การเปรียบเทียบผลของการใช้ปุ๋ยสูตรต่างๆ เพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

นางสาวพรทิวา คล้ายเดช

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาการจัดการการเกษตร สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2556

Comparison of the Effectiveness of Different Fertilizer Formulation to Increase Maize Yield

Miss Porntiwa Klaidet

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for

the Degree of Master of Agriculture in Agricultural Resources Management

School of Agriculture and Cooperatives

Sukhothai Thammathirat Open University

2013

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การเปรียบเทียบผลของการใช้ปุ๋ยสูตรต่างๆ เพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ชื่อและนามสกุล นางสาวพรทิวา คล้ายเดช

แขนงวิชา การจัดการการเกษตร

สาขาวิชา เกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

อาจารย์ที่ปรึกษา 1. รองศาสตราจารย์ ดร. สัจจา บรรจงศิริ

2. รองศาสตราจารย์ ดร. พงศ์พันธุ์ เธียรหิรัญ

วิทยานิพนธ์นี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 13 สิงหาคม 2557

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์สมมาตร จงวนิช)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. สัจจา บรรจงศิริ)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. พงศ์พันธุ์ เธียรหิรัญ)

.....ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา
(ศาสตราจารย์ ดร. สิริวรรณ ศรีพหล)

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์ของบุคคลหลายท่าน ซึ่งผู้มีพระคุณท่านแรกที่ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคือ รองศาสตราจารย์ ดร. สัจจา บรรจงศิริ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก รองศาสตราจารย์ ดร. พงศ์พันธุ์ เธียรหิรัญ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์สมมาตร จงวนิช ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้ความรู้ คำแนะนำตรวจทาน และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่ทุกขั้นตอน เพื่อให้การเขียนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ที่สุด

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณมณฑาทิพย์ คุณจุฑามาศ ที่ได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับการวิเคราะห์ดิน และให้กำลังใจในด้านการวิจัยตลอดมา และขอขอบคุณทุกคนในครอบครัวที่ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจในการจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดีมาโดยตลอด รวมทั้งผู้ที่ไม่ได้กล่าวนามที่ให้ความร่วมมือให้ข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้บังคับบัญชา เพื่อนร่วมงานสำนักงานพัฒนาที่ดิน เพื่อนร่วมสถาบันศึกษา ที่อยู่เบื้องหลังความสำเร็จครั้งนี้ โดยให้ความช่วยเหลือ สนับสนุนและให้กำลังใจตลอดมา

พรทิวา คล้ายเดช

สิงหาคม 2557

ชื่อวิทยานิพนธ์ การเปรียบเทียบผลของการใช้ปุ๋ยสูตรต่างๆ เพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์
ผู้วิจัย นางสาวพรทิวา คล้ายเดช **รหัสนักศึกษา** 2549002257
ปริญญา เกษตรศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการทรัพยากรเกษตร)
อาจารย์ที่ปรึกษา (1) รองศาสตราจารย์.ดร. สัจจา บรรจงศิริ (2) รองศาสตราจารย์.ดร. พงศ์พันธุ์ เธียรหิรัญ
ปีการศึกษา 2556

บทคัดย่อ

การศึกษาการเปรียบเทียบผลของการใช้ปุ๋ยสูตรต่างๆ เพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ทำการศึกษา ณ บ้านมะเกลือเก่าพัฒนา ต. มะเกลือเก่า อ. สูงเนิน จ. นครราชสีมา ระหว่างเดือน มิถุนายน – ตุลาคม 2556 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ผลของปุ๋ยที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดิน 2) ผลของปุ๋ยสูตรต่างๆ ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และ3) ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในการใช้ปุ๋ยต่อการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

วางแผนการทดลอง แบบสุ่มสมบูรณ์ภายในกลุ่ม (Randomized Complete Block Design, RCBD) มี 7 ตำรับการทดลอง 3 ซ้ำ ประกอบด้วย (1) แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) (2) ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของค่าวิเคราะห์ดินและปุ๋ยอินทรีย์อัตรา ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน (3) ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของคำแนะนำของโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงและปุ๋ยอินทรีย์อัตรา ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน (4) ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของโปรแกรมปุ๋ยสั่งตัดและปุ๋ยอินทรีย์อัตรา ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน (5) ใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (เต็มอัตรา) (6) ใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง (เต็มอัตรา) และ (7) ใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของโปรแกรมปุ๋ยสั่งตัด (เต็มอัตรา) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มในแต่ละตำรับการทดลองโดยใช้ค่า Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT)

ผลการทดลองพบว่า 1) การใส่ปุ๋ยสูตรต่างๆ มีผลทำให้ค่าความแข็งของดิน ความชื้นของดินที่ 30 วัน และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 2) ทุกตำรับการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ย ส่งผลให้จำนวนฝักหรอและผลผลิตแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับแปลงควบคุม แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างตำรับที่มีการใส่ปุ๋ย 3) ในด้านต้นทุนและผลตอบแทน พบว่า ตำรับการทดลองที่ 5 การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (เต็มอัตรา) มีต้นทุนและผลตอบแทนดีที่สุด (ระหว่างตำรับที่มีการใส่ปุ๋ย) อย่างไรก็ตามเกษตรกรควรวิเคราะห์ดินก่อนการปลูกพืชเพื่อช่วยในการเพิ่มผลผลิตร่วมกับการปรับปรุงบำรุงดิน เพื่อนำไปสู่การลดต้นทุนการผลิตต่อไป

คำสำคัญ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ คำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง โปรแกรมปุ๋ยสั่งตัด

Thesis title: Comparison of the Effectiveness of Different Fertilizer Formulation to Increase Maize Yield
Researcher: Miss Porntiwa Klaidet; **ID:** 2549002257;
Degree: Master of Agriculture (Agricultural Resources Management)
Thesis advisors: (1) Dr. Sujja Banchongsiri, Associate Professor;
(2) Dr. Pongpan Thienhirun, Associate Professor; **Academic year:** 2013

Abstract

The study was a comparison of the effectiveness of different fertilizer formulation to increase the maize yield, conducted at Ban Makuea Kao Phattana, Ma Kluea Kao Sub-District, Sung Noen District, Nakhon Ratchasima Province during June to October, 2013. The objectives of this research were to study 1) the effects of fertilizer utilization to change some soil properties, 2) the effects of fertilizer utilization to growth and yield of maize, and 3) the cost and economic return of maize production.

The experimental design was Randomized Complete Block Design (RCBD) with 3 replications, and 7 treatments as follows: (1) control (no fertilizer), (2) using chemical fertilizer at half of the rate recommendation based on soil analysis with organic fertilizer at half of the rate recommendation of the Land Development Department (LDD), (3) using chemical fertilizer at half of the rate based on the integration program recommendation for soil management and fertilizer on farm with organic fertilizer at half of the rate recommendation of the LDD, (4) using chemical fertilizer at half of the rate recommendation based on a tailor–made fertilizer formulation with organic fertilizer at half of the rate recommendation of the LDD, (5) using chemical fertilizer at the full rate recommendation based on soil analysis, (6) using chemical fertilizer at the full rate recommendation based on the integration program recommendation for fertilizer on farm, and (7) using chemical fertilizer at the full rate recommendation based on a tailor–made fertilizer formulation. Analysis of variance was performed for each treatment and the comparison between groups of treatments was done by Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT).

The results were showed that 1) all treatments had statistically significant effects on soil consistency, soil moisture at 30 days and exchangeable potassium. 2) All treatments with chemical and/or organic fertilizer produced significantly higher unsound ear and total yields compared with control, but there were no significant differences between the different fertilizer treatments. 3) For the cost and economic return, it was found that the treatment 5, using chemical fertilizer at the full rate recommendation based on soil analysis, gave the best cost and return. However, farmers should have soil analysis before growing maize to increase yield, improve the soil, and decrease the cost.

Keywords: Maize, Integration program recommendation for fertilizer, Tailor–made fertilizer formulation

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ญ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์การวิจัย 2
นิยามศัพท์เฉพาะ 2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 4
ข้อมูลทั่วไปและความสำคัญของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 4
พันธุ์และลักษณะประจำพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 5
กระบวนการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 7
ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต 9
ปุ๋ยและความสำคัญของปุ๋ย 13
โปรแกรมสารสนเทศในการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน 19
การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 24
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 28
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 37
อุปกรณ์การทดลอง 37
วิธีการทดลอง 37
การวิเคราะห์ข้อมูล 43
สถานที่ทำการวิจัย 44
ระยะเวลาในการวิจัย 44

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 45
ตอนที่ 1 สมบัติทางกายภาพและทางเคมีบางประการของดิน 45
ตอนที่ 2 การเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พันธุ์แปซิฟิก 339 51
ตอนที่ 3 ต้นทุน ผลตอบแทนการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิก 339 56
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 60
สรุปการวิจัย 60
อภิปรายผล 61
ข้อเสนอแนะ 63
บรรณานุกรม 65
ภาคผนวก 76
ก เกณฑ์การประเมินระดับธาตุอาหารในดินและปุ๋ยหมัก 77
ข วิธีการเก็บข้อมูล 80
ค ภาพการทดลอง 84
ง ตารางข้อมูล 90
ประวัติผู้วิจัย 99

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ปริมาณธาตุอาหารชนิดต่างๆ ซึ่งเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด 15
ตารางที่ 3.1 ตำรับที่ใช้ในการทดลอง 38
ตารางที่ 3.2 ปริมาณปุ๋ยที่ใส่ในการทดลอง 38
ตารางที่ 3.3 สมติทางเคมีของดินก่อนทำการทดลอง 41
ตารางที่ 3.4 ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยหมักจากห้องปฏิบัติการกรมพัฒนาที่ดิน 42
ตารางที่ 4.1 ผลวิเคราะห์ค่าความแข็งของดินหลังการทดลอง 46
ตารางที่ 4.2 ค่าความชื้นดินที่วัดได้ขณะทำการทดลอง 47
ตารางที่ 4.3 สมบัติทางเคมีของดินก่อนและทำการทดลอง 48
ตารางที่ 4.4 ปริมาณธาตุอาหารพืชที่ได้รับจากการใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยหมัก 50
ตารางที่ 4.5 ความสูงต้นและความสูงฝักของข้าวโพด 52
ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพด 53
ตารางที่ 4.7 การวิเคราะห์ผลผลิตข้าวโพด 55
ตารางที่ 4.8 ต้นทุนการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 57
ตารางที่ 4.9 ผลตอบแทนการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 59

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แปซิฟิค 339 7

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของไทยแหล่งปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่สำคัญได้แก่ จังหวัดเพชรบูรณ์ นครราชสีมา เลย ลพบุรี นครสวรรค์และปราจีนบุรี ปีการผลิต 2555/56 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 7.19 ล้านไร่ ผลผลิตรวม 4.69 ล้านตัน ผลผลิตเฉลี่ย 652 กิโลกรัมต่อไร่ การส่งออกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อยู่ที่ 0.29 ล้านตันคิดเป็นมูลค่า 2,660.99 ล้านบาท ซึ่งเพิ่มจากปีการผลิตที่ผ่านมา (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556) ปัจจุบันความต้องการการใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเนื่องจากการขยายตัวของอุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์ ทำให้ความต้องการใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพื่อเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น แต่สถานการณ์และแนวโน้มการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของไทยกลับลดลง จากการปรับเปลี่ยนการปลูกพืชของเกษตรกรที่หันมาปลูกมันสำปะหลังและอ้อยโรงงานที่มีความทนแล้งและให้ผลตอบแทนที่ดีกว่า ประกอบกับปัญหาความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศส่งผลให้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ประสบปัญหาฝนทิ้งช่วง การเจริญเติบโตไม่เต็มที่ ปัญหาในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่สำคัญนอกเหนือจากปัญหาฝนทิ้งช่วงคือ ปัญหาเกี่ยวกับต้นทุนการผลิตในด้านของการใช้เมล็ดพันธุ์ลูกผสมและการใช้ปุ๋ยเคมีที่เข้ามามีส่วนช่วยในการบำรุงเสริมสร้างให้ผลผลิตมีความสมบูรณ์ ปัจจุบันต้นทุนการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของไทยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากปัจจัยการผลิตต่างๆ มีการเปลี่ยนแปลงตามสภาวะเศรษฐกิจ โดยเฉพาะปุ๋ยเคมีที่ถือได้ว่าเป็นปัจจัยการผลิตที่มีต้นทุนในสัดส่วนที่สูงสำหรับการผลิตพืชทุกชนิด ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชที่จำเป็นต้องใช้ปุ๋ยเคมี ถึงแม้ว่าประเทศไทยสามารถผลิตปุ๋ยบางส่วนได้เองก็ตาม แต่ยังไม่เพียงพอจำเป็นต้องนำเข้าจากต่างประเทศคิดเป็นมูลค่าปีละหลายล้านบาท ส่งผลให้ในปี 2555 ต้นทุนการผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของไทยอยู่ที่ 6.16 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งสูงกว่าราคานำเข้าเฉลี่ยถึง 4.26 บาทต่อกิโลกรัม (วัชราภรณ์, 2556) ส่งผลให้ผู้ประกอบการบางรายหันมานำเข้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จากประเทศเพื่อนบ้านแทน

การใช้ปุ๋ยเคมีกับเกษตรกรยังคงเป็นสิ่งที่จำเป็นและเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มผลผลิต การใช้ปุ๋ยเคมีจึงเป็นที่นิยมของเกษตรกรอย่างกว้างขวางเพราะหาซื้อง่าย มีปริมาณธาตุอาหารพืชต่อน้ำหนักปุ๋ยสูงสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่พืชได้เร็วและใช้ปริมาณเล็กน้อยก็เพียงพอ แต่สิ่ง

ที่พบในการใช้ปุ๋ยเคมีของเกษตรกรคือ เกษตรกรมีการใส่ปุ๋ยที่ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการและใช้เกินความจำเป็น ทำให้พืชได้รับประโยชน์จากการใช้ปุ๋ยเคมีได้ไม่เต็มที่ และตามมาด้วยปัญหาโครงสร้างของดินเสื่อม ลงดินกระด้าง ไม่อุ้มน้ำ แนวทางหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาด้านต้นทุนการผลิตอย่างยั่งยืน คือ การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมีประสิทธิภาพโดยการวิเคราะห์ดิน เพื่อเป็นการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินและใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินตามความเป็นจริง เกษตรกรสามารถเลือกใช้อัตราปุ๋ยเคมีได้อย่างถูกต้องตามความอุดมสมบูรณ์ของดินนั้นๆ ร่วมกับการปรับปรุงบำรุงดินจากปุ๋ยอินทรีย์ เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์ช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดินให้ดีขึ้นทำให้ดินมีคุณสมบัติทางฟิสิกส์ดี ส่งเสริมให้จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อการบำรุงดิน สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และเมื่อใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีจะส่งเสริมให้ปุ๋ยเคมีเป็นประโยชน์แก่พืชมากขึ้น งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเกี่ยวกับการเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยอ้างอิงจากฐานข้อมูลทางวิชาการของกรมพัฒนาที่ดินได้แก่ คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน คำแนะนำการใช้ปุ๋ยจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงและโปรแกรมปุ๋ยสั่งตัดร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งข้อมูลที่ได้สามารถนำมาเผยแพร่ให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาผลของปุ๋ยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดิน

2.2 เพื่อศึกษาผลของปุ๋ยสูตรต่างๆที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

2.3 เพื่อศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในการใช้ปุ๋ยต่อการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

3. นิยามศัพท์เฉพาะ

3.1 โปรแกรมปุ๋ยสั่งตัด เป็นโปรแกรมการจัดการปุ๋ยที่แม่นยำโดยนำปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช ได้แก่ พันธุ์พืช แสงแดด อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณน้ำฝน ชุดดินและปริมาณ N – P – K ในดินมาพิจารณาร่วมกัน โดยใช้แบบจำลองการปลูกพืชและโปรแกรมสนับสนุนการตัดสินใจมาคำนวณโดยคอมพิวเตอร์ คาดคะเนคำแนะนำปุ๋ย N – P – K ที่ให้ผลตอบแทนสูงสุด เพื่อให้การใช้ปุ๋ยมีความแม่นยำและสอดคล้องกับความต้องการของพืช คาดคะเนผลผลิตและผลตอบแทนที่จะได้รับ

3.2 โปรแกรมปุ๋ยรายแปลงฯ มีชื่อเต็มๆ ว่า โปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลง เป็นโปรแกรมที่ถูกพัฒนาให้เป็นโปแกรมสารสนเทศหลักในการรวบรวมข้อมูลด้านการจัดการดินและปุ๋ย ซึ่งการใช้ปุ๋ยเคมีสูตรใดนั้นผู้ใช้สามารถกำหนดได้เองจากโปรแกรมจะคำนวณอัตราการใช้ที่เหมาะสมให้ ในโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงฯ นั้นยังได้ผนวกรวมชุดคำสั่งในการเปรียบเทียบราคาปุ๋ยข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์ที่ดิน คำแนะนำการจัดการดิน คำแนะนำการใช้ปูนเพื่อแก้ปัญหาความเป็นกรดของดิน รวมถึงข้อมูลในระดับชุดดินและกลุ่มชุดดินไว้ด้วย

4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

4.1 ลดต้นทุนการผลิตโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่เหมาะสม

4.2 คงความอุดมสมบูรณ์ของดินอย่างยั่งยืน

4.3 เป็นแนวทางในการส่งเสริมการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมต่อการกระบวนการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาการเปรียบเทียบผลของการใช้ปุ๋ยสูตรต่างๆ เพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นกรอบแนวคิดในการศึกษาตามลำดับ ดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไปและความสำคัญของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์
2. พันธุ์และลักษณะประจำพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์
3. กระบวนการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์
4. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต
5. ปุ๋ยและความสำคัญของปุ๋ย
6. โปรแกรมสารสนเทศในการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน
7. การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ข้อมูลทั่วไปและความสำคัญของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (Maize หรือ Corn, *Zea mays L.*) เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวในวงศ์ (Family) Gramineae ตัวอย่างพืชที่อยู่ในวงศ์นี้ ได้แก่ หญ้าและธัญพืชชนิดต่างๆ จัดเป็นพืชปลูก (domestic crop) และเป็นธัญพืช (cereal crops) ที่เป็นพืชอาหารหลัก (steple domestic crop) สามารถผลิตได้ทั่วไปทั้งในเขตอบอุ่น เขตกึ่งร้อนชื้นและเขตร้อน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในประเทศไทยได้ถูกนำเข้ามาครั้งแรกโดยพ่อค้าชาวโปรตุเกส เมื่อกว่า 400 กว่าปีมาแล้ว ปัจจุบันข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชอาหารที่มีความสำคัญเป็นอันดับ 3 ของโลกรองลงมาจากข้าวสาลีและข้าว สำหรับประเทศไทยความต้องการใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศมีแนวโน้มสูงขึ้น แหล่งปลูกที่สำคัญได้แก่ จังหวัดนครสวรรค์ สระบุรี ลพบุรี นครราชสีมา เพชรบูรณ์ สุโขทัย และเลย ในปี 2553/54 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ประมาณ 7.25 ล้านไร่ ลดลงจากปี 2552/53 ร้อยละ 2.11 ผลผลิตรวมประมาณ 4.68 ล้านตัน เพิ่มขึ้นจากปีที่แล้ว ร้อยละ 1.30 เนื่องจากมีการประกันรายได้เกษตรกรและราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อยู่ในเกณฑ์ดีจูงใจให้เกษตรกรขยายพื้นที่เพาะปลูกเพิ่มขึ้น (สำนักงานเศรษฐกิจ

