตราจารย์ ดร.สาธิต หัตถ์ศรี (ประธานคณะกรรมการที่ปรึกษา) ที่ได้กรุณาช่วยเหลือให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทาง ให้ข้อคิดต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนตรวจทานแก้ไขในการทำวิทยานิพนธ์อย่างยิ่ง ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประภัสสรา นิละคุปต์ ที่ได้ให้กำลังใจ และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.อิสรา สุขสถาน กรรมการที่ปรึกษาวิชาร่วม ที่ได้กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษาแนะนำเสนอข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และขอขอบพระคุณอาจารย์ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ สุขวงศ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำและแก้ไขเพิ่มเติมเพื่อความถูกต้องและสมบูรณ์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติทุกคนที่ได้กรุณาช่วยเหลืองานทดลองในภาคสนามเป็นอย่างดี รวมทั้งขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการกายภาพดิน กองปฐพีวิทยา ที่เอื้อเฟื้อห้องปฏิบัติการทดลองและช่วยเหลือให้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

คุณค่าอันพึงมีของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบแด่คุณพ่อ คุณแม่ ครอบครัวและเพื่อนๆ ผู้เป็นกำลังใจอันสำคัญยิ่ง ตลอดจนคณาจารย์ผู้ประสทาวิชาความรู้ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

นิลุบล ลิปลั่ง

ตุลาคม 2551

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญภาพ	(2)
สารบัญตาราง	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	23
ผลการทดลอง	31
วิจารณ์ผลการทดลอง	67
สรุปผลการทดลอง	82
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	83
ภาคผนวก	102
ภาคผนวก ก ภาพผนวก	103
ภาคผนวก ข วิธีวิเคราะห์สมบัติดินทางกายภาพและเคมี	106
ภาคผนวก ค ตารางผนวก	111

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด ปริมาณน้ำฝนและความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงเดือนตุลาคม 2548 ถึงเดือนมีนาคม 2550	32
2	ผลของการปลูกถั่วชนิดต่างๆ ต่อความสูง (ซม.) ของสับดูดำที่ปลูกร่วมกันตลอดการทดลองในช่วงเดือนตุลาคม 2548 ถึงเดือนมีนาคม 2550	35
3	ผลของการปลูกถั่วชนิดต่างๆ ต่อจำนวนยอดของสับดูดำที่ปลูกร่วมกันตลอดการทดลองในช่วงเดือนตุลาคม 2548 ถึงเดือนมีนาคม 2550	36
4	ผลของการปลูกถั่วชนิดต่างๆ ต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของสับดูดำที่ปลูกร่วมกันตลอดการทดลองในช่วงเดือนธันวาคม 2548 ถึงเดือนมีนาคม 2550	38
5	จำนวนต้นถั่ว (ต้น/ตารางเมตร) ที่ปลูกร่วมกับสับดูดำในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2548 ถึงเดือนมีนาคม 2550	42
6	จำนวนต้นวัชพืช (ต้น/ตารางเมตร) ที่ขึ้นร่วมกับถั่วอาหารสัตว์ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2548 ถึงเดือนมีนาคม 2550	45
7	ผลของการปลูกถั่วชนิดต่างๆ ร่วมกับสับดูดำต่อธาตุไนโตรเจนที่ดูดดึงในใบสับดูดำ	51
8	ผลของการปลูกถั่วชนิดต่างๆ ร่วมกับสับดูดำต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยน้ำหนักของดินที่ระยะห่างต่างๆ จากต้นสับดูดำ ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2550	66
ภาพผนวกที่		
ก1	แผนผังแปลงทดลองปลูกสับดูดำร่วมกับถั่วอาหารสัตว์ 4 ชนิด จำนวน 3 ซ้ำ	104
ก2	แผนผังแสดงระยะปลูกระหว่างแถวสับดูดำในแปลง ขนาดแปลงย่อย 12x12 เมตร จำนวน 3 ซ้ำ	105

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผลผลิตเมล็ดสับดูดำที่ปลูกร่วมกับถั่วอาหารสัตว์ 4 ชนิด (กิโลกรัม/ไร่)	40
2	ผลผลิตน้ำหนักแห้งของถั่ว วัชพีช และถั่ว+วัชพีชในแต่ละครั้งของการเก็บเกี่ยวตลอดระยะเวลาการทดลอง	48
3	องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) ของถั่วและวัชพีชที่สุ่มวัดในเดือนพฤษภาคมและสิงหาคม 2549	57
4	สมบัติบางประการของดินก่อนการทดลอง หลังการทดลอง และอัตราการเปลี่ยนแปลงของดินก่อนและหลังการทดลอง ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ อำเภอบางบาล จังหวัดนครราชสีมา	62
5	การกระจายขนาดของเม็ดดินที่คงทนต่อการสลายตัวในน้ำและขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของเม็ดดินแห้ง (MWD) ก่อนการทดลอง	64
6	อิทธิพลของถั่วกับการกระจายขนาดของเม็ดดินที่คงทนต่อการสลายตัวในน้ำและขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของเม็ดดินแห้ง (MWD) หลังจากปลูกถั่วชนิดต่างๆ	65
ตารางผนวกที่		
ค1	รายละเอียดการจัดการตลอดระยะเวลาการทดลอง	112
ค2	ระดับต่างๆ ของความเป็นกรด-ด่างของดิน (ดิน:น้ำ 1 = 1:1)	114
ค3	ระดับต่างๆ ของปริมาณอินทรีย์วัตถุ	115
ค4	ระดับต่างๆ ของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์	116
ค5	ระดับต่างๆ ของปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้	117
ค6	ความสูงเฉลี่ยของสับดูดำที่สุ่มวัดตลอดระยะเวลาการทดลอง	118
ค7	จำนวนยอดสับดูดำเฉลี่ย/ต้น ที่สุ่มวัดตลอดระยะเวลาการทดลอง	120
ค8	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสับดูดำที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 30 เซนติเมตร ที่สุ่มวัดตลอดระยะเวลาการทดลอง	122

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ค9 จำนวนต้นถั่ว/ตารางเมตรที่สุ่มวัดตลอดระยะเวลาการทดลอง	123
ค10 จำนวนต้นวัชพืช/ตารางเมตรที่ขึ้นร่วมกับถั่วและสับรู่ดำที่สุ่มวัดตลอดระยะเวลาการทดลอง	125
ค11 องค์ประกอบทางเคมีของถั่วและวัชพืชที่เก็บเกี่ยวในเดือนพฤษภาคม 2549	127
ค12 องค์ประกอบทางเคมีของถั่วและวัชพืชที่เก็บเกี่ยวในเดือนสิงหาคม 2549	129
ค13 องค์ประกอบทางเคมีของใบสับรู่ดำตำแหน่งใบที่ 3 จากยอดแรก	130
ค14 ผลผลิตเมล็ดสับรู่ดำที่สุ่มเก็บบริเวณ 8 ต้น ตรงบริเวณกลางแปลง	131
ค15 ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และความจุในการอุ้มน้ำของดินที่สุ่มวัดก่อนและหลังการทดลอง	132
ค16 การกระจายขนาดเม็ดดินที่คงทนต่อการสลายตัวในน้ำและขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของเม็ดดินแห้ง (MWD) ของดินก่อนการทดลอง	133
ค17 เปอร์เซนต์ความชื้นของดินที่ระยะห่างจากต้นสับรู่ดำ 30, 60 และ 150 เซนติเมตร ที่สุ่มเก็บในเดือนกุมภาพันธ์ 2550	134

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

JC	=	Physic nut
VS	=	Verano stylo
TS	=	Thaphra stylo
CD	=	Cavalcade
LL	=	Lablab

ผลของการปลูกร่วมกันของถั่วอาหารสัตว์เขตร้อนต่อผลผลิตสับดูและสมบัติดิน

Effects of Intercropping Tropical Forage Legumes on Physic Nut Yield and Soil Properties

คำนำ

จากวิกฤติการณ์พลังงานน้ำมันปีโตรเลียมของโลก ส่งผลให้ประเทศไทยได้รับผลกระทบราคาน้ำมันที่ปรับตัวเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง นักวิจัยจึงให้ความสนใจในการค้นหาพลังงานทางเลือกเพื่อเป็นพลังงานทดแทน สับดูเป็นพืชที่อยู่ในสกุล *Jatropha* เป็นพืชพื้นเมืองเก่าแก่ที่สามารถปลูกได้ในสภาพพื้นที่ต่างๆ ของประเทศ เนื่องจากเป็นพืชที่ทนแล้งและสามารถเติบโตได้ในดินหลายชนิด เมล็ดสับดูสามารถบีบอัดนำมาใช้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงโดยตรงทดแทนการใช้น้ำมันดีเซลกับเครื่องยนต์เกษตรที่เป็นเครื่องยนต์ดีเซลรอบต่ำได้ เช่น เครื่องปั่นไฟ เครื่องสูบน้ำ รถไถนา โดยไม่ต้องดัดแปลงเครื่องยนต์และไม่ทำให้เครื่องยนต์เสียหาย (ระพีพันธ์, 2546) จึงเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับประเทศไทยที่ประชากรส่วนใหญ่อยู่ในภาคเกษตรกรรมและมีความจำเป็นต้องใช้เครื่องทุ่นแรงดังกล่าว ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในส่วนของน้ำมันได้ส่วนหนึ่ง นอกจากนี้ น้ำมันจากสับดูเป็นเชื้อเพลิงที่สะอาดและไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากเป็นเชื้อเพลิงที่ได้จากพืชและสามารถเผาไหม้ได้อย่างสมบูรณ์ ส่งผลให้มลภาวะในอากาศโดยเฉพาะไฮโดรคาร์บอนที่เผาไหม้ไม่หมด ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และฝุ่นละออง มีปริมาณลดลงเมื่อเทียบกับน้ำมันดีเซล (ชินนัต, 2549) รวมถึงการใช้น้ำมันสับดูยังไม่เป็นการแย่งตลาดของน้ำมันที่ใช้บริโภคอีกด้วย

อย่างไรก็ตามการนำสับดูมาใช้ยังคงมีปัญหาต้นทุนการผลิตที่มีราคาสูงอยู่ เนื่องจากผลผลิตสับดูยังคงอยู่ในระดับต่ำและเสียค่าใช้จ่ายในการดูแลสูงไม่ว่าจะเป็น การตัดแต่งกิ่ง การใส่ปุ๋ย และการเก็บเกี่ยวผลผลิต ดังนั้นการจัดการใดๆ ที่มีส่วนช่วยเพิ่มผลผลิตสับดูให้มีค่าสูงขึ้นและลดต้นทุนในการผลิตย่อมทำให้การนำสับดูมาใช้เป็นพืชทดแทนพลังงานมีโอกาสเป็นไปได้มากขึ้น ซึ่งหนึ่งในรูปแบบการจัดการ ได้แก่ การปลูกถั่วอาหารสัตว์เป็นพืชแซมร่วมกับสับดู เพื่อลดค่าใช้จ่ายในด้านการใส่ปุ๋ยในโตรเจน โดยผ่านการตรึงไนโตรเจนจากแบคทีเรียพวกไรโซเบียม (*Rhizobium* spp.) ซึ่งอาศัยอยู่ที่ปมรากถั่ว (nodule) เพื่อเปลี่ยนเป็นสารประกอบไนโตรเจนให้เป็นอาหารแก่ถั่วอาหารสัตว์และอาจปลดปล่อยให้แก่สับดูที่ปลูกร่วม ซึ่งอาจมีผลในการยกระดับผลผลิตของพืชหลัก (สับดู) ให้เพิ่มสูงขึ้นและลดการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน นอกจากนี้เกษตรกรยังสามารถผลิตอาหารหยาบที่มีคุณค่าทาง

อาหารสูงไว้ใช้เลี้ยงสัตว์เพื่อเป็นอาหารมนุษย์ได้อีกทางหนึ่ง ซึ่งจัดได้ว่าเป็นการใช้ที่ดินอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังเป็นการอนุรักษ์ดินและน้ำ พื้นฟูดินให้ดีขึ้นจากการปลูกถั่วคลุมดินซึ่งจะช่วยป้องกันการพังทลายของดินทั้งจากลมและฝน ตลอดจนสงวนรักษาความชื้นในดินได้อีกด้วย

ในบรรดาถั่วอาหารสัตว์ที่ได้รับการส่งเสริมสนับสนุนจากภาครัฐและเกษตรกรยอมรับอย่างแพร่หลาย ได้แก่ ถั่วเวอร์นาไนสไตโล ถั่วท่าพระสไตโล ถั่วคาวาลเคต และถั่วแลปแลป โดยถั่วท่าพระสไตโล (*Stylosanthes guianensis*) เป็นพืชที่ทนต่อความแห้งแล้ง ให้ผลผลิตสูง แตกกิ่งก้านและติดเมล็ดดีมาก (จูรีรัตน์ และคณะ, 2538) เช่นเดียวกับถั่วเวอร์นาไนสไตโล (*Stylosanthes hamata* cv. Verano) ซึ่งเป็นถั่วอาหารสัตว์เขตร้อนชื้นที่สามารถปรับตัวได้ดีในสภาพแห้งแล้งและดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (สายัณห์, 2547) นอกจากนี้ถั่วคาวาลเคต (*Centrosema pascuorum* cv. Cavalcade) ถั่วแลปแลป (*Lablab purpureus*) สามารถเจริญเติบโตได้รวดเร็วและขึ้นได้ในดินเกือบทุกชนิด (สุปราณี, 2544) อย่างไรก็ตาม ถั่วดังกล่าวสามารถเติบโตและให้ผลผลิตสูงภายใต้สภาพการปลูกในพื้นที่แจ้ง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาหาพันธุ์ถั่วที่เหมาะสมต่อการปลูกร่วมกับสับบู่ดำและผลกระทบจากการปลูกถั่วอาหารสัตว์เหล่านี้ทั้งต่อสับบู่ดำและสมบัติของดิน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาชนิดของถั่วอาหารสัตว์ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกร่วมกับสับรู่ดำ
2. เพื่อศึกษาผลกระทบของถั่วอาหารสัตว์ต่อผลผลิตสับรู่ดำและสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดิน
3. เพื่อศึกษาผลผลิตและคุณค่าทางอาหารของถั่วอาหารสัตว์ที่ปลูกร่วมกับสับรู่ดำ

การตรวจเอกสาร

1. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความสำเร็จในการปลูกถั่วอาหารสัตว์แซมในสนับดำ

1.1 ชนิดของพืชที่ปลูกร่วมกัน

ในการปลูกพืชร่วมกัน พืชรองจะต้องไม่ให้ผลผลิตของพืชหลักลดลงมากเกินไป ในขณะที่เดียวกันพืชรองที่ปลูกร่วมด้วยยังคงให้ผลผลิตสูง ในการปลูกปาล์มน้ำมันและยางพารา ถั่วที่นิยมปลูกคลุมดินมีหลายชนิดได้แก่ ถั่วเพอราเรีย ถั่วคาโลโปโกเนียม ถั่วเซนโตร และถั่วสไตโล เป็นต้น การปลูกถั่วเหล่านี้สามารถให้ผลผลิตของยางพาราเพิ่มสูงขึ้นถึง 20 เปอร์เซ็นต์ (สายัณห์, 2540) ในขณะที่ถั่วอาหารสัตว์ที่เหมาะสมกับการปลูกร่วมกับมะม่วง ได้แก่ ถั่วเซนโตร ถั่วแลปแลป ถั่วคาวัลเคต ถั่วเซอร์ราโตร ตลอดจนถั่วเวอร์ราโนสไตโล และถั่วท่าพระสไตโล (สายัณห์, 2547) ในการปลูกสนับดำยังไม่มีคำแนะนำว่าถั่วชนิดใดเหมาะสมต่อการปลูกร่วมกับสนับดำ แต่อย่างไรก็ตามการเลือกชนิดของพืชที่ปลูกร่วมกันควรมีความแตกต่างของระบบราก เช่น ความลึกของราก ลักษณะการกระจายและความหนาแน่นของราก เพื่อไม่ให้เกิดการแข่งขันในการใช้น้ำและธาตุอาหารมากเกินไป (อนุชาติ, 2542) หากพืชทั้งสองชนิดดังกล่าวมีการเกื้อหนุนซึ่งกันและกันอาจส่งผลให้ผลผลิตทั้งพืชหลักและพืชรองเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ Herrera and Harwood (1973) ให้ข้อสังเกตว่าความสำเร็จของการปลูกพืชแซมยังขึ้นอยู่กับความแตกต่างของทรงพุ่ม โดยการปลูกพืชที่มีต้นสูงกับต้นเตี้ยร่วมกันทำให้มีการใช้พลังงานจากแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ที่มีความเข้มแสงต่างๆ กันได้ดี

1.2 การเตรียมดิน

การเตรียมดินเป็นการช่วยให้ลักษณะทางกายภาพของดินมีความเหมาะสมต่อการงอกและการตั้งตัวของพืช การเตรียมดินด้วยการไถพรวนช่วยให้ดินร่วนซุย การระบายน้ำและอากาศดีขึ้น ผิวหน้าดินอ่อนนุ่มและมีช่องว่างทำให้ง่ายต่อการชอนไชของรากพืช (Tudsri and Whiteman, 1977) ช่วยลดปริมาณวัชพืชในแปลง นอกจากนี้ยังเพิ่มอัตราการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในรูปที่พืชใช้ประโยชน์ไม่ได้ให้อยู่ในรูปที่พืชใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น (สายัณห์, 2547) ในการปลูกถั่วอาหารสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถั่วที่เมล็ดมีขนาดเล็กจำเป็นต้องมีการเตรียมดินให้ละเอียด เนื่องจากเมื่อปลูกถั่วลงดินเมล็ดถั่วจะต้องสัมผัสดินได้ดีเพื่อให้สามารถดูดความชื้นได้อย่างทั่วถึง ทำให้การงอกของ

เมลต์เร็วจีน O'Reilly (1975) และ Humphreys (1980) เห็นพ้องต้องกันว่าแปลงถั่วอาหารสัตว์ที่ดีควรมีการไถพรวนตื้นๆ ในระดับความลึกประมาณ 4-6 นิ้ว (10-15 เซนติเมตร) ซึ่งเพียงพอต่อการทำลายการเจริญเติบโตของวัชพืช

1.3 เวลาปลูก

การกำหนดระยะเวลาปลูกเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช การใช้เวลาปลูกที่เหมาะสมช่วยไม่ให้เกิดหรือลดผลกระทบกระเทือนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชหลักนั้นๆ การปล่อยให้พืชหลักสามารถตั้งตัวดีเสียก่อนแล้วจึงปลูกพืชแซมอาจช่วยให้ไม่เกิดการแย่งแย่งน้ำ อาหาร หรือแสงแดดแก่ต้นกล้าของพืชหลัก ซึ่งอาจทำให้พืชหลักเจริญเติบโตไม่เต็มที่

วรพงษ์ และคณะ (2523) รายงานว่า ปลูกถั่วเวอร์นาโนสไตโลพร้อมกับการปลูกปอ หรือหลังจากการปลูกปอ 2 สัปดาห์เป็นเวลานาน 2 ปี ทำให้ผลผลิตเส้นใยสูงกว่าการปลูกปอแล้วแต่เพียงอย่างเดียวและผลผลิตของถั่วเวอร์นาโนสไตโลที่ได้มีค่าเท่ากับ 295 และ 200 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ นอกจากนี้การปลูกถั่วเวอร์นาโนสไตโลก่อนการปลูกปอ 2 สัปดาห์แม้จะให้ผลผลิตของถั่วเวอร์นาโนสไตโลค่อนข้างสูงคือ 640 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ทำให้ผลผลิตของเส้นใยปอลดลงอย่างมากคือได้ผลผลิตเพียงประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตที่ได้จากการปลูกปอเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการปลูกถั่วเวอร์นาโนสไตโลก่อนทำให้เกิดการแย่งน้ำ แย่งอาหาร และบดบังแสงแดดแก่ต้นกล้าของปอที่งอกขึ้นมาทีหลังส่งผลให้ต้นปอเจริญเติบโตไม่เต็มที่

Wilaipon (1987) ได้ทำการทดลองปลูกถั่วเวอร์นาโนสไตโลร่วมกับมันสำปะหลัง พบว่าการหว่านถั่วเวอร์นาโนสไตโลในวันเดียวกันกับการปลูกมันสำปะหลัง จะทำให้ผลผลิตของหัวมันสำปะหลังลดลงอย่างมากแต่เมื่อทำการหว่านถั่วเวอร์นาโนสไตโลหลังจากที่ทำการกำจัดวัชพืชในแปลงมันสำปะหลังคือหลังจากการปลูกมันสำปะหลังไปแล้ว 2 ½ เดือนพบว่า ผลผลิตของมันสำปะหลังจะไม่แตกต่างจากแปลงที่ปลูกแต่มันสำปะหลังเพียงอย่างเดียว

1.4 ระยะปลูก

การปลูกพืชโดยใช้ระยะปลูกที่เหมาะสมกับชนิดและลักษณะการเจริญเติบโตของพืชเป็นปัจจัยสำคัญที่จะมีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืชชนิดนั้นๆ (ชินจิต, 2540) สำหรับการปลูกสับดูมีรายงานว่าการใช้ระยะปลูกกว้างจะให้ผลผลิตสูงกว่าระยะปลูกที่แคบ โดยเมื่อใช้ระยะปลูกลดการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตสับดูจะลดลงด้วย โดยการเบียดเสียดทำให้การเจริญเติบโตทางด้านความสูงและการแตกกิ่งแขนงลดลง (ประยูร, 2529; อรรถพล และคณะ, 2550) เนื่องจากปลูกสับดูอย่างหนาแน่นทำให้มีการบังแสงซึ่งกันและกัน ส่งผลให้ดัชนีพื้นที่ใบ (leaf area index) สูงเกินไป การสังเคราะห์แสงจะเป็นไปอย่างไม่สมบูรณ์ สำหรับใบสับดูที่ไม่ได้รับแสงมีการหายใจนำสารสังเคราะห์ไปใช้ทำให้ผลผลิตของสับดูลดลง (สมศักดิ์ และ ชาญวิทย์, 2549) ระพีพันธุ์ และ สุขสันต์ (2529) ทดลองปลูกสับดูด้วยเมล็ดแบบแปลงใหญ่โดยใช้ระยะปลูก 4 ระยะคือ 2x2, 2x1.5, 2x1 และ 2x0.5 เมตร พบว่า ที่ระยะปลูก 2x2 เมตรให้ผลผลิตเมล็ดสับดูสูงที่สุดคือ 127 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่วิบูลย์ และ สมบัติ (2550) ได้ศึกษาระยะปลูกที่เหมาะสมในการปลูกสับดูโดยใช้กล้าที่เพาะจากกิ่งปักชำอายุ 45 วัน โดยใช้ระยะปลูกคือ 2x2, 2x3 และ 3x3 เมตร พบว่า การเจริญเติบโตทางด้านความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น การแตกกิ่งที่ระยะปลูก 2x2 เมตรมีค่าสูงสุดเช่นเดียวกับผลผลิตเมล็ดสับดูที่ให้ผลผลิตสูงสุดคือ 197 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือระยะปลูก 3x3 และ 2x3 เมตร ตามลำดับ อย่างไรก็ตามระยะปลูกสับดูที่เหมาะสมมีหลายระยะทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ ความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ และวัตถุประสงค์ของการปลูก อย่างไรก็ตามในการปลูกถั่วอาหารสัตว์แซมระหว่างแถวสับดูที่เป็นพืชหลัก การเพิ่มระยะห่างของแถวพืชหลักมากขึ้นอาจทำให้ถั่วอาหารสัตว์ได้รับแสงสว่างมากขึ้นและมีผลทำให้ผลผลิตของถั่วอาหารสัตว์เพิ่มขึ้นแต่ผลผลิตของพืชหลักก็อาจลดลงด้วยเช่นกัน (บุญญา, 2528)

Ive (1970) รายงานว่า ผลของการทดลองปลูกข้าวฟ่างร่วมกับถั่วทาวน์สวิลล์โตโล (*Stylosanthes humilis*) ในดินแดนทางเหนือของประเทศออสเตรเลีย แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของระยะห่างระหว่างแถวของข้าวฟ่างที่มีต่อความหนาแน่นของถั่วทาวน์สวิลล์โตโลที่ปลูกร่วมด้วย โดยเมื่อระยะห่างระหว่างแถวของข้าวฟ่างเพิ่มขึ้นจะทำให้ความหนาแน่นของถั่วทาวน์สวิลล์โตโลเพิ่มขึ้นด้วย

Wilaipon and Lorwilai (1981a) รายงานว่า การเพิ่มระยะห่างระหว่างแถวปอแก้วจาก 30 เซนติเมตร เป็น 60 เซนติเมตร ทำให้ผลผลิตถั่วเวอร์นาโนสโตโลเพิ่มขึ้นแต่ผลผลิตปอแก้วลดลง

1.5 ทิศทางของแถวปลูก

การปลูกพืชร่วมกันจะมีการแข่งขันในการใช้แสงแดดเกิดขึ้นซึ่งเป็นปัญหาทำให้พืชอาหารสัตว์ขึ้นไม่สม่ำเสมอและผลผลิตวัตถุแห้งของพืชอาหารสัตว์ที่ปลูกอาจลดต่ำลง เนื่องจากความแตกต่างของ microenvironment ถั่วอาหารสัตว์ที่ปลูกบริเวณไหล่หุบเขาด้านที่ได้รับแสงแดดตอนเช้าพบว่า ถั่วอาหารสัตว์เจริญงอกงามดี ส่วนด้านที่ได้รับแสงแดดในตอนบ่ายมีพืชอาหารสัตว์ขึ้นน้อยมากแทบไม่มี (กอบแก้ว, 2535) การที่ถั่วถูกบังแสงมีผลทำให้ถั่วมีการเจริญเติบโตจำกัด เนื่องจากการสร้างปมถั่วลดลง (Ahmed and Gunasena, 1979; Yadav, 1981 และ Nambiar et al., 1981) ทำให้ประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนของปมถั่วลดลงด้วย (Sampio and Dobereiner, 1968 และ Sprent, 1973) อย่างไรก็ตาม Wilaipon and Lorwilai (1981b) รายงานว่า ปอแก้วที่ปลูกในทิศทางตะวันออก-ตะวันตก หรือเหนือใต้ ซึ่งใช้ระยะระหว่างแถว 30 เซนติเมตร ไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตของปอแก้ว และถั่วเวอรานอสไตโลที่ปลูกร่วมกัน เช่นเดียวกับสมพร และคณะ (2539) ที่รายงานว่าการปลูกถั่วลิสงแซมข้าวโพดโดยจัดแถวตามแนวเหนือ-ใต้และแนวตะวันออก-ตะวันตก ที่มีต่อผลผลิตของข้าวโพดและถั่วลิสงที่ปลูกแซมพบว่า ผลผลิตข้าวโพดเท่าเทียมกันเช่นเดียวกับถั่วลิสงที่ให้ผลผลิตเมล็ดและตอซังไม่แตกต่างกัน

1.6 อัตราการปลูก

การผลิตพืชที่ได้ผลผลิตสูงสุดมีความสัมพันธ์โดยตรงกับอัตราปลูกและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ซึ่งอัตราการปลูกที่เหมาะสมแตกต่างกันตามชนิดของพืชและอัตราเมล็ดของพืชอาหารสัตว์มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความหนาแน่น (บุญญา, 2528) การปลูกพืชที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน มีผลทำให้การเจริญเติบโตทางด้านลำต้น กิ่ง ใบ และผลผลิตแตกต่างกัน อันเนื่องมาจากปัจจัยการผลิตที่มีอยู่อย่างจำกัด ได้แก่ แสงแดด น้ำ และธาตุอาหารพืช (Holliday, 1960; Donald, 1963; Kirby, 1977 และสุปราณี, 2544) โดยความหนาแน่นของประชากรพืชมีผลกระทบต่อระบบราก จำนวนกิ่งก้าน ความสูง การหักล้ม และอัตราการตายของพืชอีกด้วย มีรายงานว่า เมื่อความหนาแน่นของประชากรพืชสูงขึ้น ทำให้ความยาวของรากเพิ่มขึ้นเนื่องจากรากต้องยังให้ลึกลงไปดินเพื่อแข่งขันในการใช้ปัจจัยที่มีอยู่อย่างจำกัด Rickert and Humphreys (1970) ได้ศึกษาในถั่ว Townsville stylo พบว่า การเจริญของรากลดลงเมื่อความหนาแน่นของประชากรเพิ่มขึ้น Cooper (1971) และ Lueschen and Hicks (1977) ทดลองในถั่วเหลืองพบว่า อัตราการปลูกที่สูงทำให้ผลผลิตลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากการหักล้ม โดยความสูงที่เพิ่มขึ้นเกิดจากการยืดยาวของปล้องมากกว่าการเพิ่มจำนวนข้อ (Basnet et al., 1974 และ Tamaki et al., 1973)

สุปราณี (2544) รายงานว่า ถั่วเลแปเลแปที่ใช้อัตราปลูกต่ำทำให้ถั่วออกดอกเร็วกว่าการใช้อัตราปลูกสูงและมีแนวโน้มว่าการปลูกโดยใช้ระยะ 75 x 15 เซนติเมตร (อัตรา 14,222 ต้นต่อไร่) สามารถให้ผลผลิตเมล็ดสูงสุด

1.7 ความชื้นในดิน

ความชื้นหรือน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อขบวนการงอก การเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตพืชอาหารสัตว์ Beet (1982) รายงานว่า ความต้องการน้ำของพืชที่ปลูกร่วมกันขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมในแต่ละท้องที่ จำนวนของพืชที่ปลูกและความต้องการน้ำในแต่ละช่วงระยะการเจริญเติบโตโดยเฉพาะในระยะแรกปลูก การหว่านปลูกโดยการหว่านเมล็ดบนผิวดินเมล็ดพืชอาหารสัตว์มีโอกาสสัมผัสกับดินน้อย ซึ่งอาจทำให้เมล็ดที่กำลังงอกได้รับความชื้นจากดินไม่เพียงพอรวมทั้งถูกความร้อนจากแสงแดดช่วยเผาให้ดินอ่อนแห้งตายเร็วขึ้น (กอบแก้ว, 2535) Juntakool and Watkin (1985) อ้างโดยสุปราณี (2544) รายงานว่า หากถั่วชิราโตรขาดน้ำอย่างต่อเนื่องในช่วงแรกของการเจริญเติบโตจะมีผลทำให้น้ำหนักต้น การเจริญของกิ่งก้าน พื้นที่ใบ และ LAI ลดลง ส่งผลต่อผลผลิต ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการสังเคราะห์แสงและกระบวนการทางสรีรวิทยาของพืชลดลง (Norman, 1978) แต่หากพืชได้รับน้ำเพียงพอสม่ำเสมอพืชอาหารสัตว์จะตั้งตัวเร็ว ต้นอ่อนแข็งแรงสมบูรณ์เจริญงอกงามเร็ว พืชอาหารสัตว์ที่ตั้งตัวได้แล้วอาจไม่จำเป็นต้องใช้ชลประทานช่วยหากฝนทิ้งช่วงไม่นานนัก เนื่องจากพืชอาหารสัตว์ทุกชนิดทนต่อสภาพการขาดน้ำได้พอสมควร (กอบแก้ว, 2535) Crowder and Chheda (1982) รายงานว่า พืชอาหารสัตว์ต้องการน้ำ 2-3 ชั่วโมง เพื่อให้ผลผลิตอย่างต่อเนื่อง

1.8 วัชพืช

ในสภาพพื้นที่ปลูกพืชอาหารสัตว์ที่มีวัชพืชขึ้นหนาแน่น มักเกิดการแย่งธาตุอาหาร ความชื้น และแสงแดด ทำให้ต้นถั่วไม่สามารถงอก ตั้งตัว หรือเจริญเติบโตแข่งขันกับวัชพืชได้ เนื่องจากวัชพืชมีความสามารถงอกและตั้งตัวได้ดีกว่าถั่ว ดังนั้นการควบคุมวัชพืชจึงมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วในแปลง การไถพรวนดินเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยลดการแข่งขันของวัชพืชในช่วงแรก สายัณห์ และคณะ (2531) รายงานว่า การไถพรวนและการฉีดพ่นสารเคมีก่อนการหว่านเมล็ดถั่วเวราโนสไตโล ช่วยลดการแข่งขันจากวัชพืชที่ขึ้นอยู่แล้วอย่างรุนแรงและยาวนาน ซึ่งมีผลทำให้ขนาดของต้นถั่วมีขนาดใหญ่กว่าถั่วที่มีการจัดการเพียงแค่การตัดวัชพืชที่ระดับผิวดินก่อนการปลูก อย่างไรก็ตามเมื่อวัชพืชงอกหรือพื้นดินอีกครั้งอาจขึ้นปกคลุมถั่วได้ จึงจำเป็นต้องมีการ

จัดการภายหลังการหว่านทับ ทั้งนี้จากรายงานของ Tudsri et al. (1990) พบว่าการตัดหญ้าภายหลังการหว่านทับ 3 สัปดาห์เพียงครั้งเดียวช่วยเพิ่มการตั้งตัวและการอยู่รอดของถั่วเวอร์ราโนสไตโลได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับแปลงควบคุม

1.9 ความถี่และความสูงต่ำของการตัด

ความถี่ของการตัดมีส่วนเกี่ยวข้องกับผลผลิตและคุณภาพของถั่วอาหารสัตว์ ความถี่ของการตัดที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับชนิดของพืชอาหารสัตว์ ฤดูกาล และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม (สายัณห์, 2540) การตัดบ่อยๆ เป็นการกระตุ้นถั่วให้มีการแตกกิ่งก้านและสร้างใบใหม่อยู่เสมอ ในขณะที่การตัดถี่มากเกินไปจะเป็นการลดการโบไฮเดรตที่พืชเก็บสำรองไว้ทำให้การเจริญเติบโตของระบบรากซาลง พืชอ่อนแอ วัชพืชรุกรง่าย ในถั่วเวอร์ราโนสไตโล Tudsri (1986) แนะนำให้นำสัตว์เข้าแทะเล็มหรือตัดถั่วให้สัตว์กินสดในช่วงที่พืชออกดอกแรกและควรนำสัตว์เข้าแทะเล็มบ่อยครั้งดีกว่านานๆ ครั้ง (ทุกๆ 4 สัปดาห์ มากกว่า 6 หรือ 8 สัปดาห์) ต้นต่อที่เหลืควรให้มีกิ่งเหลือ 5-7 กิ่ง และแต่ละกิ่งมีข้อประมาณ 4 ข้อ จึงจะเพียงพอให้พืชฟื้นตัวได้ดีและรวดเร็ว เนื่องจากเป็นถั่วชนิดนี้มีการแตกกิ่งก้านสาขามาก การตัดหรือการปล่อยสัตว์เข้าแทะเล็มบ่อยครั้งจะทำให้ถั่วแผ่ราบไปกับผิวดิน ทำให้มีจุดเจริญและพื้นที่ใบที่จะเจริญขึ้นมาได้มาก (Tudsri et al., 1989) ในขณะที่ สุภาวรรณ (2548) รายงานว่า ในถั่วแลปแลปความถี่ของการตัด ไม่มีผลต่อการผลผลิตเมล็ดพันธุ์ โดยการตัดทุกๆ 40 และ 60 วัน สามารถให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ เท่ากับ 1,123 และ 1,143 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ นอกจากนี้ความถี่ของการตัดไม่มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วแลปแลปด้วย

ความสูงต่ำในการตัดเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อผลผลิตและการฟื้นตัวของพืช ภายหลังการตัด การตัดสูงถั่วจะได้รับกระทบกระเทือนน้อยและมีการฟื้นตัวเร็วแต่ผลผลิตที่ได้จากการตัดแต่ละครั้งต่ำ ถ้าตัดชิดดินอาจได้ผลผลิตถั่วในแต่ละครั้งสูง แต่ถั่วจะกระทบกระเทือนมาก เนื่องจากจุดการเจริญเติบโตต่างๆ ถูกทำลายหรือรวมอยู่ในส่วนที่เก็บเกี่ยวไป ทำให้ถั่วมีการฟื้นตัวช้า มีการแตกยอดแตกกอและสร้างใบใหม่ในอัตราต่ำ สายัณห์ (2547) รายงานว่า ถั่วแลปแลปถ้าตัดในระดับ 5-10 เซนติเมตร ต้นถั่วจะฟื้นตัวช้าและบางต้นตาย ในขณะที่การตัดในระดับสูง 25 เซนติเมตร ถั่วฟื้นตัวได้ดี ฉายแสง และคณะ (2541) รายงานว่า ผลผลิตของถั่วมะแฮะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อตัดในระดับความสูงที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากมีจุดเจริญที่จะแตกกิ่งและใบมากกว่าการตัดที่ระดับต่ำๆ ในถั่วเวอร์ราโนสไตโลการนำสัตว์เข้าแทะเล็มจะช่วยให้ถั่วแผ่กิ่งก้านมากขึ้น การปล่อยให้ถั่วงอกงามโดยไม่ได้มีการตัดและการแทะเล็มเลยจะทำให้ถั่วมีอายุเพียงปีเดียวและการแทะเล็มระดับต่ำเกินไปในระยะนี้อาจทำให้ถั่วตายได้ (Tudsri, 1986)

Fisher (1973) รายงานว่า จากการศึกษานิพพานของ ความสูง ความถี่ และระยะเวลาของการตัดที่มีต่อผลผลิตเมล็ดตัว Townsville Stylo พบว่า การตัดตัว Townsville Stylo ให้สูง 13 เซนติเมตร สองครั้งในเดือนกุมภาพันธ์และเดือนมีนาคมสามารถเพิ่มผลผลิตเมล็ดได้ การตัดช่วงการออกดอก ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ลดลงเนื่องจากการลดจำนวน reproductive site สอดคล้องกับ Mayer et al., (1986) ที่รายงานว่า การตัดในช่วงที่พืชกำลังแทงช่อดอกจะมีผลรุนแรงต่อการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชเกือบทุกชนิด เนื่องจากช่อดอกที่ออกมาในระยะแรกให้ผลผลิตเมล็ดดีกว่าช่อดอกในช่วงหลังของฤดู

2. อิทธิพลของการปลูกถั่วอาหารสัตว์ต่อสิ่งแวดล้อม

2.1 การอนุรักษ์ดิน

2.1.1 เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน

การปลูกพืชตระกูลถั่วสามารถทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ดีขึ้นในรูปของการเพิ่มอินทรีย์วัตถุที่ได้จากใบ กิ่งก้าน ลำต้นแห้ง ตลอดจนรากถั่วที่กระจายอยู่ในดินเมื่อเศษซากเหล่านี้ร่วงหล่นลงดินจะสลายตัวให้อินทรีย์วัตถุแก่ดิน (วิชัย, 2537) ซึ่งสามารถช่วยปรับปรุงดินทั้งคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพเป็นอย่างดี อินทรีย์วัตถุไม่เพียงช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดินดีขึ้นยังทำหน้าที่เป็นปุ๋ยเพิ่มธาตุอาหารพืชและความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดิน อินทรีย์วัตถุที่ได้จากพืชตระกูลถั่วเป็นแหล่งปุ๋ยไนโตรเจนธรรมชาติที่สำคัญ ไนโตรเจนในรูปอินทรีย์สารจะถูกปล่อยออกมาในรูปที่พืชนำไปใช้ได้โดยขบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์ในดินในรูปของแอมโมเนียมและไนเตรทและยังช่วยเพิ่มค่า CEC ในดินให้มากขึ้น อย่างไรก็ตามปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมากน้อยแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ปริมาณเศษซากพืชในดิน และความสามารถในการสลายตัวของพืช ในพืชตระกูลถั่วอัตราส่วนระหว่างอินทรีย์คาร์บอนกับไนโตรเจนทั้งหมด (C:N ratio) ส่วนใหญ่ต่ำกว่า 30:1 (Giller and Wilson, 1991) การสลายตัวให้อินทรีย์วัตถุแก่ดินและการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชจึงเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว ปริมาณมากและคงอยู่ในดินได้ไม่นาน ในขณะที่พืชตระกูลหญ้าส่วนใหญ่มีอัตราส่วนระหว่างอินทรีย์คาร์บอนกับไนโตรเจนทั้งหมด (C:N ratio) สูงกว่า จึงทำให้การสลายตัวและให้อินทรีย์วัตถุแก่ดินในปริมาณต่ำแต่คงอยู่ในดินได้นานกว่าพืชตระกูลถั่ว (วิชัย, 2537)

บุญฤา (2528) รายงานว่า เมื่อปลูกถั่วเวอร์นาโนสไตโลบนดินยโสธรในดินค่อนข้างเป็นดินทรายและมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำเป็นเวลา 2 ปี พบว่า ถั่วเวอร์นาโนสไตโลสามารถ

เพิ่มธาตุไนโตรเจนและอินทรีย์วัตถุให้แก่อินทรีย์วัตถุอย่างมาก โดยมีปริมาณอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 1.5 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ปลูกมันสำปะหลังเพียงอย่างเดียวมีปริมาณอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 1.2 เปอร์เซ็นต์

วรพงษ์ และคณะ (2523) รายงานว่า ผลผลิตเส้นใยปอและผลผลิตถั่วเวอร์นาโนสไตโลที่ได้ในปีที่ 2 ไม่มีความแตกต่างกันกับแปลงที่ปลูกปอแแก้วอย่างเดียวแต่มีแนวโน้มที่จะให้ผลผลิตสูงกว่าแปลงที่ปลูกปออย่างเดียว ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผลของการปลูกถั่วในปีแรกที่มีต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน

กิริยา และคณะ (2549) ทำการทดลองปลูกถั่วอาหารสัตว์ 4 ชนิด ได้แก่ ถั่วเวอร์นาโนสไตโล ถั่วควาลเคต ถั่วไมธรา และถั่วท่าพระสไตโลภายใต้สภาพสวนยางพารา และแปลงควบคุมที่ไม่ได้ปลูกถั่วอาหารสัตว์เขตร้อน หลังจากปลูกถั่วอาหารสัตว์เป็นระยะเวลา 8 เดือนพบว่าทุกการทดลองมีปริมาณอินทรีย์วัตถุไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ โดยปริมาณอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้นจากประมาณ 0.82 เปอร์เซ็นต์ เป็น 0.99-1.21 เปอร์เซ็นต์

2.1.2 ปรับปรุงโครงสร้างของดิน

ก. ทำให้เม็ดดินจับกันดีขึ้น

การปลูกพืชตระกูลถั่วสามารถปรับปรุงโครงสร้างของดินได้ ทั้งนี้ Burns and Davies (1986) อธิบายว่า หลังจากอินทรีย์วัตถุถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ดินสารประเภท polysaccharide จะถูกปลดปล่อยออกมาเป็นเสมือนกาวที่เชื่อมอนุภาคดินเข้าด้วยกันเกิดเป็นเม็ดดินที่เสถียร รากของถั่วที่ยังมีชีวิตก็เป็นส่วนสำคัญอีกประการหนึ่งที่ทำให้ความเสถียรของเม็ดดินเพิ่มขึ้น (Silva and Mielniczuk, 1997) โดยถั่วที่มีอายุมากกว่า 1 ปีจะมีการขับสารอินทรีย์จากรากถั่ว เช่น NH_3 , CO_2 และสารจำพวก gummy substance ประกอบกับการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุในดิน ทำให้อนุภาคดินจับตัวกันเป็นเม็ดที่มีขนาดใหญ่ขึ้น นอกจากนี้ยังเชื่อมกันระหว่างอนุภาคดินเหนียวเข้ากับผิวรากทำให้เกิด root-soil aggregate (Glinski and Lipice, 1990) อีกด้วย

การเกษตรกรรมที่มีการรบกวนโครงสร้างดิน เช่น การเตรียมดินด้วยไถพรวน ถึงแม้ว่าจะมีประโยชน์ต่อการรอกและการตั้งตัวของถั่วอาหารสัตว์แต่ก็อาจมีผลทำให้ความเสถียรของเม็ดดินมีค่าลดลงหากมีการไถพรวนอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากโครงสร้างของเม็ดดินเสีย นอกจากนี้การ

สูญเสียอินทรีย์วัตถุในดินทำให้ความเสถียรของเม็ดดินมีค่าลดลงเช่นเดียวกัน (Elliott, 1986; Beare et al., 1994 and Six et al., 2000)

Latif et al. (1992) ได้ทำการทดลองศึกษาเปรียบเทียบการปลูกข้าวโพด ร่วมกับถั่วกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราต่างๆ อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 3 ปี พบว่า ดินในแปลง ข้าวโพดที่ปลูกร่วมกับถั่ว alfafa ถั่ว clover และ hairy vetch ทำให้ความเสถียรของเม็ดดินมีค่า เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งผู้ทดลองเสนอว่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนี้อาจเป็นผลมาจากกิจกรรม ของรากพืชที่เพิ่มขึ้นหรือการสลายตัวของถั่วหรือทั้งสองอย่าง

ข. เพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน

การอุ้มน้ำของดิน (holding water) เป็นคุณสมบัติที่สำคัญสำหรับให้พืช นำไปใช้ได้ ดินแต่ละชนิดมีความสามารถในการอุ้มน้ำต่างกัน ดินแน่นทึบเกินไปจะมีการระบายน้ำ ไม่ดีหรือดิน โปร่งเกินไปก็จะไม่อุ้มน้ำ การปลูกถั่วอาหารสัตว์เศษซากถั่วที่ร่วงหล่นสู่ดินรวมทั้งราก และปมรากถั่วที่อยู่ในดินจะถูกจุลินทรีย์ย่อยสลายกลายเป็นอินทรีย์วัตถุในดินซึ่งช่วยปรับปรุง โครงสร้างดินให้ดีขึ้น ดินที่แน่นทึบจะร่วนซุย ความหนาแน่นรวมของดินลดลง การระบายน้ำใน ดินดีขึ้น ดินทรายเนื้อหยาบจะมีการเกาะตัวกันมากขึ้นทำให้มีความสามารถในการอุ้มน้ำเพิ่มสูงขึ้น สายัณห์ (2547) รายงานว่า การที่อินทรีย์วัตถุสลายตัวช่วยเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ของทุกๆ 1 เปอร์เซ็นต์ที่เพิ่มขึ้นของอินทรีย์วัตถุ

2.2 การอนุรักษ์น้ำในดิน

พืชตระกูลถั่วที่ขึ้นปกคลุมผิวดินหนาแน่นสามารถช่วยรองรับแรงปะทะปกป้องหน้า ดินจากเม็ดฝน โดยตรง เมื่อน้ำฝนกระทบใบถั่วและถ่อๆ ไหลซึมไปตามลำต้นและช่องว่างในดิน แล้วถูกสะสมไว้ในระดับน้ำใต้ดิน รากถั่วที่มีอยู่ในบริเวณดินบนสามารถช่วยยึดเหนี่ยวดินให้เกาะ กันอยู่อย่างเหนียวแน่นไม่หลุดลอยได้ง่าย เป็นการช่วยลดการพังทลายของดินและสูญเสียหน้าดิน ไปพร้อมๆ กับการไหลบ่า (run off) โดยอิทธิพลของฝน นอกจากนี้ต้นถั่วอาหารสัตว์ที่ขึ้นปกคลุม ดินหนาแน่นจะช่วยปกคลุมระดับน้ำใต้ดินไม่ให้ระเหยไปหมดอย่างรวดเร็วซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้ ดินมีความชื้นเพิ่มขึ้น (Glinski และ Lipiec, 1994)

สมพร และคณะ (2542) รายงานว่า การปลูกถั่วเลเปเลเปและถั่วพรีาแซมข้าวโพด มีผลให้ผลผลิตข้าวโพดใกล้เคียงกัน โดยผลผลิตข้าวโพดจากระบบการปลูกข้าวโพดแซมด้วยถั่วให้ผลผลิตข้าวโพดในช่วง 54-75 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตข้าวโพดจากระบบที่ปลูกข้าวโพดอย่างเดียว นอกจากนี้การปลูกถั่วแซมข้าวโพดทำให้มีปริมาณวัชพืชในแปลงน้อยลงรวมทั้งทำให้มีการสูญเสียไนโตรเจนจากการคายระเหยน้อยลง ซึ่งมีผลทำให้ดินมีความชื้นสูงกว่าแปลงที่ปลูกข้าวโพดอย่างเดียว

3. อิทธิพลของการปลูกถั่วอาหารสัตว์ต่อพืชไร่หลัก

การปลูกพืชตระกูลถั่วร่วมกับพืชไร่หลัก ถั่วอาจมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืชไร่หลัก และพืชไร่หลักก็อาจมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเช่นกัน พืชตระกูลถั่วเป็นพืชที่นิยมใช้ในระบบการปลูกพืชแซมเนื่องจากที่ปมรากถั่วสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้จึงสามารถช่วยเพิ่มไนโตรเจนให้กับดิน โดยทั้งนี้ก็มีรายงานว่าถั่วสามารถนำไนโตรเจนที่ตรึงได้จากอากาศมาเป็นประโยชน์ต่อพืชที่ปลูกร่วมกันได้ (Wilson, 1940 และ Finlay, 1975) Allison (1973) กล่าวว่า พืชที่ปลูกร่วมกับพืชตระกูลถั่วมีโอกาสได้รับไนโตรเจนโดยตรงจากการตรึงไนโตรเจนของพืชตระกูลถั่วอย่างมากและเกิดขึ้นค่อนข้างยาก พืชที่ปลูกร่วมกับพืชตระกูลถั่วมีโอกาสได้รับไนโตรเจนจากการย่อยสลายของเนื้อเยื่อและปมที่หลุดออกจากรากพืชตระกูลถั่ว สอดคล้องกับรายงานของ Giller et al. (1991) พบว่า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในข้าวโพดเพิ่มขึ้นเมื่อปลูกข้าวโพดแซมพืชตระกูลถั่วที่มีปมรากถั่ว เขาพบว่ามีการเคลื่อนย้ายธาตุไนโตรเจนที่ได้จากกระบวนการตรึงไนโตรเจนในปมรากถั่วไปยังข้าวโพดแต่เป็นปริมาณที่น้อยมาก ($<5\% \text{N}$ in N_2 fixing bean) สารประกอบไนโตรเจนเหล่านี้มีสมบัติเป็นธาตุอาหารพืช แหล่งของพลังงาน และ growth factor ที่สำคัญ (สมศักดิ์, 2525) ได้มีผู้ศึกษาทดลองปลูกพืชตระกูลถั่วลงในแถวเดียวกันกับข้าวโพดโดยปลูกไปพร้อมๆ กับการปลูกข้าวโพด (intra-row intercropping system) หนึ่งพืชตระกูลถั่วอาจปลดปล่อย stimulatory allelochemicals ออกมากระตุ้นให้ข้าวโพดสร้างผลผลิตได้เพิ่มมากขึ้น (Cruse et al., 1985; Sarobol, 1986 และ Sarobol and Anderson, 1990) นอกจากนี้หลักฐานจากงานทดลองทั้งในเรือนปลูกพืชและในแปลงทดลองแสดงให้เห็นว่า ไนโตรเจนที่ได้จากการตรึงโดยปมรากของพืชตระกูลถั่วอาจเป็นประโยชน์ต่อพืชที่ปลูกร่วมทั้งในปัจจุบัน (Agboola and Fayemi, 1972 และ Pandey and Pendleton, 1986) และในปีต่อไป (Searle et al., 1981 และ Singh, 1983)

Agboola and Fayemi (1972) รายงานว่า เมื่อปลูกข้าวโพดร่วมกับถั่วลิสง ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดเพิ่มสูงขึ้นกว่าแปลงควบคุมที่ไม่ปลูกถั่วร่วมด้วย โดยปริมาณไนโตรเจนที่เคลื่อนย้ายจากถั่วสู่ข้าวโพดมีปริมาณเท่ากับที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจน 45 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์

สุขุม (2533) รายงานว่า ถั่วแปปสามารถตรึงไนโตรเจนได้ 21 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ สูงกว่าถั่วเหลือง ถั่วเขียว และถั่วลิสง ซึ่งเป็นพืชที่ปลูกเพื่อบริโภคเมล็ด โดยถั่วเหล่านี้สามารถตรึงไนโตรเจนได้เพียง 3, 2 และ 10 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ตามลำดับ

นิภา (2540) รายงานว่า ในปีแรกการปลูกถั่วลิสง ถั่วแปปและ ถั่วมะแฮะ (*Cajanus cajan* (L.) Huth) และไมยราพไร้หนาม (*Mimosa invisa*, Mart. ex Colla) แหะไม่มีผลต่อผลิตข้าวโพด การปลูกถั่วแปปและไมยราพไร้หนามข้าวโพดในปีที่หนึ่งทำให้ผลผลิตข้าวโพดลดลงโดยการเลื้อยพันขึ้นไปและลดปริมาณน้ำในดินที่เป็นประโยชน์ต่อข้าวโพด ในปีที่สองการปลูกถั่วแปปและไมยราพไร้หนาม และถั่วมะแฮะทำให้ผลผลิตข้าวโพดเพิ่มขึ้นมาก การปลูกถั่วแปปและไมยราพไร้หนาม และถั่วมะแฮะดังกล่าวทำให้ผลผลิตข้าวโพดในฤดูปลูกที่สามเพิ่มขึ้น 77, 130 และ 94 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

อย่างไรก็ตาม จิตมา (2535) ได้ศึกษาการถ่ายทอดไนโตรเจนจากถั่วให้กับข้าวโพดในระบบการปลูกถั่วลิสงแซมข้าวโพด พบว่า ในทุกระบบการปลูกพืชที่ศึกษาข้าวโพดไม่ได้รับไนโตรเจนที่ตรงได้จากถั่วลิสงที่ปลูกแซม

4. ลักษณะทางสัณฐานทางการเกษตรของสบู่ดำและถั่วอาหารสัตว์ที่ปลูกแซม

3.1 สบู่ดำ (*Jatropha curcas* L.)

3.1.1 ประวัติความเป็นมา สบู่ดำ (Physic nut หรือ Purging nut) อยู่ในวงศ์เดียวกับไม้ยางพารา (Euphorbiaceae) มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกาเขตร้อน จากประเทศเม็กซิโกถึงบราซิล รวมทั้งหมู่เกาะคาริเบียน (Grimm, 2005) เชื่อกันว่าชาวโปรตุเกสนำเข้ามาปลูกในทวีปเอเชียและแอฟริกาประมาณ 200 ปีมาแล้ว (จร, 2527; Heller, 1996) สำหรับในประเทศไทยพ่อค้านักเดินเรือชาวโปรตุเกสนำเข้ามาตอนปลายสมัยกรุงศรีอยุธยาเพื่อนำเมล็ดมาทำสบู่ ผลจากการสำรวจในปี 2525 พบสบู่ดำในทุกภาคของประเทศจากแหล่งปลูกที่มีความสูงระดับน้ำทะเลจนถึงที่สูง 1,130 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลที่ อ.ฮอด จ.เชียงใหม่ (Sadakorn, 1982) สบู่ดำมีชื่อเรียกแตกต่างกัน

ชาวบ้านทางภาคกลางเรียกว่า “สบู่ดำ” ภาคเหนือเรียก “มะหุ้งฮั่ว” ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเรียก “มะเข่า” ชาวนครราชสีมาเรียก “สีหลอด” ภาคใต้เรียก “หงเทศ” ภาษายาวีเรียก “ยาเคาะ”

3.1.2 ลักษณะพื้นฐาน สบู่ดำเป็นไม้พุ่มยืนต้นขนาดกลาง สูงประมาณ 2-7 เมตร อายุยืนไม่น้อยกว่า 20 ปี ลำต้นเป็นชนิด Shrub (นรินทร์, 2526) เกลี้ยงเกล่า สามารถหักได้ง่ายเพราะไม่มีแก่น เมื่อมีอายุมากขึ้นส่วนโคนของลำต้นจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลอมดำ ส่วนใหญ่ลำต้นจะเริ่มแตกทรงพุ่มด้านข้างเมื่ออยู่เหนือผิวดิน 12-15 เซนติเมตร ยอดคล้ายตะหุ้งแต่ไม่มีขน ใบเป็นใบเดี่ยว (simple leaf) แผ่นใบเป็นแบบ palmately compound, orbicular-cordate (broadly-ovate) ใบเรียงมี 4 แฉกเหมือนใบตะหุ้งคล้ายใบฝ้ายหรือพุทตาล มีขนาดเท่ากับฝ่ามือ ก้านใบบาง ตำแหน่งการเกิดของใบเกิดสลับกัน สบู่ดำมักทิ้งใบในฤดูแล้งและเมื่อแล้งจัดจะทิ้งใบหมดทั้งต้น สบู่ดำออกดอกบริเวณปลายกิ่ง ลักษณะเป็นช่อดอกแบบ compound dichasia มีสีเหลืองอ่อน เป็นดอกไม้สมบูรณ์เพศ ดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่แยกกัน (monoecious) แต่อยู่ภายในช่อดอกเดียวกัน อัตราส่วนของดอกตัวผู้และดอกตัวเมียประมาณ 7:1 สบู่ดำจัดเป็นพืชผสมข้าม ดอกตัวผู้ในช่อเดียวกันบานก่อนที่ดอกตัวเมียพร้อมที่จะรับการผสมเกสร (receptive) วัลชลีย์ (2527) รายงานว่าการเจริญของดอกตั้งแต่ขนาดที่เห็นด้วยตา (visible size) จนกระทั่งดอกบานใช้เวลา 17 วัน ช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการผสมเกสรอยู่ระหว่าง 9.00-10.00 น. ละอองเกสรมีรูปร่างแบบ Subspheroidal การเจริญของผลตั้งแต่วันที่ดอกตัวเมียได้รับการผสมเกสรจนผลแก่ ใช้เวลา 45 วัน ปริมาณดอกย่อยประมาณ 70-120 ดอกต่อ 1 ช่อดอก ซึ่งสามารถติดผลเพียงประมาณ 6-15 ผล ผลสบู่ดำเป็นแบบ nut-like มี 3 พู ผลค่อนข้างกลมหรือป้อมบางทีก็มีเหลี่ยม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3.04 เซนติเมตร ผลอ่อนมีสีเขียวเมื่อสุกจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองสด จากผลสีเขียวกลายเป็นผลสีเหลืองใช้เวลาประมาณ 2 สัปดาห์ เมื่อปล่อยให้ผลแห้งคาต้นเปลือกนอกของผลจะเปลี่ยนเป็นสีดำ ผลแห้งจะไม่แตกออก (indehiscent fruit) ผลสด 1 ผลมีน้ำหนักประมาณ 15.06 กรัม ผลแก่เมื่อแกะผนัง exocarp และ mesocarp ออกจะพบผนังของ endocarp สานกันเป็นชั้นหุ้มเมล็ดไว้ภายในอีกทีหนึ่ง ผลนั้นจะติดเมล็ดได้ประมาณ 2-4 เมล็ด รูปร่างเมล็ดของสบู่ดำเป็นแบบรี มีเปลือกหุ้มสีดำ จัดเป็นพวก albuminous seed โดยมี albumin นูอยู่ภายในเป็นที่เก็บสะสมพวกน้ำมันและสารพวก curcin ส่วนของ endosperm และ embryo สีขาว ขนาดของเมล็ดมีความยาวเฉลี่ยประมาณ 1.94 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 0.64 กรัม สบู่ดำมีน้ำยาง ใสไม่มีสี เซลล์ที่เก็บสะสมน้ำยางที่พบจัดเป็นแบบ non-articulated laticifer ซึ่งส่วนใหญ่พบในส่วนของลำต้นอยู่ในชั้นของ cortex และมีจำนวนมากกว่าในส่วนของรากและใบ (นรินทร์, 2526)

3.1.3 การปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อม สบู่ดำเป็นพืชเมืองร้อนที่อยู่ในเขตร้อนชื้น สามารถปรับตัวได้ดีในทุกภาคของประเทศไทย ทนความแห้งแล้ง เจริญเติบโตได้แม้แต่ดินที่มีฝนตกน้อยปีละ 200 มิลลิเมตร ขึ้นได้ในดินแทบทุกชนิด ดินที่ปลูกควรเป็นกรดเล็กน้อย มีธาตุอาหารที่สมบูรณ์และมีการระบายน้ำดี เนื่องจากสบู่ดำไม่ทนต่อสภาพน้ำขังใบจะเหี่ยวและต้นเน่าได้ง่าย

3.1.4 ผลผลิตและคุณภาพ สบู่ดำสามารถให้ผลผลิตแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวิธีการปลูก ระยะปลูก สภาพแวดล้อมที่ปลูก อายุของสบู่ดำ ตลอดจนการจัดการต่างๆ เช่น การตัดแต่งกิ่ง สบู่ดำที่ปลูกด้วยการเพาะเมล็ดและการปลูกด้วยท่อนพันธุ์พบว่ามีความแตกต่างกันด้านผลผลิต จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของศูนย์วิจัยพืชไร่นครราชสีมา (2548) รายงานว่า สบู่ดำที่อายุ 1 ปี กลุ่มพันธุ์ที่ปลูกด้วยท่อนพันธุ์ให้ผลผลิตเฉลี่ย 230 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนกลุ่มที่ปลูกด้วยเมล็ดพันธุ์ให้ผลผลิตเฉลี่ย 181 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งต้นที่ปลูกจากท่อนพันธุ์สามารถให้ผลผลิตสูงกว่าต้นที่ปลูกด้วยเมล็ดพันธุ์ถึง 27 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับผลการทดลองหาระยะปลูกสบู่ดำโดยใช้ท่อนพันธุ์และเมล็ดพันธุ์ที่สถานีทดลองพืชไร่มุกดาหาร ในปี 2525 พบว่า การปลูกด้วยท่อนพันธุ์สามารถให้ผลผลิตเมล็ดมากกว่าการปลูกด้วยเมล็ดพันธุ์ 25 เปอร์เซ็นต์ในปีแรกและ 29 เปอร์เซ็นต์ในปีที่ 2 (นาค, 2527) การปลูกโดยการจัดการแบบไม่ใช้ปุ๋ย ใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยคอก ตลอดจนไม่มีการจัดการการชลประทานและการจัดการวัชพืชที่ถูกต้อง พบว่า ในปีแรกสบู่ดำให้ผลผลิตต่ำมากโดยให้ผลผลิตประมาณ 80-100 กิโลกรัมต่อไร่ และให้ผลผลิตในปีที่ 2 และ 3 ประมาณ 150-200 และ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และให้ศักยภาพผลผลิตระหว่าง 450-500 กิโลกรัมต่อไร่ ในสภาพดูแลรักษาอย่างดี (แอนนา และคณะ, 2549) สำหรับการตัดแต่งกิ่งเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ช่วยเพิ่มผลผลิต การแต่งกิ่งควรทำก่อนฤดูฝน (สมศักดิ์ และ ชาญวิทย์, 2549) และไม่สมควรตัดในช่วงปลายฤดูฝน เนื่องจากกิ่งที่แตกใหม่จะมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นมาก ทำให้ต้นสูงเกือบเท่าต้นที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง ซึ่งส่งผลต่อความยากลำบากในการเก็บเกี่ยวผลผลิต

3.2 ถั่วเวอร์ราโนสไตโล [*Stylosanthes hamata* (L.) Taub. cv. Verano]

3.2.1 ถิ่นกำเนิดและการแพร่กระจาย ถั่วเวอร์ราโนสไตโล (Verano stylo) หรือคาริบเบียนสไตโล (Caribbean stylo) หรือที่เรียกกันทั่วไปในประเทศไทยว่า ฮามาต้า (Hamata) เป็นพืชพื้นเมืองของหมู่เกาะอินเดียตะวันตก อเมริกากลางและอเมริกาใต้ (เกียรติสุรักษ์, 2528 และ สายัณห์, 2540) ประเทศไทยนำเข้าครั้งแรกจากประเทศออสเตรเลียเพื่อปลูกทดสอบและผลิตเมล็ดพันธุ์ โดย Max Shelton ในปี 1970 (กองอาหารสัตว์, 2545ก) คำว่า verano นั้นย่อมาจากภาษาสเปน ตรงกับคำว่า dry season แปลว่า ทนทานต่อความแห้งแล้ง (บุญฤา, 2533)

3.2.2 ลักษณะสัณฐาน ถั่วเวอร์ราโนสไตโลเป็นพืชพวกไม้เนื้ออ่อนที่ไม่มีเนื้อไม้ (herbaceous) ที่มีอายุ 1-3 ปี (short lived perennial of annual-perennial mixture) แต่ในสภาพที่มีการตัดหรือปล่อยสัตว์เข้าแทะเล็มอาจมีนิสัยเป็นพืชกึ่งปี ลักษณะการเจริญเติบโตเป็นพุ่มเตี้ย ลำต้นกิ่งตั้งตรง (Hare and Waranyuwat, 1980) เมื่อมีอายุมากขึ้นจะมีกิ่งก้านแผ่ออกจากด้านข้างแล้วชูสูงขึ้น กิ่งแตกเป็นคู่ (dichotomous) ลำต้นเรียบหรือมีขนขาวละเอียดอยู่ข้างล่างด้านใดด้านหนึ่ง ไม่มีขนแข็ง (bristle) เหมือนกับถั่วทาวน์สวิลล์สไตโล (*S. humilis*) ต้นเต็มที่สูงประมาณ 50-60 เซนติเมตร การแตกของกิ่งก้านใบมาจากตาที่อยู่ในซอกใบ (สาขันธ์, 2540) คลุมพื้นที่กว้างและทึบ ใบเป็นแบบใบรวม แตกเป็น 3 ใบย่อย (trifoliate leaf) รูปร่างคล้ายหอกค่อนข้างยาวแต่แคบ ปลายใบแหลม (stipules) ยาว 4-6 มิลลิเมตร คล้ายฟัน 2 ซี่ (bidentate) ติดอยู่กับฐานก้านใบ มีขนที่กาบหุบใบ (sheath) ช่อดอกเป็นแบบ spike (บุญฤา, 2532ก.) คล้ายรูปไข่ (oblong spike) มีความยาวมากกว่า 20 มิลลิเมตร ดอกรวมกันเป็นกลุ่มเป็นกระจุกๆ ละ 8-14 ดอก กลีบดอกสีเหลืองขนาดประมาณ 1.5 มิลลิเมตร เริ่มติดดอกภายหลังออกได้ประมาณ 40-50 วัน และทยอยออกดอกเรื่อยๆ ติดดอกมากในราวเดือนตุลาคม ถั่วชนิดนี้สามารถออกดอกได้ตลอดทั้งปีเพราะการออกดอกไม่ได้ขึ้นอยู่กับช่วงแสง พบออกดอกตามปลายกิ่งและต่อเนื่องเป็นเวลานานๆ (Wilaipon and Humpheys, 1976) หลังจากการออกดอกยังคงมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและใบต่อไปเรื่อยๆ (เกียรติสุรักษ์, 2528; กองอาหารสัตว์, 2537) ถั่วเวอร์ราโนสไตโลมีเมล็ดอยู่ในฝักๆ ละ 1 เมล็ด ฝักมี 2 แบบ คือ แบบ single seed pod เหมือนถั่วทาวน์สวิลล์สไตโล อีกแบบประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนบนมีหาง และส่วนล่างไม่มีหาง

3.2.3 การปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อม ถั่วเวอร์ราโนสไตโลสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้อย่างกว้างขวาง (บุญฤา และ ถาวร, 2532) Humpheys (1980) รายงานว่า ถั่วเวอร์ราโนสไตโลสามารถปลูกในท้องที่ที่มีฝนตกเฉลี่ย 600 มิลลิเมตรต่อปีได้ ขึ้นได้ดีในสภาพมีฝนปานกลางแต่เจริญเติบโตและให้ผลผลิตดีถ้าปลูกในพื้นที่ที่มีฝนตกชุกมากกว่า 1,200 มิลลิเมตรต่อปี ช่วงฤดูแล้งมีการเจริญเติบโตปานกลาง สามารถขึ้นอยู่ได้ในช่วงฤดูร้อนที่ยาวนาน ทนแล้งได้ดีหรือชอบความร้อน (heat loving plant) ถ้าแล้งจัดอาจเกิดการร่วงของใบ ถั่วเวอร์ราโนสไตโลสามารถขึ้นได้ดีตั้งแต่ดินทรายจนถึงดินเหนียวแต่เจริญเติบโตไม่ดีในดินเหนียวจัด ทนร่มเงาได้ดีกว่าถั่วทาวน์สวิลล์สไตโล ทนน้ำท่วมค่อนข้างดี นอกจากนี้ยังสามารถขึ้นร่วมกับหญ้าพื้นเมืองหลายชนิดและเจริญเติบโตได้ในที่มีข้อจำกัดซึ่งบางครั้งไม่สามารถเพาะปลูกพืชอาหารสัตว์ชนิดอื่นได้ดีเท่า จึงจัดเป็นถั่วอาหารสัตว์ที่เหมาะสมกับสภาพดินหลายแห่งของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

3.2.4 ผลผลิตและคุณภาพ ถั่วเวอรานอสไตโลให้ผลผลิตสูงกว่าถั่วพืชอาหารสัตว์หลายๆ ชนิดเมื่อเปรียบเทียบกับถั่วสไตโลชนิดอื่นๆ (บุญฤา, 2522) ผลผลิตและคุณภาพของถั่วเวอรานอสไตโลแตกต่างกันไปตามสภาพพื้นที่และอายุการตัด (Tudsri et al., 1988) กองอาหารสัตว์ (2545ก) รายงานว่า ควรปลูกถั่วเวอรานอสไตโลต้นฤดูฝนในเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม หากปลูกช้าถั่วจะออกดอกและชะงักการเจริญเติบโต ถั่วเวอรานอสไตโลมีการเจริญเติบโตช้าและให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งไม่สูงนักแต่เมื่อถั่วเวอรานอสไตโลออกดอกแล้วการเจริญเติบโตของต้นถั่วจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว หลังจากถั่วเวอรานอสไตโลตัดดีแล้วผลผลิตน้ำหนักแห้งจะอยู่ระหว่าง 1,425-1,838 กิโลกรัมต่อไร่ โดยการเก็บเกี่ยวถั่วเวอรานอสไตโลควรตัดทุก 45 วันและไม่ควรเกิน 60 วัน ระยะความสูงของการตัดที่เหมาะสมควรตัดสูงจากพื้นดินประมาณ 10 เซนติเมตรหรือ 3-5 นิ้ว เพื่อจะได้ต้นถั่วที่ให้โปรตีนสูงระหว่าง 17-18 เปอร์เซ็นต์ โดยมีโปรตีนสูงเมื่ออายุน้อยและลดลงเรื่อยๆ เมื่อต้นถั่วมีอายุมากขึ้น

3.3 ถั่วเลปเลป [*Lablab purpureus* (L.)]

3.3.1 ถิ่นกำเนิดและการแพร่กระจาย ถั่วเลปเลป (Lablab bean) อยู่ใน Family Leguminosae มีชื่อเรียกแตกต่างกันในแต่ละประเทศ สายพันธ์ (2540) รายงานว่า ถั่วเลปเลปในประเทศไทยมีชื่อพื้นเมืองว่า ถั่วแปบหรือถั่วหนัง ปลูกมากในประเทศอินเดีย ต่อมาแพร่กระจายในอีกหลายประเทศ (Skerman, 1977) ในประเทศไทยมีถั่วเลปเลป 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ Rongai ที่มีแหล่งดั้งเดิมที่ประเทศเคนยาและได้ถูกนำเข้าประเทศออสเตรเลีย แล้วแพร่กระจายทั่วไปตามเขตร้อนของประเทศออสเตรเลีย ส่วนพันธุ์ Highworth เป็นพันธุ์ที่นำมาจากออสเตรเลียและอินเดียตอนใต้ (Peter, 1975 และ สุปราณี, 2544)

3.3.2 ลักษณะพื้นฐาน ถั่วเลปเลป เป็นถั่วที่มีอายุเพียงฤดูเดียวหรือสองฤดู มีระบบรากแก้ว (tap root system) มีรากแขนงมากมาย ลำต้นมีลักษณะอวบน้ำ เจริญเติบโตแบบเถาพุ่มแต่อาจมีเถาทอดและเลื้อยพันพืชอื่น สูงประมาณ 90-180 เซนติเมตร บางพันธุ์ลำต้นสูง 1.6-6.0 เมตร (สายพันธ์, 2540) ขั้วและปล้องสามารถยืดขยายได้ มีใบประกอบ 3 ใบย่อย (trifoliate leaf) ใบย่อยแต่ละใบมีขนาดใหญ่คล้ายขนนกเป็ดญี่ปุ่น ปลายใบแหลม (acute) ยาวประมาณ 7-15 เซนติเมตร กว้าง 8-10 เซนติเมตร ผิวหน้าใบไม่มีขนแต่ใต้ใบมีขนอ่อน ก้านใบยาวเรียวและบอบบาง ช่อดอกเป็นแบบ raceme มีก้านดอก (peduncle) ยาว 2-40 เซนติเมตร ดอกย่อยมีสีขาวและสีม่วงขึ้นอยู่กับพันธุ์ โดยพันธุ์ Rongai มีดอกสีขาว ออกดอกช้า เมล็ดสีน้ำตาล ส่วนพันธุ์ Highworth มีดอกสีม่วง เมล็ดสีดำและมีขนาดเล็กกว่าพันธุ์ Rongai เล็กน้อย (Peter, 1975 และ สุปราณี, 2544) ฝักแบนมีลักษณะโค้งงอคล้ายมีดดาบยาว 4-10

เซนติเมตร กว้าง 2-4 เซนติเมตร แต่ละฝักมี 2-5 เมล็ด ลักษณะที่สำคัญที่ทำให้เห็นความแตกต่างจากถั่วอื่นๆ คือ ขั้วเมล็ด (hilum) มีสีขาวใหญ่เห็นได้ชัดเจน

3.3.3 การปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อม ถั่วเลเปเลปจัดเป็นพืชวันสั้น สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศร้อน ปริมาณน้ำฝน 510-1,700 มิลลิเมตรต่อปี สามารถขึ้นได้ในดินเกือบทุกชนิด ตั้งแต่ดินทรายจนกระทั่งดินเหนียว ทนแล้งได้ดี ไม่ชอบดินชื้นแฉะ (สุปราณี, 2544) ถั่วเลเปเลปเป็นถั่วแตกกิ่งก้านสาขามาก เมื่อปลูกชิดกันในระยะห่าง 30-50 เซนติเมตร จะคลุมดินได้ดีมากและถ้าปลูกบริเวณที่มีความชื้นดี ถั่วเลเปเลปจะสามารถเจริญเติบโตและคลุมดินได้นานมากกว่า 1 ปี (กรมพัฒนาที่ดิน, 2541)

3.3.4 ผลผลิตและคุณภาพ ถั่วเลเปเลปจัดเป็นพืชวันสั้น สภาพแวดล้อมจึงมีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตซึ่งได้แก่ ช่วงแสง อุณหภูมิ และความชื้น การที่ถั่วได้รับช่วงแสงมากกว่าช่วงแสงวิกฤต ทำให้ถั่วมีโอกาสสะสมน้ำหนักแห้ง และมีการเจริญทางลำต้นให้ผลผลิตเมล็ดสูงขึ้น หากต้นถั่วได้รับแสงที่สั้นกว่าช่วงวิกฤติ ถั่วจะออกดอกและสุกแก่เร็ว ต้นเตี้ยและให้ผลผลิตต่ำ (Norman, 1978) นอกเหนือจากปัจจัยดังกล่าว ในงานทดลองของ สุภาวรรณ (2548) ที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ แสดงให้เห็นว่า ระยะปลูกและความถี่ของการตัดมีผลต่อผลผลิต น้ำหนักแห้งและผลผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเลเปเลปที่ใช้ระยะปลูก 25x25 เซนติเมตร (25,600 ต้น/ไร่) สามารถให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์และน้ำหนักแห้งสูงกว่าที่ระยะปลูก 50x50 (6,400 ต้น/ไร่) และ 75x75 (2,844 ต้น/ไร่) อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ เนื่องจากการปลูกพืชที่ระดับความหนาแน่นต่างๆ กันมีผลทำให้การเจริญเติบโตทางด้านลำต้น กิ่งใบ และผลผลิตแตกต่างกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าจำนวนต้นที่เพิ่มขึ้นต่อพื้นที่ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สามารถเพิ่มผลผลิตให้สูงได้ นอกจากนี้ถั่วเลเปเลปที่ตัดทุก 40 วัน มีคุณค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีน ADF และ NDF เท่ากับ 17.37, 39.94 และ 52.68 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งค่าโปรตีนเฉลี่ยของถั่วเลเปเลปมีค่าเท่ากับ 17 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง ถือว่าค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับถั่วเขตร้อนและหญ้าเขตร้อนชนิดอื่นๆ

3.4 ถั่วท่าพระสไตโล (*Stylosanthes guianensis*)

3.4.1 ถิ่นกำเนิดและการแพร่กระจาย ถั่วท่าพระสไตโลเป็นพืชพื้นเมืองของอเมริกากลาง พบที่ประเทศ Belize, คอสตาริกา (ตะวันออกเฉียงเหนือ), กัวเตมาลา, ฮอนดูรัส, เม็กซิโก (ใต้), นิการากัว (ตะวันออก) และปานามา ทวีปอเมริกาใต้ พบที่ประเทศ โบลิเวีย (เหนือ), บราซิล, โคลัมเบีย, French Guiana, Guyana, Suriname, เปรู, และเวเนซุเอลา เป็นถั่วอีกชนิดหนึ่งในตระกูล

Stylosanthes ที่ได้ปลูกทดสอบที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ขอนแก่น มีความทนทานต่อโรคแอนแทรกคโนสได้ดีกว่าพันธุ์แกรมสไตโล จึงคัดเลือกจนได้สายพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทยโดยกองอาหารสัตว์ได้นำออกเผยแพร่ในปี พ.ศ. 2541

3.4.2 ลักษณะพื้นฐาน เป็นพืชหลายฤดู (perennial) อายุ 2-3 ปี ต้นสูงประมาณ 1 เมตร มีกิ่งแขนงหนาแน่น ลำต้นมีขน ทรงต้นมีทั้งแบบตั้งตรงและแผ่ราบ ใบเป็นแบบ trifoliate ใบย่อยจะคล้ายแบบ elliptic (มีส่วนที่กว้างที่สุดอยู่กึ่งกลางใบแต่จะมีความกว้างของใบน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของความยาวใบ) ใบย่อยกว้าง 6-9 มิลลิเมตร ยาว 35-50 มิลลิเมตร มีก้านใบย่อยกลางไม่ชัดเจน ช่อดอกมีขนและอยู่รวมกันเป็นกระจุก ดอกสีเหลือง เริ่มออกดอกประมาณต้นเดือนตุลาคมไปจนถึงปลายเดือนพฤศจิกายน ฝักมีส่วนที่เป็นจะงอยสั้นกว่า 1 มิลลิเมตร ใน 1 ฝักมี 1 เมล็ด เมล็ดสีเหลืองจนถึงน้ำตาลและอาจพบเมล็ดสีดำ เริ่มออกดอกประมาณต้นเดือนตุลาคมและจะเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ได้ประมาณปลายเดือนมกราคมของปีถัดไป (กองอาหารสัตว์, 2545ข)

3.4.3 การปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อม ถั่วท่าพระสไตโลมีถิ่นกำเนิดในบริเวณที่มีปริมาณฝน 700-5,000 มิลลิเมตรต่อปี แต่ส่วนใหญ่จะพบที่ปริมาณฝน 1,000-2,500 มิลลิเมตรต่อปี โดยทั่วไปจะปรับตัวได้ดีที่สุดในบริเวณที่มีฝนมากกว่า 1,500 มิลลิเมตรต่อปี ทนทานต่อความแห้งแล้งได้ดี สามารถที่จะมีชีวิตรอดจากช่วงความแห้งแล้งที่ยาวนาน ทนน้ำท่วมขังได้ชั่วคราว ชอบดินเหนียวที่ระบายน้ำดีแต่ขึ้นได้ไม่ดีในดินเหนียวจัด (heavy montmorillonitic clay) และมีความชื้นสูงเพราะจะทำให้ต้นถั่วมีการเจริญเติบโตทางใบมาก การติดเมล็ดจะมีน้อย เจริญเติบโตได้ในดินหลายชนิด ปรับตัวได้ดีในดินทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ สามารถทนต่อดินที่เป็นกรดสูง (ทนต่อ Al และ Mn ได้ปานกลาง) สามารถสกัดธาตุ P ในดินที่มีธาตุนี้อยู่ต่ำ แต่ก็ตอบสนองต่อการให้ธาตุ P เช่นเดียวกันกับธาตุ K, S, Ca และ Cu เมื่อดินมีธาตุเหล่านี้อยู่ในปริมาณต่ำ ต้องการธาตุ Mo ในระดับที่ต่ำกว่าถั่วเขตร้อนชนิดอื่นๆ สร้างปมได้ที่ pH 4.0 ไม่ทนต่อดินเค็ม การทะลุมเหยียบย่ำของสัตว์และการบดบังหรือตัดบ่อย ๆ (กองอาหารสัตว์, 2545ข)

3.4.4 ผลผลิตและคุณภาพ ถั่วท่าพระสไตโลปลูกในช่วงต้นฤดูฝนในเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคมสามารถให้ผลผลิตสูงและติดเมล็ดได้ดี การปลูกถั่วช้าทำให้มีระยะเวลาสำหรับการเจริญเติบโตน้อย เนื่องจากถั่วชนิดนี้จะออกดอกช่วงต้นเดือนตุลาคมเป็นต้นไป ซึ่งจะทำให้มีการเจริญเติบโตทางระบบสืบพันธุ์มากกว่าการเจริญทางลำต้นลดลงทำให้ได้ผลผลิตต่ำ การตัดปรับทรงพุ่ม

ทำให้สะดวกในการเก็บเกี่ยวและป้องกันไม่ให้ต้นถั่วคลุมทับกันซึ่งในช่วงฤดูฝนการเจริญของต้นถั่วจะหนาแน่นมาก หากปล่อยให้ต้นถั่วยาวเกินไปจะทำให้ต้นพันกันตัดต้นถั่วยาก นอกจากนี้ยังกระตุ้นให้ต้นถั่วมีการแตกกิ่ง สร้างดอกและติดเมล็ดเพิ่มขึ้นอีกด้วย การเก็บเกี่ยวผลผลิตเริ่มตัดใช้ประโยชน์ครั้งแรกเมื่ออายุ 70-90 วันหลังปลูกและตัดครั้งต่อไปทุก 45-60 วัน ตัดสูงจากพื้นดิน 20 เซนติเมตร ถั่วทำพระศไคโลเหมาะสำหรับใช้เลี้ยงโค กระบือในรูปถั่วสดหรือถั่วแห้ง ผลผลิตและคุณค่าทางอาหารจะสูงในช่วงฤดูฝน (มิถุนายน-ตุลาคม) หลังจากนั้นจะลดลงเมื่อเข้าสู่ฤดูแล้ง

3.5 ถั่วคาวาลเคต (*Centrosema pascuorum* cv. Cavalcade)

3.5.1 ถิ่นกำเนิดและการแพร่กระจาย ถั่วคาวาลเคตเป็นพืชอาหารสัตว์ล้มลุก มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อน การกระจายส่วนใหญ่อยู่บริเวณเขตร้อนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของบราซิล, Pantanal, แถบชายฝั่งประเทศอิเควดอร์, ตอนเหนือของประเทศเวเนซุเอลา, Guyana และในอเมริกากลางจากตอนใต้ของเม็กซิโกจนถึงปานามา ความอุดมสมบูรณ์ของดินบริเวณที่พบส่วนใหญ่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางจนถึงสูง ถั่วพันธุ์นี้ได้ส่งออกเผยแพร่ในออสเตรเลียในปี 1984 เหมาะสำหรับเขตร้อนที่มีช่วงแล้ง 5-8 เดือน ประเทศไทยได้นำถั่วคาวาลเคตเข้ามาปลูกครั้งแรกในปี 1985 จากประเทศออสเตรเลียโดย Mongkol Harnkla

3.5.2 ลักษณะพื้นฐาน เป็นถั่วอายุสั้นฤดูเดียว (annual) มีการเจริญแบบเถาเลื้อย เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่จะยาวประมาณ 2 เมตร ใบเป็นแบบ trifoliate มีใบ 3 ใบย่อย ใบมีลักษณะเป็นรูปหอก เรียวยาว ขนาดใบกว้าง 0.8-1.2 เซนติเมตร ยาว 9-13 เซนติเมตร ลำต้นและก้านใบไม่มีขน ดอกสีแดงเข้มจนเกือบม่วง ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด ฝักมีสีเขียวยาว 3.5-7.0 เซนติเมตร จะเปลี่ยนเป็นสีเขียวเข้มจนกระทั่งเป็นสีน้ำตาลเมื่อแก่เต็มที่ ใน 1 ฝัก มีเมล็ดอย่างน้อย 15 เมล็ด เรียงเป็นแถวเดี่ยว เมล็ดเป็นรูปวงรีและนูน น้ำหนัก 1,000 เมล็ดประมาณ 23-25 กรัม ถั่วคาวาลเคตเริ่มออกดอกประมาณปลายเดือนกันยายนเป็นต้นไปและเริ่มติดฝักราวกลางเดือนตุลาคม สามารถทยอยเก็บฝักแก่ได้ประมาณปลายเดือนพฤศจิกายนเป็นต้นไป