การเกษตร, 2555) แต่ถึงอย่างไรผลผลิตที่ได้มีไม่เพียงพอต่อการใช้ภายในประเทศและมีปริมาณไม่แน่นอนเนื่องจากการผลิตขึ้นกับดินฟ้าอากาศทำให้มีความเสี่ยงต่อความเสียหายจากความแห้งแล้งมากและพื้นที่ปลูกต้องแข่งขันกับพืชเศรษฐกิจอื่นที่ให้ผลตอบแทนที่ดีกว่า ปี 2553/54 ประเทศไทยมีการนำเข้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 0.39 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่ากว่า 1,474 ล้านบาท ดังนั้นการเพิ่มศักยภาพด้านการผลิตภายในประเทศเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการใช้ และการส่งออกจึงเป็นสิ่งสำคัญให้ประเทศไทยสามารถแข่งขันกับตลาดต่างประเทศได้ในอนาคต

2. พันธุ์และลักษณะประจำพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ปัจจุบันการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด มี 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

2.1 พันธุ์ผสมเปิด เป็นการผลิตเมล็ดพันธุ์ โดยไม่มีการควบคุมการผสมเกสร ดังนั้นการผสมเกสรในแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ จึงเป็นไปอย่างอิสระ เมื่อเก็บเกี่ยวจะทำการคัดเลือกฝักที่ไม่ต้องการทิ้งไป พันธุ์เหล่านี้เกษตรกรสามารถเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ขยายพันธุ์ต่อไปได้ 2-3 รุ่น โดยผลผลิตไม่ลดลงหรือลดลงพียงเล็กน้อย พันธุ์เหล่านี้ทางบริษัทเอกชนจะไม่ผลิตออกมาจำหน่ายเพราะเกษตรกรสามารถเก็บและขยายพันธุ์ไว้ใช้เองได้ (นงคราญ, 2540) จึงมีเฉพาะหน่วยงานราชการเท่านั้นที่ผลิตขึ้น เช่น พันธุ์นครสวรรค์ 1 สุวรรณ 2 สุวรรณ 3 และสุวรรณ 5

2.2 พันธุ์ลูกผสม ในการผลิตเมล็ดพันธุ์จะกำหนดต้นตัวผู้และต้นตัวเมียซึ่งมาจากพันธุ์ต่างสายพันธุ์กัน ช่วงผสมเกสรต้องทำลายเกสรตัวผู้ของต้นตัวเมียเพื่อให้ได้รับละอองเกสรจากต้นตัวผู้เท่านั้น ส่วนการเก็บเกี่ยวจะเก็บเฉพาะต้นตัวเมีย (นงคราญ, 2540)

ปัจจุบันพันธุ์ลูกผสมที่นิยมปลูกมากกว่าพันธุ์ผสมเปิด เพราะมีลักษณะทางการเกษตรสม่ำเสมอ เช่น ขนาดฝัก ความสูงต้น ความสูงฝัก อายุวันออกดอกตัวผู้ วันออกไหม และช่วงระยะเวลาเก็บเกี่ยว โดยพันธุ์ลูกผสมเดี่ยวจะมีความสม่ำเสมอมากที่สุดแต่ส่วนใหญ่ในตลาดจะจำหน่ายพันธุ์ลูกผสมคู่และลูกผสมสามทาง เมื่อพันธุ์ลูกผสมเริ่มมีบทบาทมากขึ้นทำให้หน่วยงานของรัฐและเอกชนได้มีการพัฒนาพันธุ์ลูกผสมขึ้นมากมายเพื่อนำไปส่งเสริมและเผยแพร่สู่เกษตรกร ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ได้ใช้เมล็ดพันธุ์ลูกผสมพันธุ์แปซิฟิค 339 มีลักษณะประจำพันธุ์ ดังนี้

2.2.1 ประวัติ เป็นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมเดี่ยวของบริษัทแปซิฟิคเมล็ดพันธุ์ จำกัด พัฒนาสายพันธุ์พ่อ-แม่ เมื่อปี 2546 ถึงปี 2551 รวมระยะเวลา 6 ปี สร้างและทดสอบพันธุ์ลูกผสม ปี 2551 ถึงปี 2553 ปล่อยเป็นการค้า ในปี 2553 - ปัจจุบัน

2.2.2 ลักษณะเด่นและลักษณะประจำพันธุ์ ทางบริษัทแปซิฟิคเมล็ดพันธุ์ จำกัด ได้พัฒนาและปรับปรุงข้าวโพดพันธุ์ใหม่ๆ โดยให้มีลักษณะต่างๆ ที่ดีให้ครอบคลุมทุกลักษณะความ

ต้องการของเกษตรกรของแต่ละพื้นที่ปลูกให้มากที่สุด ทั้งในเขตพื้นที่ที่ยังทำแบบดั้งเดิมและค่อยๆ เปลี่ยนเป็นแบบใหม่และในเขตพื้นที่ที่ย่างเข้าสู่การทำไร่ที่ใช้เทคโนโลยีใหม่อย่างเต็มตัวในปัจจุบัน เนื่องจากแรงงานภาคการเกษตรที่มีขีดจำกัด พันธุ์แปซิฟิค 339 นับว่าเป็นพันธุ์ที่ออกสู่เกษตรกรได้ลงตัวเป็นอย่างดีในเกือบทุกพื้นที่ปลูก ทำให้เป็นพันธุ์ที่มีความนิยมสูงในปัจจุบัน โดยมีลักษณะเด่นดังนี้

1) ระบบรากและลำต้น มีรากที่ใหญ่และลึก รากค้ำจุนเยอะ ซึ่งช่วยให้ยึดติดกับเนื้อดินได้ดี มีลำต้นที่แข็งแรงไม่เปราะหักง่าย ทำให้ไม่ล้มและลำต้นหักเมื่อเกิดฝนตกหนักและมีลมแรง เมื่อถึงอายุเก็บเกี่ยวลำต้นยังคงยืนแข็งแรงอยู่เหมาะเป็นอย่างยิ่งกับยุคปัจจุบันที่เก็บเกี่ยวโดยใช้รถเก็บเกี่ยวซึ่งจะทำให้ความเสียหายที่เกิดขึ้นน้อย

2) ใบ มีใบที่เขียวเข้มมากซึ่งช่วยในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ดี และใบค่อนข้างกว้างและใหญ่จะช่วยในการคลุมความชื้นในดินและคลุมวัชพืชขนาดเล็กได้ดี

3) ความสูง ความสูงต้นประมาณ 206 เซนติเมตร ความสูงฝักประมาณ 104 เซนติเมตร ซึ่งเป็นระดับความสูงที่พอเหมาะ ไม่สูงเกินไปทำให้ไม่ล้ม และความสูงระดับนี้เหมาะกับบางเขตพื้นที่ที่ใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยวเพราะความสูงฝักอยู่ระดับการหักด้วยมือพอดี

4) วันออกดอก วันออกดอกตัวผู้ 52 วัน วันออกดอกตัวเมีย 54 วัน การออกดอกตัวผู้และตัวเมียสัมพันธ์กันทำให้การติดเมล็ดดีเต็มถึงปลายฝัก

5) อายุเก็บเกี่ยว เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 105-110 วัน เป็นพันธุ์ที่มีอายุเก็บเกี่ยวกลางๆ

6) ฝักและเมล็ด มีเปลือกหุ้มฝักมิดชิดยากต่อการเข้าทำลายของหนอนและแมลง ลักษณะฝักเป็นแบบกระบอกอ้วน เมล็ดแหลมยาว สีส้มเหลือง หัวเมล็ดเป็นแบบหัวแข็งถึงกึ่งหัวแข็งกึ่งหัวบุบ

7) เปอร์เซ็นต์กะเทาะ อัตราส่วนเมล็ดต่อซัง 87 เปอร์เซ็นต์ เป็นลักษณะประจำพันธุ์ที่โดดเด่น เมื่อมีเปอร์เซ็นต์กะเทาะที่สูงทำให้ผลผลิตที่เป็นเมล็ดสูงด้วย เมื่อใช้รถเก็บเกี่ยวจากแปลงโดยตรง เมื่อกะเทาะเมล็ดออกมาแล้วเมล็ดไม่แตกทำให้เมล็ดที่ได้มีคุณภาพเชื้อราเข้าทำลายน้อย

8) ผลผลิต ผลผลิตสูงสุดที่ความชื้น 15 %ประมาณ 2,110-2,360 กิโลกรัม/ไร่ เมื่อมีการจัดการเรื่องของแปลงปลูก ปุ๋ย และน้ำที่เหมาะสม โดยสภาพทั่วไปผลผลิตเฉลี่ยที่ความชื้น 15 % ประมาณ 1,500-1,690 กิโลกรัม/ไร่

ข้าวโพดพันธุ์แปซิฟิก 339 เป็นพันธุ์ที่ได้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุดสองปีซ้อนของการทดลองร่วมทดสอบพันธุ์ของภาครัฐและเอกชนคือปี 2554 (ผลผลิตเฉลี่ย 1,667 กก./ไร่) และ 2555 (ผลผลิตเฉลี่ย 1,744 กก./ไร่) และเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุดรองอันดับหนึ่งของการทดสอบ

พันธุ์ของกรมวิชาการเกษตรในปี 2554 (ผลผลิตเฉลี่ย 1,541 กก./ไร่)

ภาพที่ 2.1 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แปซิฟิค 339

3. กระบวนการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ในกระบวนการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จากเอกสารของกรมส่งเสริมการเกษตร (2553) ได้แนะนำกระบวนการในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยมีรายละเอียด ดังนี้

3.1 ฤดูปลูก ข้าวโพดเป็นพืชไร่ที่ค่อนข้างทนทาน ปลูกง่ายใช้น้ำน้อย ทนทาน ขึ้นได้ดีในสภาพดินฟ้าอากาศของเมืองไทย อย่างไรก็ตาม ถ้าพื้นที่ใดมีน้ำเพียงพอจะสามารถปลูกข้าวโพดได้ตลอดปี แต่ปัจจุบันเกษตรกรในเขตน้ำฝนจะนิยมปลูกกันในช่วงต้นฤดูฝน คือ ระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคมหรือช่วงปลายฤดูฝน ระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคม การปลูกในช่วงต้นฤดูฝนจะได้รับผลดีกว่าปลูกปลายฤดูฝน เพราะจะมีปริมาณฝนพอเหมาะ

3.2 การเตรียมดิน การเตรียมดินมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อทำให้สภาพของดินเหมาะแก่การงอกและการเจริญเติบโตของต้นข้าวโพด โดยทำให้ขนาดของก้อนดินเล็กลง เพื่อให้เมล็ดพืชกับดินมีการสัมผัสที่ดี ดินมีอากาศถ่ายเทสะดวก ช่วยกลบเศษพืชและวัสดุอื่นๆ ลงในดิน ช่วยกำจัดวัชพืช รวมทั้งโรคและแมลง เกษตรกรควรมีการไถพรวนอย่างน้อย 2 ครั้ง คือ ไถดะเป็นการไถดินครั้งแรกด้วยด้วยผาน 3 ควรไถให้ลึกประมาณ 30 เซนติเมตร เพื่อเป็นการกลับหน้าดิน หลังจากไถดะเสร็จแล้วควรตากดินไว้สักระยะหนึ่ง (ประมาณ 1-2 สัปดาห์) หลังจากนั้นจึงทำการไถแปรอีกครั้งด้วยผาน 7 เป็นการปรับระดับดินให้สม่ำเสมอและย่อยเม็ดดินให้มีขนาดเล็กลง ร่วนซุยเหมาะแก่การงอกและการเจริญเติบโตของข้าวโพด

3.3 วิธีการปลูก ปัจจุบันนิยมปลูกด้วยเครื่องปลูก ใช้รถแทรกเตอร์ลากจูงเครื่องปลูกพร้อมใส่ปุ๋ยติดท้าย ปรับให้มีระยะระหว่างแถว 75 เซนติเมตร ระยะระหว่างหลุม 20 -25 เซนติเมตร จำนวน 1-2 ต้นต่อหลุม หรือ ใช้เมล็ด 2-3 กิโลกรัมต่อไร่ และอาจมีการซ่อมในส่วนที่ไม่งอกโดยใช้แรงงานคน

3.4 การดูแลรักษาข้าวโพด

3.4.1 การใส่ปุ๋ย ควรมีการใส่ปุ๋ยให้ต้นข้าวโพด เพื่อให้มีธาตุอาหารใช้ในการสร้างผลผลิตให้เพิ่มขึ้น ซึ่งการใส่ปุ๋ยควรแบ่งใส่ 2 ครั้ง คือ

1) ปุ๋ยรองพื้น ควรใส่รองก้นหลุมหรือโรยเป็นแถวแล้วกลบพร้อมปลูก ถ้าใช้เครื่องปลูกจะมีถังสำหรับใส่ปุ๋ยพร้อมอยู่แล้ว ถ้าปลูกด้วยมือควรหยอดปุ๋ยที่ก้นหลุมแล้วกลบดินบางๆ ก่อนหยอดเมล็ด ไม่ควรให้ปุ๋ยสัมผัสกับเมล็ดโดยตรงเพราะอาจทำให้เมล็ดเน่าได้

2) ปุ๋ยแต่งหน้า หลังจากปลูกประมาณ 25-30 วันควรมีการใส่ปุ๋ยอีกครั้งหนึ่ง โดยใช้ยูเรีย (46-0-0) โรยข้างต้น ใส่ขณะดินมีความชื้นหรือใส่แล้วกลบด้วยเครื่องทำรุ่น พูนโคน

3.4.2 การให้น้ำ ความต้องการน้ำรวมทั้งหมดประมาณ 350 – 450 มิลลิเมตร ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศในแต่ละท้องถิ่น ในการให้น้ำแก่ข้าวโพดจะส่งผลต่อผลผลิตของข้าวโพด อิทธิพลของความชื้นในดินยังมีผลต่อประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยด้วยโดยดินที่ขาดความชื้นหรือมีความชื้นมากเกินไป จะส่งผลให้ได้รับผลผลิตน้อยกว่าดินที่มีความชื้นในดินเหมาะสม (นงคราญ, 2540)

3.4.3 การกำจัดวัชพืช

1) การใช้แรงงาน ควรจะทำการดายหญ้าเมื่อข้าวโพดมีอายุประมาณ 20 วันหลังงอก ซึ่งเป็นเวลาที่เหมาะที่สุดถ้าจะมีการดายหญ้าเพียงครั้งเดียว การปราบวัชพืชในไร่ข้าวโพดของเกษตรกรกรส่วนมาก กระทำโดยการใช้แรงคนเรียกว่า การทำรุ่น

2) การใช้สารเคมี นั้นมีสารเคมีหลายชนิดด้วยกันที่สามารถใช้ปราบวัชพืชในแปลงข้าวโพดได้ แต่ละชนิดมีลักษณะการใช้ คุณสมบัติในการปราบวัชพืชและผลตกค้างแตกต่างกัน ดังนั้นก่อนใช้ควรอ่านคำแนะนำให้ละเอียด การเลือกใช้สารเคมีชนิดใดขึ้นอยู่กับชนิดของวัชพืชที่ขึ้นในไร่ข้าวโพดและชนิดของพืชที่จะปลูกในฤดูถัดไป รวมทั้งราคาของสารเคมี

3.4.4 การเก็บเกี่ยว การเก็บเกี่ยวข้าวโพดที่ปลูกเพื่อขายเป็นเมล็ด ควรเก็บเกี่ยวเมื่อข้าวโพดแก่จัด อายุการเก็บเกี่ยวอยู่ที่ตั้งแต่ 90-120 วัน หรือสังเกตระยะที่กาบหุ้มฝักแห้งเป็นสีฟาง ถ้าเก็บเกี่ยวเร็วไปผลผลิตจะต่ำและคุณภาพของเมล็ดไม่ดี เนื่องจากความชื้นในเมล็ดสูงทำให้เมล็ดถูกทำลายโดยโรคได้ง่าย หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้วควรนำเมล็ดข้าวโพดที่ได้ไปตากแดดประมาณ 2-3 วัน เมล็ดข้าวโพดที่ดีควรมีความชื้นไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์

3.4.5 การใช้ประโยชน์

1) ใช้เป็นอาหารสัตว์ เนื่องจากเมล็ดข้าวโพดมีแป้งเป็นองค์ประกอบหลัก และมีโปรตีนอยู่ด้วย จึงสามารถใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ที่มีคุณภาพดีและราคาถูกด้วย 72 เปอร์เซ็นต์ของเมล็ดข้าวโพดที่ผลิตได้ถูกใช้ในการผลิตอาหารเลี้ยงสัตว์

2) ใช้เป็นอาหารมนุษย์ เมล็ดข้าวโพดสามารถใช้เป็นอาหารของมนุษย์ได้ มีประชากรในหลายประเทศที่นำเมล็ดข้าวโพดมาทำเป็นอาหารรับประทาน โดยตรงเหมือนกับที่เรารับประทานข้าว เช่น ทำขนมปัง โรตี เช่น ประเทศต่างๆ ในอเมริกาใต้ เม็กซิโก สเปน อิตาลี ฟิลิปปินส์ และอินโดนีเซียเป็นต้น

3) ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมแป้ง น้ำมัน น้ำตาล น้ำเชื่อม น้ำส้ม อาหารกระป๋อง และอุตสาหกรรมอื่นๆ เช่น แอลกอฮอล์ พลาสติก เครื่องเคลือบ พรมน้ำมัน สารเหนียว กระดาษ และเสื้อผ้า เป็นต้น ในปัจจุบันการผลิตน้ำเชื่อมจากข้าวโพดที่เรียกกันว่า high fructose corn syrup ได้ถูกนำมาใช้ในการปรุงอาหาร และเครื่องดื่มอย่างกว้างขวาง

4. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

อัจฉรา (2547) ได้เขียนในเอกสารประกอบการสอน ชุดวิชา หลักการจัดการการผลิตพืช เกี่ยวกับผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต มีรายละเอียด ดังนี้

4.1 ผลผลิต ผลผลิตพืชไม่ว่าจะเป็นส่วนของใบ กิ่ง ลำต้น ราก ดอก ผล และเมล็ดจะมีปริมาณมากหรือมีคุณภาพเพียงใดขึ้นอยู่กับคาร์โบไฮเดรตจากการสังเคราะห์แสง ถ้าพืชมีการสังเคราะห์แสงสูงมีสภาวะแวดล้อมอื่นๆ เหมาะสมพืชเจริญเติบโตได้เป็นปกติ การสร้างและการสะสมคาร์โบไฮเดรตเกิดขึ้นมาก ผลผลิตจะเพิ่มขึ้นและคุณภาพจะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย เมื่อกล่าวถึงผลผลิตของพืชนักวิชาการจะกล่าวถึงใน 2 ความหมายคือ ผลผลิตทางชีวภาพ (biological yield) และผลผลิตทางเศรษฐกิจ (economic yield)

4.1.1 ผลผลิตทางชีวภาพ (biological yield) เป็นผลผลิตที่นับรวม ใบ กิ่ง ลำต้น รากผลและเมล็ด กล่าวคืออีกนัยหนึ่งผลผลิตทางชีวภาพจะเป็นผลผลิตรวมของพืชทั้งต้น โดยผลผลิตส่วนนี้สามารถวัดได้โดยขุดพืชขึ้นทั้งต้นแล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 3 วัน เพื่อที่น้ำที่อยู่ภายในต้นพืชระเหยออกหมด จากนั้นนำพืชที่อบแห้งไปชั่งน้ำหนัก น้ำหนักที่ชั่งๆ ได้นี้คือผลผลิตที่ได้ทางชีวภาพ นิยมเรียกน้ำหนักที่ได้นี้ว่าน้ำหนักแห้งรวม (total dry weight หรือ total dry matter) น้ำหนักแห้งรวมนี้เป็นแห้งของราก ลำต้น กิ่ง ใบผลและเมล็ด

4.1.2 ผลผลิตทางเศรษฐกิจ (economic yield) ผลผลิตที่ได้ทางเศรษฐกิจได้แก่ผลผลิตที่ได้จากส่วนใดส่วนหนึ่งที่มนุษย์เก็บเกี่ยวไปใช้ประโยชน์ โดยผลผลิตทางเศรษฐกิจเป็นส่วนหนึ่งของผลผลิตทางชีวภาพ ผลผลิตที่ได้ทางเศรษฐกิจของพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน

ผลผลิตทางเศรษฐกิจของพืชไร่ เนื่องจากผลผลิตทางเศรษฐกิจของพืชไร่ส่วนใหญ่คือเมล็ด มีบางชนิดเท่านั้นที่ผลผลิตจะแตกต่างกันไปเช่น ผลผลิตทางเศรษฐกิจของอ้อยคือลำต้น ของมันสำปะหลังคือราก เป็นต้น แม้นผลผลิตทางเศรษฐกิจของพืชไร่จะแตกต่างกันไปบ้างแต่ในภาพรวมเมื่อกล่าวถึงผลผลิตทางเศรษฐกิจของพืชไร่ มักจะพิจารณาหรือวัดเป็นน้ำหนักของผลผลิตต่อพื้นที่ กล่าวอีกในหนึ่งผลผลิตต่อไร่ของพืชไร่จะเน้นทางปริมาณ การเพิ่มผลผลิตทางพืชไร่จึงมุ่งเน้นที่การเพิ่มน้ำหนักของผลผลิตต่อพื้นที่ เช่น เพิ่มผลผลิตถั่วเหลืองในไร่นาเกษตรจากเดิมที่ได้ 180 กิโลกรัมต่อไร่ ให้เป็น 300 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นต้น

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตทางชีวภาพและผลผลิตที่ได้ทางเศรษฐกิจในด้านของพืชไร่

นักสรีระวิทยาพืชไร่ให้ความสำคัญกับระยะเวลาในการออกดอกค่อนข้างมาก เพราะการออกดอกของพืชเป็นตัวแบ่งระยะการเจริญเติบโตของพืช พืชที่มีลักษณะการเจริญเติบโตแบบ determinate growth จะหยุดการเจริญทางลำต้นหลังการออกดอก นั้นหมายถึงการออกดอกไปแล้ว พืชจะใช้อาหารสะสมไปในการสร้างผลและเมล็ดถ้าพืชออกดอกในระยะเวลาที่เหมาะสมและเอื้ออำนวยพืชสร้างดอกได้มากการผสมเกสรเป็นไปด้วยดี สมารถติดผลได้มากและอาหารสะสมที่พืชสร้างไว้ลำเลียงไปสู่ส่วนของผลและเมล็ดได้มากผลผลิตทางเศรษฐกิจที่คาดหวังไว้ก็จะสูงเช่นเดียวกัน หากพืชออกดอกในเวลาที่เหมาะสมสามารถสร้างรากและใบได้เพียงพอส่งผลให้พืชที่ลำต้นที่สูงแข็งแรงมีการสร้างอาหารสะสมเพิ่มขึ้น การออกดอกผลเป็นไปได้ด้วยดี ทำให้ผลผลิตทางชีวภาพมีคุณภาพดีตามไปด้วย

4.2.1 ดัชนีเก็บเกี่ยว (harvest index) ความสัมพันธ์ของผลผลิตทางชีวภาพและผลผลิตทางเศรษฐกิจ นิยมแสดงเป็นดัชนีเก็บเกี่ยว (harvest index) เขียนย่อๆ ว่า HI ค่า HI จะเป็นค่าที่บอกให้ทราบว่าสัดส่วนของผลผลิตทางชีวภาพที่กลายเป็นผลผลิตทางเศรษฐกิจมีมากน้อยเพียงใด

โดยทั่วไปมักจะพบพืชที่มีดัชนีการเก็บเกี่ยวสูงจะมีทรงพุ่มดี ใบมีรูปร่างและการจัดเรียงตัวที่ดีเอื้ออำนวยต่อการกระจายของแสง จึงรับแสงได้มากทำให้พืชสามารถสังเคราะห์แสงสร้างอาหารได้มาก

ถ้าดัชนีการเก็บเกี่ยวสูงแสดงว่าการถ่ายเทอาหารสะสมมายังผลหรือเมล็ดเกิดขึ้นได้ดี ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวเป็นค่าที่แสดงลักษณะทางพันธุกรรมแต่อาจจะผันแปรไปตามสภาพแวดล้อม ดัชนีเก็บเกี่ยวในพืชพันธุ์เดียวกันจะค่อนข้างคงที่ ถ้าพืชนั้นๆ ปลูกในสภาพแวดล้อม

ใกล้เคียงกัน แต่ถ้าปลูกในสภาพแวดล้อมต่างกันไปดัชนีเก็บเกี่ยวก็จะลดลง

4.3 องค์ประกอบผลผลิต (yield components) หมายถึง ส่วนประกอบใดๆ ของพืชที่ทำหน้าที่เก็บกักคาร์โบไฮเดรต โปรตีน น้ำมัน ซึ่งมนุษย์เก็บเกี่ยวส่วนประกอบดังกล่าวมาใช้ประโยชน์ในการอุตสาหกรรมหรือบริโภค และใช้จำนวนและปริมาณของส่วนประกอบของผลผลิตเป็นตัวพิจารณาว่าผลผลิตของพืชลดลงหรือเพิ่มขึ้นเพียงใด

4.3.1 แนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบผลผลิต

1) ในปี ค.ศ. 1965 กราเฟียส เสนอกฎเกณฑ์ของกราเฟียส (Grafius' concept) เกี่ยวกับองค์ประกอบผลผลิต คือ

(1) ผลผลิตของพืช ประกอบด้วย องค์ประกอบผลผลิตที่สำคัญ 3 ส่วน คือ จำนวนฝักหรือรวงหรือดอกต่อต้น (X) จำนวนเมล็ดต่อฝักหรือรวงหรือดอก (Y) และน้ำหนักของเมล็ด (Z) การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบส่วนใดส่วนหนึ่งหรือทั้งหมดจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงผลผลิตต่อพืช

(2) ถ้าองค์ประกอบหนึ่งลดลง (เช่น X ลดลง) และอีกองค์ประกอบหนึ่งเพิ่มขึ้น (เช่น Z เพิ่มขึ้น) อย่างได้สมดุลกัน ในขณะที่องค์ประกอบหนึ่งคงที่ (Y คงที่) ผลผลิตพืชก็จะไม่เพิ่มขึ้นหรือลดลง

2) ต่อมาในปี 1965 – 1971 อาดัมส์และกราเฟียสเสนอกฎเกณฑ์เกี่ยวกับองค์ประกอบของผลผลิตเพิ่มขึ้นเรียกว่า กฎเกณฑ์ของอาดัมส์และกราเฟียส (Adams and Grafius' concept) โดยเพิ่มจากกฎของกราเฟียส มีรายละเอียดดังนี้

(1) องค์ประกอบของผลผลิตแต่ละชนิดมีอิสระต่อกัน ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมลักษณะต่างๆ กัน

(2) องค์ประกอบของผลผลิตแต่ละชนิดเกิดขึ้นไม่พร้อมกัน องค์ประกอบผลผลิตตัวใดเกิดขึ้นก่อนสามารถใช้คาร์โบไฮเดรตที่เก็บไว้เพื่อการเจริญเติบโตได้ก่อนองค์ประกอบอื่นๆ

(3) องค์ประกอบของผลผลิตแต่ละชนิดมีความสามารถที่จะชดเชยความเสียหายที่เกิดขึ้นจากองค์ประกอบของผลผลิตอื่นๆ เพื่อมิให้ผลผลิตพืชลดลงมากเกินไป

องค์ประกอบของผลผลิตของพืชแต่ละชนิดจะมีการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมแตกต่างกันขึ้นกับการควบคุมทางพันธุกรรม สำหรับข้าวโพดองค์ประกอบของผลผลิต X ถูกควบคุมโดยพันธุกรรมมากการผันแปรของ X ต่อสภาพแวดล้อมจึงน้อยกว่า ขณะที่ Y และZ จะแปรผันตามสภาพแวดล้อมมากกว่า

4.3.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อองค์ประกอบของผลผลิต ได้แก่

1) พันธุกรรม นักวิชาการยอมรับกันมานานแล้วว่าพันธุกรรมเป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดศักยภาพหรือขนาดขององค์ประกอบของผลผลิต ปรากฏการณ์ที่ยืนยันว่าพันธุกรรมมีอิทธิพลควบคุมศักยภาพในการให้ผลผลิตพืชที่ชัดเจน เช่น การปลูกพืชพื้นเมืองหลายชนิด ทั้งข้าว ถั่วเขียว มะม่วง ทุเรียน ฯลฯ แม้นเกษตรกรจะใส่ปุ๋ย กำจัดวัชพืช พรวนดิน ให้น้ำ ป้องกันกำจัดศัตรูพืชอย่างถูกต้องเหมาะสมพียงใด พืชพันธุ์พื้นเมืองเหล่านั้นมักมีการเจริญเติบโตทางลำต้นดีมาก มีพุ่มต้นสมบูรณ์ แต่ผลผลิตเพิ่มขึ้นไม่มากนักเมื่อเทียบกับต้นพืชที่ได้รับการจัดการหรือเขตกรรมที่น้อยกว่า แต่หากใช้พืชพันธุ์ที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ที่ดีแล้ว พันธุ์พืชพื้นเมืองแม้นจะได้รับการดูแลอย่างดีก็ไม่สามารถให้ผลผลิตได้สูงเท่าเทียมกับพันธุ์ดีได้

2) สิ่งแวดล้อม สภาพแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยแสงมีอิทธิพลโดยตรงต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงและการออกดอกของพืชบางชนิด ส่วนอุณหภูมิเป็นปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่กำหนดกระบวนการทางชีวเคมีภายในพืช สำหรับน้ำซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญภายในเซลล์พืช และดินให้ธาตุอาหารที่พืชต้องการ น้ำและดินจึงเป็นปัจจัยควบคุมการเจริญเติบโตและการพัฒนาเป็นส่วนประกอบต่างๆ ของพืช นอกจากนี้ทั้งแสง อุณหภูมิ และความชื้นยังมีอิทธิพลปลีกย่อยอื่นต่อพืช จึงกล่าวได้ว่าสภาพแวดล้อมเป็นปัจจัยที่กำหนดการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืชเท่าเทียมกับปัจจัยทางพันธุกรรม

3) การจัดการ การจัดการที่มีอิทธิพลต่อองค์ประกอบผลผลิตพืชที่สำคัญสามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ใหญ่ๆ ได้แก่

(1) การจัดการเรื่องพันธุ์ พืชพันธุ์ที่มีลักษณะการเจริญเติบโตสร้างอาหารสะสมได้มากพอสำหรับการพัฒนาองค์ประกอบของผลผลิตทั้งหมดและตอบสนองต่อการเขตกรรมโดยให้ผลผลิตได้สูงแม้นสภาพแวดล้อมแปรผันไป พืชพันธุ์ลักษณะนี้น่าจะเป็นที่เกษตรกรต้องการ

(2) การเขตกรรม รายงานต่างๆ ที่นักวิจัยค้นพบแล้วยืนยันว่าการเขตกรรมมีผลต่อการผันแปรขององค์ประกอบของผลผลิตโดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อจำนวนฝักต่อต้น (X) และขนาดของเมล็ด (Z) ได้แก่ การเลือกวันปลูก การจัดอัตราปลูก การใส่ปุ๋ย การให้น้ำ การป้องกันกำจัดศัตรูพืชและการจัดการระบบปลูก เป็นต้น

5. ปุ๋ยและความสำคัญของปุ๋ย

5.1 ความต้องการธาตุอาหารหลักของข้าวโพด

5.1.1 ธาตุไนโตรเจน ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งสำหรับพืช พืชทุกชนิดมีความต้องการธาตุนี้ในปริมาณที่สูงเพื่อการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิต ดินที่ใช้ในการปลูกทั่วไปจะขาดไนโตรเจนมักมีไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช ในอากาศถึงแม้นจะมีธาตุไนโตรเจนในรูปแบบของก๊าซ N_2 อยู่ถึงปริมาณ 78 เปอร์เซ็นต์ (โดยปริมาตร) แต่ N_2 ในรูปนี้พืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรง ไนโตรเจนในรูปของ NO_3^-และ NH_4^+ เท่านั้นที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

การขาดธาตุไนโตรเจนจะทำให้การจำกัดการแบ่งตัวและขยายตัวของเซลล์ พืชที่ขาดไนโตรเจนจะมีผลทำให้การเจริญเติบโตช้า แคระแกรน ใบมีสีเหลืองหรือมีลักษณะเป็น chlorosis เพราะว่า การขาดธาตุไนโตรเจนมีผลยับยั้งการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ ดังนั้น เมื่อพืชขาดธาตุไนโตรเจนจึงปรากฏอาการที่ใบแก่ก่อน เพราะไนโตรเจนในใบแก่นั้นจะถูกเคลื่อนย้ายไปเลี้ยงใบอ่อนหรืออวัยวะอื่นๆ ที่กำลังเจริญเติบโตเมื่อเป็นเช่นนี้จึงทำให้ใบแก่ร่วงหล่นเร็วยิ่งขึ้นเท่ากับทำให้ช่วงเวลาการมีอายุขอใบสั้นลง จึงมีผลกระทบต่อการสะสมน้ำหนักของเมล็ดหรือผลผลิตในที่สุด (เฉลิมพล, 2542)

ข้าวโพดต้องการธาตุไนโตรเจนสูงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับพืชไร่ชนิดอื่นๆ โดยข้าวโพดจะดูดไนโตรเจนจากดินในปริมาณเพิ่มขึ้นตามอายุที่เพิ่มขึ้น อัตราการใช้ไนโตรเจนจะสูงสุดเมื่อเริ่มออกดอกตัวผู้และออกไหม เมื่อข้าวโพดเข้าสู่ระยะฝักแก่ อัตราการดูดไนโตรเจนไปใช้จะลดลง การใส่ปุ๋ยให้แก่ข้าวโพดจึงทำให้ผลผลิตของเมล็ด จำนวนฝัก จำนวนเมล็ดต่อฝักเพิ่มขึ้น (Tienseemuang and Judd , 1970) การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ร่วมกับปุ๋ยยูเรีย จะช่วยลดการสูญเสียไนโตรเจนในรูปก๊าซ เมื่อข้าวโพดแก่ไนโตรเจนประมาณ 2 ใน 3 ที่มีอยู่ในต้นจะเคลื่อนย้ายไปสะสมในเมล็ด คงเหลือไว้เพียง 1 ใน 3 การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนจึงช่วยเพิ่มปริมาณโปรตีนให้แก่เมล็ด (Salisbury and Ross, 1978) ถ้าข้าวโพดขาดไนโตรเจนจะมีผลทำให้การดูดใช้ฟอสฟอรัสได้น้อยลงด้วย (Hanway, 1962) การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนลงไปในแปลงพืชนั้นมีแนวโน้มที่จะคงระดับอินทรียวัตถุในดินให้อยู่ในระดับที่สูงได้มากกว่าแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ทั้งนี้เป็นผลเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของผลผลิตและเศษพืชที่เหลือ (Allison, 1955)

5.1.2 ธาตุฟอสฟอรัส ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารหลัก เนื่องจากพืชต้องการธาตุนี้ในปริมาณมาก โดยฟอสฟอรัสจะส่งเสริมการเจริญเติบโตของรากและลำต้นพืชให้แข็งแรงป้องกันการหักล้ม มีความต้านทานโรคและช่วยในการออกดอกและสร้างเมล็ดของพืชที่มีคุณภาพของผลไม้

ผักและธัญพืชตลอดจนพืชอาหารสัตว์ (Russell,1973) ในดินมีปริมาณฟอสฟอรัสน้อยกว่าไนโตรเจนและโพแทสเซียม โดยมีฟอสฟอรัสทั้งหมดอยู่ในช่วง 0.005-0.15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพืชต้องการฟอสฟอรัส 0.3-0.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง เพื่อให้การเจริญเติบโตในระยะวัฒนภาค (vegetative stage) เป็นไปตามปกติ เนื่องจากฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบของอินทรียสารที่สำคัญในพืช เช่น น้ำตาลฟอสเฟตนิวคลีโอไทด์ กรดนิวคลีอิก ฟอสโฟลิปิด สารพลังงานสูง (adenosine triphosphate, ATP) โคเอนไซม์ และมีบทบาทสำคัญในกระบวนการแมทาบอลิซึมของพืช ฟอสฟอรัสในสารละลายดินเป็นแอนไอออนของกรดออร์โทฟอสฟอริก (H3PO4) โดยส่วนใหญ่พืชจะดูดไปใช้ประโยชน์ในรูปโมโนฟอสเฟตไอออน (H2PO4-) มากกว่าไดฟอสเฟตไอออน ($HPO4^{2-}$) และไตรฟอสเฟตไอออน ($PO4^{3-}$) (ยงยุทธ, 2546)

เมื่อพืชขาดฟอสฟอรัสมักมีลักษณะแคระแกร็น การเจริญเติบโตของลำต้นหยุดชะงัก ใบจะมีสีเขียวเข้มหรือสีม่วงคล้ำ แต่ถ้าพืชขาดฟอสฟอรัสในระดับที่รุนแรงใบจะมีสีเหลืองและเหี่ยวอย่างรวดเร็ว ออกดอกช้า ไม่มีการสร้างตัวของเมล็ด และเมล็ดมีคุณภาพต่ำ (Brady and Weil, 2002) การขาดฟอสฟอรัสของพืชมีผลทำให้ใบขยายขนาดช้าและจำนวนใบน้อย สาเหตุที่แผ่นใบมีการขยายขนาดช้าก็เพราะเซลล์ชั้นผิวไม่ค่อยขยายตัว แต่ปริมาณโปรตีนและคลอโรฟิลล์ต่อหน่วยพื้นที่ใบลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เนื่องจากขนาดใบลดมากแต่คลอโรฟิลล์ลดน้อยกว่าทำให้ใบพืชที่ขาดฟอสฟอรัสในระยะแรกมีสีเขียวเข้มขึ้น แต่อัตราการสังเคราะห์แสงต่อหน่วยของคลอโรฟิลล์มีค่าลดลง ทำให้การเจริญเติบโตของส่วนเหนือดินและรากลดลง (ยงยุทธ, 2546)

ข้าวโพดดูดฟอสฟอรัสตลอดฤดูกาลเจริญเติบโต ความต้องการปริมาณฟอสฟอรัสค่อนข้างน้อยในช่วงแรกของการเจริญเติบโต แต่ระยะหลังการออกดอกจะต้องการในปริมาณค่อนข้างมาก ฟอสฟอรัสในใบและลำต้นการเคลื่อนย้ายฟอสฟอรัสไปสะสมในเมล็ดจะดำเนินต่อไปจนกระทั่งข้าวโพดสุกแก่

5.1.3 ธาตุโพแทสเซียม พืชแต่ละชนิดมีความต้องการโพแทสเซียมต่างกัน ในเปลือกโลกมีธาตุโพแทสเซียมประมาณร้อยละ 2 ของดินในประเทศไทยมักมีธาตุโพแทสเซียมสูง ยกเว้นดินที่มีค่าร้อยละของทรายสูง (เกษม และคณะ 2527) โพแทสเซียมเป็นธาตุที่มีไอออนประจุบวกหนึ่งเพียงธาตุเดียวที่พืชต้องการเป็นปริมาณมาก (Evan and Sorger, 1966) บทบาทของธาตุโพแทสเซียมจะแตกต่างไปจากไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ตรงที่ไม่ได้เป็นองค์ประกอบส่วนใดส่วนหนึ่งของพืชแต่จะพบธาตุโพแทสเซียมนี้สะสมอยู่ในช่องว่างของเซลล์ (vacuole) อยู่เป็นจำนวนมาก โพแทสเซียมจะทำหน้าที่หลักในการเร่งการทำงานของเอนไซม์ในปฏิกิริยาต่างๆ รักษาระดับประจุไฟฟ้าในเซลล์ รักษาระดับ osmotic potential การดึงดูดน้ำของราก ช่วยป้องกันการสูญเสียน้ำโดยกระตุ้นให้ปากใบเปิด นอกจากนี้ยังพบว่ามีบทบาทสำคัญเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์แสง โดยเฉพาะ