3.5.3 การปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อม ถั่วคาวาลเคตเป็นพืชวันสั้น ปรับตัวได้ดีในเขตร้อน สามารถปลูกได้ง่าย Hare (1995) รายงานว่า ถั่วคาวาลเคตสามารถปรับตัวและเจริญเติบโตได้ดีในดินเกือบทุกชนิดแม้แต่ในดินที่เป็นทราย กรวดหรือในสภาพที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่า 1,000

มิลลิเมตรต่อปี ไม่ทนต่อน้ำค้างแข็งและน้ำท่วมขัง ทนต่อการตัดและการเล็มปานกลาง การคงอยู่ของถั่วเกิดจากปริมาณที่สะสมอยู่ของเมล็ดที่ร่วงอยู่ในแปลง (seed bank)

3.5.4 ผลผลิตและคุณภาพ ถั่วคาวาลเคตควรปลูกต้นฤดูฝนในเดือนพฤษภาคมเพื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตได้หลายครั้ง เริ่มตัดใช้ประโยชน์ครั้งแรกเมื่ออายุ 60-90 วันหลังปลูกและตัดครั้งต่อไปทุก 45-60 วัน หรือสังเกตเห็นว่าต้นส่วนล่างเริ่มเหลืองและตัดสูงจากพื้นดิน 10-20 เซนติเมตรโดยใช้เกี่ยวเกี่ยว โดยทั่วไปถั่วคาวาลเคตสามารถใช้ประโยชน์ได้เพียงปีเดียว ถั่วคาวาลเคตให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งประมาณ 1,000-3,000 กิโลกรัมต่อไร่ การปลูกล่าช้าอาจตัดได้เพียง 2 ครั้งและให้ผลผลิตแห้ง 800-1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ถั่วชนิดนี้มีคุณค่าทางอาหารสูง มีโปรตีนประมาณ 18 เปอร์เซ็นต์ วัตถุแห้ง 91% และมีโปรตีนหยาบย่อยได้ดี (71 เปอร์เซ็นต์) จากการศึกษาของ พิมพาพร และคณะ (2543) พบว่า ถั่วคาวาลเคตแห้งที่มีอายุการตัด 90 วัน มีโปรตีนหยาบ 14.5 เปอร์เซ็นต์ จึงจัดเป็นอาหารหยาบที่เป็นแหล่งโปรตีนที่ดี จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าถั่วคาวาลเคตมีศักยภาพสูงทั้งในแง่ของการนำมาปลูกเพื่อใช้เลี้ยงสัตว์และผลิตเมล็ดพันธุ์ที่ค่อนข้างสูง ทั้งนี้เนื่องจากว่าถั่วคาวาลเคตมีลักษณะการเจริญเติบโตเป็นแบบเถาเลื้อยจึงสามารถขึ้นพันต้นหญ้าที่ปลูกร่วมได้ดี มีใบดกและใบไม่ร่วงเมื่อแห้ง มีแนวโน้มที่จะนำมาทำเป็นถั่วอัดแห้งหรือบดละเอียดได้ดี (กองอาหารสัตว์, 2545ค) มีสีเหลืองปนเขียว กลิ่นหอม มีใบมาก จึงเหมาะสำหรับใช้เลี้ยงสัตว์ได้หลายชนิด เช่น โคเนื้อ โคนม โคนือ แพะ แกะ ช้างและม้า ทั้งในรูปตัดสดและทำเป็นถั่วแห้งเพื่อเก็บไว้เลี้ยงสัตว์

อุปกรณ์และวิธีการ

1. แผนการทดลอง

1.1 สถานที่ทดลอง

สถานีวิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ อำเภอบางบาล จังหวัดนครราชสีมา อยู่ห่างจากกรุงเทพฯ ไปทางตะวันออกเฉียงเหนือ 150 กิโลเมตร ดินที่ใช้ทดลองเป็นดินชุดปากช่อง มี pH 6.2-6.3 ปริมาณอินทรียวัตถุ 2.2-2.5 เปอร์เซ็นต์ โดยมีปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม 248-280 และ 203-291 ppm ตามลำดับ บริเวณพื้นที่ทดลองมีการปลูกถั่วไมยราพเพื่อเป็นการคลุมดินมาก่อน และมีการปลูกข้าวโพดสลับมาในระยะ 5 ปีที่ผ่านมา

1.2 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองสุ่มแบบบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complet Block) จำนวน 3 ซ้ำ ขนาดของแปลงย่อย 144 ตารางเมตร ประกอบด้วยดำรับการทดลองดังนี้

ดำรับที่ 1	ปลูกสับคูอย่างเดี่ยว (control)
ดำรับที่ 2	ปลูกสับคูปลูกร่วมกับถั่วเวอร์นาโนสไตโล (JC + VS)
ดำรับที่ 3	ปลูกสับคูปลูกร่วมกับถั่วท่าพระสไตโล (JC + TS)
ดำรับที่ 4	ปลูกสับคูปลูกร่วมกับถั่วคาวาลแคต (JC + CD)
ดำรับที่ 5	ปลูกสับคูปลูกร่วมกับถั่วเลปแลป (JC + LL)

2. วิธีการทดลอง

2.1 การเตรียมดิน

เตรียมดินโดยใช้แทรกเตอร์ไถและพรวนอย่างดีเพื่อให้ดินมีสภาพเหมาะสมต่อการปลูกสับคูและถั่ว ซึ่งสภาพพื้นที่แปลงทดลองเดิมมีการปลูกไมยราพคลุมดิน

2.2 การเตรียมกล้าสบู่ดำ

เพาะสบู่ดำด้วยเมล็ดลงในถุงชำขนาด 3x7 นิ้ว โดยใช้ดินในบริเวณสถานีวิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ ให้น้ำสม่ำเสมอทุกวันจนกระทั่งกล้าสบู่ดำอายุ 2 เดือน จึงย้ายปลูกลงในพื้นที่

2.3 การเตรียมเมล็ดพันธุ์ถั่ว

เตรียมเมล็ดถั่วอาหารสัตว์ 4 ชนิด ได้แก่ ถั่ววอราโนสไตโล [*Stylosanthes hamata* (L.) Taub. cv. Verano] ถั่วท่าพระสไตโล [*Stylosanthes guianensis*] ถั่วคาวาลเคต [*Centrosema pascurum* cv. Cavalcade] และถั่วแลปแลป (สีดำ) [*Lablab purpureus* (L.)] ลวกน้ำร้อนเพื่อแก้การพักตัวของเมล็ดที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที หลังจากนั้นนำเมล็ดคลุกด้วยเชื้อไรโซเบียมที่จำเพาะกับพันธุ์ถั่วแต่ละชนิด

2.4 การปลูกพืช

2.4.1 สบู่ดำ นำกล้าสบู่ดำย้ายปลูกลงแปลงในวันที่ 1 ตุลาคม 2548 โดยใช้ระยะปลูกระหว่างต้นและแถว 2x3 เมตร จำนวน 4 แถว แถวละ 6 ต้นในหนึ่งแปลงย่อย

2.4.2 ถั่วอาหารสัตว์ นำถั่วอาหารสัตว์ที่ผ่านการแก้ไขปัญหาการพักตัวและคลุกเชื้อไรโซเบียมมาแล้วทุกพันธุ์ ปลูกในวันที่ 8 ตุลาคม 2548 โดยใช้วิธีหว่านด้วยมือ อัตรา 6 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนถั่วแลปแลปปลูกเป็นแถวแซมระหว่างต้นสบู่ดำ โดยใช้ระยะปลูกระหว่างต้นและแถว 25x50 เซนติเมตร ด้วยเครื่องหยอดเมล็ดด้วยมือ (jab) ปลูกหลุมละ 3-4 เมล็ด

2.5 การจัดการหลังการปลูก

2.5.1 การให้น้ำ

ให้น้ำแก่สบู่ดำและถั่วด้วยระบบพ่นฝอยปริมาณ 25 มิลลิเมตรต่อสัปดาห์ ในระยะฝนทิ้งช่วงเฉพาะในฤดูแล้งปีแรก หลังจากนั้นจึงอาศัยน้ำฝนจากธรรมชาติ

2.5.2 การใส่ปุ๋ย

ภายหลังการปลูกสับดำและถั่ว หว่านปุ๋ยแต่งหน้าฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในรูปปุ๋ยโมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต (0-52-34) และ โพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) อัตรา 30 และ 5 กิโลกรัมต่อไร่ ในวันที่ 12 เมษายน และ 18 มิถุนายน 2549 ตามลำดับ

2.5.3 การปลูกซ่อม

ภายหลังจากการปลูกถั่วอาหารสัตว์ พบว่า ถั่วเวอร์นาโนสไดโลและถั่วท่าพระสไดโล มีการงอกไม่สม่ำเสมอ จึงได้มีการปลูกซ่อมถั่วทั้ง 2 ชนิด ในวันที่ 22 ตุลาคม 2548 และปลูกซ่อม ถั่วคาวาลเคตในวันที่ 5 พฤศจิกายน 2548 เนื่องจากเมล็ดงอกไม่สม่ำเสมอ

2.5.4 การปลูกใหม่ในฤดูฝน

ในช่วงต้นฤดูฝน 2549 มีการปลูกถั่วคาวาลเคตและถั่วแลปแลปอีกครั้งทั้งนี้ เนื่องจากถั่วทั้ง 2 ชนิด เป็นถั่วที่มีอายุสั้นสามารถเก็บเกี่ยวได้ไม่เกิน 3-4 ครั้งต่อปี โดยปลูกเมื่อวันที่ 5 พฤษภาคม 2549 อัตราเมล็ดที่ใช้ 6 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับถั่วคาวาลเคต และสำหรับถั่วแลปแลปมีการปลูกใหม่อีกครั้งหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 6 ในวันที่ 30 กันยายน 2549 โดยใช้อัตราปลูก 3-4 เมล็ด/หลุม และมีการคลุมเชื้อโรโซเปียมก่อนปลูก การปลูกและการปลูกซ่อม ซึ่งได้สรุปไว้ในตาราง ภาคผนวกที่ 1

2.5.5 การจัดการวัชพืช

วัชพืชในแปลงควบคุมและแปลงที่ปลูกถั่วทุกแปลงถูกปล่อยให้ขึ้นตามธรรมชาติ ยกเว้นถั่วที่ขึ้นตามธรรมชาติ เช่น ไมยราพและถั่วผี เป็นต้น เพื่อให้เหลือเฉพาะถั่วอาหารสัตว์ที่ต้องการศึกษา

2.5.6 การจัดการแมลง

ป้องกันหนอนและแมลงให้กับถั่วแลปแลป โดยฉีดพ่นสารเคมีพอร์ท (คาร์โบซัลแฟน) อัตรา 60 ซีซี/น้ำ 20 ลิตรจำนวน 2 ครั้ง ในวันที่ 13 ธันวาคม 2548 และ 16 พฤษภาคม 2549

3. การเก็บข้อมูล

3.1 ข้อมูลภูมิอากาศ

เก็บข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา ณ สถานีตรวจอากาศเกษตร ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อำเภอบางช่อง จังหวัดนครราชสีมา ข้อมูลที่รวบรวมประกอบไปด้วย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์

3.2 ข้อมูลดิน

เก็บตัวอย่างดินก่อนและหลังการทดลองเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีดิน เมื่อวันที่ 25 ตุลาคม 2548 และวันที่ 23 มีนาคม 2550 ตามลำดับ ที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร จากผิวดิน สุ่มเก็บ 4 จุด จำนวน 3 ซ้ำ สำหรับการวิเคราะห์ความชื้นของดินได้เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร ในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2550 ซึ่งเป็นช่วงฤดูแล้งโดยเก็บห่างจากโคนต้นสับดำที่ระยะ 30, 60 และ 150 เซนติเมตร สุ่มเก็บระยะละ 2 จุด จำนวน 3 ซ้ำ

3.2.1 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน

ก. วิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดิน โดยใช้เครื่องวัด pH (pH meter) ใช้อัตราส่วนระหว่างดินต่อน้ำเท่ากับ 1:1 (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2542)

ข. วิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โดยวิธี Bray II (Bray and Kurtz, 1945)

ค. การวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ โดยสกัดด้วยสารละลาย 1 แอมโมเนียมอะซิเตตที่เป็นกลาง (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2542)

3.2.2 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดิน

ก. วิเคราะห์เนื้อดิน ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร วิธี Feeling method

ข. วิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุ โดยวิธีของ Walkley and Black (ทศนีย์ และ จงรักษ์, 2542)

ค. วิเคราะห์เม็ดดิน (aggregate analysis) และนำข้อมูลมาหาขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของเม็ดดินแห้ง (mean weight diameter, MWD) โดยวิธี Wet sieving method (ถนอม , 2526)

ง. วิเคราะห์ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (water holding capacity) (ถนอม, 2526)

จ. วิเคราะห์ความชื้นดิน (soil moisture content) โดยวิธี gravimetric method

3.3 ข้อมูลการเจริญเติบโตของสับปะรด

กลุ่มบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของสับปะรดในแปลงบริเวณ 8 ต้น ตรงกลางในแต่ละแปลงย่อย โดยมีรายละเอียดการบันทึกดังนี้

3.3.1 ความสูง วัดความสูงต้นสับปะรดโดยใช้ไม้เมตรวัดจากโคนต้นจนกระทั่งถึงปลายยอดของสับปะรดที่สูงที่สุด

3.3.2 จำนวนยอด ด้วยการนับยอดที่พบว่ามีใบคลี่เต็มอย่างน้อย 1 ใบ รวมกันทั้งต้น

3.3.3 ขนาดลำต้น วัดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสับปะรด โดยใช้ vernier วัดที่ตำแหน่งของลำต้นสูงจากระดับพื้นดิน 30 เซนติเมตร

3.4 ข้อมูลจำนวนต้นถั่วและวัชพืช

กลุ่มนับจำนวนต้นถั่วและวัชพืชจำนวน 17 ครั้ง ในวันที่ 19 พฤศจิกายน 2548, 17 ธันวาคม 2548, 21 มกราคม 2549, 5 กุมภาพันธ์ 2549, 21 มีนาคม 2549, 29 เมษายน 2549, 21 พฤษภาคม 2549, 17 มิถุนายน 2549, 16 กรกฎาคม 2549, 16 สิงหาคม 2549, 30 กันยายน 2549, 17

ตุลาคม 2549, 13 พฤศจิกายน 2549, 14 ธันวาคม 2549, 11 มกราคม 2550, 8 กุมภาพันธ์ 2550 และ 21 มีนาคม 2550 โดยใช้กรอบสี่มุม (quadrat) ซึ่งเป็นกรอบสี่เหลี่ยมขนาด 50x50 ตารางเซนติเมตร จำนวน 6 จุด ต่อแปลงย่อย

3.5 ข้อมูลผลผลิตพืช

3.5.1 ถั่วอาหารสัตว์และวัชพืช เก็บเกี่ยวผลผลิต จำนวน 7 ครั้ง เมื่อวันที่ 14 ธันวาคม 2548, 15 มีนาคม 2549, 4-5 พฤษภาคม 2549, 17 มิถุนายน 2549, 2 สิงหาคม 2549, 29 กันยายน 2549 และ 23 มีนาคม 2550 โดยการสุ่มพื้นที่ในแปลงทดลองด้วยกรอบสี่มุม (quadrat) ขนาด 1x1 เมตร วางในพื้นที่จำนวน 6 จุด ใช้เกี่ยวเกี่ยวถั่วรวมวัชพืชในกรอบสี่เหลี่ยมสูงจากพื้นดินประมาณ 20-25 เซนติเมตร นำมาชั่งน้ำหนักสด เพื่อหาผลผลิตน้ำหนักสดรวม (กิโลกรัมต่อไร่) และ sub-sampling เพื่อนำไปแยกหาปริมาณถั่วและวัชพืช โดยนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 72 ชั่วโมง หลังจากนั้นชั่งน้ำหนักเพื่อหาผลผลิตน้ำหนักแห้งนำไปบดเพื่อวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีต่อไป

3.5.2 สบู่ดำ สุ่มเก็บผลผลิตเมล็ดสบู่ดำจำนวน 8 ต้น เฉพาะบริเวณตรงกลางแปลงในแต่ละแปลงย่อย โดยเก็บผลผลิตเมล็ดสบู่ดำทุก 2 สัปดาห์ ตั้งแต่วันที่ 3 มิถุนายน 2549 ถึงวันที่ 28 พฤศจิกายน 2549 นำผลสบู่ดำตากแดดเพื่อลดความชื้น กระเทาะเปลือกสบู่ดำด้วยเครื่องกระเทาะเปลือก ชั่งน้ำหนักเมล็ดเพื่อคำนวณหาผลผลิตเมล็ดสบู่ดำต่อไป

3.6 ข้อมูลองค์ประกอบทางเคมีของพืช

3.6.1 ถั่วและวัชพืช นำตัวอย่างต้นถั่วและวัชพืช ที่ได้จากการสุ่มผลผลิตเฉพาะที่เก็บเกี่ยวในครั้งที่ 3 และ 5 มาบดให้ละเอียดแล้วนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของพืช ได้แก่

ก. ไนโตรเจน วิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมดในเนื้อเยื่อพืชด้วยวิธีเจลดาล (Kjeldahl method) (ทัศนีย์ และคณะ, 2537)

ข. ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในพืช โดยการย่อยด้วยกรดไนตริก-เพอร์คลอริก ($\text{HNO}_3\text{-HClO}_4$) และทำให้เกิดสีด้วยวิธี yellow molybdovanadophosphoric acid method เพื่อนำไปวัดด้วยเครื่อง visible spectrophotometer (ทัศนีย์ และคณะ, 2537)

ค. โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้โดยวิธีการย่อยด้วยกรดผสมไนตริก-เพอร์คลอริก ($\text{HNO}_3\text{-HClO}_4$) นำไปวัดด้วยเครื่อง Atomic absorption flame spectrophotometer (ทักษิณ และคณะ, 2537)

ง. วิเคราะห์ปริมาณกำมะถันที่สกัดได้ โดยวิธี Turbidimetry (Boltz, 1958)

3.6.2 สบู่ดำ สุ่มเก็บตัวอย่างใบสบู่ดำที่คลี่เต็มที่ โดยเลือกสุ่มใบที่ 3 นับจากยอด ในวันที่ 21 มีนาคม 2550 ไปวิเคราะห์ธาตุไนโตรเจนในพืชด้วยวิธีเจลดาล (Kjeldahl method) (ทักษิณ และคณะ, 2537)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลผลผลิตน้ำหนักรากและน้ำหนักแห้งของเถาและวัชพืช ผลผลิตเมล็ดสบู่ดำ คุณค่าทางอาหารพืช ได้แก่ ปริมาณ โปรตีน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินก่อนและหลังการทดลอง ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ความชื้นของดิน ความจุในการอุ้มน้ำของดิน และการจับตัวของเม็ดดิน นำมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance) และทดสอบค่า F-test โดยใช้วิธี ANOVA และตรวจสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแบบ Fisher's Lsd ที่ระดับ 5%

4.2 การหาค่าอัตราการเปลี่ยนแปลง (Ratio of change) ของดิน

เพื่อเปรียบเทียบอัตราการเปลี่ยนแปลงของสมบัติบางประการของดิน ซึ่งเป็นการคำนวณเลียนแบบเหมือนกับอัตราการเปลี่ยนแปลงของพืชที่คำนวณมาจากสูตร Singh และ Yadava อ้างโดย เฉลิมชัย (2546) ดังต่อไปนี้

$$\text{Ratio of change} = \log [(10 \times \text{postdata value}) / \text{predata value}]$$

นำค่าที่คำนวณได้มาพิจารณา กล่าวคือ ถ้าค่าที่คำนวณได้เท่ากับ 1 แสดงว่าค่าที่วิเคราะห์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเปรียบเทียบกับค่าก่อนการทดลอง หากค่าที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าสมบัติของดินมีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับค่าก่อนการทดลอง และถ้าค่าที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่าสมบัติของดินมีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับค่าก่อนการทดลอง

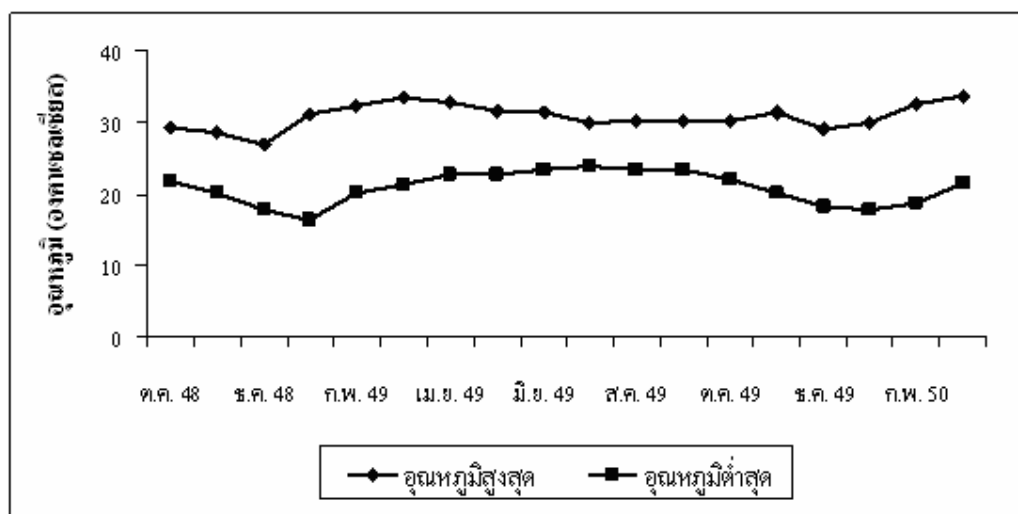
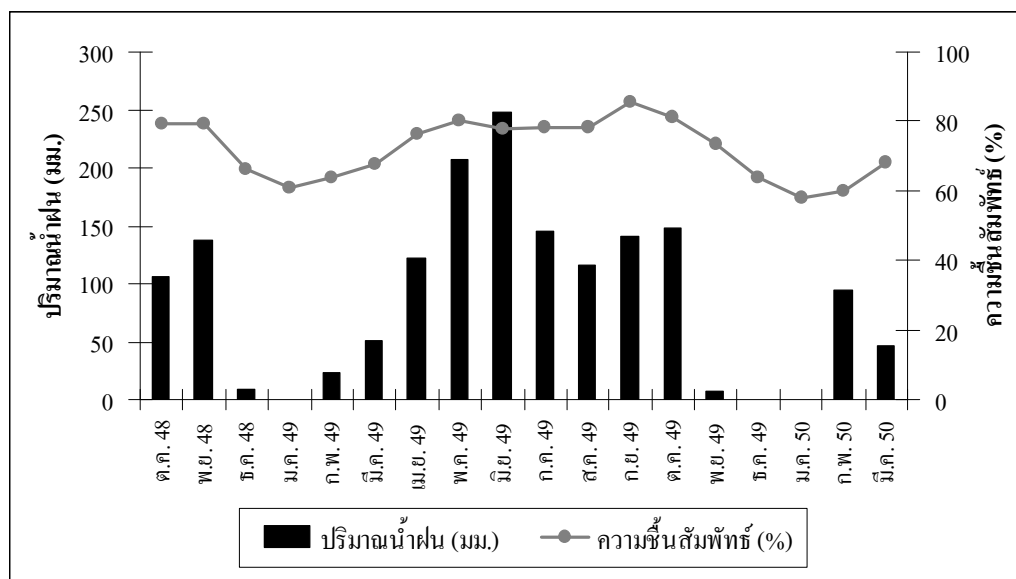
ผลการทดลอง

1. สภาพภูมิอากาศ

ในช่วงการปลูกสบู่ดำในเดือนตุลาคม 2548 ดินอยู่ในสภาพที่เหมาะสม เพราะมีปริมาณน้ำฝนตกถึง 105 มิลลิเมตร และฝนยังคงตกต่อเนื่องถึงเดือนพฤศจิกายนอีก 137 มิลลิเมตร ปริมาณฝนเริ่มลดน้อยลงตั้งแต่เดือนธันวาคมจนถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2549 ฝนเริ่มตกอีกครั้งในเดือนมีนาคมและเพิ่มปริมาณมากขึ้นตามลำดับจนถึงเดือนมิถุนายน 2549 ซึ่งมีปริมาณฝนตกถึง 248 มิลลิเมตร และลดลงเหลือ 145 มิลลิเมตรในเดือนกรกฎาคม ฝนยังคงตกต่อเนื่องในปริมาณใกล้เคียงกันจนถึงเดือนตุลาคม 2549 หลังจากนั้นปริมาณฝนตกน้อยมากระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม 2550 โดยมีปริมาณน้ำฝนเพียง 7.5 มิลลิเมตร ฝนเริ่มตกอีกครั้งในปลายเดือนกุมภาพันธ์จนกระทั่งสิ้นสุดงานทดลองในเดือนมีนาคม 2550 (ภาพที่ 1)

ในด้านความชื้นสัมพัทธ์ จะเห็นได้ว่าความชื้นสัมพัทธ์ลดลงในช่วง 4 เดือนแรกของการทดลองและเพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2549 จนถึงเดือนพฤษภาคม หลังจากนั้นความชื้นสัมพัทธ์มีค่าไม่แตกต่างกันมากนักระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนสิงหาคม 2549 โดยมีค่าระหว่าง 77.7-80.0 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นความชื้นสัมพัทธ์มีค่าสูงขึ้นอีกเป็น 85.5 เปอร์เซ็นต์ และลดลงในระยะ 4 เดือนต่อมา จนถึงระดับต่ำสุด 58 เปอร์เซ็นต์ในเดือนมกราคม และเพิ่มสูงขึ้นอีกครั้งใน 2 เดือนสุดท้ายของการทดลอง (ภาพที่ 1)

สำหรับอุณหภูมิพบว่า ในช่วง 3 เดือนแรกของการทดลองมีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยลดลงต่ำกว่า 30 องศาเซลเซียสและเพิ่มสูงขึ้นในระดับที่ใกล้เคียงกันตั้งแต่เดือนมกราคม 2548 จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง โดยตลอดการทดลองมีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 26.8-33.7 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยจะเห็นได้ว่าช่วง 4 เดือนแรกของการทดลองอุณหภูมิต่ำลง จนกระทั่งต่ำสุดในช่วงเดือนมกราคม 2549 และเพิ่มสูงอยู่ในระดับใกล้เคียงกันยกเว้นในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2549 ถึงเดือนกันยายนและลดลงอีกครั้งในช่วงหนาวระหว่างเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2550 และเพิ่มขึ้นในเดือนมีนาคม 2550 ตลอดการทดลองมีอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยระหว่าง 16.4-23.9 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 1 อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด ปริมาณน้ำฝนและความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงเดือนตุลาคม 2548 ถึง เดือนมีนาคม 2550

2. การเจริญเติบโตของสนุ่นดำ

2.1 ความสูง

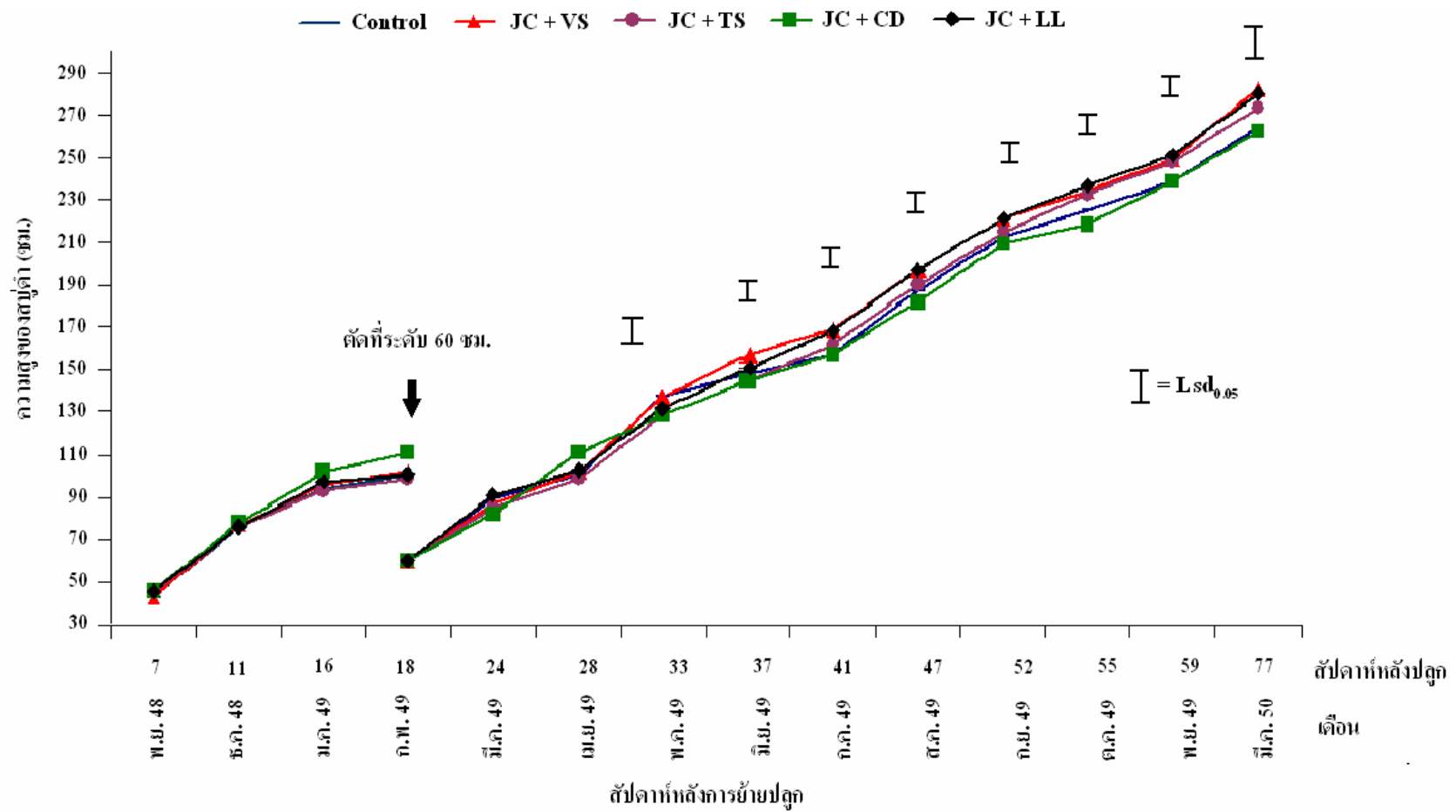
ก่อนการตัดยอดของสนุ่นดำมีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกันแต่หลังจากการตัดยอดของสนุ่นดำพบว่า สนุ่นดำฟื้นตัวในด้านความสูงอย่างรวดเร็วและพบความแตกต่างในด้านความสูงภายหลังการตัดยอดที่ 33 สัปดาห์หลังปลูก (พฤษภาคม 2549) โดยสนุ่นดำในแปลงควบคุมมีความสูง (138 เซนติเมตร) ใกล้เคียงกับสนุ่นดำที่ปลูกร่วมกับถั่วเวอร์ราโนสไตโลและถั่วเลปเลป (137 และ 132 เซนติเมตร ตามลำดับ) และสูงกว่าสนุ่นดำที่ปลูกร่วมกับถั่วท่าพระสไตโลและถั่วคาวาลเคต (129 เซนติเมตร) อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ หลังจากนั้นในช่วงสัปดาห์ที่ 37 (มิถุนายน 2549) สนุ่นดำที่ปลูกร่วมกับถั่วเวอร์ราโนสไตโลมีการเจริญเติบโตทางความสูงเพิ่มขึ้นเป็น 157 เซนติเมตร รองลงมาคือสนุ่นดำที่ปลูกร่วมกับถั่วเลปเลป 151 เซนติเมตร ในขณะที่สนุ่นดำที่ปลูกร่วมกับถั่วท่าพระสไตโล ถั่วคาวาลเคต และสนุ่นดำในแปลงควบคุมมีความสูง 148, 145 และ 145 เซนติเมตร ตามลำดับ แตกต่างจากสนุ่นดำที่ปลูกร่วมกับถั่วเวอร์ราโนสไตโลอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ในสัปดาห์ที่ 41 หลังปลูก (กรกฎาคม 2549) สนุ่นดำที่ปลูกร่วมกับถั่วเลปเลปมีความสูงเพิ่มสูงขึ้นใกล้เคียงกับสนุ่นดำที่ปลูกร่วมกับถั่วเวอร์ราโนสไตโลและไม่พบความแตกต่างทางความสูงระหว่างถั่ว 2 ชนิด ดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองในเดือนมีนาคม 2550 ตลอดการทดลองสนุ่นดำที่ปลูกร่วมกับถั่วคาวาลเคตมีการเจริญเติบโตทางความสูงต่ำกว่าสนุ่นดำที่ปลูกร่วมกับถั่วเลปเลป ถั่วเวอร์ราโนสไตโลและถั่วท่าพระสไตโลในทุกครั้งของการสุ่มวัดยกเว้นในสัปดาห์ที่ 33 สำหรับสนุ่นดำในแปลงควบคุมพบว่า มีความสูงไม่แตกต่างจากถั่วคาวาลเคตในช่วงสัปดาห์ที่ 37, 43, 47 และ 59 สัปดาห์หลังปลูก

เมื่อสิ้นสุดการทดลองสนุ่นดำที่ปลูกร่วมกับถั่วเวอร์ราโนสไตโลและถั่วเลปเลปมีความสูงเท่ากับ 282 และ 280 เซนติเมตร ในขณะที่สนุ่นดำที่ปลูกร่วมกับถั่วท่าพระสไตโล ถั่วคาวาลเคต และแปลงควบคุม มีความสูงเท่ากับ 273, 262 และ 264 เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 2)

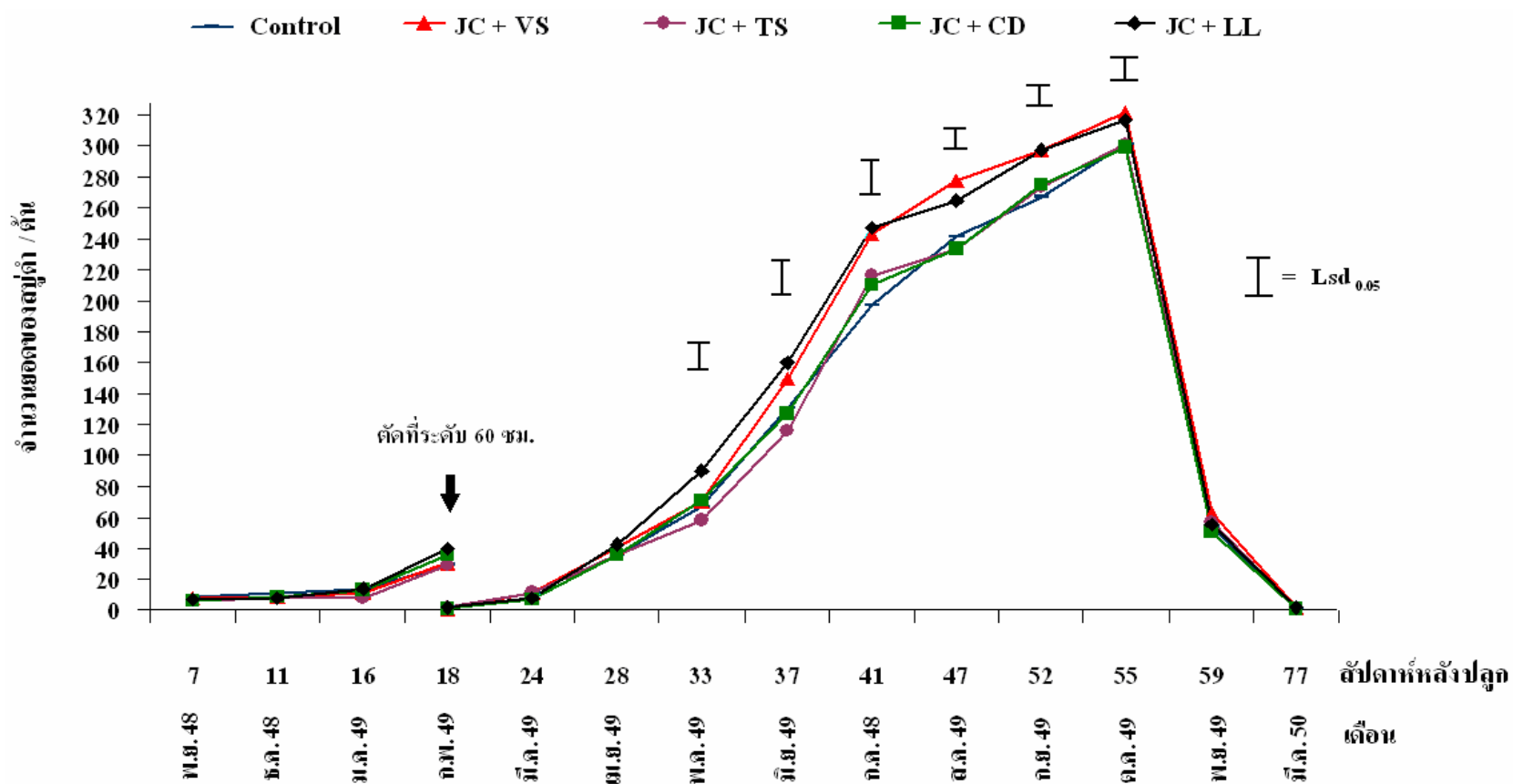
2.2 จำนวนยอด

สำหรับจำนวนยอดสนุ่นดำ (ภาพที่ 3) พบว่าก่อนการตัด ยอดของสนุ่นดำมีการเจริญเติบโตทางด้านจำนวนยอดใกล้เคียงกัน แต่หลังจากการตัดยอดของสนุ่นดำพบว่า สนุ่นดำมีการแตกยอดอย่างรวดเร็วและพบความแตกต่างในด้านจำนวนยอดภายหลังการตัดยอดในสัปดาห์ 33 หลังปลูก

(พฤษภาคม 2549) โดยสนับค้ำที่ปลูกร่วมกับถั่วแฉะมีจำนวนยอดเท่ากับ 90 ยอด/ต้น สูงกว่าแปลงควบคุมอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ในขณะที่สนับค้ำในแปลงควบคุมมีจำนวนยอดเพียง 67 ยอด/ต้น หลังจากนั้นในสัปดาห์ที่ 37 หลังปลูก (มิถุนายน 2549) จำนวนยอดของสนับค้ำในทุกคำรับการทดลองเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะสนับค้ำที่ปลูกร่วมกับถั่วเวอร์ราโนสไตโลที่มีจำนวนยอดเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้นเป็น 150 ยอด/ต้น และมีจำนวนยอดไม่แตกต่างจากสนับค้ำที่ปลูกร่วมกับถั่วแฉะที่มีจำนวนยอดสูงที่สุดเท่ากับ 160 ยอด/ต้น สำหรับสนับค้ำที่ปลูกร่วมกับถั่วท่าพระสไตโล ถั่วควาลเคต และแปลงควบคุมพบว่า มีจำนวนยอด/ต้นไม่แตกต่างจากสนับค้ำที่ปลูกร่วมกับถั่วเวอร์ราโนสไตโลแต่แตกต่างจากสนับค้ำที่ปลูกร่วมกับถั่วแฉะอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ โดยมีจำนวนยอดเฉลี่ยเท่ากับ 116, 127 และ 131 ยอด/ต้น หลังจากนั้นอัตราการแตกยอดมีค่าสูงที่สุดระหว่างสัปดาห์ที่ 37 และสัปดาห์ที่ 41 (มิถุนายน-กรกฎาคม 2549) โดยสนับค้ำที่ปลูกร่วมกับถั่วเวอร์ราโนสไตโลและถั่วแฉะมีจำนวนยอดเฉลี่ยต่อต้นใกล้เคียงกันแต่สูงกว่าคำรับการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ หลังจากนั้นอัตราการแตกยอดมีค่าลดลงและมีจำนวนยอดสูงสุดในสัปดาห์ที่ 55 หลังปลูก (ตุลาคม 2549) สนับค้ำที่ปลูกร่วมกับถั่วเวอร์ราโนสไตโลและถั่วแฉะยังคงมีจำนวนยอดไม่แตกต่างกันแต่สูงกว่าคำรับการทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ หลังจากเข้าสู่ฤดูแล้งในเดือนพฤศจิกายน 2549 ในสัปดาห์ที่ 59 ความชื้นในดินลดต่ำลงทำให้สนับค้ำเริ่มชะงักการเจริญเติบโตทำให้จำนวนใบและยอดของสนับค้ำลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งไม่เหลือยอดและใบในช่วงสัปดาห์ที่ 77 (มีนาคม 2550) ซึ่งเป็นช่วงฤดูแล้ง



ภาพที่ 2 ผลของการปลูกถั่วชนิดต่างๆ ต่อความสูง (ซม.) ของสับดำที่ปลูกร่วมกันตลอดการทดลองในช่วงเดือนตุลาคม 2548 ถึงเดือนมีนาคม 2551

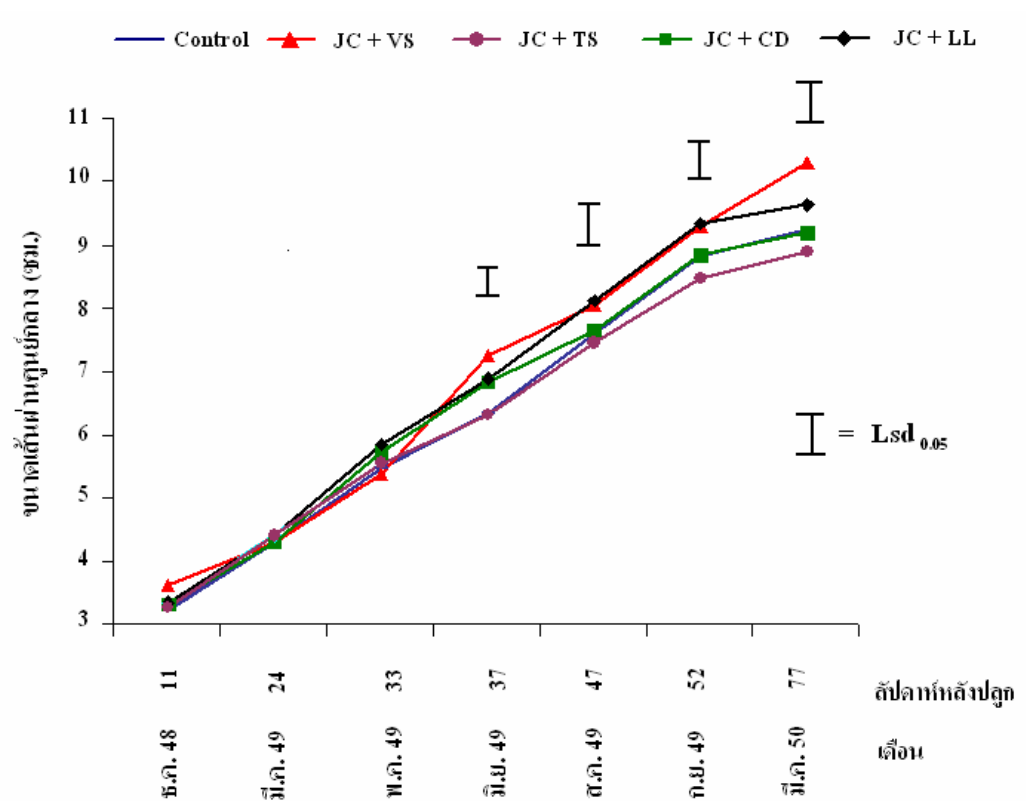


ภาพที่ 3 ผลของการปลูกถั่วชนิดต่างๆ ต่อจำนวนยอของเพลี้ยดำที่ปลูกร่วมกันตลอดการทดลองในช่วงเดือนตุลาคม 2548 ถึงเดือนมีนาคม 2550 (ตารางภาคผนวกที่ ก7)