อย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการลำเลียงและเคลื่อนย้ายสารสังเคราะห์ด้วย (เฉลิมพล, 2542)

ธาตุโพแทสเซียมที่ข้าวโพดดูดมาจากดิน จะไปสะสมที่เมล็ดไม่มาก ส่วนใหญ่จะสะสมที่ลำต้น ซึ่งเป็นส่วนที่จะไถกลบลงในดิน การสูญเสียโพแทสเซียมจากพื้นที่จึงมีน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ซึ่งส่วนใหญ่จะสะสมที่เมล็ด ดังนั้นปัญหาการขาดธาตุโพแทสเซียมจึงไม่รุนแรงหรือสำคัญเหมือนธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสแม้นว่าข้าวโพดต้องการโพแทสเซียมสูง (เกษม และคณะ 2527) พืชต้องการโพแทสเซียมในปริมาณที่สูง เมื่อมี NH_4-N ในอาหารจำนวนมากเพราะโพแทสเซียมช่วยเพิ่มอัตราการสังเคราะห์ amino acid ซึ่งใช้ในการสร้างโปรตีน

ข้าวโพดตอบสนองต่อโพแทสเซียมอย่างเด่นชัดในช่วงออกไหมจนถึงระยะแก่เต็มที่ กล่าวคือ โพแทสเซียมทำให้ข้าวโพดมีลำต้นที่แข็งแรง (Munson,1968)ไม่ล้มง่าย ลดการรุกรานของโรค (Martens and Arny, 1967) น้ำหนักเมล็ดเพิ่มขึ้น ถ้าขาดธาตุนี้ทำให้ต้นกล้าอ่อนแอ ผลผลิตต่อไร่ต่ำ และถ้าปริมาณไนโตรเจนและปริมาณโพแทสเซียมในดินสมดุลกันทำให้ลดปัญหาเกี่ยวกับการล้มของต้น (Usherwood, 1980)

ข้าวโพดจะขึ้นได้ดีในดินที่มีระดับความอุดมสมบูรณ์สูง หน้าดินลึก และมีการระบายน้ำได้ดี ข้าวโพดต้องการไนโตรเจนสูง ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมพอสมควร ดินที่เป็นกรดปานกลางมีแคลเซียม แมกนีเซียมและฟอสฟอรัสพอประมาณ ข้าวโพดจะไวต่อการขาดธาตุอาหารที่จำเป็น โดยเฉพาะสังกะสีและโบรอน มีผลงานวิจัยที่แสดงให้เห็นว่า ดินเขตร้อนที่มีสภาพเสื่อมโทรมธาตุอาหารเสริมบางตัวจะขาดแคลน เช่น ทองแดง สังกะสี โบรอน โมลิบดีนัม แมงกานิสและธาตุเหล็ก ซึ่งทำให้ผลผลิตของข้าวโพดไม่คุ้มทุน (กฤษณา, 2528)

ตารางที่ 2.1 ปริมาณธาตุอาหารชนิดต่างๆ ซึ่งเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด

ชนิดธาตุอาหาร	ปริมาณธาตุอาหาร
N	3.0%
P	0.25%
K	1.90%
Ca	0.40%
Mg	0.25%
S	0.10%

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ชนิดธาตุอาหาร	ปริมาณธาตุอาหาร
B	10 ppm
Cu	5ppm
Fe	15 ppm
Mn	15 ppm
Mo	0.1 ppm
Zn	15 ppm

ที่มา : นงคราญ (2540: 25)

5.2 ความสำคัญและการใช้ประโยชน์ของปุ๋ย

พืชที่ขึ้นบนพื้นดินจะได้รับธาตุอาหารพืชส่วนใหญ่จากดินนอกเสียจากธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน ที่พืชได้รับมาจากน้ำและอากาศ ตลอดเวลาพืชจะดูดธาตุอาหารไปจากดิน หรือวัสดุปลูก (media) เพื่อนำไปสร้างส่วนต่างๆ ของลำต้นและให้ผลผลิตออกมา ปริมาณธาตุอาหารที่พืชดูดไปใช้จึงมีมากมายมหาศาล ในขณะที่การสร้างเพิ่มเติมหรือการทดแทนตามธรรมชาติเกิดขึ้นไม่มาก และขณะเดียวกันก็มีการชะล้างธาตุอาหารพืชออกไปจากดินได้มาก ทำให้ธาตุอาหารพืชในดินลดน้อยลงไป ไม่เพียงพอกับความต้องการของพืช ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องให้ธาตุอาหารพืชเพิ่มเติมให้กับพืชเพื่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตตามปกติ สารที่ให้ธาตุอาหารที่ใส่ลงไปให้กับพืชเรียกว่าปุ๋ย (fertilizer) ดังนั้น ปุ๋ย หมายถึงสารที่ใส่ลงไปในดินหรือวัสดุปลูกพืชอื่นๆ เพื่อต้องการที่จะให้ธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปรแทสเซียม และหรือธาตุอาหารอื่นเพิ่มเติมแก่พืชสำหรับใช้ในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ในระดับปกติ (จำเริญ, 2543)

ปุ๋ย เป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งในการผลิตพืช ความต้องการปุ๋ยเพื่อการเพาะปลูกได้เพิ่มปริมาณมากขึ้นอย่างรวดเร็ว เพราะมนุษย์ต้องการได้ผลผลิตจากพืชต่อพื้นที่สูงในเวลาอันรวดเร็ว ในขณะที่ปริมาณธาตุอาหารพืชที่มีอยู่ในดินลดลงจากผลของการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านกายภาพและเคมี (ยงยุทธ, 2528) การเพิ่มปริมาณธาตุอาหารพืชในดิน ทำได้โดยการเติมปุ๋ยอินทรีย์ (Organic Fertilizer) ปุ๋ยอนินทรีย์หรือปุ๋ยเคมี (Inorganic or Chemical Fertilizer) ลงบนพื้นที่เพาะปลูก

5.2.1 ปุ๋ยอินทรีย์ คือ สารประกอบที่ได้จากสิ่งที่มีชีวิต ได้แก่ พืช สัตว์ และจุลินทรีย์ ผ่านกระบวนการผลิตทางธรรมชาติ ปุ๋ยอินทรีย์ส่วนใหญ่ใช้ในการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน

ทำให้ดินโปร่ง ร่วนซุย ระบายน้ำและถ่ายเทอากาศได้ดี รากพืชจึงชอนไชไปหาธาตุอาหารได้ง่ายขึ้น ปุ๋ยอินทรีย์ มีปริมาณธาตุอาหารอยู่น้อยเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี และธาตุอาหารพืชส่วนใหญ่อยู่ในรูปของสารประกอบอินทรีย์ เช่น ไนโตรเจนอยู่ในสารประกอบจำพวกโปรตีน เมื่อใส่ลงไปในดิน พืชจะไม่สามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้ทันที แต่ต้องผ่านกระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์ในดิน แล้วปลดปล่อยธาตุอาหารเหล่านั้นออกมาในรูปสารประกอบอินทรีย์เช่นเดียวกันกับปุ๋ยเคมี จากนั้นพืชจึงดูดไปใช้ประโยชน์ได้ ปุ๋ยอินทรีย์มี 3 ประเภทคือ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และ ปุ๋ยพืชสด กรมพัฒนาที่ดิน (2553) ได้กล่าวถึงความหมายของปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และ ปุ๋ยพืชสด ดังนี้

1) ปุ๋ยหมัก เป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่ง ซึ่งได้จากการนำชิ้นส่วนของพืช วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร หรือวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น หญ้าแห้ง ใบไม้ ฟางข้าว ซังข้าวโพด กากอ้อยจากโรงงานน้ำตาล และแกลบจากโรงสีข้าว ขี้เลื่อยจากโรงงานแปรรูปไม้ เป็นต้น มาหมักในรูปของการกองซ้อนกันบนพื้นดิน หรืออยู่ในหลุม เพื่อให้ผ่านกระบวนการย่อยสลายให้เน่าเปื่อยเสียก่อน โดยอาศัยกิจกรรมของจุลินทรีย์จนกระทั่งได้สารอินทรียวัตถุที่มีความคงทน ไม่มีกลิ่น มีสีน้ำตาลปนดำ

2) ปุ๋ยคอก เป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้จากมูลสัตว์ต่างๆ ได้แก่ มูลเป็ด มูลไก่ มูลสุกร มูลโค มูลค้างคาว เป็นต้น เป็นผลพลอยได้จากการเลี้ยงสัตว์ที่มีการนำมาใช้ทางด้านการเกษตรเป็นเวลานานมาแล้ว มูลสัตว์เหล่านี้เป็นส่วนของซากพืชซากสัตว์จากอาหารสัตว์ที่ผ่านกระบวนการย่อยสลายจากระบบย่อยอาหารมาแล้วจึงเป็นแหล่งของธาตุอาหารพืช ไม่เพียงแต่จะให้อินทรียวัตถุและธาตุอาหารพืชแก่ดิน แต่ยังช่วยป้องกันและรักษา ตลอดจนช่วยปรับปรุงดินให้เหมาะสมต่อการปลูกพืช (นรีรัตน์ , ม.ป.ป.)

3) ปุ๋ยพืชสด เป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากการสับหรือไถกลบพืชลงไปในดินในขณะที่พืชยังเขียวอยู่ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงบำรุงดินให้มีความอุดมสมบูรณ์ ระยะเวลาที่เหมาะสมในการไถกลบคือช่วงที่พืชออกดอก ทำให้ได้น้ำหนักสดและปริมาณธาตุอาหารสูง หลังจากนั้นปล่อยให้ย่อยสลายก็จะได้ธาตุอาหารพืชและเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดินซึ่งจะเป็นประโยชน์สำหรับพืชที่จะปลูกต่อไป

ปุ๋ยหมักเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่หาง่ายเกษตรกรสามารถทำได้ด้วยตนเอง โดยใช้วัสดุที่เหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น ฟางข้าว ซังข้าวโพด ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จึงใช้ปุ๋ยหมัก เข้ามามีส่วนร่วมในตำรับการทดลอง

(1) ความสำคัญของปุ๋ยหมัก

ก ควบคุมคุณสมบัติทางกายภาพของดิน อินทรียวัตถุทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมทำให้เกิดเม็ดดิน โดย อินทรียวัตถุที่ย่อยสลายได้ง่ายจะมีผลต่อการเกิดเม็ดดินได้ง่ายจะมีผล

ต่อการเกิดเม็ดดินได้มาก (Browning and Milan ,1944) การใส่ปุ๋ยหมักลงไปในดินจะมีส่วนช่วยให้โครงสร้างของดินดีขึ้น ดินที่มีโครงสร้างของดินดีทำให้สภาพทางกายภาพของดินดีเหมาะต่อการหยั่งลึกของรากและการเจริญเติบโตของพืชโดยทำให้ดินอุ้มน้ำได้ดีและการถ่ายเทอากาศในดินดีขึ้น (Im, 1982) นอกจากนี้การการเพิ่มอินทรียวัตถุในดินจะทำให้ความพรุนทั้งหมดของดินเพิ่มขึ้นและความหนาแน่นรวมลดลง ความสามารถในการอุ้มน้ำเพิ่มขึ้น เป็นต้น (Hamblin and Daview, 1977)

ข ควบคุมคุณสมบัติทางเคมีของดิน อินทรียวัตถุเป็นคอลลอยด์ ซึ่งเป็นแหล่งที่มีการแลกเปลี่ยนประจุบวกในดิน อินทรียวัตถุเป็นแหล่งที่สำคัญของ CEC (Kamprath and Welch, 1962) เนื่องจากอินทรียวัตถุมีประจุลบอยู่สูงประจุลบเหล่านี้เกิดจากไอออนไนเซชั่นของหมู่คาร์บอกซิล (- COOH) ฟีนอล (-OH) และไอไมด์ (-NH) (Allison, 1973) เมื่อใส่ปุ๋ยหมักลงไปในดินจะเกิดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งทำให้เกิดกรดคาร์บอนิคในดิน ลดการสูญเสียธาตุอาหารในพืชโดยการถูกชะล้างเช่น แอมโมเนีย โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียม (Hester and Shelton, 1937) นอกจากนี้อินทรียวัตถุยังเป็นแหล่งธาตุอาหารที่สำคัญของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ซึ่งธาตุอาหารเหล่านี้จะมีประโยชน์กับพืชได้ก็ต่อเมื่อจุลินทรีย์ดินเปลี่ยนสภาพให้เป็นสารประกอบอนินทรีย์เสียก่อน กรดอินทรีย์ที่สร้างโดยจุลินทรีย์ในดินมีผลในการลดการตรึงฟอสฟอรัสโดยเหล็กและอลูมิเนียม ทั้งนี้เป็นเพราะเหล็กและอลูมิเนียมจะถูกอินทรียวัตถุยึดเอาไว้ไม่ให้มีโอกาสทำปฏิกิริยากับฟอสฟอรัสได้น้อยลง (Struthers and Sieling, 1950)

5.2.2 ปุ๋ยเคมี คือ ปุ๋ยที่ได้จากสารอนินทรีย์หรืออินทรีย์สังเคราะห์ ซึ่งมีธาตุอาหารหลัก N P K โดยมีขบวนการตั้งต้นมาจากก๊าซแอมโมเนีย (NH_3) ซึ่งได้มาจากอุตสาหกรรมการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียมทั้งสิ้น และเมื่อนำมาปฏิกิริยากับกรดต่างๆ โดยผ่านขบวนการทางเคมี ก็จะได้ธาตุ N -P -K ออกมาเป็นแม่ปุ๋ยสูตรต่างๆ ที่มีธาตุอาหาร N- P -K ครบถ้วน และเหมาะสมกับความต้องการของพืชและชนิดของดินนั้นๆ (ศักดา, 2556)

ความสำคัญของปุ๋ยเคมี ปุ๋ยเคมีไม่ใช่สารพิษและการใส่ปุ๋ยเคมีไม่ได้ทำให้ดินแข็งหรือดินแน่นทึบ ดินแน่นทึบมีช่องขนาดใหญ่จำนวนน้อยแต่เกิดจากหลายสาเหตุ เช่น การไถพรวนดินโดยใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการไถพรวนในขณะที่ดินเปียกการสูญเสียหน้าดินนับเป็นอีกสาเหตุหนึ่ง เพราะทำให้ดินชั้นล่างโผล่ขึ้นมาเป็นดินชั้นไถพรวนซึ่งดินชั้นล่างโดยทั่วไปมีช่องขนาดใหญ่จำนวนน้อย นอกจากนี้การเพาะปลูกพืชยังทำให้ดินแน่นทึบ เพราะอินทรียวัตถุในดินลดลงและทำให้ปุ๋ยที่มีอยู่เดิมในดินสูญหายไปพร้อมกับผลผลิตที่ถูกเก็บเกี่ยวออกไป การชดเชยธาตุอาหารให้แก่ดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยชีวภาพจะไม่เพียงพอ ดังนั้นปุ๋ยเคมีจึงมีความสำคัญในการเพิ่มผลผลิตต่อไร่ สิ่งสำคัญที่เกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยกันอย่างกว้างขวางในพื้นที่เพาะปลูกทั่วๆ ไป คือ สมบัติทางเคมีของดินที่สามารถเพิ่มธาตุอาหารให้แก่พืชอย่างเพียงพอในระยะเวลาอันรวดเร็ว

และเห็นผลได้ชัดเจน เพียงใช้ปริมาณเล็กน้อย หาซื้อได้ง่าย ปัจจุบันจึงมีปุ๋ยเคมีทั้งในรูปแบบปุ๋ยเคมี (single Fertilizer) ปุ๋ยเคมีผสม ซึ่งอาจเป็นปุ๋ยเคมีผสมสมบูรณ์ (Complete Fertilizer) หรือปุ๋ยเคมีที่ไม่สมบูรณ์ (Incomplete Fertilizer) จำหน่ายในท้องตลาดมากมายหลายสูตร สะดวกต่อการขนส่งและการเก็บรักษา

6. โปรแกรมสารสนเทศในการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน

การใช้ปุ๋ยเคมีของเกษตรกร ยังคงเป็นสิ่งจำเป็นและมีความสำคัญในการเพิ่มผลผลิตพืชต่อไร่ให้สูงขึ้น แม้ว่าในปัจจุบันมีการใช้ปุ๋ยเคมีกันอย่างกว้างขวาง แต่ส่วนใหญ่เกษตรกรก็ยังใช้ปุ๋ยไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ กล่าวคือ หากใส่ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารน้อยกว่าความต้องการของพืชก็จะทำให้พืชเจริญเติบโตช้า แคระแกรน ให้ผลผลิตต่ำ หากใส่มากเกินไปหรือใส่ไม่ตรงตามความต้องการของพืช นอกจากจะมีต้นทุนสูงกว่าที่ควรจะเป็นแล้วยังอาจส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช ความต้านทานต่อโรคแมลงศัตรูพืช พืชขาดภูมิต้านทานทำให้ได้รับความเสียหายอย่างรุนแรงได้ง่าย จนกระทบต่อการให้ผลผลิตของพืช ส่งผลให้เกษตรกรจำเป็นต้องใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งการใช้สารเคมีแต่ละครั้งส่งผลต่อสุขภาพของเกษตรกร เกิดผลกระทบเกี่ยวกับสารพิษตกค้างในผลผลิต สภาพแวดล้อมและทำให้เกษตรกรมีต้นทุนการผลิตสูงขึ้นไปอีก

กลางปี 2551 เกิดวิกฤติปุ๋ยราคาแพงและต้องนำเข้าปุ๋ยเคมีจากต่างประเทศเกือบทั้งหมด เกษตรกรได้รับความเดือนร้อน ในการนี้กรมพัฒนาที่ดินได้ทำการสำรวจดินทั่วประเทศแล้ว ทราบว่าดินแต่ละพื้นที่มีความอุดมสมบูรณ์มากน้อยเท่าไร ธาตุอาหารในดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืช เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม มีอยู่ในดิน ปริมาณเท่าใด เพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่ เพื่อให้เกษตรกรใช้ปุ๋ยได้อย่างเหมาะสมกับความต้องการของพืชและปริมาณธาตุอาหารพืชในดิน (อัฐยะและสมพร, 2554)

พืชโดยทั่วไปต้องการธาตุอาหาร 17 ธาตุ สำหรับการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต เกษตรกรจึงต้องรู้ว่าดินในขณะนั้นมีธาตุอะไรบ้าง มีปริมารเท่าไหร่ คำแนะนำ การใช้ปุ๋ยเคมีในปัจจุบันยังคงเป็นแบบกว้างๆ ที่ไม่ได้คำนึงถึงปริมาณธาตุอาหารพืชในดินขณะนั้น เป็นการใช้ปุ๋ยไม่ตรงกับความต้องการของพืช (ประทีป, 2555) เนื่องจากเกษตรกรใส่ปุ๋ยในปริมาณเท่ากันไม่ว่าจะเป็นดินชนิดใด สิ่งเหล่านี้ทำให้เกษตรกรใช้ปุ๋ยอย่างไม่มีประสิทธิภาพและปุ๋ยที่ใช้นั้นมีราคาแพงและต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศ และถ้าใช้ปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมากเกินไปก็จะก่อให้เกิดการปนเปื้อนต่อสิ่งแวดล้อม การใส่ปุ๋ยที่มากเกินสมดุลยังทำให้ดินเสื่อมโทรม เมื่อพืชดูดธาตุไนโตรเจนไปใช้ก็จะดูดเอาฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมจากดินไปด้วย (ทัศนีย์และคณะ ม.ป.ป.)

โปรแกรมสารสนเทศทางด้านการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในเมืองไทยปัจจุบันเป็นที่รู้จักกันอยู่ 3 โปรแกรมคือ ปุ๋ยสั่งตัด ปุ๋ยรายแปลงและดินไทยธาตุอาหารพืช ทั้ง 3 โปรแกรมนี้มีความเกี่ยวเนื่องกันเพราะต่างมุ่งพัฒนาเพื่อเกษตรกรเช่นเดียวกัน(อัฐยะและสมพร, 2554) แต่ในที่นี่จะขอกล่าวเพียง 2 โปรแกรมคือ โปแกรมปุ๋ยสั่งตัด และปุ๋ยรายแปลง

6.1 โปรแกรมปุ๋ยสั่งตัด

โปรแกรมปุ๋ยสั่งตัดเริ่มมาจากโครงการการจัดการธาตุอาหารพืชเฉพาะพื้นที่ ซึ่งดำเนินการกับข้าวโพดใน 4 จังหวัด เมื่อกว่า 10 ปีมาแล้วก่อนจะขยายเป็นข้าวโพดทั่วประเทศและก้าวเข้าสู่การทำคำแนะนำสำหรับข้าวและอ้อย ภายหลังโปรแกรมปุ๋ยสั่งตัดเป็นงานวิชาการโดยเนื้อแท้เพราะมีการดำเนินการเหมือนการทำงานวิจัยตั้งแต่การใช้แบบจำลองการปลูกพืชประเมินคำแนะนำการให้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน การทำแปลงทดสอบและปรับค่าข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองและเพิ่มเติมในสิ่งที่งานวิจัยทั่วไปไม่ได้ปฏิบัติกันมากนัก คือการทำแปลงสาธิตเผยแพร่คำแนะนำนั้นสู่เกษตรกรโดยตรง จนเป็นที่มาของการเขียนโปรแกรมสารสนเทศ ชื่อว่า SimCorn และ SimRice ก่อนจะได้ชื่อใหม่ว่าปุ๋ยสั่งตัด (อัฐยะและสมพร, 2553)

โปรแกรมปุ๋ยสั่งตัดเป็นโปรแกรมการจัดการปุ๋ยที่แม่นยำโดยนำปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช ได้แก่พันธุ์พืช แสงแดด อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณน้ำฝน ชุดดินและปริมาณ N – P – K ในดินมาพิจารณาร่วมกัน โดยใช้แบบจำลองการปลูกพืชและโปรแกรมสนับสนุนการตัดสินใจมาคำนวณโดยคอมพิวเตอร์ คาดคะเนคำแนะนำปุ๋ย N – P – K ที่ให้ผลตอบแทนสูงสุดเพื่อให้การใช้ปุ๋ยมีความแม่นยำและสอดคล้องกับความต้องการของพืช คาดคะเนผลผลิตและผลตอบแทนที่จะได้รับ ขั้นตอนในการใช้เทคโนโลยี “ปุ๋ยสั่งตัด” มี 3 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 ตรวจสอบข้อมูลชุดดิน สอบถามข้อมูลชุดดินได้ที่สถานีพัฒนาที่ดินทุกจังหวัดหรือคู่มือตรวจสอบชุดดินที่ทีมงานได้จัดทำขึ้นทั้งดินไร่และดินนา หรือตรวจสอบได้ที่เว็บไซต์ www.soil.doae.go.th

ขั้นตอนที่ 2 ตรวจสอบปริมาณ N – P – K เก็บตัวอย่างดินและวิเคราะห์ N – P – K ในดินโดยใช้ชุดตรวจสอบ N – P – K ในดินแบบรวดเร็ว ซึ่งใช้เวลาเพียง 30 นาที

ขั้นตอนที่ 3 ใช้ปุ๋ยตามคำแนะนำ ศึกษาจากคู่มือคำแนะนำการใช้ “ปุ๋ยสั่งตัด” หรือโปรแกรม SimCorn, SimRice และ SimCane สำหรับข้าวโพด ข้าว อ้อยตามลำดับจากเว็บไซต์ www.ssnm.agr.ku.ac.th และสอบถามรายละเอียดได้ที่ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (ประทีป, 2554)

จุดเด่นของเทคโนโลยี “ปุ๋ยสั่งตัด”

1) เป็นคำแนะนำการใช้ปุ๋ยที่แม่นยำ จึงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย

2) เป็นคำแนะนำปุ๋ยเฉพาะพื้นที่เหมาะกับดินในไร่นาและชนิดพืชที่เกษตรกรเพาะปลูก

3) เป็นคำแนะนำปุ๋ยที่เกษตรกรตัดสินใจได้ด้วยตนเอง

6.2 โปรแกรมปุ๋ยรายแปลง

อัฐยะ และสมพร (2554) ได้เขียนรายละเอียดเกี่ยวกับโปรแกรมดินไทยและธาตุอาหารพืช/คำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลงในเอกสารเผยแพร่ว่า โปรแกรมปุ๋ยรายแปลงนั้น มีชื่อเต็มๆ ว่า โปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลง เป็นโปรแกรมที่ถูกพัฒนาให้เป็นโปรแกรมสารสนเทศหลักในการรวบรวมข้อมูลด้านการจัดการดินและปุ๋ย ฉะนั้น โดยพื้นฐานแล้วโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงไม่ได้เป็นงานวิจัยแต่อย่างใดแต่เป็นงานที่รวบรวมผลงานวิจัยจากแหล่งต่างๆ มาบูรณาการเข้าด้วยกันและพัฒนาเป็นระบบ เรียกใช้ข้อมูลตามเงื่อนไขที่เหมาะสมกับพื้นที่เกษตรกรรมในแต่ละแปลง ซึ่งข้อมูลที่จะถูกนำมาแสดงนั้น อาจจะมีความซ้ำซ้อนกันได้เมื่อมีเงื่อนไขพื้นฐานอันเดียวกัน เช่น ดินเดียวกัน พืชเดียวกัน แต่หากมีเงื่อนไขจำเพาะบางอย่างก็จะทำให้ข้อมูลที่สอดคล้องที่สุดถูกนำมาแสดงผล ดังนั้น เรื่องของการอ้างอิง จึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งที่จะต้องมีอยู่ในโปรแกรม กล่าวคือ คำแนะนำนั้นๆ เป็นคำแนะนำจากผลงานวิจัยของใคร อย่างไร เมื่อไร ต้องพร้อมแสดงให้อยู่ในโปรแกรมอย่างชัดเจน เพื่อให้ผู้ใช้สามารถค้นคว้าเพิ่มเติมได้จากผลงานวิจัยนั้นโดยตรงหากต้องการ

ปัจจุบันโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงได้รับการพัฒนาและปรับปรุงเรื่อยมาจนกลายเป็นโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง รุ่น 3.0 เป็นรุ่นล่าสุดโปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลง มีขั้นตอนดังนี้

6.2.1 การเลือกขอบเขตการปกครอง

การใช้งานจะเริ่มจากการเลือกขอบเขตการปกครองตั้งแต่ระดับจังหวัด อำเภอ และตำบล โดยเลือกจากช่องตัวเลือกที่อยู่ด้านข้างขวามือของจอคอมพิวเตอร์ การเลือกขอบเขตการปกครองนี้เป็นการกำหนดลักษณะทางภูมิอากาศ ที่จะใช้ในการให้คำแนะนำและจะเป็นการคัดกรองข้อมูลชุดดินที่มีโอกาสได้พบในตำบลนั้นๆ ให้แสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ด้วย

6.2.2 การตรวจสอบข้อมูลชุดดิน

ผู้ใช้งานจำเป็นต้องตรวจสอบข้อมูลชุดดินที่แสดงอยู่ในโปรแกรมว่าตรงกับแปลงเกษตรกรที่ต้องการรับคำแนะนำหรือไม่ หรือว่าเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลทางกายภาพของดินให้ตรงกันเพื่อรับคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยที่แม่นยำขึ้น การตรวจสอบข้อมูลชุดดินนี้จะเป็นการตรวจสอบข้อมูลชุดดินตามสมบัติดินโดยตรง จึงลดปัญหาความคาดเคลื่อนของแผนที่ดินไปได้ส่วนหนึ่ง แม้นการใช้งานในครั้งแรกจะดูยุ่งยากแต่หากผู้ใช้งานได้ทราบถึงชื่อชุดดินแล้ว ในการรับคำแนะนำครั้งต่อไปในพื้นที่เดิมก็ไม่จำเป็นต้องเลือกค้นหาชุดดินอีก ก็สามารถตรวจสอบจากหมายเลขกลุ่มชุดดินที่แสดงควบคู่กับข้อมูลชุดดินได้เช่นกัน

ข้อมูลทางด้านดินนั้น จะมีทั้งข้อมูลชุดดินและกลุ่มชุดดิน โดยแยกเป็น 3 กรณีคือ 1) กรณีข้อมูลด้านสมบัติต่างๆ ให้รายละเอียดตามเอกสารเผยแพร่ของกรมพัฒนาที่ดิน 2) กรณีลักษณะของพื้นที่ ตำบลใดที่พบดินอะไรบ้าง จะอ้างอิงจากแผนที่ 1:100,000 และแผนที่กลุ่มชุดดิน 1: 50, 000 แต่เป็นการอ้างอิงเฉพาะข้อมูลเท่านั้น ไม่ได้มีการนำแผนที่มาแสดงอยู่ในโปรแกรม เพราะถือหลักการที่ว่าการจัดการดินแบบรายแปลง หรือแบบไร่นานั้น ข้อมูลโดยตรงจากแปลงเกษตรกรรมถือเป็นข้อมูลที่ถูกต้องที่สุดหากใช้ข้อมูลจากแผนที่อาจมีการคลาดเคลื่อนได้ 3) กรณีของค่าวิเคราะห์ดิน จะใช้ค่าวิเคราะห์ดินจากข้อมูลชุดดินที่เป็นตัวแทนของประเทศและสามารถป้อนข้อมูลค่าวิเคราะห์ใหม่ได้ตามความเป็นจริง ซึ่งความแตกต่างจะอยู่ที่ระดับความละเอียดในการใช้ข้อมูล หากใช้ข้อมูลค่าวิเคราะห์ดินพื้นฐานของประเทศ การปรับเปลี่ยนค่าจะขึ้นอยู่กับการเก็บตัวอย่างดินทั่วประเทศที่จะเกิดขึ้นนานๆ ครั้ง และไม่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงของแปลงเกษตรกรที่มีการเปลี่ยนแปลงในเรื่องของปริมาณธาตุอาหารในดินอยู่เสมอ การเก็บตัวอย่างดินในแปลงเพื่อการวิเคราะห์ดินใหม่ หาปริมาณธาตุอาหารในปัจจุบันจึงเป็นเรื่องสำคัญ

6.2.3 การกำหนดชนิดพืชปลูก

เมื่อตรวจสอบและกำหนดข้อมูลชุดดินได้แล้วก็เท่ากับว่าได้มีการกำหนดปัจจัยในการผลิตพืชไปแล้ว 2 อย่างคือ สภาพภูมิอากาศ (กำหนดจากขอบเขตการปกครอง) และสมบัติทางกายภาพของดิน (กำหนดจากชุดดิน) ในขั้นต่อไปคือการกำหนดชนิดพืชที่จะปลูก โดยในรุ่นปัจจุบันจะมีพืชให้เลือกอยู่ 12 ชนิด โดยอาศัยข้อมูลจากกรมวิชาการเกษตร

6.3.4 การกำหนดค่าวิเคราะห์ดินสำหรับคำแนะนำการใช้ปุ๋ย

หลังจากกำหนดชนิดพืชแล้วโปรแกรมจะให้คำแนะนำการใส่ปุ๋ยทันที โดยอาศัยค่าวิเคราะห์ดินพื้นฐานของชุดดิน (ค่ามาตรฐาน) ซึ่งเป็นค่าวิเคราะห์ดินที่ได้จากการศึกษาชุดดินนั้นๆ ซึ่งในปัจจุบันค่าวิเคราะห์นี้อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน การใช้ค่าวิเคราะห์นี้จะใช้โปรแกรมที่ไม่มีการเก็บตัวอย่างดินมาวิเคราะห์

หากมีการเก็บตัวอย่างดินมาวิเคราะห์ใหม่จะสามารถเลือกค่าวิเคราะห์ที่ตรงกับความเป็นจริงในแปลงเกษตรกรได้ ซึ่งสามารถเลือกและป้อนข้อมูลค่าวิเคราะห์ใหม่ได้ ทั้งค่าวิเคราะห์ดินจากห้องปฏิบัติการและค่าวิเคราะห์ดินจากชุดตรวจสอบดินอย่างง่าย ตรงคำแนะนำการใช้ปุ๋ยที่ได้จากการเก็บตัวอย่างดินมาวิเคราะห์นี้ จะมีความแม่นยำและความเชื่อมั่นสูงกว่าการใช้ค่ามาตรฐาน

6.3.5 แหล่งที่มาของข้อมูลในการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ย คำแนะนำการใช้ปุ๋ยนั้นมาจากแหล่งข้อมูล 2 แหล่ง คือ

1) จากแบบจำลองการปลูกพืช โดยกรมพัฒนาที่ดินได้รับการทดสอบในแปลงเกษตรกรแล้วจากกรมการข้าว กรมวิชาการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร ร่วมกับหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งจะเป็นคำแนะนำสำหรับข้าว และข้าวโพด ทั้งนี้แบบจำลองการปลูกพืชจะคำนึงถึงปัจจัยการผลิตต่างๆ ทั้งสภาพภูมิอากาศ สมบัติทางกายภาพและทางเคมี การจัดการดิน และสายพันธุ์ จึงเป็นข้อมูลที่มีความละเอียดและแม่นยำสูง

2) ข้อมูลจากงานวิจัยของกรมวิชาการเกษตร ซึ่งได้รับการจัดพิมพ์ใน "หนังสือคำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ เอกสารวิชาการลำดับที่ 8/2548" โดยข้อมูลนี้จะเป็นคำแนะนำสำหรับอ้อย มันสำปะหลัง ยางพาราและปาล์มน้ำมัน

การให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีของโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงฯ เป็นการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีกรณีที่มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ควบคู่ไปด้วยอยู่แล้ว โดยมุ่งหวังว่าปุ๋ยอินทรีย์จะเป็นตัวปรับสภาพทางกายภาพและทางเคมีบางประการ และให้ปุ๋ยเคมีเป็นแหล่งที่จะเป็นธาตุอาหารพืชตามที่พืชต้องการ ซึ่งการใช้ปุ๋ยเคมีสูตรใดนั้นผู้ใช้สามารถกำหนดได้เองจากโปรแกรมจะคำนวณอัตราการใช้ที่เหมาะสมให้ ทั้งนี้เพื่อให้ได้ปริมาณธาตุอาหารตามที่แนะนำอาจจะจำเป็นต้องมีการใช้ปุ๋ยเคมี 2-3 สูตรในอัตราต่างๆ กันมาผสมกัน ในโปรแกรมปุ๋ยรายแปลงฯ นั้นยังได้ผนวกรวมชุดคำสั่งในการเปรียบเทียบราคาปุ๋ยข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์ที่ดิน คำแนะนำการจัดการดิน คำแนะนำการใช้ปูนเพื่อแก้ปัญหาความเป็นกรดของดิน รวมถึงข้อมูลในระดับชุดดินและกลุ่มชุดดินไว้ด้วย

การคำนวณและกำหนดสูตร – อัตราปุ๋ย ด้วยสูตรปุ๋ยที่หลากหลาย วิธีการวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลที่แตกต่างกัน การจะประมวลข้อมูลเพื่อคำนวณและกำหนดสูตรปุ๋ยปริมาณปุ๋ยจึงมิใช่เรื่องง่าย ต้องมีการพิจารณาตั้งแต่การเลือกใช้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยจากข้อมูลแหล่งใด เมื่อได้แหล่งข้อมูลแล้วต้องพิจารณาว่าแหล่งข้อมูลนั้นอ้างอิงการวิเคราะห์แบบใด และการวิเคราะห์ดินที่ใช้ในครั้งนั้นเป็นการวิเคราะห์แบบไหน หากวิธีการวิเคราะห์ให้มาอยู่ในฐานเดียวกัน ก่อนจะคำนวณเป็นปริมาณธาตุอาหารที่ต้องการในรูปแบบเชิงปริมาณ คือมีความสัมพันธ์เป็นรูปแบบสมการ วิเคราะห์ได้น้อยต้องใส่มากวิเคราะห์ได้มากก็ใส่น้อย ไปตามปริมาณที่เป็นจริง

สมการที่ใช้ในการปรับค่าเพื่อเปรียบเทียบผลจากวิธีวิเคราะห์ที่แตกต่างกันนั้นได้จากผลงานวิจัยของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งมีค่าสมการ ดังนี้

กรณี ฟอสฟอรัส (P) Mehlich 1 = 0.3492 Bray II + 0.287

กรณี โพแทสเซียม (K) Mehlich 1 = 0.79 NH_4OAC -1.0

ค่าที่ได้จากสมการทั้งสองนั้น ยังเป็นค่าที่ได้จากการศึกษาเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ดินที่หลากหลาย ยังไม่มีความจำเพาะไปตามสมบัติดินที่แตกต่างกัน ทั้งนั้นยังมี

สมมติฐานอยู่ว่า ในดินที่เป็นดินทราย ดินเหนียว หรือแม้นแต่ดินที่มีสีแตกต่างกัน น่าจะมีสมการที่มีความจำเพาะไปตามสมบัติดินเหล่านั้นอยู่ซึ่งได้มีกำหนดเป็นงานวิจัยในปี 2555 และมีการศึกษาเบื้องต้นในปี 2554 บ้างแล้ว โดยสำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน

6.3 การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน

การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเป็นการจัดการธาตุอาหารพืชเฉพาะที่แตกต่างกันตามพื้นที่มีสมบัติทางเคมี กายภาพและชีวภาพแตกต่างกันไป ดินที่ใช้เพาะปลูกพืชในประเทศไทยมีมากกว่า 200 ชุดดิน ดังนั้นควรนำข้อมูลชุดดินและข้อมูล N-P-K ในดินมาประกอบการตัดสินใจใช้ปุ๋ยเคมีให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เรียกว่า การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน(ทัศนีย์และประทีป, 2551) การให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมกับดินและชนิดกับพืชที่ปลูก ตลอดจนการให้คำแนะนำการปรับปรุงแก้ไขสภาพทางเคมีและฟิสิกส์บางประการ (สรสิทธิ์และคณะ, 2527) คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินของกรมพัฒนาที่ดินเป็นการให้คำแนะนำที่อาศัยข้อมูลพื้นฐานจากหลายหน่วยงาน เช่น กรมวิชาการเกษตร กรมการข้าว ซึ่งข้อมูลดังกล่าวเป็นการรวบรวมข้อมูลมาจากการทดลองในแปลงภายใต้สภาพแวดล้อมต่างๆ อย่างต่อเนื่อง เพื่อหาความสัมพันธ์กันระหว่างค่าที่วิเคราะห์ได้จากตัวอย่างดินที่เป็นตัวแทนของแต่ละแปลงทดลอง

ข้อแตกต่างระหว่างการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินกับปุ๋ยสั่งตัด คือ การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน เป็นการนำค่าวิเคราะห์ เอ็น-พี-เค ในดินขณะนั้น มากำหนดคำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับดินทุกชนิดในประเทศไทย ส่วน ปุ๋ยสั่งตัด เป็น เทคโนโลยีการใช้ปุ๋ย เคมีที่นำปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ พันธุ์พืช แสง อุณหภูมิน้ำฝน ชุดดิน และข้อมูล เอ็น-พี-เค ในดินขณะนั้น มากำหนดคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมี จึงมีความถูกต้องมากขึ้น แต่ยังคงแนะนำให้เกษตรกรปรับอัตราการใช้ปุ๋ยเคมีอีกครั้งหนึ่งด้วยตนเอง โดยสังเกตการเจริญเติบโตของพืช เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมีให้สูงขึ้น

7. การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

อัจฉรา (2547) ได้เขียนในเอกสารประกอบการสอน ชุดวิชา หลักการจัดการการผลิตพืช เกี่ยวกับการวิเคราะห์ต้นทุน ผลตอบแทน มีรายละเอียด ดังนี้