2.3 ขนาดลำต้นสับดูดำ

จากการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสับดูดำที่ระดับสูงจากพื้นดิน 30 เซนติเมตร จำนวน 7 ครั้งพบว่า ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยในแต่ละดำรับการทดลองเพิ่มสูงขึ้นตามอายุ การเจริญเติบโตของพืชและมีความแตกต่างกันตั้งแต่ในช่วงสัปดาห์ที่ 37 ถึง 77 หลังการปลูก โดยสับดูดำที่ปลูกร่วมกับถั่วเวอร์ราโนสไตโลและถั่วแลปแลปมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยสูงกว่าดำรับการทดลองอื่น (ภาพที่ 4) ในขณะที่สับดูดำในแปลงถั่วท่าพระสไตโลมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นน้อยกว่าสับดูดำในดำรับการทดลองอื่นโดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นใกล้เคียงกับสับดูดำที่ปลูกร่วมกับถั่วคาวลเคตและแปลงควบคุม

เมื่อสิ้นสุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 77 หลังปลูก (มีนาคม 2550) พบว่า สับดูดำที่ปลูกร่วมกับถั่วเวอร์ราโนสไตโลมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยสูงกว่าดำรับการทดลองอื่นๆ ยกเว้น สับดูดำที่ปลูกร่วมกับถั่วแลปแลปโดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยเท่ากับ 10.3 และ 9.6 เซนติเมตร ตามลำดับ ขณะที่สับดูดำที่ปลูกร่วมกับถั่วท่าพระสไตโล ถั่วคาวลเคต ถั่วแลปแลป และแปลงควบคุมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยไม่แตกต่างกันในทางสถิติ โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยเท่ากับ 9.2, 9.1 และ 8.8 เซนติเมตร ตามลำดับ



ภาพที่ 4 ผลของการปลูกถั่วชนิดต่างๆ ต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของสับปะรดที่ปลูกร่วมกันตลอดการทดลองในช่วงเดือนธันวาคม 2548 ถึงเดือนมีนาคม 2550 (ตารางภาคผนวกที่ ค8)

3. ผลผลิตของสับดำ

จากการเก็บเกี่ยวผลผลิตเมล็ดสับดำในช่วงระหว่างเดือนมิถุนายนถึงเดือนพฤศจิกายน 2549 พบว่า สับดำที่ปลูกร่วมกับถั่วเวอร์ราโนสไตโลและถั่วแลปแลปให้ผลผลิตเมล็ดสับดำสูงกว่าได้รับการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีผลผลิตเท่ากับ 118.5 และ 116.5 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่สับดำที่ปลูกร่วมกับถั่วท่าพระสไตโล และถั่วควาลเคตมีผลผลิตใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างในทางสถิติจากแปลงควบคุม โดยให้ผลผลิต 71.4, 55.2 และ 67.5 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

ในด้านการกระจายผลผลิต พบว่า สับดำเริ่มออกดอกครั้งแรกในช่วงปลายเดือนกุมภาพันธ์ 2549 แต่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2549 โดยทุกคำรับการทดลองให้ผลผลิตเพียงเล็กน้อยระหว่างเดือนมิถุนายนถึงสิงหาคม 2549 แต่ก็พบว่ามีความแตกต่างในทางสถิติ โดยเดือนมิถุนายนสับดำที่ปลูกร่วมกับถั่วควาลเคตให้ผลผลิต 3.6 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าคำรับการทดลองอื่นๆ ที่ให้ผลผลิตระหว่าง 0.3-2.2 กิโลกรัมต่อไร่ ต่อมาในเดือนกรกฎาคม สับดำที่ปลูกร่วมกับถั่วเวอร์ราโนสไตโลให้ผลผลิตเพิ่มสูงขึ้นถึง 9.1 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าคำรับการทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ในเดือนสิงหาคมสับดำที่ปลูกร่วมกับถั่วเวอร์ราโนสไตโลให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากสับดำที่ปลูกร่วมกับถั่วแลปแลปและแปลงควบคุมแต่แตกต่างจากที่ปลูกร่วมกับถั่วท่าพระสไตโลและถั่วควาลเคต อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติโดยให้ผลผลิตเท่ากับ 4.7, 4.7, 4.2, 3.3 และ 0.6 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ เมื่อเข้าสู่ช่วงเดือนกันยายน 2549 สับดำทุกคำรับการทดลองมีแนวโน้มให้ผลผลิตเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะสับดำที่ปลูกร่วมกับถั่วแลปแลป พบว่า ให้ผลผลิตสูงแตกต่างจากแปลงควบคุมอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ โดยมีผลผลิตเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 27.1 กิโลกรัมต่อไร่ และไม่แตกต่างจาก 3 แปลงที่เหลือซึ่งให้ผลผลิตระหว่าง 8.0-16.1 กิโลกรัมต่อไร่ หลังจากนั้นสับดำทุกคำรับการทดลองยังคงให้ผลผลิตเพิ่มสูงขึ้นจนกระทั่งถึงเดือนพฤศจิกายน 2549 ซึ่งเป็นช่วงที่สับดำให้ผลผลิตสูงที่สุดในทุกคำรับการทดลอง โดยสับดำที่ปลูกร่วมกับถั่วเวอร์ราโนสไตโลให้ผลผลิตสูงสุด 52.3 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาได้แก่สับดำที่ปลูกร่วมกับถั่วท่าพระสไตโล ถั่วแลปแลป ถั่วควาลเคต และแปลงควบคุม ให้ผลผลิตต่ำที่สุด โดยให้ผลผลิตเท่ากับ 41.5, 41.2, 26.6 และ 34.3 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลผลิตเมล็ดสนุ่นดำที่ปลูกร่วมกับถั่วอาหารสัตว์ 4 ชนิด (กิโลกรัม/ไร่)

ดำรับการทดลอง	มิ.ย. 49	ก.ค. 49	ส.ค. 49	ก.ย. 49	ต.ค. 49	พ.ย. 49	ผลผลิต รวม
Control	2.2 ^{1/} b	6.9 b	4.2 a	5.0 d	14.9 b	34.3 c	67.5 b
JC + VS	0.3 c	9.1 a	4.7 a	16.1 b	36.0 a	52.3 a	118.5 a
JC + TS	0.6 c	3.0 c	3.3 b	10.5 c	12.5 b	41.5 b	71.4 b
JC + CD	3.6 a	0.6 b	0.6 c	8.0 cd	15.8 b	26.6 c	55.2 b
JC + LL	1.7 bc	5.0 c	4.7 a	27.1 a	36.8 a	41.2 b	116.5 a
CV (%)	19.1	17.6	19.3	16.6	10.4	8.9	7.0

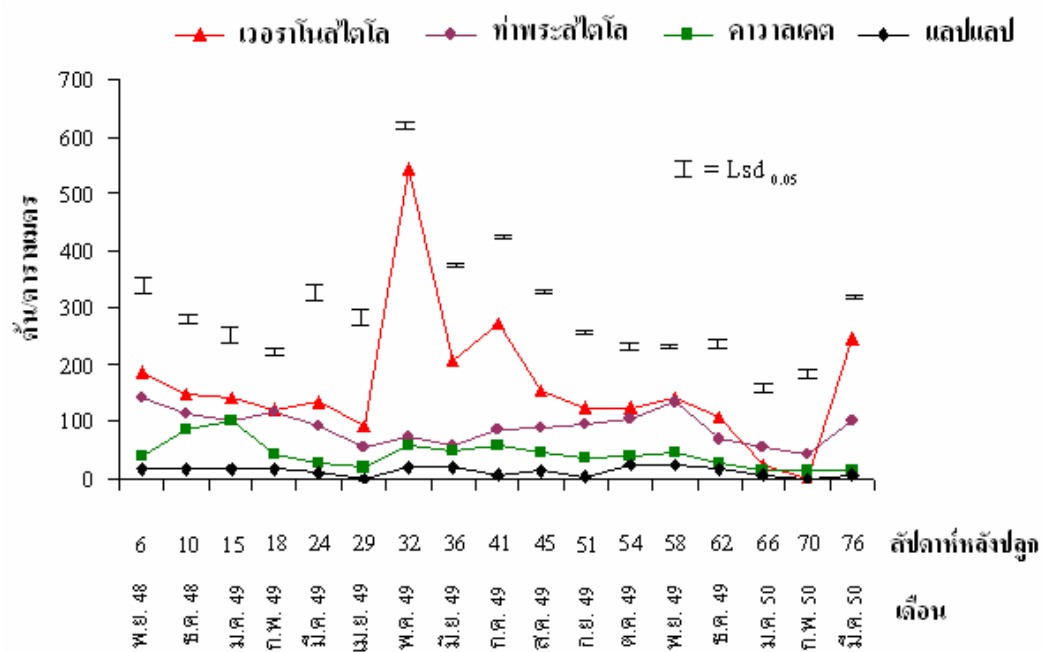
^{1/} ตัวอักษรที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี

Fisher's Lsd

4. การเจริญเติบโตและการอยู่รอดของถั่วอาหารสัตว์

4.1 ถั่วอาหารสัตว์

ภาพที่ 5 แสดงให้เห็นได้ว่า ในระยะ 6 สัปดาห์แรกหลังการงอกของเมล็ด ถั่วเวอร์ราโนส ไตโล และถั่วท่าพระสไตโลงอกและเจริญเติบโตได้ดีและมีจำนวนต้นสูงกว่าถั่วควาลเกตและถั่วแลปแลปอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ หลังจากนั้นจำนวนต้นถั่วทั้ง 2 ชนิดมีจำนวนต้นลดลงจนถึงเดือนเมษายน 2549 ซึ่งเป็นช่วงฤดูแล้งแต่ความแตกต่างในจำนวนต้นยังคงปรากฏให้เห็นอย่างต่อเนื่อง ยกเว้นการสุ่มวัดในระยะ 15 สัปดาห์หลังการงอกซึ่งถั่วควาลเกตมีจำนวนต้นไม่แตกต่างจากถั่วท่าพระสไตโลและถั่วเวอร์ราโนสไตโลแต่สูงกว่าถั่วแลปแลปอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ หลังจากได้รับน้ำฝนอีกครั้งในปลายเดือนเมษายนและพฤษภาคม 2549 จำนวนต้นถั่วได้เพิ่มจำนวนมากขึ้นเนื่องจากเมล็ดที่ร่วงลงไปในดินงอกเป็นต้นใหม่ขึ้นมา โดยเฉพาะอย่างยิ่งถั่วเวอร์ราโนสไตโลซึ่งมีจำนวนต้นถั่วงอกขึ้นมาใหม่จำนวน 544 ต้นต่อตารางเมตร ในขณะที่ถั่วท่าพระสไตโล ถั่วควาลเกตและถั่วแลปแลปมีจำนวนต้นถั่วที่งอกขึ้นมาใหม่เพียง 72, 54 และ 21 ต้นต่อตารางเมตร ตามลำดับ ในส่วนของถั่วแลปแลปมีการปลูกใหม่อีกครั้งแต่ก็ยังคงมีจำนวนต้นน้อยกว่าถั่วชนิดอื่นๆ ทั้ง 3 ชนิด อย่างไรก็ตาม ถั่วทุกชนิดมีจำนวนต้นค่อนข้างสม่ำเสมอจนถึงเดือนพฤศจิกายน 2549 (58 สัปดาห์หลังการงอกครั้งแรก) ยกเว้นถั่วเวอร์ราโนสไตโลที่มีจำนวนต้นลดลงอย่างรวดเร็วในการสุ่มนับ 3 ครั้งหลังเดือนพฤษภาคม 2549 และมีจำนวนต้นไม่แตกต่างจากถั่วท่าพระสไตโลแต่สูงกว่าถั่วควาลเกตและถั่วแลปแลปอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ถั่วอาหารสัตว์ที่ทดลองทุกชนิดมีจำนวนต้นลดลงอย่างต่อเนื่องในช่วงเข้าฤดูแล้งซึ่งไม่มีการให้น้ำช่วย ทำให้ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2550 เหลือเพียงถั่วท่าพระสไตโลที่ยังคงเหลืออยู่จำนวน 41 ต้นต่อตารางเมตร ฝนเริ่มตกอีกครั้งในปลายเดือนกุมภาพันธ์ 2550 ทำให้เมล็ดที่ร่วงลงไปในดินงอกขึ้นมาใหม่โดยเฉพาะอย่างยิ่งถั่วเวอร์ราโนสไตโลและถั่วท่าพระสไตโลทำให้มีจำนวนต้นที่จะเจริญเติบโตให้ผลผลิตในฤดูฝนต่อไปมีจำนวนถึง 245 และ 103 ต้นต่อตารางเมตรตามลำดับ ในขณะที่ถั่วควาลเกตและถั่วแลปแลปมีจำนวนต้นเพียงเล็กน้อยเพียง 12 และ 5 ต้นต่อตารางเมตร ตามลำดับ



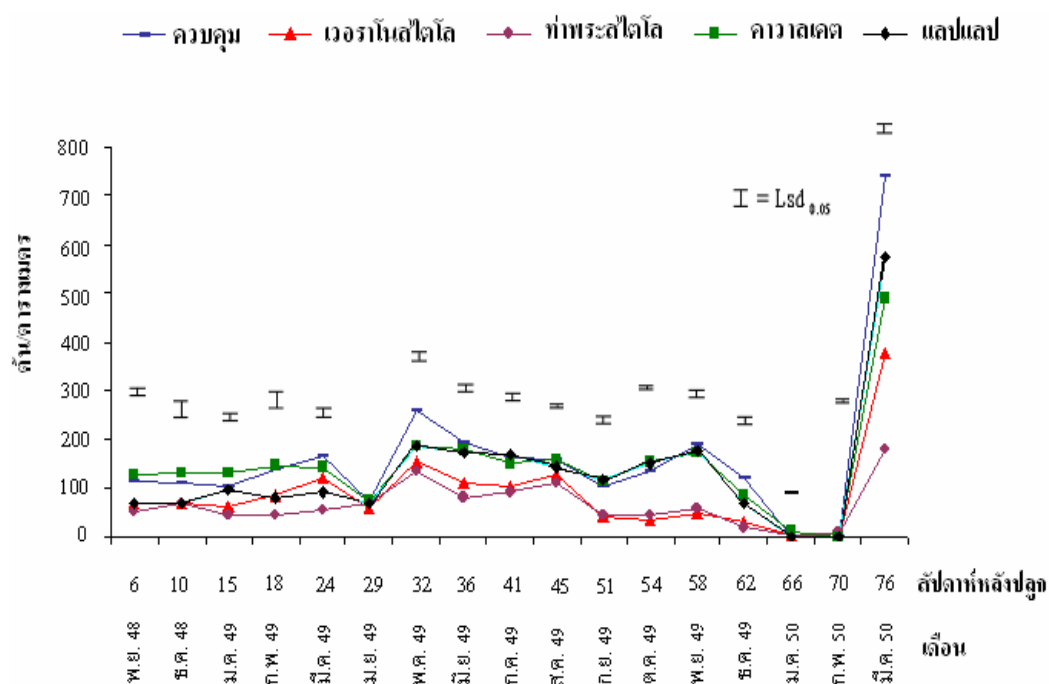
ภาพที่ 5 จำนวนต้นถั่ว (ต้น/ตารางเมตร) ที่ปลูกพร้อมกับสับดำในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2548 ถึง เดือนมีนาคม 2550 (ตารางผนวกที่ ค9)

4.2 วัชพืช

ด้านการเจริญเติบโตของวัชพืชจะเห็นได้ว่า ในช่วง 4 ครั้งแรกของการสุมวัด แปลงที่ปลูกถั่วขาวเลคมีจำนวนต้นวัชพืชสูงไม่แตกต่างจากแปลงควบคุมที่ไม่มีการปลูกถั่วอาหารสัตว์ แต่สูงกว่าแปลงที่ปลูกถั่วอีก 3 ชนิด ได้แก่ ถั่วเวอร์ราโนสไตโล ถั่วแลปแลป และถั่วท่าพระสไตโล อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ยกเว้นในการสุมวัดครั้งที่ 3 ในช่วงเดือนมกราคม 2549 ที่พบว่าวัชพืชในแปลงถั่วขาวเลคมีจำนวนต้นสูงกว่าวัชพืชในแปลงควบคุม หลังจากนั้นในเดือนมีนาคม 2549 จำนวนต้นวัชพืชในแปลงถั่วขาวเลคเพิ่มสูงขึ้นและไม่แตกต่างจากวัชพืชในแปลงถั่วขาวเลค และแปลงควบคุมที่มีจำนวนต้นวัชพืชสูงกว่าวัชพืชในแปลงถั่วแลปแลปและถั่วท่าพระสไตโลอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ หลังจากนั้นวัชพืชในทุกดำนับการทดลองมีจำนวนต้นลดลงอย่างรวดเร็ว ในช่วงเดือนเมษายน 2549 เนื่องจากเป็นช่วงแล้งและเพิ่มสูงขึ้นอีกครั้งหลังจากได้รับปริมาณน้ำฝน ในปลายเดือนเมษายนและพฤษภาคม 2549 โดยแปลงควบคุมมีจำนวนวัชพืชมากที่สุดคือ 258 ต้นต่อตารางเมตร สูงกว่าวัชพืชในแปลงถั่วขาวเลคและถั่วแลปแลปที่มีจำนวนต้นวัชพืชเท่ากับ 187 ต้นต่อตารางเมตรอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ส่วนวัชพืชในแปลงถั่วเวอร์ราโนสไตโลและถั่วท่าพระสไตโลพบว่า มีจำนวนต้นวัชพืชน้อยกว่าดำนับการทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ โดยมีจำนวนต้นวัชพืชเท่ากับ 169 และ 137 ต้นต่อตารางเมตร ตามลำดับ ในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงหาคม 2549 วัชพืชในแปลงถั่วขาวเลคและถั่วแลปแลปลดลงอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกัน และมีจำนวนต้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ แต่แตกต่างจากวัชพืชในแปลงถั่วเวอร์ราโนสไตโลและถั่วท่าพระสไตโลที่มีจำนวนวัชพืชเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ หลังจากนั้นวัชพืชในทุกดำนับการทดลองลดลงในเดือนกันยายนและเพิ่มสูงขึ้นอีกครั้งตั้งแต่เดือนตุลาคม จนกระทั่งถึงเดือนพฤศจิกายน 2549 และเห็นได้ชัดว่าวัชพืชในแปลงถั่วขาวเลค ถั่วแลปแลป และแปลงควบคุมมีจำนวนต้นวัชพืชสูงกว่าแปลงถั่วเวอร์ราโนสไตโลและถั่วท่าพระสไตโลอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ

เมื่อเข้าสู่ฤดูแล้งในเดือนธันวาคม 2549 วัชพืชในทุกดำนับการทดลองมีจำนวนต้นลดลงอย่างรวดเร็ว โดยในเดือนมกราคม 2550 มีจำนวนต้นวัชพืชเพียง 1-9 ต้นต่อตารางเมตร และในเดือนกุมภาพันธ์ 2550 พบวัชพืชในแปลงถั่วท่าพระสไตโลเท่านั้น โดยมีวัชพืชเพียง 7 ต้นต่อตารางเมตร ส่วนในแปลงอื่นๆ ไม่พบวัชพืชในแปลง หลังจากนั้นฝนเริ่มตกอีกครั้งในปลายเดือนกุมภาพันธ์ 2550 ทำให้เมล็ดวัชพืชที่ร่วงลงไปงอกขึ้นมาใหม่อย่างรวดเร็วโดยเฉพาะอย่างยิ่งวัชพืชในแปลงควบคุมมีจำนวนต้นวัชพืชงอกขึ้นมาใหม่สูงถึง 952 ต้นต่อตารางเมตร รองลงมาคือวัชพืชในถั่วแลปแลป ถั่วขาวเลค และถั่วเวอร์ราโนสไตโล ที่มีจำนวนต้นวัชพืชเท่ากับ 641, 555 และ 375 ต้นต่อตาราง

เมตร ในขณะที่วัชพืชในแปลงถั่วท่าพระสไตโลมีจำนวนต้นเพียง 177 ต้นต่อตารางเมตร ตามลำดับ
(ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 จำนวนต้นวัชพืช (ต้น/ตารางเมตร) ที่ขึ้นร่วมกับถั่วอาหารสัตว์ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2548 ถึงเดือนมีนาคม 2550 (ตารางผนวกที่ ค10)

5. ผลผลิตของถั่วและวชิพืช

5.1 ถั่ว

จากการเก็บเกี่ยวผลผลิตรวมทั้งหมด 7 ครั้ง (ตารางที่ 2) พบว่า ถั่วทุกชนิดให้ผลผลิต น้ำหนักแห้งรวมโดยเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ โดยถั่วท่าพระสไตโลสามารถให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งรวมทั้งหมด 7 ครั้งเฉลี่ยสูงกว่าถั่วชนิดอื่นอย่างเห็นได้ชัด โดยให้ผลผลิต น้ำหนักแห้ง 2,755 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือถั่วเวอรานอสไตโล ถั่วแลปแลป และถั่วคาวาลเคต ที่ให้ผลผลิตเท่ากับ 1,375, 575 และ 160 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

ในด้านการกระจายผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของถั่วในแต่ละครั้งของการตัด พบว่า ถั่วท่าพระสไตโลให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งของถั่วสูงกว่าถั่วชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ในทุกครั้งของการตัด ยกเว้นในช่วงของการตัดครั้งที่ 1 ที่ถั่วแลปแลปมีผลผลิตสูงที่สุด (213 กิโลกรัมต่อไร่) และใกล้เคียงกับผลผลิตของถั่วเวอรานอสไตโลในการตัดครั้งที่ 1, 5 และ 6 ในส่วนของถั่วอีก 2 ชนิดที่เหลือ ได้แก่ ถั่วคาวาลเคตและถั่วแลปแลปด้วยกันพบว่า ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยไม่แตกต่างกันเกือบทุกครั้งของการตัด ยกเว้นในครั้งที่ 1, 4, 5 และ 7 ซึ่งในการตัดครั้งที่ 7 (23 มีนาคม 2550) พบว่า มีเพียงถั่วท่าพระสไตโลชนิดเดียวให้ผลผลิต โดยให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งของถั่วเท่ากับ 261 กิโลกรัมต่อไร่

5.2 วชิพืช

จากตารางที่ 2 แสดงผลผลิตน้ำหนักแห้งของวชิพืชที่ขึ้นร่วมกับถั่วทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ ถั่วเวอรานอสไตโล ถั่วท่าพระสไตโล ถั่วคาวาลเคต และถั่วแลปแลป พบว่า ผลการทดลองจะตรงกันข้ามกับผลผลิตน้ำหนักแห้งของถั่ว กล่าวคือ วชิพืชที่ขึ้นร่วมกับถั่วท่าพระสไตโลมีผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่ำกว่าวชิพืชที่ขึ้นอยู่ในแปลงถั่วชนิดอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ โดยมีผลผลิตเท่ากับ 472 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่วชิพืชที่ขึ้นร่วมกับถั่วเวอรานอสไตโลมีผลผลิตรองลงมาคือ 632 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนวชิพืชที่ขึ้นร่วมกับถั่วอีก 2 ชนิดคือ ถั่วคาวาลเคตและถั่วแลปแลปพบว่า มีผลผลิตวชิพืชไม่แตกต่างในทางสถิติจากแปลงควบคุม โดยแปลงถั่วคาวาลเคตมีผลผลิตน้ำหนักแห้งของวชิพืชสูงที่สุด คือ 1,438 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือวชิพืชในแปลงควบคุมและแปลงถั่วแลปแลป ที่มีผลผลิตน้ำหนักแห้งของวชิพืชเท่ากับ 1,273 และ 1,211 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

ในด้านการกระจายผลผลิตน้ำหนักรวมของวัชพืชในแต่ละครั้งของการตัดจะเห็นว่า อิทธิพลของพันธุ์ถั่วนอกจากจะมีผลกระทบต่อผลผลิตของถั่วแล้วยังมีผลกระทบต่อผลผลิตของวัชพืชในเกือบทุกเดือนที่เก็บเกี่ยวด้วย โดยผลผลิตส่วนใหญ่จะสูงในช่วงฤดูฝนและจะลดลงอย่างเห็นได้ชัดในช่วงฤดูแล้ง เนื่องจากอุณหภูมิที่ลดต่ำลงซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของถั่วและวัชพืช อย่างไรก็ตามเมื่อฝนฤดูหนาวไปแล้วผลผลิตของวัชพืชจะมีค่าสูงขึ้น

5.3 น้ำหนักแห้งรวมถั่ว+วัชพืช

แปลงถั่วทำพระสไตโลให้ผลผลิตรวม (ถั่ว+วัชพืช) สูงกว่าดำรับการทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ โดยมีผลผลิตเท่ากับ 3,227 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือแปลงถั่วเวอร์ราโนสไตโล ถั่วแลปแลป และแปลงถั่วควาลเคตที่มีผลผลิตเท่ากับ 2,007, 1,786 และ 1,598 กิโลกรัมต่อไร่ และมีผลผลิตรวมสูงกว่าแปลงควบคุมอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ โดยแปลงควบคุมให้ผลผลิตรวม (ถั่ว+วัชพืช) เท่ากับ 1,273 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ในด้านการกระจายผลผลิตพบว่า ผลผลิตรวมส่วนใหญ่มาจากในช่วงฤดูฝนและต่ำสุดในช่วงฤดูแล้ง โดยถั่วทำพระสไตโล สามารถให้ผลผลิตน้ำหนักรวมสูงสม่ำเสมอในทุกครั้งของการเก็บเกี่ยว ในขณะที่ดำรับการทดลองอื่นๆ ไม่สามารถเก็บเกี่ยวได้ในช่วงฤดูแล้งเดือนมีนาคม 2550 นอกจากนี้แปลงถั่วทำพระสไตโลยังให้ผลผลิตน้ำหนักรวมเฉลี่ยสูงสุดในเกือบทุกครั้งของการเก็บเกี่ยว ยกเว้นเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1, 3, 4 และ 6 ในขณะที่แปลงอื่นๆ ที่ปลูกถั่วร่วมด้วยพบว่า แปลงที่ปลูกถั่วเวอร์ราโนสไตโลร่วมด้วยให้ผลผลิตรวมสม่ำเสมอในช่วงฤดูฝน (พฤษภาคมถึงกันยายน 2549) ในขณะที่แปลงที่ปลูกร่วมกับถั่วควาลเคตและถั่วแลปแลปให้ผลผลิตสูงเพียงช่วงเดือนพฤษภาคมถึงสิงหาคม 2549 ส่วนในแปลงที่ไม่ได้ปลูกถั่วร่วมด้วยจะให้ผลผลิตรวมต่ำสุดในทุกครั้งของการสุ่มวัด

ตารางที่ 2 ผลผลิตน้ำหนักแห้งของถั่ว วัชพืช และถั่ว+วัชพืชในแต่ละครั้งของการเก็บเกี่ยวตลอดระยะเวลาการทดลอง

ดำรับการทดลอง		ครั้งที่เก็บเกี่ยวผลผลิต							ผลผลิตรวม
		1	2	3	4	5	6	7	
		ธ.ค. 48	มี.ค. 49	พ.ค. 49	มิ.ย. 49	ส.ค. 49	ก.ย. 49	มี.ค. 50	
ก. ถั่ว	JC + VS	173 a ^{1/}	133 b	211 b	254 b	273 a	331 a	0	1,375 b
	JC + TS	192 a	848 a	414 a	442 a	294 a	304 a	261 a	2,755 a
	JC + CD	53 b	59 b	15 c	22 d	7 c	4 b	0	160 d
	JC + LL	213 a	165 b	17 c	105 c	57 b	18 b	0	575 c
ข. วัชพืช	Control	167 a	69 ab	372 b	150 a	351 a	164 a	0	1,273 a
	JC + VS	48 b	60 b	222 c	84 b	184 b	34 b	0	632 b
	JC + TS	69 b	80 ab	109 d	69 b	108 b	37 b	0	472 c
	JC + CD	99 b	112 a	522 a	157 a	376 a	172 a	0	1,438 a
	JC + LL	71 b	69 ab	520 a	57 b	310 a	184 a	0	1,211 a

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ตำรับการทดลอง		ครั้งที่เก็บเกี่ยวผลผลิต							ผลผลิตรวม
		1	2	3	4	5	6	7	
		ธ.ค. 48	มี.ค. 49	พ.ค. 49	มิ.ย. 49	ส.ค. 49	ก.ย. 49	มี.ค. 50	
ค. ถั่ว+วัชพืช	Control	167 b	69 c	372 a	150 c	351 a	164 b	0	1,273 d
	JC + VS	221 ab	193 b	433 a	338 b	457 a	365 a	0	2,007 b
	JC + TS	261 a	928 a	523 a	511 a	402 a	341 a	261 a	3,227 a
	JC + CD	152 b	171 b	537 a	179 c	383 a	176 b	0	1,598 c
	JC + LL	284 a	234 b	537 a	162 c	367 a	202 b	0	1,786 bc

^{1/} ตัวอักษรที่ต่างกันของแต่ละชนิดพืชในสัปดาห์เดียวกันมีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Fisher'Lsd

6. องค์ประกอบทางเคมี

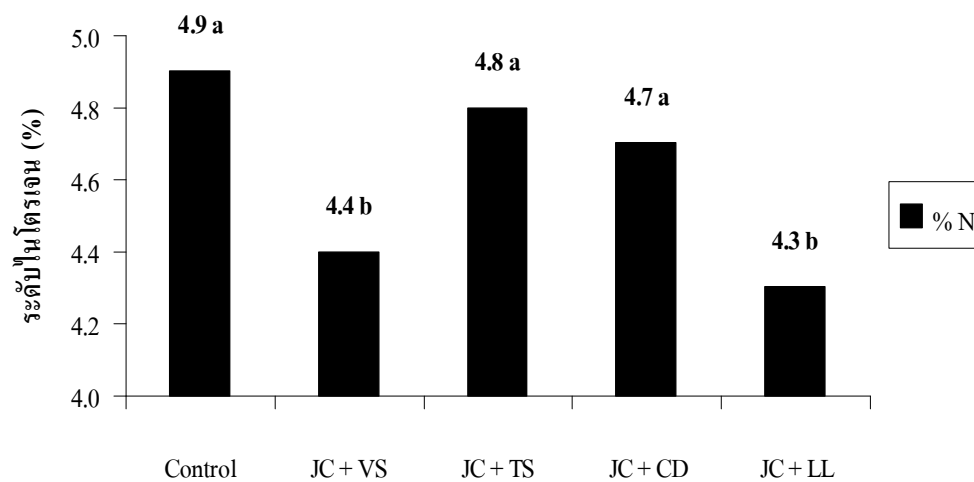
6.1 สบู่ดำ

จากการสุ่มเก็บตัวอย่างใบสบู่ดำในช่วงที่สบู่ดำมีการแตกใบใหม่หลังจากผ่านช่วงฤดูแล้ง ในปี 2 ในวันที่ 21 มีนาคม 2551 เพื่อวิเคราะห์ระดับไนโตรเจนในใบสบู่ดำ พบว่า สบู่ดำที่ปลูก ร่วมกับถั่วเวอร์ราโนสไตโลและถั่วเลปเลปมีระดับไนโตรเจนในใบสบู่ดำใกล้เคียงกันและต่ำกว่าสบู่ดำในแปลงควบคุมและแปลงถั่วที่เหลืออีก 2 ชนิด โดยสบู่ดำในแปลงควบคุมมีระดับไนโตรเจนในใบ สูงที่สุด 4.9 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สบู่ดำที่ปลูกร่วมกับถั่วท่าพระสไตโลและถั่วคาวาลเคต โดยมีระดับไนโตรเจนเท่ากับ 4.8 และ 4.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนสบู่ดำที่ปลูกร่วมกับถั่วเลปเลปและถั่วเวอร์ราโนสไตโลมีความเข้มข้นไนโตรเจน 4.3 และ 4.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 7)

6.2 ถั่วอาหารสัตว์

6.2.1 ไนโตรเจน

ตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าระดับไนโตรเจนของตัวอย่างถั่วที่สุ่มวัดในเดือน พฤษภาคม 2549 ถั่วเลปเลปมีระดับไนโตรเจนเท่ากับ 3.36 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าถั่วอื่นอีก 3 ชนิด ได้แก่ ถั่วเวอร์ราโนสไตโล ถั่วคาวาลเคต และถั่วท่าพระสไตโลอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีระดับไนโตรเจนเท่ากับ 2.69, 2.62 และ 2.57 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาในส่วนของคุณค่าผลผลิตโปรตีนถั่วพบว่า ผลผลิตโปรตีนแตกต่างกันไปตามผลผลิตน้ำหนักแห้งของถั่วแต่ละชนิด โดยถั่วท่าพระสไตโลมีผลผลิตโปรตีนสูงกว่าถั่วชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ โดยมีผลผลิตโปรตีนเท่ากับ 66.5 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือถั่วเวอร์ราโนสไตโลที่มีผลผลิตโปรตีนเท่ากับ 33.5 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับ ถั่วเลปเลปและถั่วคาวาลเคตพบว่ามีผลผลิตค่อนข้างต่ำคือมีค่าเท่ากับ 3.6 และ 2.5 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ



ภาพที่ 7 ผลของการปลูกถั่วชนิดต่างๆ ร่วมกับสับคั่วต่อธาตุไนโตรเจนที่ดูดดึงในใบสับคั่ว (ตารางภาคผนวกที่ 13)

สำหรับตัวอย่างถั่วที่สุ่มวัดในเดือนสิงหาคม 2549 พบว่า ถั่วทุกชนิดมีระดับไนโตรเจนลดลงจากการสุ่มวัดในเดือนพฤษภาคม โดยถั่วแลบแลบยังคงมีระดับไนโตรเจนสูงที่สุด คือ 2.99 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติจากถั่วที่เหลืออีก 3 ชนิด ได้แก่ ถั่วเวอรานอส ไตโล ถั่วท่าพระสไตโล และถั่วคาวาลเคต ที่มีระดับไนโตรเจนเท่ากับ 2.54, 2.43 และ 2.34 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาในส่วนของผลผลิตโปรตีนถั่วพบว่า ถั่วท่าพระสไตโลคงให้ผลผลิตโปรตีนสูงที่สุด คือ 44.7 กิโลกรัมต่อไร่ โดยผลผลิตโปรตีนลดลงจากการเก็บเกี่ยวในช่วงเดือนพฤษภาคม เช่นเดียวกับถั่วคาวาลเคตที่ผลผลิตโปรตีนลดต่ำลงเหลือแค่เพียง 1 กิโลกรัมต่อไร่เท่านั้น แต่ผลผลิตโปรตีนในถั่วเวอรานอสไตโลและถั่วแลบแลบกลับมีค่าเพิ่มสูงขึ้นเท่ากับ 43.3 และ 10.7 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

6.2.2 ฟอสฟอรัส

จากผลการวิเคราะห์ระดับฟอสฟอรัสของถั่วที่สุ่มวัดในเดือนพฤษภาคม 2549 (ตารางที่ 3) พบว่า ถั่วท่าพระสไตโลและถั่วแลบแลบมีระดับฟอสฟอรัสสูงกว่าถั่วเวอรานอสไตโลและถั่วคาวาลเคตอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ โดยมีปริมาณฟอสฟอรัสเท่ากับ 0.30 และ 0.26 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่ถั่วเวอรานอสไตโลและถั่วคาวาลเคตมีระดับฟอสฟอรัส เท่ากับ 0.18 และ 0.15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

สำหรับตัวอย่างถั่วที่สุ่มวัดในเดือนสิงหาคม พบว่า ถั่วทั้ง 4 ชนิด มีระดับฟอสฟอรัสเพิ่มสูงขึ้นจากในช่วงเดือนพฤษภาคมเล็กน้อย โดยถั่วท่าพระสไตโลยังคงมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงที่สุดคือ 0.33 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าถั่วชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ในระหว่างถั่วอาหารสัตว์ที่เหลือทั้ง 3 ชนิด พบว่า ถั่วคาวาลเคตมีปริมาณฟอสฟอรัสไม่แตกต่างจากถั่วแลบแลบแต่สูงกว่าถั่วเวอรานอสไตโลอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติโดยมีปริมาณฟอสฟอรัสเท่ากับ 0.28, 0.28 และ 0.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

6.2.3 โพแทสเซียม

จากผลการวิเคราะห์ระดับโพแทสเซียมของตัวอย่างถั่วที่สุ่มวัดในเดือนพฤษภาคม 2549 (ตารางที่ 3) พบว่า ถั่วท่าพระสไตโลมีระดับโพแทสเซียมสูงกว่าถั่วชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ โดยมีระดับโพแทสเซียมเท่ากับ 1.98 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ถั่วเวอรานอสไตโลและถั่วแลบ

แลป ที่มีระดับโพแทสเซียมเท่ากับ 1.56 และ 1.53 เปอร์เซ็นต์ ส่วนถั่วคาวาลเคต พบว่า มีระดับปริมาณโพแทสเซียมต่ำที่สุด เท่ากับ 1.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

สำหรับตัวอย่างถั่วที่สุ่มวัดในเดือนสิงหาคม 2549 พบว่า ถั่วทุกชนิดมีระดับโพแทสเซียมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติและมีระดับโพแทสเซียมเพิ่มสูงขึ้น ยกเว้นถั่วทำพระสไตโลที่มีระดับโพแทสเซียมลดลงเล็กน้อย เท่ากับ 1.93 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ถั่วแลปแลป ถั่วเวอราโนสไตโล และถั่วคาวาลเคตมีระดับโพแทสเซียมเพิ่มสูงขึ้นเท่ากับ 1.92, 1.67 และ 1.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

6.2.4 แคลเซียม

จากผลการวิเคราะห์ระดับแคลเซียมของตัวอย่างถั่วที่สุ่มวัดในเดือนพฤษภาคม 2549 (ตารางที่ 3) จะเห็นได้ว่า ระดับแคลเซียมในถั่วแลปแลปและถั่วเวอราโนสไตโลสูงกว่าถั่วคาวาลเคตและถั่วทำพระสไตโลอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ โดยถั่วแลปแลปและถั่วเวอราโนสไตโลมีระดับแคลเซียม เท่ากับ 1.51 และ 1.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ถั่วคาวาลเคตและถั่วทำพระสไตโลมีระดับแคลเซียม เท่ากับ 1.08 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

6.2.5 แมกนีเซียม

จากผลการวิเคราะห์ระดับแมกนีเซียมของตัวอย่างถั่วที่สุ่มวัดในเดือนพฤษภาคม 2549 (ตารางที่ 3) พบว่า ถั่วชนิดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ โดยถั่วคาวาลเคตมีระดับแมกนีเซียมสูงกว่าถั่วเวอราโนสไตโล ถั่วทำพระสไตโลและถั่วแลปแลป ซึ่งมีระดับแมกนีเซียม เท่ากับ 0.31, 0.27, 0.25 และ 0.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

6.2.6 ซัลเฟอร์

จากผลการวิเคราะห์ระดับซัลเฟอร์ของตัวอย่างถั่วที่สุ่มวัดในเดือนพฤษภาคม 2549 พบว่า (ตารางที่ 3) ถั่วชนิดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ โดยถั่วแลปแลปมีระดับซัลเฟอร์สูงกว่าถั่วทำพระสไตโล ถั่วเวอราโนสไตโล และถั่วคาวาลเคต ซึ่งมีระดับซัลเฟอร์ เท่ากับ 0.29, 0.27, 0.25 และ 0.21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

6.3 วัชพืช

6.3.1 ไนโตรเจน

ผลจากการวิเคราะห์ตัวอย่างวัชพืชที่สุ่มวัดในเดือนพฤษภาคม 2549 (ตารางที่ 3) พบว่า ระดับไนโตรเจนของวัชพืชในแปลงถั่วทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ ถั่วเวอร์ราโนสไตโล ถั่วแลปแลป ถั่วทำพระสไตโลและถั่วคาลเคตสูงกว่าวัชพืชในแปลงควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีระดับไนโตรเจนเท่ากับ 1.69, 1.62, 1.56, 1.39 และ 1.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับตัวอย่างวัชพืชที่สุ่มวัดในเดือนสิงหาคม 2549 พบว่า วัชพืชในแปลงควบคุมมีระดับไนโตรเจนเท่ากับ 1.01 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีระดับไนโตรเจนต่ำกว่าตัวอย่างวัชพืชที่สุ่มวัดในเดือนพฤษภาคม

ด้านผลผลิตโปรตีนของวัชพืชที่สุ่มวัดในเดือนพฤษภาคม 2549 พบว่า ผลผลิตโปรตีนของวัชพืชในแปลงถั่วแลปแลปและถั่วคาลเคตสูงกว่าแปลงควบคุมและแปลงถั่วเวอร์ราโนสไตโลอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ โดยมีผลผลิตโปรตีนเท่ากับ 52.7, 45.3, 27.8 และ 22.3 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ในขณะที่ผลผลิตโปรตีนของวัชพืชในแปลงถั่วทำพระสไตโลมีผลผลิตโปรตีนต่ำกว่าค่ารับการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ โดยมีผลผลิตโปรตีนเท่ากับ 10.6 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับผลผลิตโปรตีนของวัชพืชในแปลงควบคุมที่สุ่มวัดในเดือนสิงหาคม 2549 พบว่า ต่ำกว่าผลผลิตโปรตีนของวัชพืชในแปลงควบคุมที่สุ่มวัดในเดือนพฤษภาคม 2549 เล็กน้อย โดยมีค่าเท่ากับ 22.1 กิโลกรัมต่อไร่

6.3.2 ฟอสฟอรัส

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างวัชพืชที่สุ่มวัดในเดือนพฤษภาคม 2549 พบว่า ระดับฟอสฟอรัสของวัชพืชในแปลงถั่วทำพระสไตโลสูงกว่าวัชพืชในแปลงถั่วคาลเคตและแปลงควบคุมอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ โดยมีระดับฟอสฟอรัสเท่ากับ 0.51 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่วัชพืชในแปลงถั่วคาลเคตและแปลงควบคุมมีระดับโพแทสเซียมเท่ากับ 0.34 และ 0.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับวัชพืชในแปลงถั่วเวอร์ราโนสไตโลและถั่วแลปแลป พบว่า มีระดับโพแทสเซียมไม่แตกต่างจากวัชพืชในแปลงถั่วทำพระสไตโล ถั่วคาลเคตที่มีระดับฟอสฟอรัสเท่ากับ 0.41 และ 0.41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่แตกต่างจากแปลงควบคุมอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ

จากการวิเคราะห์ระดับฟอสฟอรัสของวัชพืชในแปลงควบคุมที่สุ่มวัดในเดือนสิงหาคม 2549 พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.40 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3)

6.3.3 โปแทสเซียม

สำหรับระดับโปแทสเซียมที่ได้จากการวิเคราะห์ตัวอย่างวัชพืชที่สุ่มวัดในเดือนพฤษภาคม 2549 (ตารางที่ 3) จะเห็นได้ว่า ระดับโปแทสเซียมของวัชพืชในแปลงถั่วท่าพระสไตโลสูงที่สุดเท่ากับ 2.55 เปอร์เซ็นต์ แต่ใกล้เคียงกับวัชพืชในแปลงถั่วเวอรานอสไตโลและถั่วแลปแลปและสูงกว่าระดับโปแทสเซียมของวัชพืชในแปลงถั่วคาวเลตและแปลงควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.26, 2.30, 2.19 และ 1.84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์ระดับโปแทสเซียมของวัชพืชในแปลงควบคุมที่สุ่มวัดในเดือนสิงหาคม 2549 พบว่ามีค่าเท่ากับ 2.01 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3)

6.3.4 แคลเซียม

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างวัชพืชที่สุ่มวัดในเดือนพฤษภาคม 2549 พบว่า ระดับแคลเซียมของวัชพืชในแปลงถั่วแลปแลปมีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.79 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าวัชพืชในแปลงควบคุมอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ โดยมีระดับแคลเซียมเท่ากับ 0.52 เปอร์เซ็นต์ และไม่แตกต่างไปจากแปลงถั่วเวอรานอสไตโล ถั่วคาวเลตและถั่วท่าพระสไตโลโดยมีปริมาณแคลเซียมเท่ากับ 0.69, 0.66 และ 0.56 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

6.3.5 แมกนีเซียม

สำหรับตัวอย่างวัชพืชที่สุ่มวัดในเดือนพฤษภาคม 2549 พบว่า วัชพืชของทุกคำรับการทดลองมีระดับแมกนีเซียมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ โดยมีค่าใกล้เคียงกันระหว่าง 0.16-2.0 เปอร์เซ็นต์ โดยวัชพืชในแปลงถั่วคาวเลตมีระดับแมกนีเซียมสูงที่สุด คือ 2.0 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือวัชพืชในแปลงถั่วท่าพระสไตโลและถั่วแลปแลปที่มีระดับแมกนีเซียมเท่ากันคือ 1.9 เปอร์เซ็นต์ สำหรับวัชพืชในแปลงถั่วเวอรานอสไตโลพบว่า มีระดับแมกนีเซียมต่ำสุดคือ 1.6 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่วัชพืชในแปลงควบคุมมีระดับแมกนีเซียมเท่ากับ 1.7 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3)

6.3.6 ชัลเฟอร์

สำหรับตัวอย่างวัชพืชที่สุ่มวัดในเดือนพฤษภาคม 2549 พบว่า วัชพืชของทุกตัวรับการทดลองมีระดับชัลเฟอร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ โดยมีค่าใกล้เคียงกันระหว่าง 2.0-2.4 เปอร์เซ็นต์ โดยวัชพืชในแปลงถั่วขาวเคตมีระดับแมกนีเซียมสูงที่สุด คือ 2.4 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือวัชพืชในแปลงถั่วเวราโนสไดโลและถั่วเลปเลปที่มีระดับชัลเฟอร์เท่ากันคือ 1.9 เปอร์เซ็นต์ สำหรับวัชพืชในแปลงถั่วท่าพระสไตโลพบว่ามีระดับชัลเฟอร์เท่ากันกับแปลงควบคุมคือ 2.0 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) ของถั่วและวัชพืชที่สุ่มวัดในเดือนพฤษภาคมและสิงหาคม 2549

คำรับการทดลอง		รายการที่วิเคราะห์												ผลผลิตโปรตีน (กก./ไร่)	
		% N		% P		% K		% Ca		% Mg		% S		พ.ค.49	ส.ค. 49
		พ.ค.49	ส.ค.49	พ.ค.49	ส.ค.49	พ.ค.49	ส.ค.49	พ.ค.49	ส.ค.49	พ.ค.49	ส.ค.49	พ.ค.49	ส.ค.49		
ก. ถั่ว	JC + VS	2.69 b ^{1/}	2.54 b ^{1/}	0.18 b	0.19 c	1.56 b	1.76 a	1.33 a	-	0.27 a	-	0.25 a	-	35.5 b	43.3 a
	JC + TS	2.57 b	2.43 b	0.30 a	0.33 a	1.98 a	1.93 a	1.00 b	-	0.25 a	-	0.27 a	-	66.5 a	44.7 a
	JC + CD	2.62 b	2.34 b	0.15 b	0.28 b	1.03 c	1.73 a	1.08 b	-	0.31 a	-	0.21 a	-	2.5 c	1.0 c
	JC + LL	3.36 a	2.99 a	0.26 a	0.28 b	1.53 b	1.92 a	1.51 a	-	0.24 a	-	0.29 a	-	3.6 c	10.7 b
	CV, (%)	2.4	6.0	11.5	5.4	13.0	8.2	5.7	-	4.6	-	7.2	-	18.1	14.6
ข. วัชพืช	Control	1.20 b	1.01 ^{2/}	0.30 b	0.4	1.84 c	2.01	0.52 b	-	0.17 a	-	0.20 a	-	27.8 b	22.1
	JC + VS	1.69 a	-	0.41 ab	-	2.26 ab	-	0.69 ab	-	0.16 a	-	0.22 a	-	22.3 b	-
	JC + TS	1.56 a	-	0.51 a	-	2.55 a	-	0.56 ab	-	0.19 a	-	0.20 a	-	10.6 c	-
	JC + CD	1.39 a	-	0.34 b	-	2.19 bc	-	0.66 ab	-	0.20 a	-	0.24 a	-	45.3 a	-
	JC + LL	1.62 a	-	0.41 ab	-	2.30 ab	-	0.79 a	-	0.19 a	-	0.22 a	-	52.7 a	-
	CV, (%)	12.1	-	17.9	-	8.7	-	20.9	-	20.8	-	18.5	-	12.8	-

^{1/} ตัวอักษรที่ต่างกันของแต่ละชนิดพืชในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Fisher'Lsd ^{2/} ไม่ได้วิเคราะห์ทางสถิติ

7. คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี

7.1 สมบัติทางเคมีของดินก่อนการทดลอง

7.1.1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินก่อนการทดลอง พบว่า ทุกตัวรับการทดลองมีค่า pH ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ คือมีค่าระหว่าง 6.2-6.3 โดยดินในแปลงถั่วทั้ง 4 ชนิดมีค่าปฏิกิริยาดินเท่ากันคือ 6.3 สำหรับดินในแปลงควบคุมมีค่าปฏิกิริยาดินเท่ากับ 6.2

7.1.2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินก่อนการทดลอง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ โดยแปลงถั่วเวอรานอสไตโล ถั่วคาวาลเคต ถั่วท่าพระสไตโลและถั่วเลปเลป และแปลงควบคุมมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเท่ากับ 2.5, 2.5, 2.4, 2.4 และ 2.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

7.1.3 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินก่อนการทดลอง พบว่า ดินในแปลงถั่วเวอรานอสไตโลมีระดับฟอสฟอรัสสูงกว่าดินในแปลงควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าเท่ากับ 373 และ 248 ppm ตามลำดับ ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสในแปลงถั่วคาวาลเคต ถั่วท่าพระสไตโล และถั่วเลปเลปพบว่ามีค่าไม่แตกต่างจากทั้ง 2 แปลงดังกล่าว โดยมีค่าเท่ากับ 280, 276 และ 262 ppm ตามลำดับ

7.1.4 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินก่อนการทดลอง พบว่า แปลงถั่วท่าพระสไตโลมีระดับโพแทสเซียมสูงกว่าแปลงควบคุมอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ โดยมีค่าเท่ากับ 291 และ 203 ppm ตามลำดับ ส่วนปริมาณโพแทสเซียมในแปลงถั่วเวอรานอสไตโล ถั่วเลปเลปและถั่วคาวาลเคต พบว่ามีระดับโพแทสเซียมใกล้เคียงกับถั่ว 2 ชนิดดังกล่าว โดยมีค่าเท่ากับ 255, 254 และ 214 ppm ตามลำดับ

7.2 สมบัติทางกายภาพของดินก่อนการทดลอง

7.2.1 ความจุในการอุ้มน้ำของดิน พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยแปลงถั่วเวอรานอสไตโล ถั่วท่าพระสไตโล ถั่วคาวาลเคต ถั่วเลปเลป และแปลงควบคุมมีค่าความจุในการอุ้มน้ำเท่ากับ 255, 291, 214, 254 และ 203 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

7.2.2 การกระจายขนาดของเม็ดดินที่ถึงทนต่อการสลายตัวในน้ำก่อนการทดลอง (ตารางที่ 5) สามารถจำแนกขนาดของเม็ดดินในช่วงขนาด 8.00-2.00, 2.00-1.00, 1.00-0.50, 0.50-0.25, 0.25-

0.10 และ < 0.10 มิลลิเมตร พบว่า แผลงั่วแลบแลบมีเม็ดดินที่คงทนต่อการสลายตัวในน้ำส่วนใหญ่อยู่ในช่วงขนาด 8.00-2.00 มิลลิเมตร เท่ากับ 30.8 เปอร์เซ็นต์ สำหรับแผลงั่วควาลเคตและั่วทำพระสไตโล พบว่า มีเม็ดดินที่คงทนต่อการสลายตัวในน้ำอยู่ในช่วงขนาด 2.00-1.00 มิลลิเมตร มากที่สุดคือ 27.8 และ 27.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนดินในแผลงั่วเวอรานอสไตโลและแผลงั่วควคุม มีเม็ดดินที่คงทนต่อการสลายตัวในน้ำอยู่ในช่วงขนาด 1.00-0.50 มิลลิเมตร มากที่สุดคือ 26.3 และ 25.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จะเห็นว่าในทุกด้ารับการทดลอง ดินส่วนใหญ่จะมีการกระจายขนาดของเม็ดดินที่มีขนาด 8.00-2.00, 2.00-1.00 และ 1.00-0.50 มิลลิเมตร และั่วๆ มีปริมาณลดลงในส่วนของเม็ดดินที่มีระหว่าง 0.50-0.25, 0.25-0.10 และ < 0.1 มิลลิเมตร คือมีค่าระหว่าง 11.5-19.7, 6.5-9.4 และ 3.0-4.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของเม็ดดินแห้ง (MWD) (ตารางที่ 5) ในแต่ละด้ารับการทดลอง พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ โดยดินก่อนทดลองมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของเม็ดดินแห้งระหว่าง 2.2-1.7 เปอร์เซ็นต์

7.3 สมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลอง

7.3.1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินหลังการทดลอง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติโดยมีค่า pH ระหว่าง 6.2-6.5 เมื่อพิจารณาอัตราการเปลี่ยนแปลง pH ของดินก่อนและหลังการทดลองที่คำนวณจากสูตร Singh and Yadava ที่อ้างโดยเฉลิมชัย (2546) พบว่า หลังการทดลองดินที่ปลูกั่วทำพระสไตโล ั่วควาลเคต และั่วแลบแลบแนวโน้มมีค่า pH เพิ่มขึ้น ในขณะที่ดินที่ปลูกั่วเวอรานอสไตโลมีค่า pH ลดลง ส่วนแผลงั่วควคุมพบว่ามีค่าไม่เปลี่ยนแปลง (ตารางที่ 4)

7.3.2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินหลังการทดลอง พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ โดยแผลงั่วที่ปลูกั่วเวอรานอสไตโลและั่วแลบแลบมีปริมาณอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 1.4 และ 1.4 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าแผลงั่วควคุมอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 1.1 เปอร์เซ็นต์ สำหรับดินที่ปลูกั่วทำพระสไตโลและั่วควาลเคตพบว่ามีปริมาณอินทรีย์วัตถุไม่แตกต่างกับแผลงั่วที่ปลูกั่วเวอรานอสไตโล ั่วแลบแลบ และแผลงั่วควคุม โดยมีปริมาณอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 1.3 และ 1.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาอัตราการเปลี่ยนแปลงโดยเปรียบเทียบปริมาณอินทรีย์วัตถุก่อนและหลังการทดลอง พบว่า ทุกด้ารับการทดลองมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินลดลงในอัตราที่ใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 4)

7.4 สมบัติทางกายภาพของดินหลังการทดลอง

7.4.1 ความจุในการอุ้มน้ำของดินหลังทดลอง พบว่า ทุกดํารับการทดลองมีค่าความจุในการอุ้มน้ำของดิน ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ โดยในแปลงที่ปลูกถั่วแลบแลบค่าความจุในการอุ้มน้ำของดินเท่ากับ 55.9 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือที่ปลูกร่วมกับถั่วท่าพระสไตโล ถั่วเวอร์นาไนสไตโล แปลงควบคุม และแปลงที่ปลูกถั่วคาวาลเคต โดยมีค่าความจุในการอุ้มน้ำของดิน เท่ากับ 55.6, 55.2, 54.7 และ 53.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาอัตราการเปลี่ยนแปลงความจุในการอุ้มน้ำของดินก่อนและภายหลังการทดลอง พบว่า มีค่าเพิ่มสูงขึ้นในระดับที่ใกล้เคียงกันในทุกดํารับการทดลอง (ตารางที่ 4)

7.4.2 การกระจายขนาดของเม็ดดินที่คงทนต่อการสลายตัวในน้ำของดินหลังการทดลอง (ตารางที่ 6) พบว่า ทุกดํารับการทดลองมีผลทำให้เม็ดดินที่มีขนาด 8.00-2.00 และ 2.00-1.00 มิลลิเมตรเพิ่มสูงขึ้นและเม็ดดินที่มีขนาดระหว่าง 1.00-0.50, 0.50-0.25, 0.25-0.10 และ <0.1 มิลลิเมตรลดลง ยกเว้นแปลงที่ปลูกถั่วแลบแลบที่มีเม็ดดินขนาดระหว่าง 0.50-0.25 และ 0.25-0.10 มิลลิเมตรเพิ่มสูงขึ้น ในส่วนของแปลงควบคุม เม็ดดินที่มีขนาด <0.1 มิลลิเมตรเพิ่มสูงขึ้นจาก 1.7 เป็น 1.9 เปอร์เซ็นต์ และมีเม็ดดินขนาด 8.00-2.00, 2.00-1.00, 1.00-0.50 และ 0.50-0.25 มิลลิเมตรใกล้เคียงกันระหว่าง 17.9- 25.7 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเม็ดดินในแปลงควบคุมส่วนใหญ่จะมีขนาดอยู่ในช่วง 8.00-2.00 มิลลิเมตร คือ 25.7 เปอร์เซ็นต์ สำหรับแปลงที่ปลูกถั่วเวอร์นาไนสไตโล พบว่า มีเม็ดดินขนาด 8.00-2.00 มากที่สุด และมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นจากการทดลอง คือ 20.0 เป็น 43.3 เปอร์เซ็นต์ รวมทั้งมีเม็ดดินที่มีขนาด 2.00-1.00 เพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อย ส่วนเม็ดดินที่มีขนาด <0.1 มิลลิเมตรพบว่ามีค่าลดลง เช่นเดียวกับแปลงที่ปลูกถั่วท่าพระสไตโลที่ถึงแม้จะมีเม็ดดินขนาด 8.00-2.00 มิลลิเมตรเพียง 30.6 เปอร์เซ็นต์ แต่ก็พบว่าถั่วชนิดนี้ทำให้เม็ดดินขนาด 8.00-2.00 มิลลิเมตรเพิ่มสูงขึ้นจากการทดลองมาก คือจาก 21.5 เป็น 30.6 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามดินที่ปลูกถั่วชนิดนี้มีเม็ดดินที่มีขนาด 2.00-1.00 มากที่สุด สำหรับแปลงที่ปลูกถั่วคาวาลเคตขนาดของเม็ดดินส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 8.00-2.00, 2.00-1.00 และ 1.00-0.50 มิลลิเมตร โดยมีเม็ดดินที่อยู่ในช่วงขนาด 2.00-1.00 มากที่สุด คือ 34.6 เปอร์เซ็นต์ และมีเม็ดดินที่ขนาด <0.1 มิลลิเมตรน้อยที่สุดคือ 2.0 เปอร์เซ็นต์

เมื่อพิจารณาขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของเม็ดดินแห้ง (MWD) หลังการทดลอง (ตารางที่ 6) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ โดยแปลงที่ปลูกถั่วเวอร์นาไนสไตโลมีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของเม็ดดินแห้งหรือค่า MWD สูงกว่าดํารับการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ โดยมีค่าเท่ากับ 2.7 มิลลิเมตร รองลงมาคือ แปลงที่ปลูกถั่ว

แลบและถั่วทำพระสไตโลที่มีค่า MWD เท่ากับ 2.4 และ 2.3 มิลลิเมตร ส่วนแปลงที่ปลูกถั่วคาวาลพบว่าค่า MWD ต่ำกว่าค่ารับการทดลองอื่นที่มีการปลูกถั่วอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติแต่ไม่แตกต่าง จากแปลงควบคุมอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติโดยมีค่า MWD เท่ากับ 2.0 และ 1.9 มิลลิเมตร ตามลำดับ เมื่อพิจารณาอัตราการเปลี่ยนแปลงขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของเม็ดดินแห้ง (MWD) (ตารางที่ 4) พบว่า ทุกค่ารับการทดลองมีผลทำให้การเปลี่ยนแปลงขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของเม็ดดินแห้งเพิ่มสูงขึ้น

7.4.3 ความชื้นของดิน จากการเก็บตัวอย่างความชื้นของดินในช่วงแสงจัดในเดือน กุมภาพันธ์ 2550 ที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยน้ำหนักของดิน ที่ระยะห่างจากต้นสับดำ 30, 60 และ 150 เซนติเมตร พบว่า ที่ระยะ 30 เซนติเมตรทุกค่ารับการทดลองมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยน้ำหนักของดินไม่แตกต่างกัน โดยมีระดับความชื้นอยู่ระหว่าง 13.1- 13.8 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเลื่อนระยะการสุมให้ห่างออกไปเป็น 60 และ 150 เซนติเมตร พบว่า ความชื้นในดินมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติในแต่ละค่ารับการทดลอง กล่าวคือ สับดำที่ปลูกร่วมกับถั่วทำพระสไตโล มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูงสุดเท่ากับ 15.2 และ 15.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แตกต่างจากที่ปลูกถั่วที่เหลืออีก 3 ชนิด ได้แก่ ถั่วแลบแลบ ถั่วคาวาล และถั่วเวอรานอสไตโล ซึ่งมีค่าความชื้นไม่แตกต่างจากแปลงควบคุมอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ โดยมีระดับความชื้นที่ระยะห่าง 60 เซนติเมตรจากต้นสับดำเท่ากับ 13.8, 13.4, 13.4 และ 13.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนระดับความชื้นที่ระยะห่าง 150 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับ 12.8, 13.3, 13.2 และ 13.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 8)

ตารางที่ 4 สมบัติบางประการของดินก่อนการทดลอง หลังการทดลอง และอัตราการเปลี่ยนแปลงของดินก่อนและหลังการทดลอง ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่าง
แห่งชาติ อำเภอบางบาล จังหวัดนครราชสีมา

ตัวรับการทดลอง		Texture	pH	% OM	Avai P, ppm	Avai K, ppm	% WHC	MWD
ก. ก่อนการทดลอง	Control	Clay	6.2 a ^{1/}	2.3 a	248 b	203 c	45.6 a	1.7 a
	JC + VS	Clay	6.3 a	2.5 a	373 a	255 ab	45.1 a	1.7 a
	JC + TS	Clay	6.3 a	2.4 a	276 ab	291 a	45.8 a	1.7 a
	JC + CD	Clay	6.3 a	2.5 a	280 ab	214 ab	45.4 a	1.9 a
	JC + LL	Clay	6.3 a	2.4 a	262 ab	254 ab	45.5 a	2.2 a
	CV (%)	-	0.2	5.1	22.3	18.8	2.0	20.2
ข. หลังการทดลอง	Control	-	6.3 a	1.1 b	-	-	54.7 a	1.9 c
	JC + VS	-	6.2 a	1.4 a	-	-	55.2 a	2.7 a
	JC + TS	-	6.5 a	1.3 ab	-	-	56.5 a	2.3 b
	JC + CD	-	6.5 a	1.2 ab	-	-	53.9 a	2.0 c
	JC + LL	-	6.5 a	1.4 a	-	-	55.9 a	2.4 b
	CV (%)	-	5.3	17.8	-	-	3.8	14.6

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ตำรับการทดลอง		Texture	pH	% OM	Avai P, ppm	Avai K, ppm	% WHC	MWD
ค. อัตราการเปลี่ยนแปลง	Control	-	1.00	0.68	-	-	1.07	1.04
	JC + VS	-	0.99	0.75	-	-	1.09	1.20
	JC + TS	-	1.13	0.72	-	-	1.09	1.13
	JC + CD	-	1.13	0.68	-	-	1.07	1.02
	JC + LL	-	1.02	0.76	-	-	1.09	1.03

^{1/} ตัวอักษรที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Fisher'Lsd

- ไม่มีการวิเคราะห์

ตารางที่ 5 การกระจายขนาดของเม็ดดินที่คงทนต่อการสลายตัวในน้ำและขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของเม็ดดินแห้ง (MWD) ก่อนการทดลอง

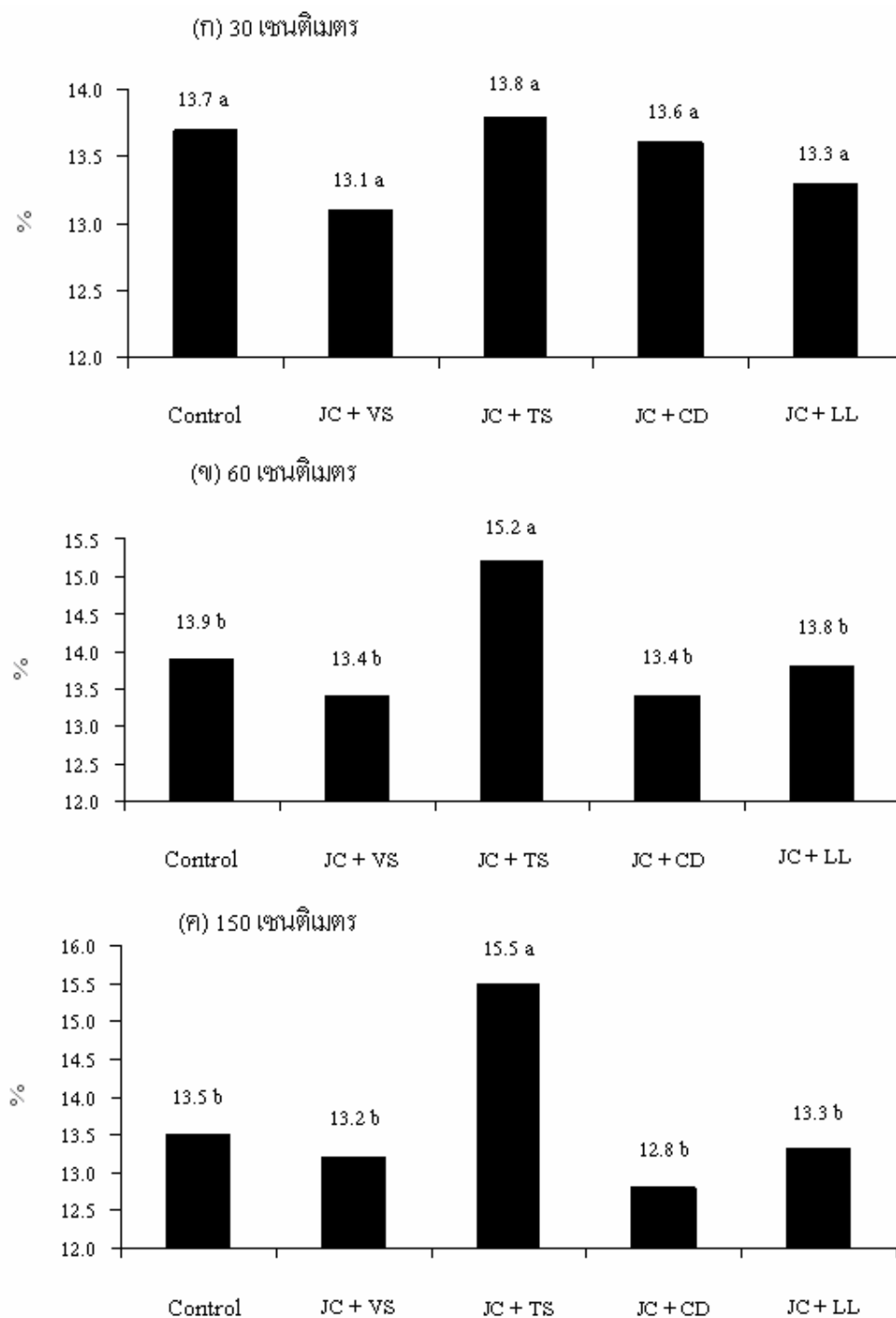
ตำรับการทดลอง	การกระจายขนาดของเม็ดดินที่คงทนต่อการสลายตัวในน้ำ (%)						MWD (mm.)
	ขนาดของเม็ดดิน (mm.)						
	8.00-2.00	2.00-1.00	1.00-0.50	0.50-0.25	0.25-0.10	<0.1 mm	
Control	20.8	24.9	25.1	19.7	9.4	4.1	1.7 a ^{1/}
JC + VS	20.0	26.2	26.3	15.3	8.6	3.6	1.7 a
JC + TS	21.5	27.2	25.4	14.4	8.5	3.0	1.7 a
JC + CD	24.7	27.8	23.7	12.5	7.6	3.7	1.9 a
JC + LL	30.8	26.8	21.1	11.5	6.5	3.3	2.2 a
เฉลี่ย	23.5	26.6	24.3	13.9	8.1	3.5	1.8

^{1/} ตัวอักษรที่ต่างกันในสคมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Fisher'Lsd

ตารางที่ 6 อิทธิพลของตัวกับการกระจายขนาดของเม็ดดินที่คงทนต่อการสลายตัวในน้ำและขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของเม็ดดินแห้ง (MWD) หลังจากปลูกลำไยชนิดต่างๆ

คำรับการทดลอง	การกระจายขนาดของเม็ดดินที่คงทนต่อการสลายตัวในน้ำ (%)						MWD (mm.)
	ขนาดของเม็ดดิน (mm.)						
	8.00-2.00	2.00-1.00	1.00-0.50	0.50-0.25	0.25-0.10	<0.1 mm	
Control	25.7	24.8	20.2	17.9	7.5	3.9	1.9 c ^{1/}
JC + VS	43.3	28.7	14.2	7.6	3.9	2.3	2.7 a
JC + TS	30.6	39.5	11.5	9.7	6.6	2.1	2.3 b
JC + CD	26.1	34.6	20.5	9.6	5.6	3.6	2.0 c
JC + LL	35.2	31.1	16.0	8.1	6.6	3.0	2.4 b
เฉลี่ย	31.6	31.7	17.3	9.8	6.6	3.0	2.2

^{1/} ตัวอักษรที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้วิธี Fisher'Lsd



ภาพที่ 8 ผลของการปลูกถั่วชนิดต่างๆ ร่วมกับสบูดำต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยน้ำหนักของดินที่ระยะห่างต่างๆ จากต้นสบูดำ ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2550 (ก) 30 เซนติเมตร (CV = 4.43%), (ข) 60 เซนติเมตร (CV = 1.41%) และ (ค) 150 เซนติเมตร (CV = 2.05%)

วิจารณ์ผลการทดลอง

การเจริญเติบโตและการอยู่รอดของถั่วอาหารสัตว์ที่ปลูกแซม

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ถั่วอาหารสัตว์แต่ละชนิดมีความสามารถในการเจริญเติบโต การตั้งตัวและการอยู่รอดแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดเมื่อปลูกร่วมกับสบู่ดำ (ภาพที่ 5) ในระยะ 6 สัปดาห์แรกหลังการปลูกถั่วท่าพระสไตโลและถั่วเวอร์ราโนสไตโลมีจำนวนต้นต่อหน่วยพื้นที่สูงกว่าถั่วควาลเคตและถั่วแลปแลป ทั้งนี้เนื่องจากถั่วทั้ง 2 ชนิดแรกมีเมล็ดขนาดเล็กทำให้สัมผัสดินและความชื้นได้ดี เมล็ดจึงงอกและเจริญเติบโตเป็นต้นกล้าได้มากกว่า ทั้งๆ ที่ถั่วควาลเคตมีเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดก่อนปลูกสูงกว่าถั่วท่าพระสไตโลและถั่วแลปแลป สอดคล้องกับงานวิจัยของ Tudsri and Suwadipanit (1973) ที่รายงานว่าถั่วที่มีเมล็ดมีขนาดใหญ่ เช่นถั่วแลปแลปและถั่วเซนโตร การปลูกโดยวิธีหว่านจะมีจำนวนการงอกและการตั้งตัวน้อยกว่าถั่วที่มีขนาดเล็ก ในส่วนของถั่วแลปแลปแม้ว่าในงานทดลองนี้จะปลูกโดยวิธีหยอดเมล็ดด้วยเข็บที่ปลูกข้าวโพด แต่อัตรามล็ดที่ปลูกมีจำนวนน้อยกว่าเพราะปลูกโดยใช้ระยะ 50x25 เซนติเมตรและหยอดเมล็ดเพียงหลุมละ 2-3 เมล็ด อย่างไรก็ตามภายหลังการสุ่มวัดผลผลิตระหว่างเดือนธันวาคมและเดือนมีนาคม ถั่วอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิดที่ทดลองมีจำนวนต้นลดลงแต่ถั่วเวอร์ราโนสไตโลและถั่วท่าพระสไตโลยังคงมีจำนวนต้นสูงกว่าถั่วควาลเคตและถั่วแลปแลป

ภายหลังจากการได้รับน้ำฝนในเดือนเมษายนและพฤษภาคม 2548 ถั่วเวอร์ราโนสไตโลมีจำนวนต้นเพิ่มขึ้นเป็น 544 ต้นต่อตารางเมตร ในขณะที่ถั่วท่าพระสไตโลยังคงมีจำนวนต้นเพิ่มขึ้นไม่มากนักเพียง 72 ต้นต่อตารางเมตรและถั่วอีก 2 ชนิดที่เหลือ ได้แก่ถั่วควาลเคตและถั่วแลปแลปมีจำนวนต้นเพียง 54 และ 21 ต้นต่อตารางเมตร ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากถั่วเวอร์ราโนสไตโลเป็นถั่วที่มีอายุเพียง 1-3 ปี (Gardener, 1981; Wilaipon and Humphreys 1981) การคงอยู่ของถั่วเวอร์ราโนสไตโลในแปลงหญ้าในปีที่ 2 ขึ้นอยู่กับจำนวนต้นที่เหลือจากปีแรกรวมกับจำนวนต้นถั่วที่งอกจากเมล็ดที่ร่วงลงไปบนดิน ตรงกันข้ามกับถั่วท่าพระสไตโลซึ่งเป็นถั่วที่มีอายุหลายปี การคงอยู่ของถั่วท่าพระสไตโลขึ้นอยู่กับต้นเดิมเป็นส่วนใหญ่และพบว่าเมล็ดที่ร่วงลงไปมีเปอร์เซ็นต์การงอกน้อยมาก ดังนั้นการจัดการระหว่างถั่วทั้ง 2 ชนิด จึงน่าจะมีการจัดการที่แตกต่างกัน ในถั่วเวอร์ราโนการจัดการใดๆ ที่ทำให้ผลผลิตเมล็ดของถั่วเวอร์ราโนสไตโลลดลงทำให้เมล็ดที่เจริญเติบโตขึ้นมาใหม่น้อยลง ทำให้การคงอยู่ของแปลงถั่วและการให้ผลผลิตลดลงไปด้วย (Wilaipon and Humphreys, 1976) ในขณะที่ถั่วท่าพระสไตโลการจัดการใดๆ ที่ทำให้ต้นเดิมมีจำนวนลดลงจะมีผลทำให้จำนวนต้นถั่วในแปลงสบู่ดำลดลงไปด้วย

ตรงกันข้ามกับถั่วคาวาลเคตซึ่งเป็นถั่วเถาเลื้อยและถั่วเลปเลป ซึ่งเป็นถั่วทรงพุ่ม ส่วนปลายมีเกาหอด มีอายุเพียงปีเดียวและเจริญเติบโตได้เร็วในระยะปีแรก การตัดแต่ละครั้งมีผลทำให้จำนวนต้นถั่วลดลงไปได้ง่าย แม้ว่าจะใช้ความสูงของการตัดที่ระยะ 25 เซนติเมตรก็ตาม การร่วงของเมล็ดและการงอกเป็นต้นใหม่มีอยู่เพียงเล็กน้อย ในขณะที่เมล็ดถั่วเลปเลปไม่พบว่าเมล็ดงอกเป็นต้นใหม่เพราะเมล็ดมีขนาดใหญ่ สภาพแวดล้อมอาจไม่เหมาะสม Skerman (1977) รายงานว่าถั่วเลปเลปเมล็ดงอกได้ดีที่สุดเมื่อปลูกกลิ้งลงในดิน 2.5-5.0 เซนติเมตร เช่นเดียวกับถั่วคาวาลเคตซึ่งเมล็ดมีขนาดใกล้เคียงกับถั่วเซนโตร ความลึกที่เหมาะสมจึงควรอยู่ในระดับใกล้เคียงกันคือ 2.5-5.0 เซนติเมตร (Adegbola, 1964)

ในช่วงปีที่ 2 ของการทดลอง (พฤษภาคมถึงกุมภาพันธ์ 2550) ถั่วเวอร์นาโนสไตโลและถั่วท่าพระสไตโลยังคงมีจำนวนต้นสูงกว่าถั่วเลปเลปและถั่วคาวาลเคต แม้ว่าจะมีการปลูกถั่วทั้ง 2 ชนิดอีกครั้งในช่วงฤดูฝนของปีที่ 2 และถั่วเวอร์นาโนสไตโลยังคงมีเมล็ดที่ร่วงลงไปในดินและงอกขึ้นใหม่อีกครั้งเช่นเดียวกันกับถั่วท่าพระสไตโลในเดือนมีนาคม 2550 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ถั่วท่าพระสไตโลและถั่วเวอร์นาโนสไตโลเหมาะสมต่อการปลูกร่วมกับสับรูดมากกว่าถั่วเลปเลปและถั่วคาวาลเคตในสภาพแวดล้อมของอำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

ผลผลิตถั่วอาหารสัตว์

ถั่วอาหารสัตว์แต่ละชนิดมีความสามารถในการให้ผลผลิตและการกระจายผลผลิตแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด จากตารางที่ 2 พบว่า ถั่วท่าพระสไตโลสามารถให้ผลผลิตรวม 6 ครั้งสูงกว่าถั่วชนิดอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากถั่วท่าพระสไตโลเป็นถั่วที่มีอายุหลายปี การเจริญสามารถเกิดขึ้นได้ตลอด ถ้าเกษตรกรสามารถให้น้ำได้ เช่นในงานทดลองนี้ในช่วงระหว่างเดือนธันวาคมถึงมีนาคม ซึ่งเป็นช่วงที่มีการให้น้ำตลอดทำให้ถั่วท่าพระสไตโลให้ผลผลิตถึง 848 กิโลกรัมต่อไร่จากการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 ในช่วงดังกล่าว ในขณะที่ช่วงฤดูแล้งปีถัดมา ไม่มีการให้น้ำแก่ถั่วท่าพระสไตโลยังให้ผลผลิตถึง 261 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่ถั่วชนิดอื่นไม่ให้ผลผลิตเลย จึงทำให้ถั่วท่าพระสไตโลให้ผลผลิตสูงสุดถึง 2,755 กิโลกรัมต่อไร่ตรงกันข้ามกับถั่วที่เหลืออีก 3 ชนิดที่เป็นถั่วที่มีอายุเพียงปีเดียว ซึ่งผลผลิตที่ได้รับส่วนใหญ่จะได้จากช่วงฤดูฝนหรือในช่วงฤดูแล้งที่มีการให้น้ำ (ธันวาคมถึงมีนาคม 2549) ทั้งนี้เนื่องจากถั่วเวอร์นาโนสไตโลมีกิ่งก้านสาขามาก การตัดบ่อยครั้งทำให้ถั่วเบนราบไปกับผิวดิน ทำให้มีจุดเจริญและพื้นที่ใบที่จะเจริญขึ้นมาได้มาก (Tudstri et al, 1989) ทำให้ถั่วชนิดนี้ทนทานต่อการตัดได้ดี สอดคล้องกับงานทดลองของสายัณห์ และ เพ็ญศรี (2536) ในขณะที่ถั่วคาวาลเคตเป็นถั่วประเภทเถาเลื้อยและถั่วเลปเลปเป็นถั่วต้นตั้ง การตัดบ่อยครั้งมีผลทำให้การฟื้นตัวช้าเพราะมีส่วนที่

เหลืออยู่ภายหลังการตัดน้อย ซึ่งเป็นลักษณะของถั่วเถาเลื้อยต่างๆ ไป เช่น ถั่วเซอรโตร ถั่วเซนโตร และถั่วกลายจีน (Whiteman, 1980) ดังนั้นผลผลิตที่ได้จากถั่วเหล่านี้ส่วนใหญ่จึงเฉพาะในช่วงระยะการตัดครั้งที่ 1 และ 2 จากผลการทดลองนี้จึงแสดงให้เห็นว่า ถั่วท่าพระสไตโลเป็นถั่วที่เหมาะสมที่สุดต่อการปลูกเป็นพืชคลุมดินในแปลงสบู่ดำ รองลงมาได้แก่ถั่วเอรานอสไตโล อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้มีการเก็บข้อมูลเพียง 1 ปี จึงควรจะได้ศึกษาในระยะยาวต่อไป

ในส่วนของผลผลิตวัชพืชพบว่า แตกต่างกันไปตามชนิดของถั่วที่ขึ้นร่วม โดยวัชพืชในแปลงควบคุมให้ผลผลิตสูงกว่าวัชพืชในแปลงถั่วเอรานอสไตโลและถั่วท่าพระสไตโลอย่างมีนัยสำคัญในทุกครั้งของการเก็บเกี่ยว ยกเว้นการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 ที่มีผลผลิตวัชพืชใกล้เคียงกัน การที่วัชพืชในแปลงถั่วเอรานอสไตโลและถั่วท่าพระสไตโล มีในปริมาณต่ำกว่าแปลงถั่วชนิดอื่นหรือแม้กระทั่งแปลงควบคุมเนื่องจากถั่วทั้ง 2 ชนิดดังกล่าวสามารถแตกกิ่งก้านได้ดี การตัดบ่อยครั้งจะทำให้ถั่วแผ่ราบไปกับผิวดิน (Tudsri et al., 1989) ทำให้มีจุดเจริญและพื้นที่ใบที่เจริญขึ้นมาก ถั่วจึงสามารถปกคลุมวัชพืชได้ดี ในขณะที่ในแปลงถั่วคาวลาคเตซึ่งเป็นถั่วต้นเลื้อยและถั่วเลื้อยซึ่งเป็นถั่วแบบทรงพุ่ม ส่วนปลายมีเถาทอด มีอายุเพียงปีเดียว มีการคลุมพื้นที่น้อยจึงทำให้วัชพืชขึ้นปะปนได้ง่าย ดังนั้นจึงเห็นได้ชัดเจนว่าการปลูกถั่วคลุมดินที่เหมาะสมจะช่วยลดปัญหาวัชพืชได้ นอกจากนั้นการตรึงไนโตรเจนจากถั่วที่ปลูกยังมีผลต่อสบู่ดำที่ขึ้นร่วมด้วย

ในส่วนของผลผลิตรวม (ถั่ว+วัชพืช) ทั้งหมด 6 ครั้ง พบว่า ในแปลงถั่วท่าพระสไตโลให้ผลผลิตรวม (ถั่ว+วัชพืช) สูงที่สุด ซึ่งผลผลิตที่สูงนี้เกิดจากผลผลิตของถั่วเป็นสำคัญ เช่นเดียวกับถั่วเอรานอสไตโล ในขณะที่ถั่วเลื้อยและถั่วคาวลาคเตผลผลิตรวม (ถั่ว+วัชพืช) ส่วนใหญ่มาจากวัชพืชเป็นสำคัญ

เมื่อพิจารณาเฉพาะผลผลิตของถั่ว ผลการทดลองนี้จึงสรุปได้ว่าถั่วที่มีอายุหลายปีให้ผลผลิตมากกว่าถั่วอายุปีเดียว อย่างไรก็ตามเนื่องจากถั่วเอรานอสไตโลให้ผลผลิต (1,375 กิโลกรัม/ไร่) รองจากถั่วท่าพระสไตโล (2,755 กิโลกรัม/ไร่) และสูงกว่าถั่วคาวลาคเต (160 กิโลกรัม/ไร่) และถั่วเลื้อย (575 กิโลกรัม/ไร่) อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติจึงน่าจะเป็นตัวเลือกที่ 2 เพื่อใช้ทดแทนถั่วท่าพระสไตโลที่อาจมีปัญหาต่อผลผลิตเมล็ดสบู่ดำซึ่งจะได้กล่าวต่อไป