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนการผลิตพืช (crop enterprise analysis) หมายถึง การวิเคราะห์ว่าในการผลิตพืชแต่ละชนิดตั้งแต่การปลูกจนถึงการเก็บเกี่ยวผลผลิตตลอดอายุของพืช มีค่าใช้จ่ายในการผลิตรวมเท่าใด มีรายรับรวม และผลกำไรหรือขาดทุนจากการผลิตพืชนั้นเท่าใด โดยข้อมูลที่นำมาใช้วิเคราะห์จะเป็นข้อมูลรายรับ รายจ่ายที่แท้จริงจากการบันทึกข้อมูลของกิจการ

ฟาร์มตลอดจนระยะเวลาการผลิต จนกระทั่งการเก็บเกี่ยวผลผลิตได้สิ้นสุดลง ในการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตพืช จำแนกพืชออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

พืชอายุสั้น หรือพืชฤดูเดียว หมายถึง พืชที่มีชีวิตอยู่ได้ไม่เกิน 1 ปี นับตั้งแต่เริ่มปลูกเจริญเติบโต ออกดอก ให้ผลผลิต และตายไป โดยจะให้ผลผลิตหรือเก็บเกี่ยวได้เพียงครั้งเดียว พืชช่วงอายุสั้น เช่น ข้าว ข้าวโพด ข้างฟ่าง ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ผักต่างๆ เป็นต้น

พืชอายุยาว ได้แก่ พืชสองฤดู และพืชยืนต้น หมายถึง พืชที่มีชีวิตอยู่ได้นานมากกว่า 1 ปี จึงจะครบวงจรชีวิต และสามารถให้ผลผลิตได้หลายครั้งกว่าจะหมดอายุ พืชอายุยาว เช่น อ้อย สับปะรด ยางพารา ไม้ผลต่างๆ เป็นต้น

7.1 องค์ประกอบของต้นทุนการผลิต

ในทางเศรษฐศาสตร์ ต้นทุนการผลิตทั้งหมด(Total Cost หรือ TC) ประกอบด้วย

7.1.1 ต้นทุนผันแปรทั้งหมด (Total variable cost หรือ TVC) หมายถึง ต้นทุนการผลิตที่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการผลิตหรือผลผลิต โดยเป็นต้นทุนจากการใช้ปัจจัยการผลิตผันแปร ซึ่งปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ผู้ผลิตสามารถเปลี่ยนแปลง เพิ่มหรือลดปริมาณการใช้ได้ตลอดช่วงระยะเวลาการผลิตหนึ่งๆ ปัจจัยผันแปร เช่น ปุ๋ย เมล็ดพันธุ์พืช สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช เป็นต้น

7.1.2 ต้นทุนคงที่ทั้งหมด (Total fixed cost หรือ TFC) หมายถึง ต้นทุนการผลิตที่ไม่ผันแปรไปตามปริมาณการผลิตหรือผลผลิต โดยเป็นต้นทุนจากการใช้ปัจจัยการผลิตคงที่ซึ่งผู้ผลิตไม่สามารถเปลี่ยนแปลง เพิ่ม หรือลดปริมาณการใช้ได้ในช่วงระยะเวลาการผลิตหนึ่งๆ ปัจจัยคงที่ เช่น ที่ดิน โรงเรือน เครื่องสูบน้ำ รถแทรกเตอร์ เป็นต้น

นอกจากการจำแนกประเภทของต้นทุนการผลิตทั้งหมดออกเป็น 2 ประเภท คือ ต้นทุนผันแปรและต้นทุนคงที่แล้ว ยังจำแนกต้นทุนการผลิตตามลักษณะของการใช้จ่ายของผู้ผลิตเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1) ต้นทุนที่เป็นเงินสด หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่ผู้ผลิตจ่ายออกไปเป็นเงินสดทั้งหมดเพื่อซื้อปัจจัยการผลิตที่จำเป็นในการผลิตผลิตผลนั้น ค่าใช้จ่ายที่เป็นเงินสด เช่น ค่าปุ๋ย ค่าเมล็ดพันธุ์ ค่าจ้างแรงงาน เป็นต้น ต้นทุนที่เป็นเงินสดมีได้ทั้งต้นทุนผันแปรที่เป็นเงินสด และต้นทุนคงที่ที่เป็นเงินสด

2) ต้นทุนที่ไม่เป็นเงินสด หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่ผู้ผลิตไม่ได้จ่ายออกไปเป็นตัวเงิน แต่เป็นการประเมินค่าใช้จ่ายที่ควรเป็นจากการใช้ปัจจัยการผลิตนั้นๆ เช่น

(1) ค่าใช้ที่ดินของตนเอง จะประเมินให้เท่ากับอัตราค่าเช่าที่ดินในท้องถิ่นนั้น

(2) ค่าแรงงานในครอบครัว ส่วนใหญ่ประเมินให้ในอัตราเดียวกับอัตราค่าจ้างแรงงานในท้องถิ่น เนื่องจากถ้าเกษตรกรไม่ได้ใช้แรงงานในครอบครัวก็จำเป็นต้องจ้างมาเช่นกัน

สำหรับต้นทุนที่ไม่เป็นเงินสดมีได้ทั้งต้นทุนผันแปรที่ไม่เป็นเงินสด และต้นทุนคงที่ที่ไม่เป็นเงินสด

7.1.3 ต้นทุนการผลิต ต้นทุนการผลิตพืชที่มีอายุไม่เกิน 1 ปี หรือฤดูกาลเดียว ประกอบด้วยค่าใช้จ่ายต่างๆ ดังนี้

1) ต้นทุนผันแปรทั้งหมด ได้แก่

(1) ค่าแรงงาน ได้แก่ ค่าแรงงานทั้งหมดที่ใช้ในการผลิตพืชตามขั้นตอนของกิจกรรมการผลิต คือ

ก ค่าแรงงานในการปลูก ประกอบด้วย ค่าแรงงานในการเตรียมดิน เตรียมต้นพันธุ์และปลูก

ข ค่าแรงงานในการดูแลรักษา ประกอบด้วย ค่าแรงงานในการกำจัดวัชพืช ใส่ปุ๋ย พรวนดิน พ่นสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ให้น้ำ ดูแล/เดินตรวจแปลง

ค ค่าแรงงานในการเก็บเกี่ยวและขนย้าย ประกอบด้วย ค่าเก็บเกี่ยว ปลิดหัว รวมมัด นวด สี ฝัด บรรจุ ขนย้าย

(2) ค่าวัสดุ ได้แก่ ค่าเมล็ดพันธุ์ ค่าปุ๋ย ค่าสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง และค่าอุปกรณ์การเกษตรต่างๆ ที่มีอายุการใช้งานไม่เกิน 1 ปี และในทางปฏิบัติวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 1 ปีแต่มีมูลค่าไม่มากนักก็ให้ถือว่าอุปกรณ์เหล่านั้นมีอายุการใช้งานปีเดียวโดยนำค่าอุปกรณ์เหล่านี้มาคิดรวมด้วยเพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ เช่น ถังน้ำ มีด พลั่ว เป็นต้น

(3) ค่าใช้จ่ายอื่นๆ เช่น ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์การเกษตร ค่าดอกเบี้ยในกรณีที่เกษตรกรกู้ยืมเงินมาลงทุนเพาะปลูกพืชและค่าเสียโอกาสของเงินลงทุน ในกรณีที่เกษตรกรใช้เงินทุนของตนเองมาทำการเกษตร ซึ่งจัดเป็นต้นทุนในส่วนที่ไม่เป็นเงินสด เป็นต้น

2) ต้นทุนคงที่ทั้งหมด ต้นทุนคงที่ประกอบด้วยค่าใช้จ่ายต่างๆ ดังนี้

(1) ค่าใช้ที่ดิน ในกรณีที่เป็นที่ดินของตนเอง การคิดค่าใช้ที่ดินจะประเมินให้เท่ากับอัตราค่าเช่าที่ดินในท้องถิ่นนั้น โดยที่เกษตรกรจะต้องเสียค่าภาษีที่ดินจำนวนหนึ่งและจัดเป็นค่าใช้จ่ายที่เป็นเงินสด ซึ่งจะนำไปหักออกจากค่าเช่าที่ดินซึ่งจัดเป็นค่าใช้จ่ายที่ไม่เป็นเงินสด แต่ถ้าเกษตรกรต้องเช่าที่ดินเพื่อการเพาะปลูก ค่าใช้ที่ดินจัดเป็นค่าใช้จ่ายที่เป็นเงินสด

(2) ค่าเสื่อมเครื่องมือและอุปกรณ์ การคิดค่าเสื่อมเครื่องมือและอุปกรณ์เป็นการประเมินค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้ทรัพย์สินฟาร์มที่มีอายุการใช้งานหลายปีตลอดอายุการใช้งานของทรัพย์สินนั้นๆ ว่าควรจัดแบ่งเป็นค่าใช้จ่ายปีละเท่าใด

การคำนวณค่าเสื่อมสามารถทำได้หลายวิธี วิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือ การหาค่าเฉลี่ยแบบเท่ากันทุกปี (straight – line method) โดยคำนวณค่าเสื่อมเป็นจำนวนเท่ากันทุกปีตลอดอายุการใช้งานของทรัพย์สิน

(3) ค่าดอกเบี้ยหรือค่าเสียโอกาสของเงินทุนที่ลงทุนในเครื่องมือ อุปกรณ์คงทน มีหลักในการคิดเช่นเดียวกับ การคิดค่าดอกเบี้ยหรือค่าเสียโอกาสเงินทุนในค่าใช้จ่ายผันแปร การคิดค่าเสียโอกาสเงินลงทุนสำหรับเครื่องมือและอุปกรณ์คงทนหรือทรัพย์สินคงที่อายุการใช้งานมากกว่า 1 ปี

7.2 การคิดผลตอบแทน

ผลตอบแทน (return) หมายถึง สิ่งที่เกษตรกรได้รับจากการจัดการนำเอาปัจจัยการผลิตต่างๆ ได้แก่ ที่ดิน แรงงานและทุนมาผ่านกระบวนการจัดการเพื่อก่อให้เกิดผลผลิตขึ้นมา และเมื่อเกษตรกรนำผลผลิตนั้นไปจำหน่ายก็จะได้รับสิ่งตอบแทนกลับมาในรูปของตัวเงินหรือรายได้ โดยทั่วไปการคิดผลตอบแทนจะคิดจากผลตอบแทนต่อการประกอบการหรือเรียกว่า กำไรสุทธิ (net profit) การคำนวณกำไรสุทธิมีวิธีการคิด ดังนี้

7.2.1 คำนวณรายได้จากการจำหน่ายผลผลิตทั้งหมด ซึ่งเท่ากับปริมาณผลผลิต คูณราคาผลผลิต

นอกจากนี้ สามารถคำนวณหารายได้ต่อหน่วยพื้นที่ปลูก โดยนำเอารายได้ทั้งหมดหารด้วยจำนวนพื้นที่ปลูก ส่วนรายได้ต่อหน่วยผลผลิตก็คือ ราคาที่เกษตรกรได้รับต่อหน่วยผลผลิตนั่นเอง

7.2.2 กำไรสุทธิ ได้จากการนำรายได้ทั้งหมดหักออกด้วยค่าใช้จ่ายในการผลิตทั้งหมด นอกจากนี้สามารถคำนวณหากำไรต่อหน่วยพื้นที่ปลูกได้โดยการนำกำไรที่เกษตรกรได้รับทั้งหมดหารด้วยจำนวนพื้นที่ปลูกและกำไรต่อหน่วยผลผลิต คำนวณได้จากการนำราคาที่เกษตรกรได้รับต่อหน่วยผลผลิตหักออกด้วยต้นทุนการผลิตต่อหน่วยผลผลิต

7.2.3 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน

จุดคุ้มทุน (break – even point) หมายถึง จุดที่การผลิตสินค้าหรือบริการของธุรกิจไม่มีกำไรหรือขาดทุน ณ จุดนี้ รายได้จากการขายผลผลิตทั้งหมดเท่ากับต้นทุนการผลิตทั้งหมดพอดี ผู้ผลิตจะไม่มีผลกำไรหรือขาดทุนจากการผลิต หรือผลกำไรเท่ากับศูนย์

ณ จุดคุ้มทุน รายได้ทั้งหมด = ต้นทุนการผลิตทั้งหมด

โดย รายได้ทั้งหมด = ปริมาณผลผลิต × ราคาผลผลิตต่อหน่วย

ในการหาจุดคุ้มทุนต้องอาศัยข้อมูลต่างๆ ดังนี้

1 ราคาผลผลิตต่อหน่วย price : P

2 ต้นทุนผันแปรเฉลี่ยต่อหน่วย average variable cost : V

3 ต้นทุนคงที่ทั้งหมด total fixed cost : F

4 ปริมาณผลผลิตทั้งหมด total yield : Q

ดังนั้น ณ จุดคุ้มทุน $Q \times P = F + (Q \times V)$

การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนทำได้ 2 ลักษณะ คือ

1) การวิเคราะห์ปริมาณผลผลิตคุ้มทุน (break – Even Yield) ปริมาณผลผลิตคุ้มทุน หมายถึง ปริมาณผลผลิตที่ทำให้รายได้จากการขาย ณ ราคาสินค้าระดับหนึ่งเท่ากับต้นทุนการผลิตทั้งหมดพอดี

2) การวิเคราะห์ราคาผลผลิตคุ้มทุน (break – even price) ราคาผลผลิตคุ้มทุน หมายถึง ราคาผลผลิตที่ขายได้ ณ ปริมาณผลผลิตระดับหนึ่งที่ทำให้รายได้จากการขายเท่ากับต้นทุนการผลิตทั้งหมด

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

8.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ย

ฉวีวรรณ (มปก.) ศึกษาผลของปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อสมบัติทางชีวภาพของดินที่มีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่างกัน โดยทำการทดลองในกระถาง ใช้ข้าวโพดหวานเป็นพืชตรวจสอบใน 3 ชุดดิน คือ ชุดดินระยอง (ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ) ชุดดินกำแพงเพชร (ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง) และชุดดินชัยบาดาล (ความอุดมสมบูรณ์สูง) พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยเคมีอย่างใดอย่างหนึ่งหรือใช้ร่วมกัน มีผลทำให้จุลินทรีย์ทั้งหมดในดินเพิ่มปริมาณสูงกว่าตำรับที่ไม่ใส่ทั้ง 3 ชุดดิน แต่การตอบสนองต่อปุ๋ยในแต่ละชุดดินแตกต่างกันและมีแนวโน้มว่าการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีมีผลให้จุลินทรีย์ในดินเพิ่มปริมาณสูงกว่าการใส่ปุ๋ยหมักหรือการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างใดอย่างหนึ่ง

ชัยฤทธิ์และคณะ (2534) ศึกษาผลของการจัดการโดยใช้การเตรียมดินด้วยปุ๋ยพืชสด (ถั่วเขียว) และการใช้อัตราปุ๋ยเคมีที่มีผลต้อการผลิตข้าวโพดที่ปลูกบนดินลพบุรี พบว่า การใช้ปุ๋ยพืชสดไม่มีผลต่อความหนาแน่นรวมของดินแต่มีผลต่อความชื้นดินการดูดดึงธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมมาสะสมไว้ในเมล็ดแต่ธาตุฟอสฟอรัสไม่แตกต่าง การไถเตรียมดินในแบบต่างๆ ไม่มีผลต่อผลผลิตแต่มีผลต่อการดูดดึงธาตุไนโตรเจน การใส่ปุ๋ยเคมีมีผลทำให้ผลผลิตข้าวโพดสูงขึ้น โดยที่อัตรา 5-5-0 + ปุ๋ยแต่งหน้า 5-0-0 กิโลกรัม/ไร่ให้ผลผลิตสูงที่สุด 621 กิโลกรัม/ไร่ แต่ไม่มีผลต่อดารดูดึงธาตุอาหาร

ทั้ง 3 ชนิด

ดำรงและคณะ (2508) ศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่มีต่อปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในเมล็ดและตอซังข้าวโพด พบว่า ปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่ใส่ลงไปในดินให้แก่ข้าวโพดนั้น นอกจากจะเป็นการเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้นแล้วยังเป็นการเพิ่มปริมาณของโปรตีนและฟอสฟอรัสในเมล็ดและตอซังด้วย โดยปุ๋ยไนโตรเจนมีอิทธิพลทำให้เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในเมล็ดสูงขึ้นและมีแนวโน้มที่จะทำให้เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในตอซังลดลง ทั้งนี้จะอธิบายได้จากการที่ไนโตรเจนดึงเอาฟอสฟอรัสจากตอซังมาสร้างโปรตีนแล้วนำไปสะสมไว้ในเมล็ด ข้าวโพดจะใช้ประโยชน์จากปุ๋ยไนโตรเจนราว 27-53% ที่เหลือจะตกค้างอยู่ในดินและสูญหายไปหมด ส่วนปุ๋ยฟอสเฟตนั้นข้าวโพดสามารถใช้ประโยชน์ได้เพียง 14-27% เท่านั้น ที่เหลือส่วนใหญ่จะถูกตรึงอยู่ในดิน แต่ก็ยังใช้ประโยชน์กับพืชที่ปลูกถัดมาและไม่สูญหายเหมือนปุ๋ยไนโตรเจน

นพศูลและคณะ (2547) ศึกษาผลของปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ที่มีต่อผลผลิตและปริมาณแป้งในหัวของมันสำปะหลัง 2 พันธุ์ คือพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และห้วยบง 60 พบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ในอัตราที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลทำให้ผลผลิตหัวสดและปริมาณแป้งในมันสำปะหลังทั้ง 2 พันธุ์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุด 7,478 กิโลกรัมต่อไร่แต่การเพิ่มอัตราปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์มีผลทำให้น้ำหนักต้นและใบสดเพิ่มขึ้นมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 มีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวสดและค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวสูงกว่าพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 แต่พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีแนวโน้มให้ปริมาณแป้งในหัวและน้ำหนักต้นและใบสดสูงกว่าพันธุ์ห้วยบง 60

นงคราญ (2540) ศึกษาลักษณะดินและการใช้ปุ๋ยสำหรับข้าวโพดในจังหวัดพิษณุโลก พบว่าดินที่ใช้ในการปลูกข้าวโพดในพื้นที่ดังกล่าวส่วนใหญ่มีความอุดมสมบูรณ์ในระดับปานกลาง เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่ต่ำประมาณ 10-30 กิโลกรัม/ไร่ เกษตรกรยังไม่มีการจัดการและการปรับปรุงบำรุงดินที่ดี แนวทางแก้ไขปรับปรุง คือ ควรใส่อินทรียวัตถุลงไปในดินให้มากและใช้ปุ๋ยในอัตราที่สูง รวมทั้งใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมด้วย

ประถม (2508) ศึกษาการเปรียบเทียบความเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์กัวเตมาลาเมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนชนิดต่างๆ โดยให้ปริมาณไนโตรเจนฟอสฟอริกแอซิดและโพแทสเซียมเท่ากัน พบว่า การใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ยไม่มีผลต่อผลผลิตและการเจริญเติบโต โดยที่ปุ๋ยแอมโมเนียมคลอไรด์เป็นปุ๋ยที่ทำให้การเจริญเติบโต ผลผลิตและผลตอบแทนของข้าวโพดสูงกว่าปุ๋ยไนโตรเจนอื่นๆ นอกจากนี้ยังพบว่าความชื้นที่จำกัดมีผลทำให้ประสิทธิภาพของปุ๋ยไนโตรเจนลดลง

ปรีดีและคณะ (2534) พบว่าการศึกษาการใช้ประโยชน์ของปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการปรับปรุงบำรุงดินเพื่อปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สุวรรณ 1 ปุ๋ยหมักแสดงถึงบทบาทที่มีแนวโน้ม