ผลผลิตสบูดำ

ในด้านของผลผลิตสบูดำพบว่า สบูดำที่ปลูกร่วมกับถั่วเวอร์ราโนสไตโลและถั่วเลปเลปให้ผลผลิตเมล็ดสบูดำสูงกว่าสบูดำที่ปลูกร่วมกับถั่วท่าพระสไตโล สบูดำในแปลงควบคุม และที่ปลูกร่วมกับถั่วคาวลเคตอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (ตารางที่ 1) โดยให้ผลผลิตเท่ากับ 118.5, 116.5, 71.4, 67.5 และ 55.2 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากสบูดำที่ปลูกร่วมกับถั่วเวอร์ราโนสไตโลและถั่วเลปเลปมีการเจริญเติบโตทางด้านกิ่งยอดมากกว่าได้รับการทดลองอื่นๆ ถั่วทั้ง 2 ชนิดนี้เป็นถั่วที่มีอายุเพียงปีเดียว และให้ผลผลิตเฉพาะในช่วงฤดูฝน โดยส่วนเหนือดินจะตายลงในช่วงฤดูแล้ง ดังนั้นจึงทำให้ส่วนรากที่ยังลึกลงไปดินพร้อมกับปมถั่วหลุดร่วงและสลายตัวไปในช่วงฤดูฝนใหม่ได้ง่าย (Whiteman, 1980) เมื่อเทียบกับถั่วท่าพระสไตโลที่ต้นเดิมส่วนใหญ่ยังคงเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง แม้กระทั่งในฤดูแล้ง ดังนั้นแม้ถั่วชนิดนี้จะให้ผลผลิตสูงแต่ใบที่ร่วงหล่นทับถมบนดินน่าจะมีไม่มากนัก ในขณะที่รากและปมยังคงทำหน้าที่อยู่เป็นส่วนใหญ่ เพราะส่วนบนดินยังเจริญเติบโตอยู่ ในส่วนของถั่วคาวลเคตแม้ว่าจะเป็นถั่วที่มีอายุเพียงปีเดียวเหมือนกับถั่วเวอร์ราโนสไตโลและถั่วเลปเลป ส่วนรากและปมถั่วจะตายลงตามส่วนเหนือดินแต่ปริมาณของส่วนพืชเหล่านี้และส่วนเหนือดินน่าจะมีปริมาณน้อยเกินไปไม่เพียงพอต่อการนำไปใช้ประโยชน์ของสบูดำที่ขึ้นร่วม ชื่นจิต (2550) เปรียบเทียบการสลายตัวของส่วนบนดินของถั่วเขตร้อน 5 ชนิดพบว่า ถั่วคาวลเคตมีใบแห้งที่หลุดร่วงยากจึงเกิดการย่อยสลายและปลดปล่อยอินทรีย์สารช้ากว่าถั่วชนิดอื่นรวมทั้งถั่วเวอร์ราโนสไตโล ถั่วเซอร์ราโตร และถั่วเซนโตร Ibewiro et al. (2000) รายงานว่า ได้มีการศึกษาการย่อยสลายและใช้ถั่วเลปเลปเป็นแหล่งไนโตรเจนให้กับดินที่ปลูกข้าวโพด 2 ฤดู พบว่า ถั่วเลปเลปสลายตัวอย่างรวดเร็วมากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง ภายใน 28 วัน ซึ่งมากกว่า 64 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจน ดังนั้นจึงมีผลทำให้ผลผลิตของเมล็ดสบูดำในแปลงดังกล่าวสูงกว่าได้รับการทดลองอื่นๆ ด้วย เนื่องจากยอดของสบูดำจะพัฒนาเป็นกิ่งก้าน ต้นสบูดำที่มีกิ่งก้านมากจะทำให้ผลผลิตมากขึ้นด้วย เนื่องจากสบูดำมีการออกดอกและให้ผลบริเวณปลายกิ่ง สอดคล้องกับ อรรถพล และคณะ (2550) ที่ได้รายงานว่าการเจริญเติบโตทางด้านสบูดำที่ส่งผลให้มีผลผลิตสูงคือจำนวนกิ่งแขนงต่อต้น โดยสายพันธ์ (2547) ที่รายงานว่าการปลูกถั่วอาหารสัตว์ (ถั่วเลปเลปและถั่วสไตโล) ถั่วลิสงและมันเทศแซมระหว่างแถวของต้นมะม่วง เป็นระยะเวลา 3 ปี แล้ววัดความสูง ขนาดลำต้น และทรงพุ่ม พบว่าการปลูกแซมด้วยพืชดังกล่าวมานี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การแซมด้วยพืชวงศ์ถั่วเลปเลป ทำให้ต้นมะม่วงเจริญเติบโตได้ดีกว่าแปลงที่ไม่ได้ปลูกแซมพืชใดเลย (Kexian, 2003) ในด้านผลผลิตมะม่วงภายหลังการปลูกแซม พบว่า ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นทั้งจำนวนผลต่อต้นและเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่

ทางด้านการกระจายผลผลิตพบว่า สนุ่ดำให้ผลผลิตเพิ่มสูงขึ้นในทุกครั้งของการเก็บเกี่ยวโดยผลผลิตส่วนใหญ่ได้จากการเก็บเกี่ยวในเดือนตุลาคมและพฤศจิกายน 2549 โดยในช่วงนี้สนุ่ดำมีการเจริญเติบโตทางด้าน vegetative น้อยลง และมีการเจริญเติบโตทางด้าน reproductive เพิ่มสูงขึ้น

ผลผลิตที่ได้จากงานทดลองนี้ยังอยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับรายงานของวิบูลย์ และ สมบัติ (2550) แต่สูงกว่าระพีพันธ์ และ สุขสันต์ (2525) อย่างไรก็ตามผลผลิตนี้เป็นผลผลิตเพียงปีแรกเท่านั้น และจากงานวิจัยในต่างประเทศพบว่าสนุ่ดำจะให้ผลผลิตสูงในช่วง 3 ปีขึ้นไป ซึ่งเป็นไปได้ว่าในปีต่อไปสนุ่ดำจะสามารถให้ผลผลิตเพิ่มสูงขึ้นประกอบกับการได้ประโยชน์จากพืชตระกูลถั่วที่ปลูกร่วม ทั้งนี้เนื่องจากการศึกษาของสุขจิตต์ และคณะ (2543) ที่ปลูกถั่วร่วมกับข้าวฟ่างแดงพบว่า ในปีแรกข้าวฟ่างแดงที่ปลูกร่วมกับถั่วแดงและถั่วดำให้ผลผลิตเพียง 125 และ 99 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ และให้ผลผลิตเพิ่มสูงขึ้นในปีที่ 2 เท่ากับ 349 และ 281 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากภายหลังการเก็บเกี่ยวข้าวฟ่างแดงและถั่วชนิดต่างๆ ในปีแรกเศษเหลือของถั่วแดงและถั่วดำที่ตกค้างอยู่บนดินเป็นประโยชน์ต่อข้าวฟ่างในปีถัดไป ทำให้ข้าวฟ่างแดงได้รับธาตุอาหารจากการผุพังสลายตัวของถั่วดังกล่าวในปริมาณค่อนข้างมากพอ จึงไปเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตในปีที่ 2 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพืชตระกูลถั่วที่ปลูกร่วมกับพืชหลักสามารถให้ประโยชน์ปรับปรุงบำรุงความอุดมสมบูรณ์และเพิ่มผลผลิตของพืชหลักได้เป็นอย่างดี

องค์ประกอบทางเคมี

ในด้านองค์ประกอบเคมีในใบสนุ่ดำ พบว่า สนุ่ดำที่ปลูกร่วมกับถั่วเวอร์นาโนสไตโลและถั่วแลปแลปมีปริมาณไนโตรเจนในใบต่ำกว่าสนุ่ดำที่ปลูกร่วมกับถั่วท่าพระสไตโล ถั่วคาวาลเคต และสนุ่ดำในแปลงควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งปริมาณไนโตรเจนในใบสนุ่ดำดังกล่าวนี้พบว่ามีความสัมพันธ์กับผลผลิตเมล็ดสนุ่ดำ กล่าวคือ สนุ่ดำที่ให้ผลผลิตสูงจะมีปริมาณไนโตรเจนในใบต่ำกว่าสนุ่ดำที่ให้ผลผลิตน้อย จากการค้นคว้าข้อมูลยังไม่พบผู้ที่รายงานเกี่ยวกับการศึกษาปริมาณไนโตรเจนในใบสนุ่ดำแต่อย่างไรก็ตามจากงานทดลองในลองกองของ บุญส่ง และ จำเป็น (2545) ที่ได้ศึกษาความเข้มข้นของไนโตรเจน (N) ในใบลองกองในระยะต่างๆ ในรอบปี โดยเก็บตัวอย่างใบย่อยลองกองคู่กลางจากใบรวมตำแหน่งที่ 2 นับจากยอดที่มีระยะพัฒนาการของต้นที่ต่างกันคือ ในระยะก่อนออกดอก ระยะแตกยอดอ่อนและแทงช่อดอก ระยะผลกำลังพัฒนา และระยะเก็บผลผลิต ผลการทดลองพบว่าในระยะแตกยอดและแทงช่อดอกปริมาณไนโตรเจนในใบมีสูงที่สุดและลดลงในช่วงที่ผลมีการพัฒนาหลังจากนั้นจะเพิ่มขึ้นอีกในระยะเก็บผลผลิต ลองกองต้นที่ให้ผลผลิตและต้นที่ไม่ให้ผลผลิตมีปริมาณไนโตรเจนในระยะดังกล่าวนี้เหมือนกันและไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามพบว่า ความเข้มข้น

ของไนโตรเจนในดินที่ให้ผลผลิต ($N=20.49$ g/kg) ต่ำกว่าดินไม่ให้ผลผลิต ($N=23.66$ g/kg) ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่าไนโตรเจนในสบูดำที่ปลูกร่วมกับถั่วเวอร์นาไนสไตโลและถั่วเลปเลปถูกนำไปใช้เพื่อการแตกกิ่งก้านและการผลิตเมล็ด ส่งผลให้ต้นสบูดำเจริญเติบโตมากขึ้นเกิดปรากฏการณ์ของ dilution effect ทั้งนี้แม้จะไม่ได้มีการวัดผลผลิตทั้งต้นของสบูดำในแปลงดังกล่าวแต่การแตกกิ่งก้านมีความสัมพันธ์โดยตรงกับผลผลิต (Tudsri, 1986)

ในส่วนของคุณภาพทางอาหารของถั่วตลอดจนวัชพืชที่ขึ้นร่วมกับสบูดำ พบว่า วัชพืชที่ขึ้นร่วมกับถั่วทั้ง 4 ชนิด มีระดับไนโตรเจนระหว่าง 1.39-1.69 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าระดับไนโตรเจนของวัชพืชในแปลงควบคุมที่มีระดับไนโตรเจนเท่ากับ 1.20 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าถั่วมีอิทธิพลทำให้ระดับไนโตรเจนของวัชพืชที่ขึ้นร่วมเพิ่มสูงขึ้น โดยถั่วสามารถตรึงไนโตรเจนจากไรโซเบียมในปมรากถั่วและถ่ายเทไปยังวัชพืชให้ได้รับประโยชน์ (Norman, 1965) ในขณะที่วัชพืชในแปลงควบคุมต้องอาศัยไนโตรเจนที่สะสมในดินเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต

จากตารางที่ 3 ถั่วเลปเลปมีระดับไนโตรเจนสูงกว่าถั่วชนิดอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ รองลงมาคือถั่วเวอร์นาไนสไตโล ถั่วควาลเคตและถั่วท่าพระสไตโล ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาด้านผลผลิตโปรตีนพบว่า ถั่วท่าพระสไตโลมีผลผลิตโปรตีนสูงสุดทั้งในช่วงของการสุ่มวัดในเดือนพฤษภาคมและสิงหาคม 2549 โดยมีผลผลิตโปรตีนเท่ากับ 66.5 และ 44.7 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ในขณะที่ถั่วควาลเคตมีผลผลิตโปรตีนต่ำที่สุดคือ 2.5 และ 1.0 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากถั่วท่าพระสไตโลสามารถให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งสูงที่สุด จึงทำให้มีผลผลิตโปรตีนสูงกว่าถั่วชนิดอื่นๆ ซึ่งผลการทดลองจะสอดคล้องกับรายงานของ ภัทธวรรณ (2540) ที่รายงานว่า ผลผลิตธาตุอาหารพืชจะขึ้นอยู่กับผลผลิตน้ำหนักแห้งของพืชชนิดนั้น อย่างไรก็ตาม ผลผลิตโปรตีนที่ได้กล่าวมา เป็นเพียงผลผลิตโปรตีนเฉพาะในการเก็บเกี่ยวผลผลิตในเดือนพฤษภาคมและสิงหาคม แต่เมื่อคิดผลผลิตโปรตีนรวมตลอดทั้งปียังคงพบว่า ถั่วท่าพระสไตโลให้ผลผลิตโปรตีนสูงถึง 443 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนถั่วเวอร์นาไนสไตโลและถั่วเลปเลปสามารถให้ผลผลิตโปรตีนเท่ากับ 231 และ 121 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่ถั่วควาลเคตให้ผลผลิตโปรตีนเพียง 26 กิโลกรัมต่อไร่ จากตัวเลขดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ถั่วท่าพระสไตโลและถั่วเวอร์นาไนสไตโลเป็นถั่วที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้เป็นโปรตีนสำหรับเลี้ยงสัตว์ได้เป็นอย่างดี

จากผลการทดลองยังแสดงให้เห็นว่า ถั่วทุกชนิดที่ทดลองมีปริมาณโปรตีนสูงเพียงพอต่อการเลี้ยงโคนมที่ให้ผลผลิตนมวันละไม่ต่ำกว่า 20 กิโลกรัม/ตัว/วัน สำหรับถั่วท่าพระสไตโล ถั่วเวอร์นาไนสไตโลและถั่วควาลเคต และ 30 กิโลกรัม/ตัว/วันสำหรับถั่วเลปเลป (Whiteman, 1980) ผลดีของการใช้

ถั่วเสริมโปรตีนมีผู้รายงานไว้หลายท่าน Mikled (1977) อ้างโดยสาขันธ์ (2547) รายงานว่า โคนีโอที่ปล่อยเข้าทะเลเปลี่ยนเป็นน้ำคาวแล้วๆ ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นต่อตัวต่อวันเพียง 50 กรัม ในขณะที่แปลงที่ปลูกถั่วเคสโมเดียมร่วมด้วยให้ผลผลิตถึง 225 กรัม/ตัว/วัน Anonymous (1984) รายงานว่าโคที่กินกระถินเป็นหลักในแปลงที่มีฝนดี (1,100-1,200 มิลลิเมตร) จะมีน้ำหนักเพิ่ม 48-64 กิโลกรัมต่อไร่ และแปลงที่ปลูกร่วมกับหญ้างินนี้ที่ปลูกภายใต้สภาพการให้น้ำชลประทาน น้ำหนักสัตว์เพิ่ม 64 กิโลกรัม/ไร่/ปี และโคนมให้นมสูงถึง 1,555 กิโลกรัม/ไร่/ปี

ในด้านระดับฟอสฟอรัส ในช่วงเดือนพฤษภาคม 2549 พบว่า ถั่วควาลเคตและถั่วเวอรานอสไตโลมีระดับฟอสฟอรัสต่ำกว่าถั่วท่าพระสไตโลและถั่วแลปแลป และในเดือนสิงหาคม 2549 ถั่วเวอรานอสไตโลมีระดับฟอสฟอรัสต่ำกว่าถั่วชนิดอื่นๆ เนื่องจากถั่วเวอรานอสไตโลต้องการฟอสฟอรัสเพื่อการเจริญเติบโตในปริมาณที่น้อยกว่าถั่วเขตร้อนชนิดอื่นๆ (Carvalho et al., 1980) อย่างไรก็ตามจากรายงานของกองอาหารสัตว์ (2530) กล่าวว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่มีในถั่วเวอรานอสไตโลควรอยู่ในช่วง 0.14-0.50 เปอร์เซ็นต์ จึงจัดว่าอยู่ในระดับปกติ สำหรับระดับฟอสฟอรัสของวัชพืชในช่วงของการสุ่มวัดในเดือนพฤษภาคม 2549 พบว่า มีค่าระหว่าง 0.30-0.51 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับสาขันธ์และคณะ (2534) ที่รายงานว่าในพื้นที่ที่ใส่ปุ๋ยระดับฟอสฟอรัสในหญ้ามียุ่ค่าระหว่าง 0.25-0.74 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้จะเห็นว่า ระดับฟอสฟอรัสของวัชพืชมีค่ามากกว่าระดับฟอสฟอรัสในถั่ว ทั้งนี้ได้มีผู้ศึกษาในสภาพแปลงหญ้าผสมพบว่า การเพิ่มปุ๋ยฟอสฟอรัสจะเพิ่มความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในหญ้าและถั่วที่ขึ้นร่วมกันอยู่ โดยหญ้าจะมีระดับฟอสฟอรัสสูงกว่าถั่ว (ประวิตร, 2522 และ Tudsri and Whiteman, 1977)

ในด้านคุณค่าทางอาหารสัตว์ สาขันธ์ (2540) กล่าวว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่สัตว์เพียงพอสำหรับโคนีโออยู่ระหว่าง 0.23-0.31 เปอร์เซ็นต์ และโคนมอยู่ระหว่าง 0.28-0.34 เปอร์เซ็นต์ และจากการทดลองพบว่า ตัวอย่างพืชในช่วงเดือนพฤษภาคม 2549 ถั่วเวอรานอสไตโลและถั่วควาลเคตมีระดับฟอสฟอรัสเพียง 0.15 และ 0.18 เปอร์เซ็นต์ จึงมีอยู่ปริมาณต่ำไม่เพียงพอต่อความต้องการของโคนีโอและโคนม ในขณะที่ถั่วแลปแลปมีปริมาณเพียงพอเฉพาะ โคนีโอ และถั่วท่าพระสไตโลเพียงพอสำหรับโคนีโอและโคนม ในส่วนของวัชพืชในทุกๆ การทดลองพบว่า มีระดับฟอสฟอรัสระหว่าง 0.30-0.51 จึงเพียงพอสำหรับโคนีโอและโคนม แต่ในตัวอย่างพืชในเดือนสิงหาคม 2549 พบว่า ถั่วทุกชนิดมีปริมาณฟอสฟอรัสเพียงพอสำหรับโคนีโอและ โคนม ยกเว้นถั่วเวอรานอสไตโล ดังนั้นการใช้แร่ธาตุเสริมในบางช่วงของปีอาจมีความจำเป็น โดยเฉพาะในถั่วเวอรานอสไตโล

ในส่วนระดับโพแทสเซียม กองอาหารสัตว์ (2537) กล่าวว่าระดับปกติของธาตุโพแทสเซียมในพืชอาหารสัตว์ควรมีค่าประมาณ 1.0-4.0 เปอร์เซ็นต์ การทดลองนี้ถั่วทุกชนิดและวัชพืชที่ขึ้นร่วมมีระดับโพแทสเซียมอยู่ในระดับที่เพียงพอต่อความต้องการของโคเนื้อและโคนม โดยที่โคเนื้อมีความต้องการธาตุโพแทสเซียมประมาณ 0.65 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักแห้ง (NRC, 1978) และโคนมที่ให้น้ำนม 6-14 กิโลกรัมต่อวัน ที่ต้องการปริมาณโพแทสเซียม 0.90 เปอร์เซ็นต์ (NRC, 1988)

ในส่วนของระดับแคลเซียม ที่มีการวิเคราะห์เฉพาะในช่วงเดือนพฤษภาคม 2549 พบว่า ระดับแคลเซียมในถั่วสูงกว่าในแปลงควบคุมที่ประกอบด้วยหญ้าเป็นส่วนใหญ่ สอดคล้องกับการรายงานของสแตนห์ และคณะ (2544) ที่พบว่า ถั่วมีปริมาณแคลเซียมสูงกว่าหญ้า โดยถั่วเวอร์ราโนสไตโลและถั่วเลปเลปมีระดับแคลเซียมสูงกว่าถั่วท่าพระสไตโลและถั่วคาวาลเคต อย่างไรก็ตามพบว่าระดับแคลเซียมของถั่ว วัชพืชในแปลงถั่วและแปลงควบคุมเพียงพอต่อความต้องการของโคนมที่ให้น้ำนม 6-14 กิโลกรัมต่อวัน คือมีความต้องการระดับแคลเซียม 0.43-0.53 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นในแปลงควบคุมที่มีหญ้าเป็นส่วนใหญ่มีปริมาณแคลเซียมเพียงพอสำหรับโคนมที่ให้น้ำนม 6 กิโลกรัมต่อวัน (NRC, 1988)

สำหรับระดับแมกนีเซียม พบว่า ถั่วทุกชนิดมีระดับแมกนีเซียมไม่แตกต่างกันโดยมีค่าระหว่าง 0.24-0.31 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับวัชพืชในแปลงถั่วทั้ง 4 ชนิดและแปลงควบคุมที่มีหญ้าเป็นส่วนใหญ่มีระดับแมกนีเซียมระหว่าง 0.16-0.20 เปอร์เซ็นต์ ในงานทดลองนี้ถั่วทั้ง 4 ชนิด รวมทั้งวัชพืชที่ขึ้นในแปลงถั่วคาวาลเคตมีระดับแมกนีเซียมเพียงพอต่อความต้องการของโคนมที่ให้น้ำนม 6-14 กิโลกรัมต่อวัน ที่ต้องการระดับแมกนีเซียม 0.20 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร (NRC, 1988)

ระดับซัลเฟอร์พบว่า ถั่วทุกชนิดมีระดับซัลเฟอร์ไม่แตกต่างกันโดยมีค่าระหว่าง 0.21-0.29 เปอร์เซ็นต์ สำหรับวัชพืชในแปลงถั่วทั้ง 4 ชนิดและแปลงควบคุมที่มีหญ้าเป็นส่วนใหญ่พบว่า มีระดับแมกนีเซียมระหว่าง 0.20-0.24 เปอร์เซ็นต์ ระดับแมกนีเซียมเพียงพอต่อความต้องการของโคนมที่ ต้องการระดับซัลเฟอร์ 0.20 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร (NRC, 1988)

ผลของถั่วอาหารสัตว์ต่อคุณสมบัติดิน

อินทรีย์วัตถุในดิน

หลังจากที่มีการปลูกถั่วอาหารสัตว์ 4 ชนิด ร่วมกับสับคูเป็นเวลา 17 เดือน พบว่า ทุกคำรับ การทดลองมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินลดลง ที่เป็นเช่นนี้ก็เนื่องมาจากในระยะก่อนการทดลองมีการ

ไถพรวนในส่วนที่อยู่บนดินลงไปสู่ใต้ดินและมีการเก็บตัวอย่างทำให้อินทรีย์วัตถุมีปริมาณเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามเมื่อผ่านไประยะหนึ่ง (17 เดือน) อินทรีย์วัตถุเหล่านี้ก็จะถูกย่อยสลายไปทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่มีอยู่เดิมลดลงประกอบกับการเก็บเกี่ยวผลผลิตออกไปจากแปลงโดยมิได้ส่งกลับคืนทำให้มีส่วนหรือที่ลงสู่ดินมีปริมาณน้อย งานวิจัยมีระยะเวลาในการทดลองเพียง 1 ปี จึงยังไม่เห็นความเปลี่ยนแปลงของอินทรีย์วัตถุในแต่ละแปลงยังไม่เห็นชัดมากนัก นอกจากนั้นเนื่องจากสภาพภูมิอากาศในบริเวณพื้นที่ทดลองมีฝนตกมากและอุณหภูมิที่ค่อนข้างสูงประกอบกับดินมีการระบายน้ำที่ดี ปัจจัยเหล่านี้จึงมีส่วนที่ทำให้การสลายตัวของอินทรีย์วัตถุเป็นไปอย่างรวดเร็ว (สุรเชษฐ์, ติดต่อบุคคล)

ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของเม็ดดินแห้ง

จากการทดลองในตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่า ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของเม็ดดินแห้ง (MWD) มีค่าสูงขึ้นในแปลงที่ปลูกถั่วเวอร์นาโนสไตโลและถั่วท่าพระสไตโลทั้งนี้จะมีมาจาก 2 ปัจจัยหลักๆ ด้วยกันที่ส่งเสริมให้ดินมีการจับตัวของเม็ดดินมากขึ้น คือปัจจัยจากโครงสร้างดินและถั่วอาหารสัตว์ที่ใช้ในการทดลอง โดยในส่วนของปัจจัยที่มาจากดินนั้นพบว่า ดินที่ใช้ในการทดลองเป็นดินปากช่อง ลักษณะเป็นดินเหนียวและมีสีแดง ตามธรรมชาติดินชนิดนี้จะมีสารประกอบออกไซด์ของเหล็กและอลูมิเนียมมาก ซึ่งสารประกอบดังกล่าวนี้เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ดินสามารถจับได้ดี โดยออกไซด์ที่มีประจุเป็นบวกสามารถเกาะยึดกับอนุภาคดินเหนียวที่มีประจุลบได้ด้วยแรงดึงดูดทางไฟฟ้าสถิตย์ ในขณะที่ออกไซด์บางชนิดไม่มีประจุสามารถตกตะกอนเปลี่ยนสภาพจากละลายน้ำได้ เป็นสารที่ไม่ละลายน้ำตรงจุดสัมผัสของอนุภาค ทำให้อนุภาคถูกเชื่อมติดกัน นอกจากนี้อนุภาคดินเหนียวโดยตัวมันเองแสดงตนเป็นสารเชื่อมได้ ทั้งนี้เพราะอนุภาคดินเหนียวมีขนาดเล็กจึงมีผิวสัมผัสมาก สามารถเกาะติดอนุภาคดินเหนียวเข้าด้วยกันได้ดี สำหรับปัจจัยในส่วนพืชนั้นถั่วท่าพระสไตโลและถั่วเวอร์นาโนสไตโลให้ผลผลิตสูงกว่าแปลงถั่วอื่นๆ ที่เหลือจึงอาจมีสารอินทรีย์จากรากถั่ว เช่น NH_3 , CO_2 และสารจำพวก Gummy Substance ถูกปลดปล่อยออกมาซึ่งจะช่วยยึดอนุภาคดินให้เกาะกันเป็นก้อนเม็ดดิน (ไพโรจน์, 2514) ซึ่งรากพืชแต่ละชนิดจะปลดปล่อยสารอินทรีย์ที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังรวมถึงอินทรีย์วัตถุที่อยู่ในดินที่ส่งเสริมการจับตัวของเม็ดดินให้เพิ่มสูงขึ้นในขณะแปลงที่เหลือมีปริมาณผลผลิตต่ำ สอดคล้องกับรายงานของ Latif et al. (1992) ที่รายงานว่า การปลูกถั่วอัลฟาฟา ถั่ว clover และถั่ว hairy vetch ร่วมกับข้าวโพดเป็นเวลา 3 ปี พบว่าการปลูกถั่วทำให้ค่า MWD เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยดำรับที่มีการปลูกข้าวโพดอย่างเดียวพบว่าค่า MWD ต่ำที่สุด การที่เม็ดดินมีขนาดใหญ่ขึ้นทำให้การระบายน้ำและการอุ้มน้ำดีขึ้น

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงการกระจายขนาดของเม็ดดินที่คงทนต่อการสลายตัวในน้ำ เฉพาะที่เม็ดดินขนาดมากกว่า 1 มิลลิเมตร พบว่า ทุกคำรับการทดลองมีเม็ดดินที่มีขนาดมากกว่า 1 มิลลิเมตรขึ้นไปเพิ่มสูงขึ้น ยกเว้น ในแปลงควบคุมที่ขนาดของเม็ดดินระหว่าง 1.00-8.00 มิลลิเมตร มีสัดส่วนใกล้เคียงกับขนาดของเม็ดดินระหว่าง 0.25-1.00 มิลลิเมตร สอดคล้องกับการทดลองของ Anger (1992) ที่รายงานว่า การปลูกถั่วอัลฟาฟาร่วมกับข้าวโพดอาหารสัตว์ เป็นเวลา 5 ปี พบว่าค่า MWD เพิ่มขึ้นจาก 1.5 เป็น 2.3 มิลลิเมตร

ความจุในการอุ้มน้ำของดิน

ทุกคำรับการทดลองมีค่าความจุในการอุ้มน้ำของดินเพิ่มสูงขึ้น หลังจากที่มีการปลูกถั่วหรือ ปลอ่ยให้หญ้าขึ้นตามธรรมชาติ (แปลงควบคุม) อันเนื่องมาจากจากการที่ดินสามารถจับตัวกันเป็นเม็ด ได้ดีขึ้นดังที่กล่าวไปแล้ว การที่เม็ดดินจับตัวกันได้ดีทำให้ดินมีช่องว่างขนาดใหญ่ (macropore) เพิ่มขึ้น นอกจากนี้รากของถั่วและวัชพืชที่ถอนไช แผ่กระจายในดินทำให้เกิดช่อง macropore ในดิน มากมาย สอดคล้องกับ Bridge et al. (1983) ที่รายงานว่า เมื่อปลูกถั่วเวอร์นาโนสไตโลอย่างต่อเนื่อง สามารถทำให้จำนวนช่อง macropore ในดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยผ่านการไถพรวนของรากถั่ว การที่ดินมีช่อง macropore ที่เพิ่มขึ้นนี้จะส่งผลให้ดินสามารถอุ้มน้ำไว้ได้มากขึ้น อีกทั้งการสลายตัวของเศษซากถั่วและวัชพืชที่มีการย่อยสลายกลายเป็นอินทรีย์วัตถุทำให้ดินสามารถอุ้มน้ำได้ดีขึ้น และเป็นผลดีต่อพืชที่ปลูกร่วมด้วย

ความชื้นในดิน

จากการทดลองแสดงให้เห็นว่า แปลงที่ปลูกถั่วท่าพระสไตโลสามารถรักษาความชื้นในดินได้ดีกว่าคำรับการทดลองอื่นๆ เนื่องจากถั่วชนิดนี้เป็นถั่วที่มีอายุหลายปี ทนแล้งได้ดี ในขณะที่ถั่วอื่นอีก 3 ชนิด เป็นถั่วที่มีอายุเพียง 1 ปี และไม่สามารถอยู่รอดได้ในช่วงฤดูแล้งจึงตายไป เช่นเดียวกับแปลง ควบคุมที่มีเพียงหญ้าเท่านั้น จากภาพที่ 8 พบว่า ที่ระยะห่างจากคันสับดำ 30 เซนติเมตร ดินทุกคำรับการทดลองมีความชื้นในดินไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องจากระยะดังกล่าวเป็นบริเวณเขตทรงพุ่มที่มีการถักถมของใบสับดำค่อนข้างมากหลังจากที่สับดำมีการทิ้งใบจนหมดในช่วงฤดูแล้ง เศษใบสับดำจำนวนมากจะช่วยปกคลุมดินทำให้ลดการระเหยของความชื้นในดินได้ส่วนหนึ่ง จึงเป็นสาเหตุให้ที่ ระยะห่าง 30 เซนติเมตรระดับความชื้นในดินในทุกคำรับการทดลองไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อห่างออกไป ที่ระยะ 60 เซนติเมตร และโดยเฉพาะที่ระยะ 150 เซนติเมตรพบว่า แปลงที่ปลูกถั่วท่าพระสไตโลยังสามารถรักษาความชื้นในดินได้ดีกว่า ในขณะที่ยแปลงอื่นๆ มีเพียงแค่ถั่วและหญ้าที่ใบมีขนาดเล็กกรียว

ขาวแห้งตายปกคลุมพื้นที่ ยังผลให้มีการสูญเสียความชื้นจากดินไปอย่างรวดเร็ว ทำให้มีความชื้นเหลืออยู่ในดินน้อย เนื่องจากถั่วทำพระสไตโลยังคงมีถั่วขึ้นปกคลุมพื้นที่อย่างหนาแน่น

ถั่วอาหารสัตว์กับสิ่งแวดล้อม

ความอุดมสมบูรณ์ดิน

ดินเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่ไม่สามารถทดแทนได้ เมื่อดินสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ไป ก็มีโอกาสฟื้นฟูให้เหมือนเดิมได้ในระยะเวลาอันสั้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีมาตรการการจัดการดินไม่ให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลงไป การปลูกพืชตระกูลถั่วเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยบำรุงดินได้ดี ถึงแม้ว่าในการทดลองครั้งนี้พบว่า หลังปลูกถั่วอาหารสัตว์ร่วมกับสับดูดาจะยังไม่เห็นผลในด้านการเพิ่มระดับอินทรีย์วัตถุในดินเพราะมีระยะเวลาการทดลองเพียง 1 ปี แต่มีรายงานของนักวิจัยหลายท่านแสดงให้เห็นว่าการปลูกถั่วอาหารสัตว์ช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินเช่น จูติมา และคณะ (2548) รายงานว่า ปลูกถั่วเวอร์นาโนสไตโลและถั่วทำพระสไตโลภายใต้สภาพการเล็มกินของโคในชุดดินโคราช สามารถทำให้อินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มสูงขึ้น เช่นเดียวกับไพบูลย์ และคณะ (2538) ที่ปลูกถั่วกลาโโปโกเนียม ถั่วลาย ถั่วเสียนป่า และถั่วเวอร์นาโนสไตโล พบว่าสามารถเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินบนชุดท่ายาง รวมทั้งมีปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนโดยเฉพาะในปีที่ 2 ชื่นจิต และคณะ (2550) ได้รายงานว่าการปลูกถั่วอาหารสัตว์ 5 ชนิด ได้แก่ ถั่วเซนโตร ถั่วเซอร์ราโตร ถั่วทำพระสไตโล ถั่วเวอร์นาโนสไตโล และถั่วคาวาลเคต เป็นพืชคลุมดินสามารถปรับปรุงการนำไฟฟ้า และสมบัติทางกายภาพของดิน ได้แก่ ความหนาแน่นรวมของดิน อัตราการแทรกซึมน้ำ และสมบัติทางชีวภาพ ได้แก่ ชนิดของแบคทีเรียในดินลูกรังเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น

การไถกลบพืชตระกูลถั่วเพื่อเป็นปุ๋ยพืชสดก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินให้ดีขึ้น อรพินท์ (2541) ได้ศึกษาผลของพืชตระกูลถั่วต่อความอุดมสมบูรณ์ของธาตุไนโตรเจนในดิน โดยการปลูกถั่วพรี ถั่วพุ่ม ปอเทือง และโสน พบว่าถั่วเหล่านี้สามารถปลดปล่อยไนโตรเจนแก่ดินเท่ากับ 11.4, 10.4 และ 9.9 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ตามลำดับ อย่างไรก็ตามในการทดลองที่ปลูกถั่วอาหารสัตว์แซมในแถวของสับดูดา หากมีการไถกลบถั่วทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ ถั่วทำพระสไตโล ถั่วเวอร์นาโนสไตโล ถั่วเลปเลป และถั่วคาวาลเคตที่ได้จากการตัดตลอดการทดลองทั้งหมดจำนวน 7 ครั้งกลับคืนสู่ดินจะพบว่า สามารถปลดปล่อยไนโตรเจนแก่ดินเท่ากับ 70.8, 36.9, 19.3 และ 4.2 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ปริมาณฟอสฟอรัสเท่ากับ 8.2, 2.4, 1.5 และ 0.2 กิโลกรัม

ฟอสฟอรัสต่อไร่ และปริมาณโพแทสเซียมเท่ากับ 54.5, 21.5, 8.8 และ 1.6 กิโลกรัมโพแทสเซียมต่อไร่ ตามลำดับ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าในระหว่างถั่วอาหารสัตว์ที่ใช้ทดลองถั่วท่าพระสไตโลน่าเหมาะสมต่อการนำมาไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสดเพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดินได้ดีกว่าถั่วอื่นอีก 3 ชนิด เนื่องจากสามารถให้ผลผลิตสูงกว่าถั่วชนิดอื่นๆ ซึ่งจะทำให้การสลายตัวเป็นเศษซากอินทรีย์วัตถุในดินมากกว่าถั่วชนิดอื่นๆ ด้วย รองลงมาได้แก่ถั่วเวอร์ราโนสไตโล ในขณะที่ถั่วอาหารสัตว์อีก 2 ชนิด เป็นถั่วที่มีอายุเพียงปีเดียวจึงจำเป็นต้องปลูกใหม่ทุกปี จึงอาจจะไม่เหมาะสมในระยะยาวนาน อนึ่งในส่วนของถั่วवालเคต เนื่องจากเป็นครั้งแรกที่มีการปลูกในบริเวณสถานีวิจัยสุวรรณวาจกกสิกิจ จากผลการทดลองพบว่า มีการปรับตัวไม่ดึกนักเมื่อเปรียบเทียบกับดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ชื่นจิต, 2550)

การอนุรักษ์ดินและน้ำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่อยู่ในเขตร้อนชื้นมีฝนตกชุก การชะล้างพังทลายของดินจึงเกิดจากน้ำเป็นตัวการ โดยปริมาณและความแรงของฝนมีส่วนทำให้ดินเกิดการชะล้างจากแรงกระแทกของเม็ดฝนสู่ผิวดินขณะฝนตก ถ้าพื้นที่ที่ไม่มีพืชปกคลุมผิวดินและเป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันมากจะช่วยเร่งให้เกิดการชะล้างหน้าดินมาก จากการทดลองพบว่า ถั่วท่าพระสไตโลและถั่วเวอร์ราโนสไตโลสามารถเจริญเติบโตปกคลุมพื้นที่ระหว่างแถวของสบู่ดำได้ดี เนื่องจากถั่วทั้ง 2 ชนิดดังกล่าวมีลักษณะทรงพุ่มที่มีการแตกกิ่งก้านสาขามาก (สาขันธ์, 2547) ประกอบกับมีจำนวนต้นถั่วต่อพื้นที่สูง ทำให้ถั่วทั้ง 2 ชนิดดังกล่าวสามารถปกคลุมผิวดินได้อย่างหนาแน่น ซึ่งจะสามารถช่วยลดแรงปะทะของเม็ดฝนไม่ให้ตกกระทบผิวดิน ลดการกร่อนของดินซึ่งจะทำให้การสูญเสียธาตุอาหารไปพร้อมกับดินได้ดีกว่าพื้นที่ที่ไม่มีพืชปกคลุมดินโดยเฉพาะในพื้นที่ดินทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำกว่าดินประเภทอื่นๆ สำหรับประโยชน์ของการปลูกถั่วเวอร์ราโนสไตโลคลุมดินในดินทรายนั้น Trelo-ges et al., 1996 ได้รายงานว่าการปลูกถั่วเวอร์ราโนสไตโลในดินทรายสามารถลดไหลบ่าหน้าดิน (run off) ได้ถึง 52-67 เปอร์เซ็นต์ รวมทั้งลดการสูญเสียธาตุอาหาร (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส) ในดินได้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับแปลงที่ว่างเปล่า

สำหรับถั่วवालเคต เนื่องจากจากถั่วชนิดนี้มีความสามารถแข่งขันกับวัชพืชในแปลงได้ไม่ดีนัก จึงพบว่ามีประชากรถั่วชนิดนี้อยู่รอดและขึ้นคลุมพื้นที่น้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับถั่วอื่นอีก 3 ชนิด(ภาพที่ 5) ในส่วนของถั่วแลปแลป แม้ว่าถั่วชนิดนี้สามารถปกคลุมดินและควบคุมวัชพืชได้ดีในช่วงต้นฤดูปลูกแต่เนื่องจากถั่วดังกล่าวเป็นถั่วที่มีอายุเพียง 1 ปี และไม่สามารถทนต่อการตัดบ่อย (สาขันธ์, 2547) การตัดบ่อยครั้งทำให้ความสามารถในการปกคลุมดินลดลง ขณะที่ถั่วท่าพระสไต

โลและถั่วเวอร์นาโนสไตโลการตัดบ่อยครั้งทำให้ถั่วแพร่ไปกับผิวดิน ทำให้มีจุลินทรีย์และพื้นที่ใบที่จะเจริญขึ้นได้มาก (Tudsri et al., 1989) ถั่วทั้ง 2 ชนิดดังกล่าวจึงสามารถปกคลุมผิวดินได้ดีกว่าถั่วแลปแลป อย่างไรก็ตามมีรายงานผลดีของการปลูกถั่วชนิดนี้เป็นพืชคลุมดิน โดยชุมพล และคณะ (2537) รายงานว่า การใช้ถั่วพุ่ม ถั่วพรี ปอเทือง และถั่วแลปแลปปลูกเป็นวัสดูคลุมดินในชุดดินโคราชที่มีความลาดเท 3-5 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดปริมาณการสูญเสียดินและน้ำไหลบ่าในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังอย่างชัดเจน ในขณะที่การปลูกกระถินผสมถั่วมะแฮะเป็นแถบ จะสามารถลดปริมาณการสูญเสียดินได้อย่างมีประสิทธิภาพในพื้นที่ที่มีความลาดชัน 20-40 เปอร์เซ็นต์ (สวัสดิ และคณะ, 2537)

แม้ว่าถั่วเวอร์นาโนสไตโลสามารถปกคลุมผิวดินได้ดีโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูฝน แต่เนื่องจากถั่วชนิดนี้เป็นถั่วที่มีอายุเพียง 1 ปี ดังนั้นจึงไม่สามารถอยู่รอดได้ในช่วงฤดูแล้งเช่นเดียวกับถั่วคาวาลเคต ถั่วแลปแลปแลป ในขณะที่ถั่วท่าพระสไตโลยังคงเขียวสด สอดคล้องกับพิสุทธิ และคณะ (2546) และส่งผลให้ระดับความชื้นในดินที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตรสูงกว่าดำรับการทดลองอื่น (ภาพที่ 8) ดังนั้นจากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า ถั่วท่าพระสไตโลเหมาะสมต่อการปลูกเป็นพืชคลุมดินเพื่อป้องกันการกร่อนและการสูญเสียดินในดิน และสงวนความชื้นในดินได้ดีกว่าถั่วอีก 3 ชนิด ทั้งนี้เนื่องจากถั่วท่าพระสไตโลสามารถคลุมดินได้ดีตลอดทั้งปีนั่นเอง อย่างไรก็ตามแม้ถั่วเวอร์นาโนสไตโลจะมีอายุสั้นแต่ความสามารถในการงอกเป็นต้นใหม่จากเมล็ดที่ร่วงลงไปในดิน (ภาพที่ 5) จึงน่าจะเป็นตัวเลือกรองลงมาจากถั่วท่าพระสไตโล

การปลูกถั่วไม่เพียงจะช่วยอนุรักษ์ดินและน้ำโดยการปกป้องผิวดินจากการกร่อนดินและการสูญเสียน้ำโดยตรงแล้ว การที่ถั่วส่งเสริมให้มีดินมีการจับกันเป็นเม็ดดินที่มีขนาดใหญ่ขึ้นหรือมีความเสถียรของเม็ดดินเพิ่มสูงขึ้น หรือมีอินทรีย์วัตถุในดินมากขึ้นล้วนเกี่ยวข้องโดยทางอ้อมต่อการอนุรักษ์ดินและน้ำด้วยเช่นกัน ทั้งนี้ดินในพื้นที่ทดลองมีสมบัติเป็นดินเหนียวที่มีเนื้อดินละเอียดช่องว่างในดินส่วนใหญ่เป็นช่องว่างที่มีขนาดเล็ก ดินประเภทนี้จึงอุ้มน้ำสูง แต่พืชสามารถดูดน้ำไปใช้ประโยชน์ได้ยาก (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) การที่ดินหลังการทดลองสามารถจับตัวเป็นเม็ดดินที่มีขนาดใหญ่ขึ้น โดยเฉพาะดินที่มีการปลูกถั่วเวอร์นาโนสไตโล (ตารางที่ 6) จะส่งผลให้ปริมาณช่องว่างขนาดใหญ่ในดินเพิ่มมากขึ้น ทำให้มีความร่วนซุยขึ้น ส่งผลให้การซาบซึมน้ำและการอุ้มน้ำในดินดีขึ้นด้วย นอกจากนี้รากที่กระจายในดินจะซอนโซไปตามรอยแยกเล็กๆ ระหว่างเม็ดดิน เมื่อรากเหล่านี้ตายลงจะเกิดช่องว่างในดินให้น้ำได้ซึมอย่างรวดเร็ว (ไพโรจน์, 2514) ทำให้การซึมน้ำได้ (infiltration) ของผิวน้ำดินเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในช่วงที่ฝนตกหนักจะสามารถลดน้ำไหลบ่าหน้าดิน (run off) ได้เป็นอย่างดี (ปรีชา, 2518) ซึ่งอิทธิพลของถั่วเวอร์นาโนต่อการเพิ่ม

ช่องว่างขนาดใหญ่ในดินได้มีผู้รายงานไว้หลายท่าน เช่น Lesturgez et al. (2001) และ Bridge et al. (1983) เป็นต้น

จากการทดลองที่พบว่าทุกคำรับการทดลองมีค่าเฉลี่ยของขนาดเม็ดดินที่คงทนต่อการสลายตัวในน้ำ (mean weight diameter, MWD) เพิ่มมากขึ้น จึงเป็นผลดีต่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ เนื่องจากส่งเสริมให้ดินคงทนต่อแรงกระแทกของเม็ดฝนอันจะทำให้อนุภาคดินแตกกระจายเป็นเม็ดดินที่มีขนาดเล็ก (Schwab et al., 1993) ซึ่งเม็ดดินเหล่านี้อาจไหลไปกับน้ำและซึมลงไปอุดช่องว่างระหว่างอนุภาคในดินชั้นล่างทำให้ดินมีการแทรกซึมน้ำต่ำลง (Sanchez, 1976) รวมไปถึงการทับถมยังแหล่งน้ำต่างๆ ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาในการใช้ประโยชน์แหล่งน้ำนั้นๆ (เกษม, 2539)

การลดโลกร้อน

ในกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะถูกแปรสภาพและถูกเก็บสะสมไว้ในรูปของชีวมวล (พจนีย์ และ ทวีศักดิ์, 2544) จากการทดลองพบว่า สนุ่ดำที่ปลูกร่วมกับถั่วเวอร์ราโนสไตโลและถั่วเลปเลป มีการเจริญเติบโตทางด้านความสูง (ภาพที่ 2) และจำนวนยอด (ภาพที่ 3) สูงกว่าแปลงที่ปลูกร่วมกับถั่วท่าพระสไตโล ถั่วคาวาลเคต และที่ไม่ได้ปลูกถั่วร่วมด้วยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การที่ถั่วทั้ง 2 ชนิดดังกล่าวมีผลให้การเจริญเติบโตทางด้านกิ่งก้านมาก ย่อมทำให้จำนวนใบของสนุ่ดำมากขึ้นด้วย หนึ่งจากการรายงานของ Bruce (2007) ที่รายงานว่า สนุ่ดำที่เจริญเติบโตเต็มที่ 1 ต้น สามารถดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศประมาณ 8 กิโลกรัมต่อปี ดังนั้นหากปลูกสนุ่ดำโดยใช้ระยะ 2x3 เมตร จะพบว่าสนุ่ดำสามารถดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเท่ากับ 2.1 ต้น/ไร่/ปี และการที่ถั่วอาหารสัตว์มีผลให้การเจริญเติบโตทางด้าน กิ่งก้านและใบสนุ่ดำเพิ่มขึ้น ทำให้สนุ่ดำมีการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น ส่งผลต่อการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มมากขึ้นด้วย

การปลูกถั่วเวอร์ราโนสไตโล ถั่วเลปเลป และถั่วท่าพระสไตโล ไม่เพียงแต่เพิ่มโอกาสในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล นอกจากจะช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงปิโตรเลียมแล้ว ยังช่วยให้เกษตรกรลดการใช้ปุ๋ยเคมีโดยเฉพาะปุ๋ยไนโตรเจนลงได้ ซึ่งปุ๋ยไนโตรเจนนี้ CAST (1992) รายงานว่า หากมีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 100 กิโลกรัม จะสามารถปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปของไนตรัสออกไซด์ระหว่าง 0.17-3.52 กิโลกรัม ซึ่งก๊าซไนตรัสออกไซด์ดังกล่าว เมื่อถูกปล่อยออกสู่บรรยากาศจะมีศักยภาพทำให้โลกร้อนมากกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถึง 310 เท่า (สิรินทรเทพ, 2551)

ในส่วนของการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการดูดซับโดยพืชตระกูลถั่ว พบว่า กระจกที่มีอายุ 5 ปี สามารถตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศได้ประมาณ 600 กิโลกรัม คาร์บอนต่อไร่ต่อปี มาสะสมอยู่ในเนื้อไม้และราก (สายพันธ์และคณะ, 2550) สำหรับการทดลองครั้งนี้จะเห็นว่า ในบรรดาถั่วอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิดที่ปลูกร่วมกับสบู่ดำ ถั่วท่าพระสไตโลสามารถให้ผลผลิตมวลชีวภาพในรูปของผลผลิตน้ำหนักแห้งรวมเฉลี่ยสูงกว่าถั่วชนิดอื่นๆ (ตารางที่ 2) ทั้งยังสามารถให้ผลผลิตตลอดทั้งปี ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่า ในบรรดาถั่วทั้ง 4 ชนิด ถั่วท่าพระสไตโลน่าจะมีความสามารถในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากกว่าถั่วชนิดอื่นๆ แต่เนื่องจากงานวิจัยนี้ไม่ได้มีการวิเคราะห์คาร์บอนร่วมด้วย จึงไม่อาจคำนวณได้ว่าถั่วเหล่านี้จะดูดซับคาร์บอนได้ในปริมาณเท่าใด

สรุปผลการทดลอง

1. ถั่วท่าพระสไตโลเหมาะสมสำหรับการปลูกร่วมกับสับดู่มากที่สุดในแง่ของการปลูกเป็นพืชคลุมดินและการให้ผลผลิตพืชอาหารสัตว์ หากพิจารณาในด้านผลกระทบของถั่วที่มีต่อผลผลิตสับดู พบว่า ถั่วเวอร์ราโนสไตโลและถั่วแลปแลปเหมาะสมต่อการปลูกร่วมกับสับดู่มากที่สุด

2. ถั่วท่าพระสไตโลให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งสูงสุดรองลงมาได้แก่ ถั่วเวอร์ราโนสไตโล ถั่วแลปแลปและถั่วควาลเคต โดยให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเท่ากับ 2,755, 1,375, 575 และ 160 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ

3. ด้านคุณค่าทางอาหารสัตว์ พบว่า ถั่วทุกชนิดที่ปลูกร่วมกับสับดู่มียังคงมีคุณค่าทางอาหารสูงเหมาะสมต่อการนำไปเลี้ยงสัตว์ โดยถั่วเวอร์ราโนสไตโล ถั่วท่าพระสไตโล ถั่วควาลเคต และถั่วแลปแลปที่ปลูกร่วมกับสับดู่มิมีปริมาณแมกนีเซียมและซัลเฟอร์ไม่แตกต่างกัน ส่วนปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแคลเซียมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ทางด้านผลผลิตโปรตีนพบว่า ถั่วท่าพระสไตโลให้ผลผลิตโปรตีนสูงสุดคือ 66.5 กิโลกรัมต่อไร่

4. ภายหลังจากการปลูกถั่วร่วมกับสับดู่มิในด้านสมบัติทางเคมีดิน พบว่า ทุกตำรับการทดลองค่าความเป็นกรด-ด่างของดินไม่เปลี่ยนแปลงแต่ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินลดลง ส่วนสมบัติทางกายภาพดินพบว่า ดินในทุกตำรับการทดลองมีค่าความจุในการอุ้มน้ำเพิ่มสูงขึ้นไม่แตกต่างกันและมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดดินแห้งเฉลี่ย (MWD) เพิ่มสูงขึ้น ขณะที่การปลูกถั่วท่าพระสไตโลสามารถรักษาความชื้นในดินได้ดีที่สุด

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2541. **พืชตระกูลถั่วเพื่อการปรับปรุงบำรุงดิน**. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 114 น.

กองอาหารสัตว์. 2530. **หญ้าสำหรับเลี้ยงสัตว์**. เอกสารวิชาการ รหัส 13-0102-30 กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 23 น.

_____. 2537. **การสำรวจข้อมูลทางด้านพืชอาหารสัตว์ ปี 2536**. เอกสารโรเนียว กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 15 น.

_____. 2545ก. **ถั่วเวอร์นาไนไตโล**. เอกสารคำแนะนำ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

_____. 2545ข. **ถั่วท่าพระไนไตโล**. เอกสารคำแนะนำ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

_____. 2545ค. **ถั่วคาวาลเคต**. เอกสารคำแนะนำ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กอบแก้ว คงตรงสิน. 2535. **พืชอาหารสัตว์เขตร้อน**. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

กิริยา สังข์ทองวิเศษ, เกษสุดา เดชภิมล และ อนันต์ พลธานี. 2549. **การปลูกพืชตระกูลถั่วแซมยางพารา: การทนแล้งและการปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีดิน. ใน รายงานวิจัยหมวดงบประมาณแผ่นดิน ทุนปีงบประมาณ 2548.**

เกษม จันทร์แก้ว. 2539. **หลักการจัดการลุ่มน้ำ**. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 789 น.

เกียรติสุรักษ์ โภคสวัสดิ์. 2528. อิทธิพลของระดับปุ๋ยฟอสฟอรัสและความสูงของการตัดที่มีต่อการเจริญเติบโตและความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสของถั่วเลี้ยงสัตว์ *Stylosanthes* spp. สองชนิดที่ปลูกในดินชุดชุมพร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จร สดากร. 2527. สบู่ดำพืชศักยภาพสูงเพื่อพลังงานทดแทนของประเทศไทย. วารสารวิชาการ เกษตร 2: 67-72.

จิตติมา เวชวิทย์วรากล, บุญฤา วิไลพล, พรชัย ลือวิไลย์ และ ชุตินพงศ์ อรรถแสง. 2548. การใช้พืชอาหารสัตว์ภายใต้สภาพการเล็มกินของโคเพื่อการปลูกมันสำปะหลังอย่างยั่งยืน (1) อิทธิพลของพืชอาหารสัตว์ที่มีต่อความเป็นกรด-ด่าง และอินทรีย์วัตถุของดิน. วารสารแก่นเกษตร 33 (2): 142-146.

งานทดสอบดินและปุ๋ยและการประยุกต์. ม.ป.ป. เอกสารประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน. ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

จิตติมา ขลาภูพานนท์. 2535. ผลของระยะปลูกและปุ๋ยไนโตรเจนที่มีต่อผลผลิตพืช การตรึงไนโตรเจนของถั่วลิสง และการถ่ายทอดไนโตรเจนจากถั่วให้กับข้าวโพดในระบบการปลูกพืชแซมข้าวโพด-ถั่วลิสง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ฉายแสง ไผ่แก้ว, พิมพาพร พลแสน, ทวีศักดิ์ ชื่นปรีชา และ วิรัช สุขสราน. 2541. ผลของความสูงและความถี่ของการตัดถั่วมะแฮะที่มีต่อผลผลิตรวมของแปลงหญ้าผสมถั่ว. ใน รายงานผลการวิจัยประจำปี 2541. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เฉลิมชัย ผึ้งปาน. 2546. ผลของวิธีการจัดการดินที่มีต่อผลผลิตพืชอาหารสัตว์ถั่วฮามาต้า (*Stylosanthes hamata* cv. Verano) และถั่วควาลเคด (*Centrosema pascuorum* cv.

Cavalcade) ที่ปลูกบนชุดดินโพนพิสัย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชินนัท สินประเสริฐ โชค. 2549. การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันทานตะวันโดยใช้
คาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤตเป็นตัวกลาง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชุมพล คนศิลป์, สุดา สวัสดิ์ธนาคุณ และ ธรรมศักดิ์ สิงห์พงษ์. 2537. ศึกษาทดสอบการใช้วัสดุคลุม
ดินในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง รายงานผลการวิจัยฝ่ายวิชาการ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 5
กรมพัฒนาที่ดิน. 10 น.

ชื่นจิต แก้วกัญญา. 2540. การศึกษาระยะปลูกและความสูงในการตัดกระถินที่ปลูกร่วมกับหญ้า.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชื่นจิต แก้วกัญญา, สายัณห์ ทัดศรี, สุวพงษ์ สวัสดิ์พาณิชย์, สุนันทา จันทกุล, สมเจตน์ จันทวัฒน์
 และ ชาญชัย มณีคุณย์. 2550. การประเมินถั่วอาหารสัตว์ 5 ชนิด บนดินลูกรังในภาค
 ตะวันออกเฉียงเหนือของไทย, น. 66-74. ใน รายงานการประชุมวิชาการของ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45 (สาขาพืช). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ณอม คลอดเพ็ง. 2526. **วิธีการของปฐพีฟิสิกส์. ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์ คณะ**
เกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ทัศนีย์ อัดตะนันท์ และ จงรักย์ จันทร์เจริญสุข. 2542. **แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน**
และพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ทัศนีย์ อัดตะนันท์, จงรักย์ จันทร์เจริญสุข และ สุรเดช จินตกานนท์. 2537. **แบบฝึกหัดและคู่มือ**
ปฐพีวิทยา. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นรินทร์ สมบูรณ์สาร. 2526. การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา กายวิภาค และเซลล์วิทยาของพืช
ไฮโดรคาร์บอน. ปัญหาพิเศษปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นาค โพธิ์แท่น. 2527. รายงานความก้าวหน้าของโครงการสบู่ดำ. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 4
น.

นิภา เลขสุนทรการ. 2540. ผลของการปลูกถั่วลิสงและถั่วปุยพืชสดแซมข้าวโพด และสมบัติของดิน.
วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

บุญฤา วิไลพล. 2522. การปรับตัวและอนาคตของถั่วเวอร์ราโนสไตโลภาคอีสาน. เกษตร 7 (2):
77-82.

_____. 2528. พืชอาหารสัตว์เขตร้อนและการจัดการ. ปรับปรุงครั้งที่ 1. 350 น.

_____. 2533. การศึกษาผลผลิตและความคงอยู่ของถั่วพืชอาหารสัตว์ เมื่อปลูกบนคันนาในภาค
อีสาน. วารสารเกษตร 6 (2): 121-127.

บุญฤา วิไลพล และ ถาวร วินิจสานันท์. 2532. ถั่วพืชอาหารสัตว์สำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.
วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 22 (2): 129-140.

บุญส่ง ไกรสรพรสรร และ จำเป็น อ่อนทอง. 2545. ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส
โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ในใบลองกองในระยะต่างๆ. วารสารวิทยาศาสตร์
เกษตร 33 (6): 253-263.

ประยูร ห่วงนิกร. 2529. การศึกษาการปลูกสบู่ดำแปลงใหญ่และการเปลี่ยนรูปเอสเทอร์ของน้ำมันสบู่
ดำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- ปรีชา กุรัตน. 2518. การสูญเสียดินและน้ำจากแปลงทดลองของพืชคลุมดินสี่ลักษณะ บริเวณป่า
แม่หวด อำเภองาว จังหวัดลำปาง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรง
เทพฯ. 77 น.
- ประวิตร โสภโณคร. 2522. อิทธิพลของอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อผลผลิตของทุ่งหญ้าผสมระหว่างหญ้า
บัพเฟล ถั่วเซอร์โตร ถั่วลาย และถั่วสไตโล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตร
ศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- พจน์ย์ มอญเจริญ และ ทวีศักดิ์ เวียร์ศิลป์. 2544. คาร์บอนในดินของประเทศไทย. เอกสารวิชาการ
กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ. 144 น.
- พิมพ์พร พลเสน, วิทยา สุมาลย์, ราไพ นามสีลี, ทวีศักดิ์ ชื่นปรีชา และ โตโมยูกิ คาวาซึมา.
2543. คุณค่าทางโภชนาของถั่วคาวาลเคดแห้ง. ข่าวสารพืชอาหารสัตว์ 5 (1): 17–18.
- พิสุทธิ์ สุขเกษม, สถิต มั่งมีชัย และ ภิรมย์ บัวแก้ว. 2546. อิทธิพลของอายุและความสูงในการตัดที่มี
ต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของถั่วท่าพระสไตโลในชุดดินบ้านทอน, น.114-125.
ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ.2546, กรุงเทพฯ.
- ไพฑูลย์ ศรีศกุน, จรัสศรี อนันตกุล, ประเทือง ศรีเพชร และ พจน์ย์ มอญเจริญ. 2538. การศึกษาการ
เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และชีวภาพของดินชุดท่ายางโดยปลูกพืชตระกูลถั่ว
คลุมดิน. ใน รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2535-2536. กองแผนงาน กรมพัฒนาที่ดิน,
กรุงเทพฯ. 271 น.
- ไพโรจน์ ถัทธิพัฒน์. 2514. ประโยชน์ของหญ้าและพืชตระกูลถั่วในการอนุรักษ์ดินและน้ำ. ข่าว
พัฒนาที่ดิน ปีที่ 8: 11-24.
- ภัทราวรรณ ฤทธิเดช. 2540. การศึกษาอิทธิพลของฤดูกาลและความสูงของการตัดต่อผลผลิตและ
องค์ประกอบทางเคมีของหญ้านเปียร์ 5 พันธุ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ระพีพันธุ์ ภาสบุตร และ สุขสันต์ สุทธิผลไพบูลย์. 2525. ผลการวิจัยค้นคว้าการใช้น้ำมันสบู่ดำเป็น
พลังงานทดแทนเครื่องยนต์ดีเซล ในการใช้น้ำมันสบู่ดำเดินเครื่องยนต์ดีเซล. กองเกษตรเคมี
และกองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. น. 11-14.

_____. 2528. สบู่ดำ (Physic nut) ในต่างประเทศ. วารสารเกษตรธรรมชาติ ฉบับที่ 8, กรุงเทพฯ.

_____. 2546. ประวัติสบู่ดำพลังงานทดแทน. วารสารเกษตรก้าวหน้า 16 (3): 76-85.

รัตนา อ่อนสนิท และ สิริ สุวรรณเขตนิกม. 2534. วิเคราะห์ดินทางฟิสิกส์. กลุ่มงานวิเคราะห์ดิน
และน้ำ กองเกษตรเคมี. 28 น.

วรพงษ์ สุริยจันทร์ทอง, ฉายแสง ไผ่แก้ว และ ไพบูลย์ พลบุญ. 2523. การปลูกถั่วเวอร์นาโนแซมโป
แก้ว [Intercropping of Kenaf (Gibiscus sabdariffa) with Verano Stylo (Stylosanthes Hamata
cv. Verano), น. 81-88. ใน รายงานผลการวิจัยประจำปี 2525-2526. สำนักงานปลัดกระทรวง
เกษตรและสหกรณ์ และศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ขอนแก่น กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวง
เกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

วิชัย สุวรรณเกิด. 2537. คู่มือการจัดการพืชเพื่ออนุรักษ์ดินและน้ำ. พิมพ์ครั้งที่ 2 กองอนุรักษ์ดินและ
น้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

วิฑูรย์ ใจผ่อง และ สมบัติ ชินะวงศ์. 2550. ศึกษาระยะปลูก และรูปแบบวิธีการปลูกที่เหมาะสมที่มี
ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตของสบู่ดำ, น. 103-112. ใน รายงานการประชุมวิชาการสบู่ดำ
แห่งชาติครั้งที่ 1. โครงการเคยู-ไบโอดีเซล สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี และหน่วยบริการเทคโนโลยีทางอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วัลชลีย์ หุหลานนท์. 2527. การศึกษาลักษณะทางชีววิทยาของดอกและการติดผลของสบู่ดำ. ปัญหา
พิเศษปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ.

ศุภาวรรณ ประพันธ์. 2548. อิทธิพลของระยะปลูก และความถี่ของการตัดต่อผลผลิตและคุณภาพ เมล็ดพันธุ์ถั่วแฉะและการพัฒนาการของเมล็ดถั่วแฉะ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศูนย์วิจัยพืชไร่ นครราชสีมา. 2548. เอกสารคำแนะนำในการปลูกสับดำ. สำนักวิจัยและพัฒนาการ เกษตรเขตที่ 4 กรมวิชาการเกษตร, นครราชสีมา. 2 น.

สมพร ทองแดง, จรงค์ รุ่งช่วง, นิภา เลขาสุนทรกร และ อำนาจ สุวรรณฤทธิ์. 2539. ผลของการ บังแสงในการปลูกข้าวโพดแซมด้วยถั่วลิสง ถั่วแปบ และถั่วมะแฮะซ้ำที่เดิม ต่อผลผลิตพืชที่ ปลูกครั้งที่สอง, น. 24. ใน บทคัดย่อการประชุมวิชาการข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่ 27. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมพร ทองแดง, จรงค์ รุ่งช่วง, สุภาพ บุรณากาญจน์ และ อำนาจ สุวรรณฤทธิ์. 2542. Effects of lab and sword bean intercropped to maize grown with spacing suitable for mechanical harvesting on the yields of intercrop maize, weed incidence and soil moisture status, น. 633-634. ใน หนังสือรวมบทคัดย่อ ผลงานวิจัยของคณาจารย์ในสถาบันอุดมศึกษาไทย ใน ระหว่างปี 2540-2542, กรุงเทพฯ.

สมศักดิ์ วั่งใน. 2525. การตรึงไนโตรเจน ไโรโซเบียม-พืชตระกูลถั่ว. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 50 น.

สมศักดิ์ ศรีสม และ ชาญวิทย์ ม่วงมิตร. 2549. การปลูกสับดำ, น. 26-43. ใน เอกสารวิชาการสับดำ พืชพลังงาน. หจก. ฟินนี่ พับบลิชซิ่ง, กรุงเทพฯ.

สวัสดี บุญชี, พัทธชัย อินทะพันธุ์ และ สนั่น เผือกไร่. 2537. การศึกษาผลของการจัดการดินและพืช ที่มีต่อการชะล้างพังทลายของดินบนที่สูงในภาคเหนือของประเทศไทย. ใน รายงาน ผลการวิจัยฝ่ายวิชาการสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 6. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและ สหกรณ์. 31 น.

สายันท์ ทัดศรี. 2540. พืชอาหารสัตว์เขตร้อน การผลิตและการจัดการ. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2547. พืชอาหารสัตว์เขตร้อน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. , ประภา ศรีพิจิตร, กานดา นาคมนิ และ ณรงค์ฤทธิ์ วงศ์สุวรรณ. 2550. การปลูกกระถินเพื่อใช้เป็นพืชพลังงาน. 44 น.

_____. และ เพ็ญศรี ศรีประสิทธิ์. 2536. อิทธิพลของระบบการใช้ประโยชน์ วิธีการปลูกและชนิดของหญ้าต่อถั่วเซนโตรและถั่วฮามาต้าที่ปลูกร่วมกับหญ้ารัฐและหญ้าขนภายใต้สภาพฟาร์มเลี้ยงโคนมเกษตรกรรายย่อย. 1. การตั้งตัวและการอยู่รอด. วารสารเกษตรศาสตร์ (วิทยา.) 27: 6-13.

_____. , สนั่น จันทร์คำและ สุนันทา จันทกุล. 2531. อิทธิพลของการจัดการทุ่งหญ้าที่มีต่อการตั้งตัวของถั่วเวอร์นาโนสไตโล (*Stylosanthes hamata* cv. Verano) ที่หว่านทับลงในทุ่งหญากินี (*Panicum maximum* cv. Common Guinea). ใน รายงานผลการวิจัยประจำปี 2531. 10 น.

_____. , สุทัศน์ ทองเยี่ยม, สนั่น จันทร์คำ, อังคณา หาญบรรจง และ เพ็ญศรี ศรีประสิทธิ์. 2534. ผลผลิตและคุณภาพของหญ้าและถั่วที่เลือกสรรแล้วภายใต้สภาพฟาร์มเลี้ยงโคนมเกษตรกร. ใน รายงานการวิจัยงบประมาณทุนอุดหนุนประจำปีงบประมาณ 2522-33. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 160 น.

_____. , สมเกียรติ ประสานพานิช และ สุรพล เชื้อนื่อง. 2544. การเปรียบเทียบผลผลิตและคุณภาพหญ้าเขตร้อน 3 ชนิดที่ปลูกร่วมกับกระถินและถั่วแดงแดง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 32 (5-6): 91-99.

สิรินทรเทพ เต๋อประยูร. 2551. ถั่วเขียวกระถิน ลดค่าใช้จ่ายปุ๋ย. ประชาคมวิจัย 14 (79): 21-26.

สุขจิตต์ มีกังวาล, ศักดา สุขวิบูลย์ และ สุมล โสภาร. 2543. การปลูกพืชร่วมระหว่างข้าวฟ่างกับพืชตระกูลถั่วบางชนิดเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ. งานวิจัยเผยแพร่ ทะเบียนวิจัยเลขที่ ฝน. III-43. สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน. น. 340-346.

สุขุม ช่างโซติมนิรัตน์. 2533. การใช้ปุ๋ยและพืชบำรุงดินในการเพิ่มผลผลิตของข้าวโพด. วารสารเกษตรกรก้าวหน้า 5 (6): 28-37.

สุปราณี งามประสิทธิ์. 2544. อิทธิพลของอัตราปลูกต่อการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วแดงและ การศึกษาการเจริญเติบโตและการพัฒนาของเมล็ด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุรเชษฐ์ อร่ามรักษ์ (ติดต่อส่วนตัว)

โสฬส แซ่ลิ้ม. 2546. อิทธิพลของหญ้าและถั่วร่วมกับการใช้หินฟอสเฟตต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของชุดดินท่ายาง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อนุชาติ คชสถิตย์. 2542. การเจริญเติบโต ผลผลิต และการดูใช้ธาตุอาหารของมันสำปะหลังและ ถั่วลิสงในระบบปลูกมันสำปะหลังแซมถั่วลิสง โดยอาศัยน้ำฝนที่จังหวัดขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

อรพินท์ สุริยพันธุ์. 2541. ผลของพืชตระกูลถั่วที่ใช้ไถกลบและตัดคลุมดินที่มีต่อความอุดมสมบูรณ์ของธาตุไนโตรเจนในดิน. วารสารดินและปุ๋ย 20 (1): 16-23.

อรรถพล รุกขพันธุ์, ลิลลี่ กาวิตะ และ รังสฤษฎ์ กาวิตะ. 2550. ผลของวิธีการปลูกด้วยเมล็ดและท่อนพันธุ์ต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของสบู่ดำสายพันธุ์คัดเลือก, น. 16-19 ใน รายงานการประชุมวิชาการสบู่ดำแห่งชาติครั้งที่ 1. โครงการเคยู-ไบโอดีเซล, สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ภาควิชาวิศวกรรมเคมี และหน่วยบริการเทคโนโลยีทางอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อาทิตย์ สุขเกษม. 2544. อิทธิพลของพืชคลุมดินและระบบหญ้าแฝกต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติ
บางประการของชุดดินท่ายาง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ.

แอนนา สายมณีรัตน์, พัทยาภรณ์ สุกรพัฒน์, สุปราณี งามประสิทธิ์, แสงแข น้าวานิช, สุขุม โชติ
ช่วง, มณีรัตน์ จัตรพงศ์ บาลลาและเอ็ง สโรบล. 2549. การรวบรวมพันธุ์สับดูดำจากภาค
ตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ ของประเทศไทยเพื่อใช้เป็นเชื้อพันธุกรรม, น.
3-23. ใน รายงานการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44 (สาขาพืช).
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Adegbola, A.A. 1964. Forage crop research and development in Nigeria. **Nigerian Agric. J.** 1:
34-39.

_____. and Fayemi A A A. 1972. Fixation and excretion of nitrogen by tropical legumes.
Agronomy Journal. 64 :409-412.

Ahmed, S. and H.P.M. Gunasena. 1979. Nuttilization and economics of some intercropped
systems in tropical countries. **Trop. Agric.** 56: 115-123.

Allison, F.E. 1973. **Soil organic Matter and Its Role in Crop Production.** Elsevier Scientific
Publishing Company, New York. 633 p.

Anger, D.A. 1992. Changes in Soil Aggregation and Organic Carbon unger Corn and Alfalfa.
Soil Sci Soc Am J. 56: 1244-1249.

Anonymous. 1984. **Leuceana : Promising Forage and Tree Crops for the Tropics**, N.A.S,
Washington D.C. 100 p.

Basnet, B., E.L. Mader and C.D. Nickell. 1974. Influence of between and within row spacing on
agronomic characteristics of irrigated soybean. **Agron. J.** 66: 657-659.

- Batholomew, W.V. and I. McDonald. 1973. Green manuring and related practices, p. 452. In **F.E. Allison (ed.). Soil Organic Matter and Its Role in Crop Production.** Elsevier Scientific Publishing Company, New York.
- Beet, W.C. 1982. **Multiple Cropping and Tropics Farming System.** The Asian Development Bank, Manila. 153 p.
- Beare, M.H., Hendrix, P.F. and Coleman, D.C. 1994. Water-stable aggregates and organic matter fractions in conventional and no-tillage soils. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 58, pp. 777–786.
- Boltz, D.F. 1958. **The Colorimetric determination of Nonmetals.** Interscience Publishers, Inc., New York, pp. 231-259.
- Bray, R.A. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soil. **Soil Sci.** 59: 39-45.
- Bridge B. J., J.J. Mott, W.H. Winter and R.J. Hartigan. 1983. Improvement in soil structure resulting from sown pastures on degraded areas in the dry savanna woodlands of northern Australia. **Aust. J. Soil Res.** 21, 83-90.
- Bruce Muliken. 2551. **Jatropha Curcas: Promising Biofuel or invasive species?.** แหล่งที่มา: <http://www.enn.com/energy/article/21863>, 15 สิงหาคม 2551.
- Burns, R.G. and J.A. Davies. 1986. The microbiology of soil structure, pp. 9–27. In **Lopez-Real, J.M., Hodges, R.D. (Eds.), The Role of Microorganisms in a Sustainable Agriculture.** A B Academic Publishers, Berkhamstead, UK.
- Carvalho, M.M. De, D.G. Edwards, C.S. Andrew and C.J. Asher. 1980. Comparative performance of six *Stylosanthes* species in three acid soils. **Aust. J. Agric. Res.** 31: 61-76.

- _____. 1981. Aluminium toxicity, nodulation and growth of *Stylosanthes* species in three acid soils. **Aust. J. Agric. Res.** 31: 61.
- CAST. 1992. Preparing U.S. Agriculture for Global Climate Change. Council for Agriculture, **Science and Technology**. Report 119. 93 p.
- Cooper, R.L. 1971. Influence of soybean production practices on lodging and seed yield in highly productive environments. **Agri. J.** 63: 490-493.
- Crowder, L.V. and H.R. Chheda. 1982. **Tropical Grassland Husbandry**. Longman, London and New York. 526 p.
- Cruse, R.M., I.C. Anderson and F.B. Amos, Jr. 1985. Residual effect of corn and Soybean on the subsequent corn crop, pp 1061-1067. In **R.M. Shibles. (ed.) World soybean research conference III : Proceeding**. Westriew Press, Inc, Boulder, CO.
- Donald, C.M. 1963. Competition among crop and pasture plants. **Adr. Agron. J.** 15 : 1-19.
- Elliott, E.T. 1986. Aggregate structure and carbon, nitrogen, and phosphorus in native and cultivated soils. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 50, pp. 627-633.
- Finlay, R.C. 1975. Intercropping soybeans with cereals, pp. 77-85. In **D.K. Whigham (ed.). Soybean Production, Protection and Utilization**. INTSOY Series No. 6. University of Illinois, Urbana.
- Fisher, M.J. 1973. Effect of times, height and Frequency of defoliation on growth and development of Townsville Stylo in pure ungrazed sword at Katherine, N.T. **Aust. J. Exp. Agric. Anim. Hasb.** 13: 189-397.

- Gardener, C.J. 1981. Population dynamics and stability of *Stylosanthes hamata* cv. Verano in grazed pastures. **Aust. J. Agric. Res.** 32: 36.
- Giller, K.E. and K.J. Wilson. 1991. **Nitrogen fixation in Tropical Cropping Systems**. CAB International, Wallingford UK.
- _____. J. Ormesher and F.M. Awah. 1991. Nitrogen transfer from *Phaseolus* bean to intercropped maize measured using ^{15}N -enrichment and ^{15}N -isotope dilution methods. **Soil Biol. Biochem.** 23: 339-346.
- Glinski, J. and J. Lipice. 1990. **Soil Physical Conditions and Plant Roots**. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- _____. 1994. Soil physical conditions and plant root, p. 145. *In* **J.L. Hatfield and B.A. Stewart. Crops Residue Management**. Advance in Soil Science. Lewis Publishers, London.
- Grimm, C. 2005. **The Jatropha Project in Nicaragua**. File://F:\JCL-Project-Nicaragua.html. 4 pages.
- Hare, M. 1995. **Potential for Forage and Forage seed Production in Northeast Thailand**. Faculty of Agriculture Ubon-Ratchathani Ubon-Ratchathani University. 15 p.
- Hare, M.D. and A. Waranyuwat. 1980. **A manual for tropical pasture seed production in Northeast Thailand**. Northeast livestock Development Project, Department of Livestock Development, Tha Phra, Khon Kaen, Thailand, pp. 33-38.
- Heller, J. 1996. **Physic nut. *Jatropha curcus* L. Promoting the Conservation and Use of Underutilized and Neglected Crops**. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome. 66 p.

- Herrera, W.T. and R.R. Harwood. 1973. **Crop interrelationships in intensive cropping system.** Paper presented at the Saturday seminar of International Rice Research Institute, Los Bonas, Laguna, Philippines, July 21. 1973. 22 p.
- Holliday, R. 1960. Plant population and crop yield. **Nature.** 186: 22-24.
- Humphreys, L.R. 1980. **A guide to better pastures for the tropics and sub-tropics.** 4th edition, Wright Stephenson and Co. (Australia) Pty. Ltd.
- Ibewiro, B., N. Sanginga, B. Vanlauwe and R. Merckx. 2000. Nitrogen contributions from decomposing cover residues to maize in a tropical derived savanna. **Nutrient Cycling in Agroecosystems.** 57: 131-140.
- Ive, J.R. 1970. Undersowing Townsville Stylo. **Turn off.** 2: 13-14.
- Juntakool, S. B.R. Watkin. 1985. The effect of water stress on Siratro (*Macroptilium atropurpureum*) seed production. **Kasetsart Journal Natural Sciences.** 20 (3): 347-352.
- Kemper, W.D. and W.S. Chapil. 1965. **Size distribution of aggregates.** In **Methods of Soil Analysis.** Part I. Ed. C.A. Black. Agronomy 9, pp 499-510. American Society of Agronomy, Madison, WI.
- Kexian, Y. 2003. **A case study of on-farm research on stylo intercropping in mango plantation.** Inception Meeting Improving Livelihood of Upland Farmers Using Participatory Approaches to Develop More Efficient.
- Kirby, E. 1977. Population and competition. **J. Nat. Inst. Agric. Bot.** 14: 187-190.
- Latif, M.A., G.R. Mehuys, A.F. Mackenzie, I. Alli and M.A. Faris. 1992. Effects of legumes on soil physical quality in a maize crop. **Plant and Soil.** 140: 15-23

- Lesturgez Gregory, Poss Roland, Bourdon Emmanuel, Hartmann Christian and Anupup Santi Ratana. 2001. The effect of *Stylosanthes* on soil physical properties. **Symposium 3**: paper no. 2111.
- Lueschen, W. E., and D. R. Hicks. 1977. Influence of plant population on field performance of three soybean cultivars. **Agron. J.** 69:390-393.
- Mayer, L, D.R. Chandler and M.S. Taylor. 1986. *Lablab purpureus*-A fodder crop for Botswana. **Bulletin of Agricultural Research in Botswana.** 5:37-48.
- Mikled, C. 1977. Dry season supplementation of cattle grazing native grasslands in the north Thailand highlands. **Thai. J. Agr. Sci.** 10: 135-142.
- Nambiar, P.T.C., P.J. Dart, B. Srinivasa Rao and H.N. Ravishankar. 1981. **Nitrogen fixation by groundnut (*Arachis gypogaea*) in intercropped and rotation systems**, pp. 647-652. *In* P.H. Graham and S.C. Harris (eds.). **Biological Nitrogen Fixation Technology for Tropical Agriculture.** Centro International de Agriculture Tropical, Cali, Columbia.
- NRC. 1978. **Nutrient Requirement of Dairy Cattle.** National Academic of Science, Washington, D.C. 146 p.
- _____. 1988. **Nutrient Requirement of Dairy Cattle.** 6th ed., Natinal Academic Press, Washington, D.C. 157 p.
- Norman, M.J.T. 1965. Post-establishment grazing management of Townsville Lucerne on uncleared land at Katherine, N.T.J. **Aust. Inst. Agric. Sci.** 31: 311-3.
- Norman, A.G. 1978. **Soybean Physiology, Agronomy and Utilization.** Academic Press, New York. 249 p.

- O'Reilly, M.V. 1975. **Better pastures for the Tropics**. Arthur Yates & Co. Pty. Ltd., NSW, Australia. 60 p.
- Pandey, R.K. and J.W. Pendleton. 1986. Soybean as green manure in a maize intercropping system. **Expt. Agric.** 22: 179-185.
- Peter, B.Y. 1975. **Better Pasture for the Tropics**. N.S.W., Australia. 58 p.
- Rickert, K.G. And L.R. Humphreys. 1970. Effect of variation in density and phosphate application on growth and composition of Townsville stylo (*Stylosanthes humilis*). **Aust. J. Exp. Agr. Anim. Husb.** 10: 442-449.
- Sadakorn, J. 1982. **Report on Collection of *Jatropha curcas* L. (Saboo-dam) in the North of Thailand**. 5 p.
- Sampio, I.B.M. and J. Dobereiner. 1968. Effect of shading and lime treatments on nitrogen fixation rates and on the efficiency of soya bean nodules (*Glycine max*). **Pesq. Agropic bras.** 33:159.
- Sanchez, P.A. 1976. **Properties and management of soils in the tropics**. John Wiley and Sons, New York. 618 p.
- Sarobol, E. 1986. **Allelopathic effect on corn and soybean on a subsequent corn crop**. Ph. D. Dissertation (Unpublished). Iowa state University Ames, Iowa.
- _____. and I.C. Anderson. 1990. Improving yield of corn soybean relation: Role of allelopathy. *In* **S.J.H. Rizvi and V.Rizvi (eds)**. Frontiers of allelochemical research. Chapman and Hall, London. (inpress)

- Schwab, G.O., H. Delmar, D. Fangmeier, W.J. Elliot and R.K. Frevert. 1993. **Soil and Water Conservation Engineering**. John Wiley & Sons, Inc., pp. 91-113.
- Searle, P.G.E., Y. Comudom, D.C. Sheddon and R. Nance. 1981. Effect of maize+legume intercropping systems and fertilizer nitrogen on crop yields and residual nitrogen Field **Crops Res.** 4: 133-145.
- Silva, I.F. and J. Mielniczuk. 1997. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilização de agregados do solo. **Rev. Bras. Ci. Solo** 21, pp. 113–117.
- Singh, S.P. 1983. Summer legume intercrop effects on yield and nitrogen economy of wheat in the succeeding season. **J. Agric. Sci. (Camh.)**. 101, 411-105.
- Six, J., E.T. Elliott and K. Paustian. 2000. Soil macroaggregate turnover and microaggregate formation: a mechanism for C sequestration under no-tillage agriculture. **Soil Biol. Biochem.** 32, pp. 2099–2103.
- Skerman, P.J. 1977. **Tropical forage legumes**. FAO Plant Production and Protection Series No. 2, Rome. 609 p.
- Smith, J.L., R.I. Papendick, D.F. Bezdicek and J.M. Lynch. 1992. Soil organic matter dynamics and crop residue management, pp. 65-94. *In* F.B. Metting, Jr. (ed.). **Soil Microbial Ecology**. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Sprent, J.I. 1973. Growth and Nitrogen fixation in *Lupinus arboreus* as affected by shading and water supply. **New Phytologist**. 72 (5): 1005-1022.
- Tamaki, K., K. Asanuma and J. Naka. 1973. Physiological studies of the growing process of broad bean plants. VII. Effects of plant density on the growth and seed production. **Tech. Bull. of the Fac. of Agri.**, Kagawa Univ. 25: 1-11.

Trelo-ges, V., S. Kaewrahn, P. Keerati-Kasikorn. 1996. Effect of vetiver, ruzi and verano stylo on water runoff and loss of applied nitrogen, phosphorus and potassium on sandy soil, pp. 647-652. **In Proceeding of the international conference on vetiver: A miracle grass to commemorate the 50th anniversary (golden jubilee) celebrations of His Majesty the King of Thailand's accession to the throne.**

Tudsri, S. 1986. **A study of the effects of defoliation and water stress on growth and development of *Stylosanthes hamata* (L.) TAUB cv. Verano.** Ph.D. Thesis Massey University. New Zealand.

_____. and S. Sawadipani. 1973. **Managerial approach to pasture production in Thailand**, 3rd Proc. Forage RWG of S.E. Asia. Khonakaen, Thailand.

_____. and P.C. Whiteman. 1977. The effect of cultural treatments on establishment of *Macroptilium atropurpureum* cv. Siratro oversown in a *Setaria anceps* sward. **Trop. Grassld.** 11 : 49-54.

_____. B.R. Watkin, A.C.P. Chu and B.J. Forde. 1988. Growth pattern of *Stylosanthes hamata* cv. Verano. under controlled environmental conditions. **Kasetsart. J.** 22: 144-151.

_____. B.R. Watkin, A.C.B. Chu, B.J. Ford and S. Chantkam. 1989. Effect of first year grazing on *Stylosanthes hamata* cv. Verano production at Muak Lek, Thailand. **Trop. Grassl.** Vol. 23: 26.

_____. N. Wongsuwan and B.R. Watkin. 1990. Improvement of Guinea grass (*Panicum maximum* cv. Common) pasture by oversowing with tropical legumes. I. Effects of Pasture Management. **Thai J. Agric. Sci.** 23: 349 – 357.