ต่อการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารบางชนิดและการเพิ่มระดับความเป็นกรดเป็นด่างในดินซึ่งมีผลทำให้ศักยภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินสูงขึ้น นอกจากนั้นปุ๋ยหมักยังมีผลต่อการเพิ่มปริมาณและกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินซึ่งมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของพืชโดยมีผลทำให้ผลผลิตข้าวโพดเพิ่มขึ้น

พรศิริ (ม.ป.ป.) ศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพปุ๋ยอินทรีย์กับปุ๋ยเคมีที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้ายอด พบว่า ประสิทธิภาพปุ๋ยอินทรีย์กับปุ๋ยเคมีมีผลต่อผลผลิตของคะน้ายอด โดยที่การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ ให้น้ำหนักผลผลิตทั้งก่อนและหลังตัดแต่งสูงที่สุด รองลงมา คือการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 1 กิโลกรัม/ตารางเมตร

ภิญโญ (2539) ศึกษาผลกระทบของปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และจุลธาตุต่อคุณภาพและผลผลิตของส้มเขียวหวานที่ปลูกในดินชุดเชียงคาน พบว่าการใส่ปุ๋ยหลัก N P K ไม่มีผลต่อน้ำหนักเฉลี่ยของผลผลิต รวมถึงองค์ประกอบอื่นๆ เช่น เนื้อส้ม เปลือก กาก เป็นต้น การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 0.72 และ 0.84 กก.N/ต้น/ปี พร้อมด้วยจุลธาตุมีแนวโน้มทำให้น้ำหนักของผลส้มและองค์ประกอบอื่นๆ เพิ่มขึ้น ในขณะที่การเพิ่มโพแทสเซียมจะทำให้น้ำหนักกากสด ปริมาตรน้ำส้มและเปอร์เซ็นต์ total soluble solids เพิ่มขึ้น แต่ไม่มากนัก การใส่จุลธาตุมีผลที่ชัดเจน คือ รสเฝื่อนของส้มหายไป กลิ่นหอมขึ้น รสชาติหวานแหลมหรืออมเปรี้ยวเล็กน้อย

มงคลและคณะ (2527) ศึกษาผลของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยมูลไก่ ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดหวานที่ปลูกอย่างต่อเนื่องในดินชุดโคราช จังหวัดขอนแก่น พบว่า ปุ๋ยมูลไก่และปุ๋ยเคมี มีอิทธิพลต่อการติดฝักของข้าวโพดหวานและการใช้ปุ๋ยเคมีมีอิทธิพลมากต่อผลผลิตข้าวโพดหวานโดยการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่เพิ่มขึ้นจะได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเกรด 20-20-0 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ ในฤดูกาลปลูกที่ 1 และตามด้วยปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต อัตรา 18 กิโลกรัมต่อไร่ แบ่งใส่ 2 ครั้ง ในฤดูกาลปลูกที่ 2 ทำให้ข้าวโพดหวานมีการเจริญเติบโต และผลผลิตดีกว่าตำรับปุ๋ยอื่นๆ

วิทวัส (2553) ศึกษาผลของอัตราปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมและระยะปลูกต่อพัฒนาการและผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกหลังนา โดยประเมินระดับของการใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ที่เหมาะสมและระยะปลูกข้าวโพดต่อค่าอุณหภูมิ และศักยภาพการให้ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 3 พันธุ์ (นครสวรรค์ 3 , DK979 และ NK48) และความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อัตราปุ๋ยและระยะปลูก พบว่า ข้าวโพดแต่ละพันธุ์มี growing degree day ที่แตกต่างกัน โดยที่อัตราปุ๋ยและระยะปลูกไม่มีผลต่อ growing degree day ข้าวโพด NK48 ให้ผลทางสรีรวิทยา และผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่า DK979 และ นครสวรรค์ 3 การใส่ปุ๋ยในอัตรา 70 และ 80 กิโลกรัมต่อไร่มีผลต่อจำนวนเมล็ดต่อฝักเท่ากับ 308 และ 305 เมล็ดและมีผลต่อผลผลิตเท่ากับ 959.07 และ 958.21 กิโลกรัมต่อไร่

และระยะปลูกที่ 75 × 20 เซนติเมตร มีผลทำให้จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนัก 100 เมล็ดและเปอร์เซ็นต์กะเทาะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

ศิริเนตร (2545) ศึกษาการใช้มูลไก่เป็นปุ๋ยฟอสฟอรัสและผลการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับซิลิคอนต่อการเจริญเติบโตและการดูใช้ฟอสฟอรัสของข้าวโพดที่ปลูกในดินออกซิซอลล์ชุดดินท่าใหม่ พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่และมูลไก้ร่วมกับปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส มีผลทำให้การเจริญเติบโต น้ำหนักแห้ง ผลผลิต และการดูดใช้ธาตุอาหารฟอสฟอรัสของข้าวโพดที่ปลูกในดินออกซิซอลล์ชุดดินท่าใหม่สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อเพิ่มอัตราการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส ข้าวโพดมีความสูง เส้นรอบวง น้ำหนักแห้ง ผลผลิตและการดูดใช้ธาตุอาหารฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น ข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยฟอสฟอรัสในรูปมูลไก่หรือปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสร่วมกับมูลไก่มีการเจริญเติบโตของผลผลิต ปริมาณฟอสฟอรัส ไนโตรเจนและโพแทสเซียมทั้งหมดสูงกว่าข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยฟอสฟอรัสในรูปปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส การใส่ปุ๋ยในรูปมูลไก่มีผลข้างเคียงต่อการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาดิน (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (EC) และค่าความเค็มของดินน้อยมาก

สันต์ (2531) ศึกษาผลกระทบของปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมีต่อสมบัติทางกายภาพและทางเคมีบางประการของดินในเขตเกษตรน้ำฝน พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักไม่มีผลต่อสมบัติทางกายภาพของดิน ความสูง จำนวนต้นต่อกอ และผลผลิต ปุ๋ยไนโตรเจนมีผลทำให้ผลผลิตข้าวไร่เพิ่มขึ้นและเสถียรภาพของเม็ดดินลดลงอย่างมีนัยสำคัญ การใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจนทำให้อินทรียวัตถุและค่า CEC ในดินเพิ่มขึ้น ซึ่งการศึกษาผลกระทบของปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมีต่อสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินควรกระทำติดต่อกันเป็นระยะเวลานานๆ

สายชล (ม.ป.ป.) ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยมูลวัว ปุ๋ยหมักและปุ๋ยมีต่อการผลิตผักบุ้งจีน พบว่า แปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีมีการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีนต่ำกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยเคมีโดยทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยมูลวัว 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ มีการเจริญเติบโตสูงสุด เมื่อคำนวณต้นทุนเฉลี่ยทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีมีต้นทุนต่ำสุด 17.78 บาท/กิโลกรัม ขณะที่กำไรเฉลี่ยของทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยเคมีประมาณ 39,269 บาท/ไร่

สุทิน (2511) ศึกษาผลตอบสนองทางการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดพันธุ์กัวเตมาลา ต่อการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมอัตราต่างๆร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจนอัตราเดียวที่ไร่ฝึกนิสิตสุวรรณวาจกสิกิจ พบว่า ดินที่มีโพแทสเซียมเพียงพอกับความต้องการของข้าวโพดอยู่แล้ว ข้าวโพดที่ปลูกจึงไม่แสดงผลตอบสนองทางการเจริญเติบโตและทางผลผลิต ผลจากการวิเคราะห์ดินพบว่ามีปริมาณฟอสฟอรัสในดินค่อนข้างสูงและดินที่ไร่สุวรรณวาจกสิกิจมีสีแดงซึ่งแสดงว่าดินมีออกไซด์ของเหล็กมาก อาจมีการตรึงฟอสฟอรัสได้ดีทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่พืชสามารถใช้ได้จริงมีน้อย ถึงแม้นว่าจะการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราที่สูงก็ไม่ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น

เท่าที่ควรจะเป็น

Abdellhamid et. al. (2003) รายงานว่าการใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยมูลของสัตว์ปีกและกากของพืชน้ำมัน มีผลทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้น ขณะที่ Mandal et. al. (2004) และ Masahiko et. al. (2005) พบว่าการไถกลบตอซังข้าวจะช่วยเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม รวมทั้งกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน และลดการสูญเสียธาตุอาหารที่เป็นประจุบวก เช่น โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม จากดิน

Andrew (1906) ได้ทำการศึกษาการตอบสนองของข้าวโพดและดินเมื่อทำการใส่ปุ๋ยในสถานีกสิกรรม Alabana สหรัฐอเมริกา พบว่า ผลผลิตข้าวโพดมักขึ้นอยู่กับปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนและปริมาณน้ำในดิน ผลผลิตจะเพิ่มขึ้นเมื่อให้ไนโตรเจนเพิ่มขึ้นแต่ต้องมีฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอย่างเพียงพอ นอกจากนี้ยังพบอีกว่า ผลผลิตของข้าวโพดจะเปลี่ยนแปลงเมื่อไม่ใส่ไนโตรเจนและในกรณีที่มีน้ำเพียงพอต่อการเจริญเติบโต ข้าวโพดต้องการไนโตรเจนประมาณ 21.42 กิโลกรัม/ไร่ แต่ถ้าเป็นปีที่ค่อนข้างแห้งแล้ง ข้าวโพดต้องการไนโตรเจนประมาณ 24.52 กิโลกรัม/ไร่

Drake (1944) พบว่าไนโตรเจนเป็นธาตุที่สำคัญในการจำกัดผลผลิตของข้าวโพดในพื้นที่ที่ความอุดมสมบูรณ์ต่างกันจะทำให้น้ำหนักแก้งของทุกส่วนในต้นข้าวโพดต่างกันและเป็นสัดส่วนกับน้ำหนักของใบ การที่ข้าวโพดจะให้ผลตอบสนองกับปุ๋ยนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆ อย่าง เช่น ลักษณะของดิน สภาพภูมิอากาศในฤดูการปลูก วิธีการใส่ปุ๋ย วัชพืช โรคและแมลง

Mc Lean (1972) ได้แสดงแนวคิดเชิงหลักการในการแปลความหมายของค่าวิเคราะห์ดินเพื่อการใช้ปุ๋ยเคมีใน 2 ลักษณะ ได้แก่ 1) แนวคิดเกี่ยวกับความพอเพียงเกี่ยวกับธาตุอาหารในดิน (sufficiency level of availsble nutrients, SLAN) และ 2) แนวคิดเกี่ยวกับอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างความอิ่มตัวของเบส (basic cation saturation ratios, BCSR) กับความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (cation exchange capacity, CEC) ของดิน โดยแนวคิดแบบ SLAN ถือว่าระดับธาตุอาหารที่เพียงพอในดินสามารถวัดได้โดยวิธีการวิเคราะห์ที่เหมาะสม และปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ในดินจะมีสัดส่วนผกผันกับผลผลิตที่เพิ่มขึ้นเมื่อใส่ปุ๋ย การใส่ปุ๋ยจึงเป็นการยกระดับธาตุอาหารให้เพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของพืช

Naser et. al. (2001) รายงานว่าการใส่ฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้ข้าวมีการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวเช่นเดียวกับ Man et. al. (2003) ศึกษาผลการใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวที่ได้จากการหมักร่วมกับเชื้อราไตโคเดอร์มาต่อผลผลิตของข้าว พบว่าผลผลิตข้าวเฉลี่ย 6 ฤดูปลูก ในตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวสูงกว่าตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยเลย 6- 8 เปอร์เซ็นต์

Pera et.al. (1983) ศึกษาพบว่าปุ๋ยหมักมีผลทำให้ปริมาณเชื้อแบททีเรียเพิ่มขึ้นจาก 10^{10} เป็น 10^{11} เซลล์/กรัมของดิน และปริมาณเชื้อราแอคติโนมัยซีสเพิ่มขึ้นจาก 10^{5} เป็น 10^{6}

colony/กรัมของดิน การที่ปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นจึงมีส่วนช่วยทำให้ธาตุอาหารในดินถูกปลดปล่อยออกมาในรูปแบบที่เป็นประโยชน์ต่อพืช สอดคล้องกับ Neshio and Kusano (1980) รายงานว่าการใส่ปุ๋ยหมักในอัตรา 3.2 ตัน/ไร่ มีผลต่อการเพิ่มปริมาณแบคทีเรียในดินจาก 2x 10^9 เป็น 4 x 10^9 เซลล์/กรัมของดิน

Songmuang et. al. (1997) ศึกษาผลการใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวเพียงอย่างเดียวและที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้มีการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยหมักฟางข้าวที่เพิ่มขึ้น

8.2 งานวิจัยด้านการใช้โปรแกรมสารสนเทศในการจัดการการปลูกพืช

นันทนา และคณะ (2510) ศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมีในนาข้าวตามค่าวิเคราะห์ดิน พบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีในนาข้าวมีผลต่อการเพิ่มผลผลิตของข้าวแต่ไม่มีผลในการเพิ่มความสูง จำนวนต้น จำนวนรวง ซึ่งการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินของกรมการข้าวให้ผลผลิต รายได้ของผลผลิตและรายได้สุทธิสูงกว่ากรรมวิธีการใส่ปุ๋ยเคมีอื่นๆ

วราภรณ์ (2554) การศึกษาผลของการจัดการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน เพื่อยกระดับผลผลิตของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 ที่ปลูกในชุดดินปากช่อง พบว่า ทุกตำรับการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ มีผลให้ความสูงต้น จำนวนต้นต่อกอและค่าความเขียวของใบมันสำปะหลังใกล้เคียงกันและแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ย การจัดการปุ๋ยแบบต่างๆ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินดังนี้ ไม่ก่อให้เกิดความเค็ม ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูง ส่วนปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูงยกเว้น pH ของดิน

ศิริขวัญ (2527) ศึกษาการประเมินฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน โดยวิธีการวิเคราะห์ดินทางเคมีและการตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสฟอรัสของข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินองครักษ์ โคราช ลี้ ปากช่อง ชัยบาดาลและหินซ้อน โดยศึกษาความเป็นประโยชน์ของปุ๋ยโมโนแคลเซียมฟอสเฟตและไดแคลเซียมฟอสเฟต เมื่อปลูกข้าวโพดในสภาพเรือนทดลอง พบว่า ข้าวโพดไม่ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในชุดดินปากช่อง การใส่ปุ๋ยแคลเซียมฟอสเฟต (DCP) และ โมโนแคลเซียมฟอสเฟต (MCP) ทำให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งและปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดที่ข้าวโพดดูดไปใช้ใกล้เคียงกัน สำหรับการประเมินค่าวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินก่อนปลูกข้าวโพดโดยน้ำยาสกัด Bray 2 ให้ความแม่นยำสูงสุด

สหัสชัยและคณะ (2550) ได้ศึกษาการจัดการดินและธาตุอาหารพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพดในพื้นที่ จ.สระบุรี ด้วยแบบจำลองการปลูกพืช โดยได้ทำการสร้างฐานข้อมูลดิน ฐานข้อมูล

พันธุกรรมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้อมูลภูมิอากาศ และแฟ้มข้อมูลการจัดการแล้วจำลองการเจริญเติบโตผลผลิต อัตราปุ๋ยเคมี บนเงื่อนไขการปรับปรุงบำรุงดินด้วยพืชปุ๋ยสดและไม่เผาทำลายตอซังข้าวโพดบนชุดดินต่างๆ 21 ชุดดิน พบว่า การจำลองสามารถระบุอัตราปุ๋ย N P K ที่เหมาะสมตามค่าวิเคราะห์ดินและวันปลูกที่เหมาะสม ผลการจำลองได้นำมาสร้างคำแนะนำเบื้องต้น ในการจัดการดินและธาตุอาหารพืชในพื้นที่ปลูกเพื่อเป็นข้อมูลช่วยในการตัดสินใจให้แก่เกษตรกรในการปลูกข้าวโพดให้ได้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าและเป็นการใช้ทรัพยากรดินให้ยั่งยืนต่อไป

สุชัญญา (2553) ศึกษาความแม่นยำของคำแนะนำปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินที่มีผลต่อผลผลิตอ้อย และความสัมพันธ์ระหว่างความเขียวใบกับปริมาณไนโตรเจนในใบของอ้อยปลูกในชุดดินกำแพงเพชร พบว่า วิธีการจัดการปุ๋ยเคมีทำให้ผลผลิตอ้อยสดมีความแตกต่างกันทางสถิติจากตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยแต่ไม่มีความแตกต่างระหว่างการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรและจากค่าวิเคราะห์ดินทั้งอ้อยปลูกข้ามแล้งและต้นฝน ผลผลิตอ้อยสดในฤดูข้ามแล้งสูงกว่าที่ตั้งเป้าไว้ โดยที่ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินโดยประมาณความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนเท่ากับ 100% (N) ให้ผลผลิตสูงสุด คือ 26.8 ตัน/ไร่ ผลผลิตเพิ่มขึ้นจากไม่ใส่ปุ๋ย 23.67% ส่วนในอ้อยปลูกต้นฝนตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินโดยประมาณความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนเท่ากับ 50% (2N) ให้ผลผลิตสูงสุด คือ 19.47 ตัน/ไร่ ผลผลิตเพิ่มขึ้นจากไม่ใส่ปุ๋ย 9.94% มีความแม่นยำเมื่อเทียบผลผลิตเป้าหมายที่ร้อยละ 77.68 แต่ผลผลิตอ้อยสดในฤดูต้นฝนทุกตำรับต่ำกว่าที่ตั้งเป้าไว้ โดยคลาดเคลื่อนประมาณร้อยละ 22.12-29.16 แต่ไม่พบความแตกต่างของค่า CCS ของแปลงที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย

สุนิสา (2554) ศึกษาประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินต่อผลผลิตองค์ประกอบผลผลิตและการสะสมธาตุอาหารของอ้อย ปลูกและอ้อยตอในชุดดินกำพงแสนและชุดดินกำแพงเพชร พบว่า การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินมีผลให้ผลผลิตอ้อยสดมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งอ้อยปลูกและอ้อยตอในชุดดินกำแพงแสนการเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจนมีผลต่อจำนวนลำต้นต่อไร่ในทางสถิติส่วนในชุดดินกำแพงเพชรไม่แตกต่าง การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินต่อคุณภาพผลผลิตไม่มีความแตกต่างทางสถิติทั้งในอ้อยปลูกและอ้อยตอของทั้ง 2 ชุดดิน การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินทำให้ปริมาณการสะสมธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมทั้งหมดในส่วนเหนือดินในอ้อยปลูกและอ้อยตอ1 มีผลให้ปริมาณการสะสมธาตุอาหารไนโตรเจนเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น ส่วนการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร มีผลทำให้ปริมาณการสะสมธาตุฟอสฟอรัสมากที่สุดในชุดดินกำแพงแสน

8.3 งานวิจัยด้านต้นทุนการผลิต

เบญจพรรณ (2544) ศึกษาผลผลิต รายได้ ต้นทุนและผลตอบแทนจากการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในแหล่งปลูกที่สำคัญของประเทศไทย ครอบคลุมการผลิตในช่วงต้นฤดูฝน ปลายฤดูฝนและฤดูแล้งหลังนา ในปีการผลิต 2541-2542 พบว่าร้อยละ 98 ของเกษตรกรตัวอย่างนิยมปลูกข้าวโพดพันธุ์ลูกผสม ต้นทุนการผลิตข้าวโพดทั้งหมดทั้งในช่วงต้นฤดูฝน ปลายฤดูฝน อยู่ระหว่าง 1,500-1,700 บาท/ไร่ เมื่อหักรายได้ด้วยต้นทุนการผลิตเกษตรกรที่ปลูกในช่วงปลายฤดูฝนจะได้รับกำไรสุทธิสูงกว่าการปลูกในฤดูแล้งหลังนาและการปลูกในช่วงต้นฤดูฝน ตามลำดับ แต่การปลูกข้าวโพดในฤดูแล้งหลังนาได้รับรายได้สุทธิเหนือต้นทุนที่เป็นตัวเงินสูงที่สุด คือ 1,560 บาท/ไร่ รองลงมาการปลูกในช่วงปลายฤดูฝนและต้นฤดูฝนตามลำดับ