- Whipps, J.M. and J.M. Lynch. 1992. Energy losses by the plant in rhizodeposition. *In* J.B. Metting, Jr. (ed.). **Soil Microbial Ecology**. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Wiliapon, B. 1987. Companion cropping of cassava with Verano stylo. Khon Kaen University Pasture Improvement Project 1978 Annual Report. p. 71 – 73
- _____. and L.R. Humphreys. 1976. Grazing and sowing effects on the seed production of *Stylosanthes hamata* cv. Verano. **Trop. Grassld.** 10 : 107-111.
- _____. and P. Lorwilai. 1981a. **Undersowing kenaf with *Stylosanthes hamata* cv. Verano. III Row spacing and seeding rate.** KKU-PIP. Annual Report.
- _____. 1981b. **Undersowing kenaf with *stylosanthes hamata* cv. Verano II. Row direction.** KKU-PIP. Annual Report.
- _____. and L.R. Humphreys. 1981. Influence of grazing on the seed production of *Stylosanthes hamata* cv. Verano. **Thai. J. Agric. Sci.** 14: 69-81.
- Wilson, P.W. 1940. **The Biochemistry of Symbiotic Nitrogen Fixation.** University of Wisconsin, Madison. 115 p.
- Whiteman, P.C. 1980. **Tropical Pasture Science.** Oxford University Press, London. 392 p.
- Yadav, R.L. 1981. Intercropping pigeonpea to conserve fertilizer nitrogen in maize and produce residual effects on sugarcane. **Expl Agric.** 17: 311-315.

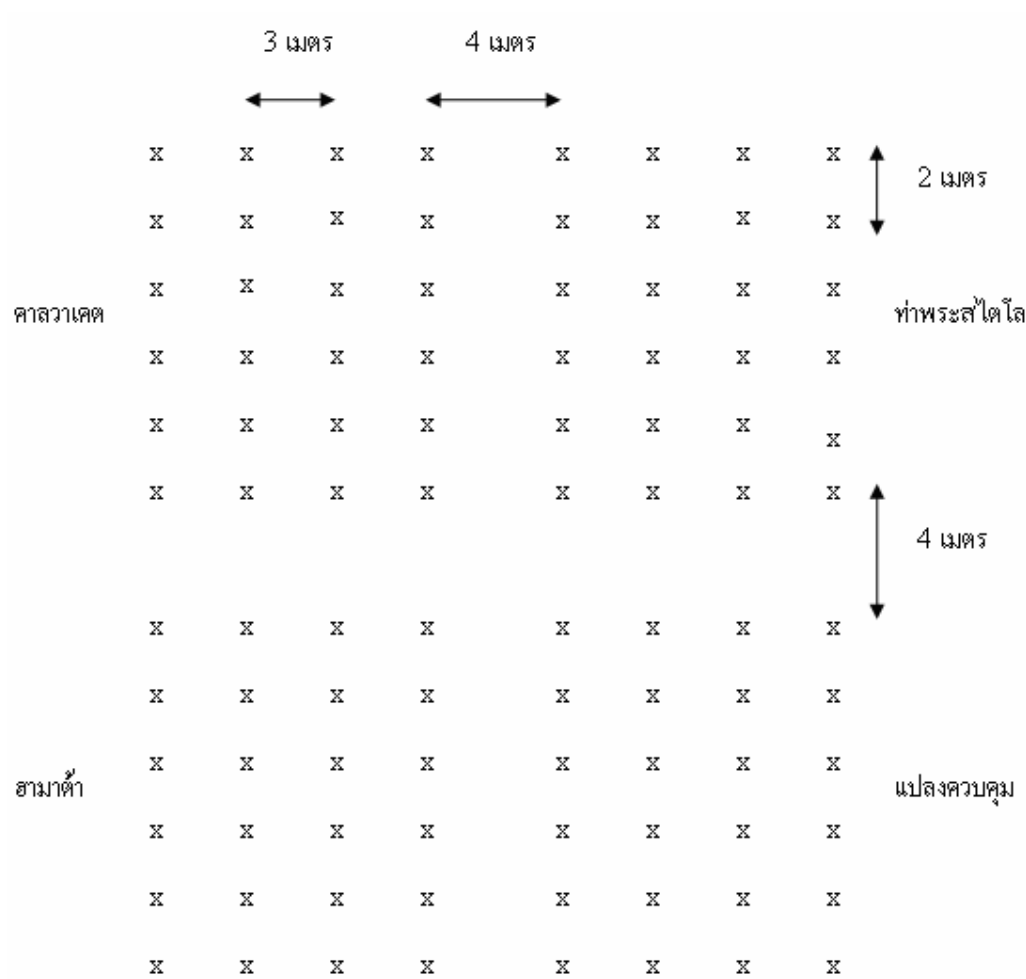
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ภาพผนวก



ภาพผนวกที่ ก1 แผนผังแปลงทดลองปลูกสับรู่ดำร่วมกับถั่วอาหารสัตว์ 4 ชนิด จำนวน 3 ไร่



หมายเหตุ x คือ ตำแหน่งของต้นสนูดำ

ภาพผนวกที่ ก2 แผนผังแสดงระยะปลูกระหว่างแถวสนูดำในแปลง ขนาดแปลงย่อย 12 x 12 เมตร
จำนวน 3 ไร่

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี

1. ปฏิกริยาของดิน

วัดปฏิกริยาของดิน โดยใช้ตัวอย่างดิน 10 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น (deionized water) 10 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ ขนาด 100 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนให้ดินและน้ำเข้าไปเป็นระยะ ๆ เป็นเวลา 30 นาที วางทิ้งไว้ให้ดินตกตะกอน แล้วทำการวัด pH ตรงบริเวณสารละลายใส

2. ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

โดยวิธี Bray II ชั่งดิน 2.5 กรัม เติมน้ำยาสกัด Bray II (0.1N HCl ผสมกับ 0.03 N NH_4F) 25 มิลลิลิตร เขย่าเป็นเวลา 5 นาที นำไปกรองสารละลาย ดูด aliquot 5 มิลลิลิตร แล้วเติมด้วย Ascorbic acid in Ammonium molybdate 10 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 50 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 30-60 นาที หลังจากนั้นนำไปวัดความเข้มข้นของสีด้วยเครื่อง spectrophotometer

3. โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

ชั่งดิน 2.5 กรัม เติม 1 N NH_4OAc (ammonium acetate) ที่ pH 7 เป็นสารสกัดลงไป 25 มิลลิลิตร เขย่าเป็นเวลา 5 นาที แล้วกรองสารละลาย นำสารละลายที่กรองได้ไปอ่านค่าด้วยเครื่อง Flame Photometer ซึ่งใช้ Filter สำหรับหาค่าโพแทสเซียมก่อนการอ่านค่าของตัวอย่างในการวัดแต่ละครั้ง จะต้องอ่านค่าจาก standard solution ก่อนเพื่อนำไปสร้าง standard curve โดยในการอ่านจะปรับค่า standard 50 ppm เป็นค่าที่อ่านได้ 100 และน้ำกลั่นเป็น 0 ส่วนค่าที่ได้จากสารละลายถือเป็นค่า blank ซึ่งต้องนำไปหักออกจากค่าที่อ่านได้ของตัวอย่างและค่าที่อ่านได้ของแต่ละตัวอย่างนำไปเปรียบเทียบกับ standard curve เพื่ออ่านความเข้มข้นออกมาเป็น ppm

4. อินทรีย์วัตถุ

โดยวิธีของ Walkley and Black ใส่ตัวอย่างดิน 0.5 กรัม (ผ่านตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตร) ลงใน erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร เติม 1N $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 5 มิลลิลิตร เติมกรด H_2SO_4 เข้มข้น 10 มิลลิลิตร แกว่ง flask ไปรอบๆ เบาๆ เพื่อให้ น้ำยากับดินเข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้ ให้ทำปฏิกิริยากัน ประมาณ 30 นาที เติมน้ำกลั่นลงไป 15 มิลลิลิตร แล้วหยด indicator (O-phenanthroline ferrous sulfate 0.0025M) ลงไป 3 หยดไทเทรตหาปริมาณ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ที่เหลือด้วย ferrous sulfate (0.25N)

จนกระทั่งสีของ suspension เปลี่ยนจากเขียวเป็นน้ำตาลปนแดง บันทึกปริมาณของ $K_2Cr_2O_7$ แล้วคำนวณปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินโดยสมการ

$$\% \text{ คาร์บอนอินทรีย์} = \frac{(me\ K_2Cr_2O_7 - meFeSO_4) \times 0.003 \times 100 \times 1.33}{\text{น้ำหนักดิน (กรัม)}}$$

$$\% \text{ อินทรีย์วัตถุ} = \% \text{ คาร์บอนอินทรีย์} \times 1.72$$

5. การวิเคราะห์เม็ดดิน (aggregate analysis)

วิเคราะห์ดินด้วยเครื่องมือ aggregate analysis apparatus รุ่น DIK 2000 โดยร่อนดินผ่านตะแกรงขนาด 8 มม. แบ่งดินออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกนำไปหาความชื้นของดิน ส่วนที่สองชั่งดิน 25 กรัม (ทำอย่างละ 2 ซ้ำ) ใส่บนตะแกรงชั้นบนสุดซึ่งแช่อยู่ในน้ำ ตะแกรงที่ใช้มี 5 ชั้น ประกอบด้วย 2.00, 1.00, 0.50, 0.25 และ 0.10 มิลลิเมตร ทิ้งไว้ 10 นาที หลังจากนั้นนำดินที่แช่ทิ้งไว้ใส่ตะแกรงเคลื่อนที่ขึ้นลงในน้ำนาน 10 นาที นำตะแกรงขึ้นจากน้ำแยกจากกันเป็นชั้นๆ ทำการล้างดินที่ค้างอยู่บนตะแกรงแต่ละชั้นในกะละมังพลาสติกซึ่งมีน้ำอยู่ ถ่ายดินในกะละมังพลาสติกแต่ละอันใส่ถ้วย (ซึ่งรู้น้ำหนักถ้วยแล้ว) อบให้แห้งที่ 105 องศาเซลเซียส 1 คืน ชั่งน้ำหนักดินและถ้วยที่แห้งและหาน้ำหนักดินแห้งของแต่ละขนาดเม็ดดิน เพื่อนำมาหาการกระจายขนาดของเม็ดดินที่คงทนต่อการสลายตัวในน้ำดังสูตร

$$Y_i = (W_i)(100) / X$$

เมื่อ Y_i = เปอร์เซ็นต์โดยมวลของ aggregate ที่ทนทานต่อการสลายตัวในน้ำขนาด (class) ที่ i

X = น้ำหนักดินแห้งจากดิน 25 กรัม

W_i = น้ำหนักของเม็ดดินแห้งที่มีขนาด (class) ที่ i (กรัม)

I = ลำดับที่ของตะแกรงขนาด 8.00-2.00, 2.00-1.00, 1.00-0.50, 0.50-0.25, 0.25-0.10 และน้อยกว่า 0.10 มม.

6. เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของเม็ดดินแห้ง (mean weight-diameter, MWD)

นำข้อมูลจากการวิเคราะห์เม็ดดินในข้อ 5 มาคำนวณจากสูตร

$$MWD = \frac{\sum_{i=1}^n w_i d_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

เมื่อ w_i = น้ำหนักของเม็ดดินแห้งที่มีขนาด (class) ที่ i (กรัม)
 d_i = arithmetic mean diameter ของ i class (มม.)
 n = จำนวน class ทั้งหมด
 i = ลำดับที่ของตะแกรงขนาด 8.00-2.00 2.00-1.00 1.00-0.50 0.50-0.25 0.25-0.10 และน้อยกว่า 0.10 มม.

7. ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (water holding capacity)

อัดดินลงในบล็อกรจนเต็มปาดผิวหน้าให้เท่ากัน แฉบล้อกลงในภาชนะที่มีน้ำกลั่นอยู่ ถึงไว้ค้างคืน หลังจากนั้นนำไปวางบนผ้าชื้นปริมาณ 30 นาที ชั่งน้ำหนักไว้ทันที (น้ำหนักดินก่อนอบ + น้ำหนักบล็อก (B)) นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ประมาณ 16-24 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักดินหลังดินเย็นตัวลง (น้ำหนักหลังอบ + น้ำหนักบล็อก (C)) หลังจากนั้นนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ในการอุ้มน้ำของดิน จากสูตร

$$\begin{aligned} \% \text{water holding capacity} &= \frac{\text{weight of moisture} \times 100}{\text{weight of oven-dried soil}} \\ \text{weight of moisture} &= B - C \\ \text{weight of oven-dried soil} &= C - A \end{aligned}$$

8. ความชื้นดิน (soil moisture content)

ชั่งน้ำหนักดินก่อนอบ บันทึกน้ำหนักที่ได้ หลังจากนั้นนำดินไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ดินที่อบแล้วนำไปชั่งน้ำหนักดินหลังอบ บันทึกน้ำหนักที่ได้แล้ว คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น โดยวิธี gravimetric method จากสูตร

$$\text{ความชื้นดิน} = \frac{\text{น้ำหนักดินชื้น} - \text{น้ำหนักดินแห้ง}}{\text{น้ำหนักดินแห้ง}} \times 100$$

ภาคผนวก ค

ตารางผนวก

ตารางผนวกที่ 1 รายละเอียดการจัดการตลอดระยะเวลาการทดลอง

ครั้งที่	การจัดการ										
	ปลูกพืช		เก็บตัวอย่าง ดิน	ใส่ปุ๋ย	ปลูกซ่อม ถั่ว	กำจัดวัชพืช	นิตยา ฆ่าแมลง	เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของพืช		เก็บเกี่ยวผลผลิต	
	สบู่ดำ	ถั่ว						ถั่วและหญ้า	สบู่ดำ	สบู่ดำ	ถั่ว
1	1 ต.ค. 48	8 ต.ค. 48	25 ต.ค. 48	12 เม.ย. 49	22 ต.ค. 48	3 ธ.ค. 48	13 ธ.ค. 48	19 พ.ย. 48	19 พ.ย. 48	3 มี.ย. 49	14 ธ.ค. 48
2		5 พ.ค. 49	23 มี.ค. 50	18 มี.ย. 49	5 พ.ย. 48	7 ม.ค. 49	16 พ.ค. 49	17 ธ.ค. 48	17 ธ.ค. 48	17 มี.ย. 49	15 มี.ค. 49
3					30 ก.ย. 49	16 ก.ค. 49		21 ม.ค. 49	21 ม.ค. 49	1 ก.ค. 49	4-5 พ.ค. 49
4								5 ก.พ. 49	5 ก.พ. 49	16 ก.ค. 49	17 มี.ย. 49
5								21 มี.ค. 49	21 มี.ค. 49	2 ส.ค. 49	2 ส.ค. 49
6								29 เม.ย. 49	29 เม.ย. 49	16 ส.ค. 49	29 ก.ย. 49
7								21 พ.ค. 49	21 พ.ค. 49	30 ส.ค. 49	23 มี.ค. 50
8								17 มี.ย. 49	17 มี.ย. 49	16 ก.ย. 49	
9								16 ก.ค. 49	16 ก.ค. 49	30 ก.ย. 49	
10								16 ส.ค. 49	16 ส.ค. 49	17 ต.ค. 49	
11								30 ก.ย. 49	30 ก.ย. 49	13 พ.ย. 49	

ตารางผนวกที่ ค1 (ต่อ)

ครั้งที่	การจัดการ										
	ปลูกพืช		เก็บตัวอย่างดิน	ใส่ปุ๋ย	ปลูกซ่อมถั่ว	กำจัดวัชพืช	ฉีดยาฆ่าแมลง	เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของพืช		เก็บเกี่ยวผลผลิต	
	สบู่ดำ	ถั่ว						ถั่วและหญ้า	สบู่ดำ	สบู่ดำ	ถั่ว
12								17 ต.ค. 49	17 ต.ค. 49	28 พ.ย. 49	
13								13 พ.ย. 49	13 พ.ย. 49		
14								14 ธ.ค. 49	21 มี.ค. 50		
15								11 ม.ค. 50			
16								8 ก.พ. 50			
17								21 มี.ค. 50			

ตารางผนวกที่ ค2 ระดับต่างๆของปฏิกิริยาดิน (soil reaction), pH (ดิน:น้ำ = 1:1)

ระดับ (rating)	พิสัย (range)
เป็นกรดรุนแรง (Ultra acid)	<3.5
เป็นกรดจัดมาก (extremely acid)	3.5-4.5
เป็นกรดจัด (very strongly acid) 4.6 – 5.0	4.6-5.0
เป็นกรดแก่ (strongly acid) 5.1 – 5.5	5.1-5.5
เป็นกรดปานกลาง (moderately acid)	5.6-6.0
เป็นกรดเล็กน้อย (slightly acid)	6.1-6.5
เป็นกลาง (neutral)	6.6 – 7.3
เป็นด่างอย่างอ่อน (slightly alkaline)	7.4 – 7.8
เป็นด่างปานกลาง (moderately alkaline)	7.9 – 8.4
เป็นด่างแก่ (strongly alkaline)	8.5 – 9.0
เป็นด่างจัด (extremely alkaline)	> 9.0

ที่มา: คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2541)

ตารางผนวกที่ ค3 ระดับต่างๆ ของปริมาณอินทรีย์วัตถุ

ระดับ (rating)	ฟิลล์ (%)
ต่ำมาก (very low)	< 0.5
ต่ำ (low)	0.5 – 1.0
ค่อนข้างต่ำ (moderately low)	1.0 – 1.5
ปานกลาง (medium)	1.5 – 2.5
ค่อนข้างสูง (moderately high)	2.5 – 3.5
สูง (high)	3.5 – 4.5
สูงมาก (very high)	> 4.5

ที่มา: งานทดสอบดินปุ๋ยและการประยุกต์ (ม.ม.ป.)

ตารางผนวกที่ ค4 ระดับต่างๆของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

ระดับ (rating)	ฟอสฟอรัส (mg.kg-1)
ต่ำมาก (very low)	< 3
ต่ำ (low)	3 – 6
ค่อนข้างต่ำ (moderately low)	6 – 10
ปานกลาง (medium)	10 – 15
ค่อนข้างสูง (moderately high)	15 – 25
สูง (high)	25 – 45
สูงมาก (very high)	> 45

ที่มา: อาทิตย์ (2544)

ตารางผนวกที่ ๕ ระดับต่างๆ ของปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

ระดับ (rating)	พิสัย (mg.kg-1)
ต่ำมาก (very low)	< 30
ต่ำ (low)	30 – 60
ปานกลาง (medium)	60 – 90
สูง (high)	90 – 120
สูงมาก (very high)	> 120

ที่มา: งานทดสอบดินปุ๋ยและการประยุกต์ (ม.ม.ป.) และ อาทิตย์ (2544)

ตารางผนวกที่ ๑๖ ความสูงเฉลี่ยของสับดูดำที่สุ่มวัดตลอดระยะเวลาการทดลอง

การทดลอง	ซ้ำที่	ความสูงเฉลี่ย (เซนติเมตร)														
		พ.ย.48	ธ.ค.48	ม.ค.49	ก.พ.49 ^{1/}	ก.พ.49 ^{2/}	มี.ค.49	เม.ย.49	พ.ค.49	มิ.ย.49	ก.ค.49	ส.ค.49	ก.ย.49	ต.ค.49	พ.ย.49	มี.ค.50
control	1	36	68	85	93	60	87	93	137	147	155	184	211	224	235	262
	2	51	85	104	112	60	92	112	135	141	152	185	210	234	249	269
	3	43	76	94	99	60	92	99	143	155	165	193	218	218	234	260
	เฉลี่ย	43	76	94	101	60	90	101	138	148	157	187	213	225	239	264
JC + VS	1	42	81	103	107	60	87	107	132	156	167	194	217	227	247	281
	2	46	76	95	102	60	86	101	146	161	174	194	219	234	251	283
	3	40	75	91	99	60	88	99	134	155	166	203	228	242	250	283
	เฉลี่ย	43	77	96	103	60	87	102	137	157	169	197	221	234	249	282
JC + TS	1	44	74	91	96	60	80	96	125	142	158	182	210	222	244	278
	2	44	70	90	95	60	82	95	131	147	163	196	217	238	251	276
	3	48	84	99	106	60	93	106	131	146	166	192	219	238	250	265
	เฉลี่ย	45	76	93	99	60	85	99	129	145	162	190	215	233	248	273

ตารางที่ ค6 (ต่อ)

ตำรับ การทดลอง	ชั้นที่	ความสูงเฉลี่ย (เซนติเมตร)														
		พ.ย.48	ธ.ค.48	ม.ค.49	ก.พ.49 ^{1/}	ก.พ.49 ^{2/}	มี.ค.49	เม.ย.49	พ.ค.49	มิ.ย.49	ก.ค.49	ส.ค.49	ก.ย.49	ต.ค.49	พ.ย.49	มี.ค.50
JC + CD	1	47	75	98	111	60	88	111	119	139	147	170	195	204	229	247
	2	51	84	107	120	60	73	120	132	150	162	189	217	230	247	279
	3	41	76	102	103	60	86	103	137	146	163	187	215	221	241	260
	เฉลี่ย	46	78	102	111	60	82	111	129	145	157	182	209	218	239	262
JC + LL	1	45	75	97	104	60	94	104	132	151	164	190	216	233	247	269
	2	52	81	98	90	60	85	103	130	145	166	197	223	245	255	284
	3	42	72	97	110	60	95	103	135	158	174	204	225	233	251	288
	เฉลี่ย	46	76	97	101	60	91	103	132	151	168	197	221	237	251	280

^{1/} ก่อนตัดยอดสปูดำ

^{2/} หลังจากตัดยอดสปูดำที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 60 เซนติเมตร

ตารางผนวกที่ 7 จำนวนยอดสับดำเฉลี่ย/ตัน ที่สุ่มวัดตลอดระยะเวลาการทดลอง

การทดลอง	ซ้ำที่	จำนวนยอดเฉลี่ย/ตัน														
		พ.ย.48	ธ.ค.48	ม.ค.49	ก.พ.49 ^{1/}	ก.พ.49 ^{2/}	มี.ค.49	เม.ย.49	พ.ค.49	มิ.ย.49	ก.ค.49	ส.ค.49	ก.ย.49	ต.ค.49	พ.ย.49	ธ.ค.49
control	1	8	8	13	28	2	14	29	60	125	170	225	250	305	43	1
	2	9	13	12	28	2	14	43	72	130	190	260	288	310	65	0
	3	8	13	16	31	1	7	35	68	138	230	250	270	305	54	1
	เฉลี่ย	8	11	14	29	2	12	36	67	131	197	245	269	301	54	1
JC + VS	1	9	10	16	31	1	14	34	66	145	239	280	295	315	67	0
	2	8	7	10	29	1	12	44	72	150	241	280	298	318	60	1
	3	6	8	9	30	1	8	45	73	156	248	275	300	320	60	1
	เฉลี่ย	8	8	12	30	1	11	41	70	150	243	278	298	322	62	1
JC + TS	1	7	8	6	26	2	11	32	58	111	210	221	270	290	59	0
	2	5	7	8	30	2	12	44	57	110	202	220	240	300	55	1
	3	6	7	10	31	2	11	30	58	128	238	262	310	313	60	1
	เฉลี่ย	6	8	8	29	2	11	35	58	116	217	234	273	301	58	1

ตารางที่ 7 (ต่อ)

การทดลอง	ตัวรับ ซ้ำที่	จำนวนยอดเฉลี่ย/ต้น														
		พ.ย.48	ธ.ค.48	ม.ค.49	ก.พ.49 ^{1/}	ก.พ.49 ^{2/}	มี.ค.49	เม.ย.49	พ.ค.49	มิ.ย.49	ก.ค.49	ส.ค.49	ก.ย.49	ต.ค.49	พ.ย.49	ธ.ค.49
JC + CD	1	6	9	15	40	1	8	32	76	131	211	245	284	290	50	0
	2	6	8	10	32	1	5	38	67	120	211	225	276	285	48	1
	3	7	8	13	35	1	7	36	70	129	209	233	279	323	52	1
	เฉลี่ย	6	8	13	36	1	7	35	71	127	210	234	280	299	50	1
JC + LL	1	7	9	16	41	3	7	42	80	130	218	230	300	315	55	1
	2	7	8	12	38	1	8	41	86	150	273	300	296	316	55	0
	3	6	8	13	40	1	9	45	103	200	249	266	298	320	56	1
	เฉลี่ย	7	8	14	40	2	8	43	90	160	247	265	298	317	55	1

^{1/} ก่อนตัดยอดสปูดำ^{2/} หลังจากตัดยอดสปูดำที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 60 เซนติเมตร

ตารางผนวกที่ ๘ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสับไม้ที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 30 เซนติเมตร ที่
สุ่มวัดตลอดระยะเวลาการทดลอง

ดำรับการทดลอง	ซ้ำที่	เดือนที่สุ่มวัด						
		ธ.ค. 48	มี.ค. 49	พ.ค. 49	มิ.ย. 49	ส.ค. 49	ก.ย. 49	มี.ค. 50
Control	1	3.2	4.3	5.8	6.5	6.7	8.0	8.7
	2	3.2	4.3	5.1	6.1	8.1	9.3	9.7
	3	3.1	4.2	5.4	6.3	7.9	9.0	9.2
	เฉลี่ย	3.2	4.3	5.4	6.3	7.6	8.8	9.2
JC + VS	1	3.8	4.3	5.1	7.5	8.0	9.4	10.5
	2	3.5	4.2	5.5	7.1	7.9	9.1	10.1
	3	3.4	4.3	5.4	7.0	8.1	9.2	10.2
	เฉลี่ย	3.6	4.3	5.3	7.2	8.0	9.2	10.3
JC + TS	1	3.4	4.4	5.6	6.2	7.1	8.2	8.7
	2	3.0	4.3	5.1	6.3	7.2	8.3	8.9
	3	3.3	4.4	5.8	6.3	7.9	8.8	9.0
	เฉลี่ย	3.2	4.4	5.5	6.3	7.4	8.4	8.8
JC + CD	1	3.3	4.2	5.7	6.9	7.6	8.4	8.9
	2	3.3	4.3	5.4	6.8	7.1	9.0	9.3
	3	3.2	4.3	5.9	6.7	8.1	9.0	9.2
	เฉลี่ย	3.3	4.3	5.7	6.8	7.6	8.8	9.1
JC + LL	1	3.3	4.3	5.7	6.6	7.7	8.7	8.9
	2	3.3	4.4	5.4	6.9	8.1	9.5	9.7
	3	3.3	4.4	6.3	7.0	8.4	9.7	10.2
	เฉลี่ย	3.3	4.4	5.8	6.8	8.1	9.3	9.6

ตารางผนวกที่ ๑๑ จำนวนต้นถั่ว/ตารางเมตรที่สุ่มวัดตลอดระยะเวลาการทดลอง

คำรับการทดลอง	ซ้ำที่	จำนวนต้นถั่ว/ตารางเมตร																
		พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
		48	48	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	50	50	50
JC + VS	1	244	132	141	117	102	99	523	319	319	159	123	115	140	100	24	0	244
	2	256	150	117	117	17	97	550	277	277	155	116	128	148	116	20	0	256
	3	236	160	167	125	95	79	588	220	220	152	136	128	132	108	20	0	236
	เฉลี่ย	245	147	142	120	71	92	554	272	272	155	125	124	140	108	21	0	245
JC + TS	1	100	93	74	108	76	65	66	82	82	93	93	120	131	92	79	42	100
	2	96	135	126	133	69	38	75	99	99	81	84	97	132	88	88	43	96
	3	112	117	105	108	77	60	76	77	77	88	105	100	140	104	96	38	112
	เฉลี่ย	103	115	102	116	74	54	72	86	86	87	94	106	134	95	88	41	103
JC + CD	1	8	64	71	29	36	38	41	49	49	40	36	48	52	28	12	0	8
	2	16	73	120	39	21	13	98	65	65	48	44	32	40	20	16	0	16
	3	12	117	114	55	21	12	33	58	58	52	32	36	48	32	8	0	12
	เฉลี่ย	12	85	102	41	26	21	57	7	57	47	37	39	47	27	12	0	12

ตารางผนวกที่ ๙ (ต่อ)

คำรับ การทดลอง	ซ้ำที่	จำนวนต้นถั่ว/ตารางเมตร																
		พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
		48	48	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	50	50	50
JC + LL	1	4	15	17	8	4	0	24	15	15	2	2	21	24	16	8	0	4
	2	4	15	16	14	3	0	16	9	9	3	3	24	24	20	4	0	4
	3	8	15	16	9	3	0	22	11	11	3	3	20	20	12	12	0	8
	เฉลี่ย	5	15	16	10	3	0	21	12	12	3	3	22	23	16	8	0	5

ตารางผนวกที่ 10 จำนวนต้นวัชพืช/ตารางเมตรที่ขึ้นร่วมกับถั่วและสับคั่วที่สุ่มวัดตลอดระยะเวลาการทดลอง

คำรับ การทดลอง	ซ้ำที่	จำนวนต้นวัชพืช/ตารางเมตร																
		พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
		48	48	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	50	50	50
Control	1	91	83	75	132	114	70	187	137	134	121	92	134	168	108	2	0	1,080
	2	143	126	114	154	154	84	376	200	176	158	109	135	200	124	1	0	820
	3	108	123	123	127	222	67	212	103	168	138	126	163	204	128	1	0	956
	เฉลี่ย	114	111	104	138	163	74	258	147	159	139	109	144	191	120	1	0	952
JC + VS	1	65	58	51	62	139	45	165	111	113	121	41	27	49	28	3	0	420
	2	71	68	58	76	112	73	166	111	92	134	32	29	40	36	4	0	356
	3	70	83	76	111	107	58	177	103	97	129	43	38	56	20	3	0	348
	เฉลี่ย	69	70	62	83	119	59	169	108	101	128	39	31	48	28	3	0	375
JC + TS	1	45	101	35	53	41	67	139	85	92	107	57	45	41	20	5	7	152
	2	49	53	31	23	51	63	99	67	85	119	42	43	53	16	6	7	160
	3	58	57	65	53	77	78	173	71	87	105	39	49	60	24	5	8	220
	เฉลี่ย	51	70	44	43	56	69	137	74	88	110	46	46	51	20	5	7	177

ตารางผนวกที่ 10 (ต่อ)

คำรับ การทดลอง	ซ้ำที่	จำนวนต้นวัชพืช/ตารางเมตร																
		พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
		48	48	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	50	50	50
JC + CD	1	126	131	129	143	117	61	239	181	149	163	105	137	181	86	8	0	656
	2	127	128	137	145	149	77	217	165	153	150	116	157	186	92	9	0	464
	3	132	135	133	145	161	78	104	193	151	136	119	169	148	104	9	0	544
	เฉลี่ย	128	131	133	144	142	72	187	180	151	150	113	154	172	94	9	0	555
JC + LL	1	70	65	92	93	144	77	239	157	179	147	109	159	164	0	0	0	716
	2	71	63	93	51	139	56	190	165	161	159	120	152	200	1	1	0	676
	3	65	80	103	101	90	79	133	193	159	121	121	140	164	0	1	0	532
	เฉลี่ย	69	69	96	82	124	71	187	172	166	142	117	150	176	1	1	0	641

ตารางผนวกที่ ค11 องค์ประกอบทางเคมีของถั่วและวัชพืชที่เก็บเกี่ยวในเดือนพฤษภาคม 2549

คำรับการทดลอง	ซ้ำ	%N		%P		%K		%Ca		%Mg		%S	
		ถั่ว	วัชพืช	ถั่ว	วัชพืช	ถั่ว	วัชพืช	ถั่ว	วัชพืช	ถั่ว	วัชพืช	ถั่ว	วัชพืช
control	1	-	1.170	-	0.218	-	1.738	-	0.377	-	0.165	-	0.180
	2	-	1.190	-	0.388	-	2.033	-	0.59	-	0.162	-	0.200
	3	-	1.230	-	0.306	-	1.735	-	0.579	-	0.19	-	0.210
	เฉลี่ย	-	1.197	-	0.304	-	1.835	-	0.515	-	0.172	-	0.197
JC + VS	1	2.660	1.670	0.212	0.443	1.707	2.322	1.254	0.663	0.249	0.19	0.250	0.230
	2	2.710	1.420	0.169	0.455	1.640	2.082	1.331	0.569	0.267	0.148	0.240	0.190
	3	2.700	1.730	0.166	0.318	1.335	2.381	1.390	0.843	0.303	0.335	0.260	0.240
	เฉลี่ย	2.690	1.607	0.182	0.405	1.561	2.262	1.325	0.692	0.273	0.224	0.250	0.220
JC + TS	1	2.600	1.650	0.274	0.518	2.007	2.872	1.029	0.611	0.230	0.212	0.260	0.260
	2	2.560	1.260	0.340	0.511	2.315	2.328	0.982	0.397	0.251	0.168	0.300	0.050
	3	2.540	1.770	0.274	0.512	1.606	2.459	0.979	0.682	0.266	0.201	0.240	0.190
	เฉลี่ย	2.567	1.560	0.296	0.514	1.976	2.553	0.997	0.563	0.249	0.194	0.267	0.167

ตารางผนวกที่ ค11 (ต่อ)

คำรับการทดลอง	ซ้ำ	%N		%P		%K		%Ca		%Mg		%S	
		ถั่ว	วัชพืช	ถั่ว	วัชพืช	ถั่ว	วัชพืช	ถั่ว	วัชพืช	ถั่ว	วัชพืช	ถั่ว	วัชพืช
JC + CD	1	2.590	1.120	0.153	0.422	1.121	2.098	1.059	0.531	0.304	0.152	0.220	0.210
	2	2.680	1.530	0.148	0.259	1.024	2.140	1.113	0.753	0.317	0.275	0.210	0.290
	3	2.600	1.510	0.151	0.338	0.954	2.326	1.068	0.709	0.312	0.186	0.200	0.220
	เฉลี่ย	2.623	1.387	0.151	0.340	1.033	2.188	1.080	0.664	0.311	0.204	0.210	0.240
JC + LL	1	-	1.660	-	0.477	-	2.445	-	0.9	-	0.214	-	0.240
	2	3.360	1.720	0.256	0.388	1.527	2.286	1.512	0.827	0.240	0.185	0.290	0.230
	3	-	1.480	-	0.370	-	2.175	-	0.672	-	0.178	-	0.190
	เฉลี่ย	3.360	1.620	0.256	0.412	1.527	2.302	1.512	0.800	0.240	0.192	0.097	0.220

- ไม่ได้วิเคราะห์เนื่องจากไม่ให้ผลผลิต

ตารางผนวกที่ ค12 องค์ประกอบทางเคมีของถั่วและวัชพืชที่เก็บเกี่ยวในเดือนสิงหาคม 2549

ตำรับการทดลอง	ซ้ำ	%N	%P	%K
Control	1	1.030	0.367	1.862
	2	1.040	0.441	2.169
	3	0.950	0.406	1.989
	เฉลี่ย	1.007	0.405	2.007
JC + VS	1	2.380	0.194	1.676
	2	2.690	0.204	1.982
	3	2.560	0.179	1.616
	เฉลี่ย	2.543	0.192	1.758
JC + TS	1	2.320	0.314	2.025
	2	2.730	0.358	1.830
	3	2.250	0.321	1.920
	เฉลี่ย	2.433	0.331	1.925
JC + CD	1	2.250	0.271	1.682
	2	2.450	0.295	1.782
	3	2.320	0.277	1.737
	เฉลี่ย	2.340	0.281	1.734
JC + LL	1	3.000	0.256	1.622
	2	3.280	0.278	2.087
	3	2.690	0.291	2.065
	เฉลี่ย	2.990	0.275	1.925

ตารางผนวกที่ ค13 องค์ประกอบทางเคมีของไบสบูดำตำแหน่งใบที่ 3 นับจากยอดแรก

ดำรับการทดลอง	ซ้ำ			เฉลี่ย
	1	2	3	
Control	4.98	4.77	4.97	4.91
JC + VS	4.41	4.47	4.34	4.41
JC + TS	4.70	4.79	4.81	4.77
JC + CD	4.85	4.68	4.70	4.74
JC + LL	4.39	4.21	4.43	4.34

ตารางผนวกที่ ค14 ผลผลิตเมล็ดสับปะรดที่สุ่มเก็บบริเวณ 8 ต้น ตรงบริเวณกลางแปลง

คำรับการทดลอง	ซ้ำ	ผลผลิตเมล็ดสับปะรดบริเวณที่สุ่มจำนวน 8 ต้น (กรัม)					
		มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.
Control	1	80	189	148	120	407	998
	2	52	232	125	182	458	702
	3	63	198	107	151	476	1,390
	เฉลี่ย	65	206	127	151	447	1,030
JC + VS	1	6	226	130	427	986	1,469
	2	10	304	121	399	1,152	1,536
	3	14	290	175	621	1,100	1,702
	เฉลี่ย	10	273	142	482	1,079	1,569
JC + TS	1	18	91	108	340	280	1,039
	2	15	104	113	327	406	1,321
	3	24	78	79	279	435	1,377
	เฉลี่ย	19	91	100	315	374	1,246
JC + CD	1	98	10	17	246	400	710
	2	122	25	22	208	560	990
	3	108	22	19	264	466	698
	เฉลี่ย	109	19	19	239	475	799
JC + LL	1	40	145	139	746	977	1,217
	2	56	170	133	861	1,318	1,356
	3	54	138	149	828	1,018	1,135
	เฉลี่ย	50	151	140	812	1,104	1,236

ตารางผนวกที่ ค15 ค่าปฏิกิริยาดิน (pH) ปริมาณอินทรีย์วัตถุและความจุในการอุ้มน้ำของดินที่สุ่ม
วัดก่อนและหลังการทดลอง

ดำรับการทดลอง	ซ้ำ	pH		%OM		%WHC	
		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
Control	1	6.30	6.20	2.18	1.07	47.13	55.54
	2	6.10	6.30	2.38	1.04	45.11	53.93
	3	6.30	-	2.28	-	44.42	-
	เฉลี่ย	6.23	6.25	2.28	1.06	45.55	54.74
JC + VS	1	6.20	6.60	2.52	1.29	46.05	55.87
	2	6.40	5.90	2.48	1.53	44.20	54.51
	3	6.40	-	2.42	-	45.07	-
	เฉลี่ย	6.33	6.25	2.47	1.41	45.11	55.19
JC + TS	1	6.20	6.40	2.32	1.20	45.12	58.52
	2	6.40	6.50	2.55	1.30	45.92	54.46
	3	6.20	-	2.42	-	46.24	-
	เฉลี่ย	6.27	6.45	2.43	1.25	45.76	56.49
JC + CD	1	6.20	6.30	2.32	1.24	44.84	52.00
	2	6.20	6.70	2.45	1.16	45.70	55.72
	3	6.50	-	2.72	-	45.62	-
	เฉลี่ย	6.30	6.50	2.50	1.20	45.39	53.86
JC + LL	1	6.20	6.20	2.45	1.49	47.17	55.22
	2	6.20	6.90	2.35	1.31	44.14	56.50
	3	6.50	-	2.35	-	45.13	-
	เฉลี่ย	6.30	6.55	2.38	1.40	45.48	55.86

- ไม่ได้วิเคราะห์

ตารางผนวกที่ ค16 การกระจายขนาดเม็ดดินที่กองทนต่อการสลายตัวในน้ำและขนาดเส้นผ่าน
ศูนย์กลางเฉลี่ยของเม็ดดินแห้ง (MWD) ของดินก่อนการทดลอง

ตำรับการ ทดลอง	ซ้ำ	Percentage of Weight						MWD (mm.)
		8-2 mm	2-1 mm	0.5-				
				1-0.5 mm	0.25 mm	0.25-0.1 mm	<0.1 mm	
Control	1	18.2	21.1	27.7	17.7	10.8	4.5	1.5
	2	19.9	26.6	25.2	15.4	8.9	4.0	1.7
	3	24.3	26.9	22.3	13.9	8.8	3.7	1.9
	เฉลี่ย	20.8	24.9	25.1	15.7	9.5	4.1	1.7
JC + VS	1	15.0	26.0	29.5	16.8	9.3	3.4	1.4
	2	31.1	28.1	20.3	10.8	6.6	3.1	2.2
	3	13.0	24.5	28.9	18.2	10.0	4.3	1.3
	เฉลี่ย	19.7	26.2	26.3	15.3	8.6	3.6	1.6
JC + TS	1	26.7	29.4	23.4	12.0	6.7	1.8	2.0
	2	25.2	26.8	23.3	13.1	7.9	3.7	1.9
	3	12.5	25.3	29.5	18.3	10.7	3.6	1.3
	เฉลี่ย	21.5	27.2	25.4	14.5	8.5	3.0	1.7
JC + CD	1	25.2	28.8	23.8	12.8	7.1	2.2	1.9
	2	19.9	28.0	25.6	12.3	9.4	4.8	1.7
	3	29.1	26.7	21.6	12.4	6.2	4.2	2.1
	เฉลี่ย	24.7	27.8	23.7	12.5	7.6	3.7	1.9
JC + LL	1	38.6	24.9	17.6	10.0	6.1	2.8	2.5
	2	23.9	29.4	23.6	12.3	6.5	4.3	1.9
	3	29.8	26.0	21.9	12.5	6.9	2.8	2.1
	เฉลี่ย	30.8	26.8	21.1	11.6	6.5	3.3	2.2

ตารางผนวกที่ ค17 เปอร์เซ็นต์ความชื้นของดินที่ระยะห่างจากต้นสับดูดำ 30, 60 และ 150 เซนติเมตร
ที่สุ่มวัดในเดือนกุมภาพันธ์ 2550

ดำรับการทดลอง	ซ้ำ	เปอร์เซ็นต์ความชื้น		
		30 เซนติเมตร	60 เซนติเมตร	150 เซนติเมตร
Control	1	13.80	13.80	13.50
	2	13.70	13.90	13.40
	3	13.80	13.90	13.50
	เฉลี่ย	13.77	13.87	13.47
JC + VS	1	12.50	13.10	13.00
	2	13.70	13.60	13.40
	3	13.10	13.40	13.30
	เฉลี่ย	13.10	13.37	13.23
JC + TS	1	14.40	15.40	15.80
	2	13.20	15.00	15.30
	3	13.70	15.10	15.50
	เฉลี่ย	13.77	15.17	15.53
JC + CD	1	13.30	13.20	13.50
	2	13.80	13.50	12.10
	3	13.50	13.40	12.90
	เฉลี่ย	13.53	13.37	12.83
JC + LL	1	12.40	13.90	13.50
	2	14.30	13.60	13.20
	3	13.50	13.80	13.10
	เฉลี่ย	13.40	13.77	13.27

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล

นิลุบล ลิปลั่ง

วัน เดือน ปี ที่เกิด

3 มกราคม 2525

สถานที่เกิด

จ. ตรัง

ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี สาขาโรคพืช คณะเกษตร

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์