วุฒิไกร (2544) ศึกษาการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับการปลูกอ้อยในฤดูข้ามแล้งและฤดูฝนในชุดดินกำแพงเพชร พบว่า การใส่ปุ๋ยมีผลต่อผลผลิตอ้อยเมื่อเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ยแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการใส่ปุ๋ยทั้งคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรและคำแนะนำจากค่าวิเคราะห์ดินและค่า CCS มีค่าลดลงเมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้น

ด้านต้นทุนการผลิตตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยทั้งอ้อยปลูกและอ้อยตอปีที่ 1 สำหรับรายได้ทั้งหมดไม่พบความแตกต่างในอ้อยปลูกทั้งข้ามแล้งและต้นฝน

ศานิต (2545)ได้ทำการวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจของการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในฤดูที่ 1 และ 2 ในอำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ฤดูกาลปลูก 2543/2544 พบว่าเกษตรกรที่มีการปลูกข้าวโพดทั้งในฤดูกาลที่1 และ 2 กับที่ปลูกเฉพาะฤดูกาลที่ 2 มีวิธีการปลูกและนิยมใช้ข้าวโพดพันธุ์ลูกผสมเดี่ยวเหมือนกัน โดยเกษตรกรที่ปลูกข้าวโพดเฉพาะฤดูที่ 2 จะมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าและให้กำไรสุทธิสูงกว่าการปลูกข้าวโพดทั้ง ฤดูกาลที่ 1และ 2 โดยเกษตรกรที่ปลูกข้าวโพดเฉพาะในฤดูที่ 2 เกษตรกรมีพื้นที่ปลูกเฉลี่ยเท่ากับ 89.39 ไร่ต่อครัวเรือนใช้เมล็ดพันธุ์เฉลี่ยไร่ละ 3.33 กิโลกรัม ใช้ปุ๋ยเคมีเฉลี่ยไร่ละ 46.77 กิโลกรัม ได้ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่เท่ากับ 670.58 มีต้นทุนทั้งหมดเฉลี่ยไร่ละ 1,736.26 บาท โดยได้กำไรเฉลี่ยไร่ละ 778.42 บาท ขณะที่เกษตรกรที่ปลูกข้าวโพดฤดูที่ 1 และ 2 มีพื้นที่ปลูกเฉลี่ยเท่ากับ 35.14 และ 49.43 ไร่ต่อครัวเรือนใช้เมล็ดพันธุ์เฉลี่ยไร่ละ 3.3 กิโลกรัม ใช้ปุ๋ยเคมีเฉลี่ยไร่ละ 54 กิโลกรัม ได้ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่เท่ากับ 655 และ 670 กิโลกรัม มีต้นทุนทั้งหมดเฉลี่ยไร่ละ 2,028.68 และ 1,896.45 บาท โดยได้กำไรเฉลี่ยไร่ละ 361.82 และ 933.78 บาท ตามลำดับ

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2556) ได้รายสถานการณ์การผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของไทยปีการเพาะปลูก 2554/55 ว่า ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อยู่ที่ 669 กิโลกรัม/ไร่ และวัชรากรณ์ (2556) ได้รายงานต้นทุนการผลิตข้าวโพดเลี่ยงสัตว์ในปี 2555 เฉลี่ยอยู่ที่ 6.16 บาท/กิโลกรัม หรือ 4,121.04 บาท/ไร่

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีอุปกรณ์ วิธีการทดลอง สถานที่ทำการวิจัย การเก็บข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. อุปกรณ์การทดลอง

1.1 แปลงทดลอง ขนาดพื้นที่ 20 ตารางเมตร จำนวน 21 แปลงทดลอง

1.2 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ แปซิฟิก 339

1.3 ปุ๋ยหมัก

1.4 ปุ๋ยเคมี สูตร 46-0-0 สูตร 18-46-0 สูตร 0-0-60

1.5 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน

1.6 เทปวัดความสูง

1.7 อุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในแปลงทดลอง เช่น จอบ เสียม ไม้บรรทัด เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ และสายยาง ฯลฯ

2. วิธีการทดลอง

2.1 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลอง แบบสุ่มสมบูรณ์ภายในกลุ่ม (Randomized Complete Block Designs, RCBD)

2.2 ขนาดของหน่วยการทดลอง

แปลงทดลองขนาด กว้าง 4 เมตร ยาว 5 เมตร พื้นที่ 20 ตารางเมตร

2.3 จำนวนซ้ำ 3 ซ้ำ

2.4 ตำรับการทดลอง จำนวน 7 ตำรับ ดังนี้

ตารางที่ 3.1 ตำรับที่ใช้ในการทดลอง

ที่	ตำรับการทดลอง
1	แปลงควบคุม (ไม่ใส่อะไรเลย)
2	ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน
3	ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของคำแนะนำของโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง+ ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน
4	ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของโปรแกรมปุ๋ยสั่งตัด + ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน
5	ใช้เคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (เต็มอัตรา)
6	ใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง(เต็มอัตรา)
7	ใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยสั่งตัด (เต็มอัตรา)

2.5 การกำหนดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี

การใช้ปุ๋ยเคมีใส่ตามคำแนะนำจากโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง ปุ๋ยสั่งตัดและตามคำแนะนำของกลุ่มวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 3 กรมพัฒนาที่ดิน

ตารางที่ 3.2 ปริมาณปุ๋ยที่ใส่ในการทดลอง

ที่	ตำรับการทดลอง	ปุ๋ยเคมี (กก./ไร่)			ปุ๋ยหมัก
		46-0-0	18-46-0	0-0-60	(กก./ไร่)
1.	แปลงควบคุม (ไม่ใส่อะไรเลย)	-	-	-	-
2.	ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน	17.5	-	-	1000
3.	ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของคำแนะนำของโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง+ ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน	11.07	1	5.84	1000
4.	ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของโปรแกรมปุ๋ยสั่งตัด + ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน	15.67	2.83	10	1000
5.	ใช้เคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (เต็มอัตรา)	35	-	-	-
6.	ใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของโปรแกรมปุ๋ยรายแปลง (เต็มอัตรา)	23.34	2	11.67	-
7.	ใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำโปรแกรมปุ๋ยสั่งตัด (เต็มอัตรา)	33.34	6.34	16.67	-

2.6 การเตรียมดิน การปลูก และการปฏิบัติดูแลรักษา

2.6.1 การเตรียมดิน

1) ไถดะ 1 ครั้ง ด้วยผาน 3 ตากดินทิ้งไว้ 10 วัน

2) ไถแปร 1 ครั้ง ด้วยผาน 7 เพื่อพรวนดินให้ละเอียดและสม่ำเสมอ

3) แบ่งแปลงย่อยขนาด 4 × 5 เมตร จำนวน 21 แปลงย่อย

4) ใส่วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดิน โดยใส่ตามชนิดและอัตราของแต่ละตำรับการทดลองที่กำหนดไว้

2.6.2 การเตรียมปุ๋ยหมัก โดยมีส่วนประกอบและวิธีการดังนี้ (ปริมาณที่ใช้คิดเทียบกับการทำปุ๋ยหมัก 1 ตัน)

ซังข้าวโพด 200 กิโลกรัม

มูลสัตว์ 40 กิโลกรัม

ปุ๋ยไนโตรเจน 400 กรัม

สารเร่งซุปเปอร์ พด.1 20 กรัม

ขั้นตอนการทำปุ๋ยหมัก

1) ผสมสารเร่งซุปเปอร์ พด.1 ในน้ำ 4 ลิตร นาน 10 นาที เพื่อกระตุ้นให้จุลินทรีย์ออกจากสภาพที่เป็นสปอร์และพร้อมที่จะเกิดกิจกรรมการย่อยสลาย

2) นำซังข้าวโพด ปุ๋ยคอก ปุ๋ยยูเรีย ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน นำสารเร่งซุปเปอร์ พด.1 ที่ละลายแล้วราดลงกับเศษวัสดุ คลุกเคล้าให้เข้ากันแล้วใช้ผ้ายางคลุมกองปุ๋ยหมักเพื่อรักษาความชื้น

3) รดน้ำรักษาความชื้นในกองปุ๋ยหมักให้มีความชื้นประมาณ 50-60%

4) ทำการกลับกองปุ๋ยหมักโดยทำการกลับกองปุ๋ยหมัก 10 วันต่อครั้ง เพื่อเพิ่มออกซิเจน ลดความร้อนในกองปุ๋ย และช่วยให้วัสดุคลุกเคล้ากัน หรือใช้ไม้ไผ่เจาะรูให้ทะลุตลอดทั้งลำและเจาะรูด้านข้างปักรอบๆ กองปุ๋ยหมัก ห่างกันลำละ 50-70 เซนติเมตร (กรมพัฒนาที่ดิน 2553)

5) ทำการหมักไว้เป็นเวลา 4 เดือน หลังจากที่ปุ๋ยหมักหมักจนได้ที่แล้วจึงนำไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

2.6.3 เตรียมแปลงทดลอง

ทำการทดลองโดยใช้แปลงของตนเอง ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่บ้านมะเกลือเก่าพัฒนา หมู่ 18 ตำบลมะเกลือเก่า อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา ก่อนเตรียมการทดลองได้ทำการเก็บตัวอย่างดินแบบรบกวนดินที่ระดับความลึก 0- 30 เซนติเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์สมบัติทาง

กายภาพและทางเคมี เมื่อเก็บตัวอย่างดินแล้วทำการไถพรวนและขึ้นแปลงทดลอง ขนาด 4 × 5 เมตร และยกแปลงให้สูงขึ้นเหนือระดับผิวดินประมาณ 15 เซนติเมตร

2.6.4 การปลูกข้าวโพด

หยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยใช้ระยะปลูก 75 × 25 เซนติเมตร จำนวน 21 แปลงย่อย หยอดหลุมละ 3 เมล็ด

2.6.5 การให้น้ำ

การให้น้ำโดยใช้สายยาง ให้น้ำวันเว้นวัน หรือตามความเหมาะสม

2.6.6 การใส่ปุ๋ยเคมี

ใส่ปุ๋ยเคมีตามตำรับที่กำหนดไว้ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ในช่วงปลูกข้าวโพดโดยหยอดพร้อมกับเมล็ดและหว่านรอบๆ แปลงและครั้งที่ 2 หลังจากทำรุ่น (หลังปลูกข้าวโพดไปแล้ว 25 วัน)

2.6.7 การกำจัดวัชพืช

วัชพืชที่ขึ้นในแปลงการทดลอง โดยวิธีใช้แรงงานคนกำจัดวัชพืชจากแปลง

2.6.8 การเก็บเกี่ยว

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีอายุการเก็บเกี่ยว 110 วัน ทำการเก็บเกี่ยวในพื้นที่ 3 × 4 ตารางเมตรโดยใช้แรงงานคน

2.7 การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล

การเก็บข้อมูลดินก่อนปลูกข้าวโพด และหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพด ได้ทำการเก็บตัวอย่างดินคำแนะนำของกรมพัฒนาที่ดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553) เพื่อวิเคราะห์หาสมบัติทางเคมีของดิน

2.7.1 การเก็บตัวอย่างดิน

ก่อนและหลังการทดลองเก็บตัวอย่างดินแบบทำลายโครงสร้างดินโดยสุ่มเก็บตัวอย่างดิน ที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร เก็บจำนวน 5 จุดจากทุกตำรับ หลังจากนั้นนำมาคลุกเคล้าเข้าด้วยกัน แล้วแบ่งดินให้ได้ 0.5-1 กิโลกรัม นำมาผึ่งในที่ร่มให้แห้ง บดด้วยโกร่งบดดินร่อนดินโดยใช้ตะแกรงขนาด 2.0 มิลลิเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติทางเคมีดังต่อไปนี้

1) ความแข็งของดิน โดยใช้เครื่องทอสอบฝังจมแบบพกพา หรือ Penetrometer pocket

2) ความชื้นของดิน โดยวิธีของกรมพัฒนาที่ดิน

3) pH ของดิน (ดิน : น้ำ = 1:1) โดยการใช้ pH meter

4) อินทรียวัตถุในดิน (OM) โดยวิธีของ Walklay and Black, 1947

5) ฟอสฟอรัสที่สกัดได้ (P) โดยวิธีของ Bray II

6) โพแทสเซียมที่สกัดได้ (K) NH_4OAc pH 7.0

7) EC

ตารางที่ 3.3 สมติทางเคมีของดินก่อนทำการทดลอง

สมบัติทางเคมีของดิน	ผลวิเคราะห์	ระดับ
ปฏิกิริยาของดิน (pH1:1)	7.4	กลาง
ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (%)	1.31	ค่อนข้างน้อย
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Bray II ;mg/kg)	72.24	สูงมาก
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (NH_4OAc;mg/kg)	224.24	สูงมาก
ระดับความเค็ม (dm/s)	0.09	ปกติ (ไม่เค็ม)

2.7.2 ศึกษาการเจริญเติบโตของข้าวโพด

1) ความสูงต้น (plant height) วัดจากโคนต้นถึงโคนใบธง โดยวัดที่ 30 60 และ 90 วัน (เซนติเมตร)

2) ความสูงฝัก (ear height) วัดจากโคนต้นถึงข้อฝักบนสุดควรวัดหลังจากออกไหม (เซนติเมตร)

2.7.3 องค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพด

1) จำนวนต้นที่เก็บเกี่ยว (stand count) นับจำนวนต้นทั้งหมด รวมต้นที่ไม่ติดฝัก ต้นทุกโรคและแมลงทำลาย ควรวัดก่อนการเก็บเกี่ยวไม่เกิน 1 สัปดาห์

2) จำนวนฝักเก็บเกี่ยว (no. of ears) นับจำนวนฝักที่เก็บเกี่ยวทั้งหมดในแต่ละแปลงย่อย วัดหลังเก็บเกี่ยว

3) น้ำหนักฝัก (ear weight) ชั่งน้ำหนักฝักทั้งแปลงย่อย มีหน่วยเป็นกิโลกรัม

4) จำนวนฝักเหรอ/เสีย ที่เก็บเกี่ยวทั้งแปลงย่อยมีหน่วยเป็นฝัก

5) น้ำหนักเมล็ด (grain weight) ชั่งน้ำหนักเมล็ดที่สุ่มกะเทาะจากฝักที่เก็บเกี่ยวไม่น้อยกว่า 10 ฝักทั้งแปลงย่อยมีหน่วยเป็นกิโลกรัม

6) เปอร์เซ็นต์กะเทาะ (% shelling) นำน้ำหนักเมล็ดหารด้วยน้ำหนักฝักคูณด้วย 100 (เฉลี่ยจาก 5-10 ฝัก)

7) ความชื้นเมล็ดเมื่อเก็บเกี่ยว (grain moisture) วัดตัวอย่างของเมล็ดที่สุ่มกะเทาะจากฝักที่เก็บเกี่ยวไม่น้อยกว่า 10 ฝัก มีหน่วยเป็น เปอร์เซ็นต์

8) ความกว้างของฝัก (ear width) วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของฝักในส่วนกลางฝัก (ส่วนที่กว้างที่สุด) อย่างน้อย 5 ฝักต่อแปลงย่อยแล้วนำมาเฉลี่ย มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

9) ความยาวของฝัก (ear length) วัดความยาวของฝักจากปลาบฝักถึงโคนฝักอย่างน้อย 5 ฝักต่อแปลงย่อย แล้วนำมาเฉลี่ยเป็นความยาวฝักมีหน่วยเป็นเซนติเมตร

10) จำนวนเมล็ดต่อฝัก โดยนับจากฝักที่สุ่มมาหลังจากเก็บเกี่ยวไม่น้อยกว่า 10 ฝักมีหน่วยเป็นเมล็ด

11) น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ด (100 grain weight) นับเมล็ดหลังกะเทาะจำนวน 100 เมล็ด อย่างน้อย 2 ตัวอย่างต่อแปลงย่อย แล้วชั่งน้ำหนัก 100 เมล็ด มีหน่วยเป็นกรัม

12) ชั่งน้ำหนักแห้งซัง ต้น และเปลือก หลังจากเข้าตู้อบที่ 103 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมงมีหน่วยเป็นกรัม

2.7.4 การเก็บข้อมูลและตรวจวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมัก

ก่อนการเตรียมดินปลูก ได้ทำการเก็บตัวอย่างปุ๋ยหมัก เพื่อวิเคราะห์หาสมบัติทางเคมี โดยการกำหนดจุดที่ต้องการเก็บตัวอย่างให้กระจายทั่วถึงโดยรอบกอง จำนวน 10 จุดๆ ละ 500 กรัม นำตัวอย่างที่สุ่มมาเทกองและคลุกเคล้าให้เข้ากัน กองพูนเป็นรูปกรวย ตบยอดให้ราบลง แล้วแบ่งเป็น 4 ส่วน นำส่วนตรงข้ามสองส่วนมารวมกัน ได้น้ำหนักตัวอย่างจำนวน 0.5 กิโลกรัม ใส่ถุงพลาสติกที่สะอาด ปิดปากถุงให้แน่น เพื่อส่งไปวิเคราะห์ที่กรมพัฒนาที่ดิน เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ความชื้น OM P_2O_5 ทั้งหมด K_2O ทั้งหมด C/N ratio และ EC (ผนวก ข.7)

ตารางที่ 3.4 ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยหมักจากห้องปฏิบัติการกรมพัฒนาที่ดิน

รายการวิเคราะห์	ค่าวิเคราะห์
OM (% w/w)	28.88
C/N ratio	11
N (%)	1.50
P_2O_5 (%)	0.48
K_2O (%)	1.15

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

รายการวิเคราะห์	ค่าวิเคราะห์
pH (1 : 2)	5.90
EC (dS/m)	2.77
CaO (%)	5.03
MgO (%)	0.69
Moisture (% w/w)	37.00

2.7.5 เก็บข้อมูลต้นทุน ผลตอบแทนการผลิตข้าวโพด

ต้นทุนการผลิตข้าวโพดคำนวณได้จากต้นทุนคงที่ เช่น ค่าเช่าที่ดิน ค่าเสื่อมราคาเครื่องมืออุปกรณ์คงทน และค่าดอกเบี้ยหรือค่าเสียโอกาสของเงินลงทุนในเครื่องมืออุปกรณ์คงทน ต้นทุนผันแปร ได้แก่ ค่าแรงงาน ค่าวัสดุ เช่น ปุ๋ยเคมี เมล็ดพันธุ์ข้าวโพด ปุ๋ยหมัก และค่าใช้จ่ายอื่นๆ เช่น ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์การเกษตร ค่าดอกเบี้ยและค่าเสียโอกาสของเงินลงทุน และการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ หาผลตอบแทน ต้นทุน และกำไรจากการใช้ปุ๋ยต่างๆ โดยวิเคราะห์ต้นทุนรวม (บาท/ไร่) ต้นทุนผันแปร (บาท/ไร่) ต้นทุนคงที่ (บาท/ไร่) ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่) ราคาที่เกษตรกรขายได้ (บาท/กก.) ต้นทุนรวม (บาท/กก.) กำไรสุทธิ (บาท/ไร่) กำไรสุทธิ (บาท/กก.) ปริมาณผลผลิตคุ้มทุน (กก./ไร่) และราคาผลผลิตคุ้มทุน (บาท/ไร่) (ผนวก ข.4-6)

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มในแต่ละตำรับการทดลองโดยใช้ค่า Dancan's New Multiple Range Test

3.2 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

หาผลตอบแทนต้นทุน และกำไรจากการใช้ปุ๋ยสูตรต่างๆ โดยวิเคราะห์ต้นทุนคงที่ ต้นทุนผันแปร ต้นทุนรวม (บาท/ไร่) รายได้ (บาท/ไร่) และกำไรสุทธิ (บาท/ไร่) โดยกำหนดให้ราคาขายผลผลิตที่ความชื้นไม่เกิน 15% เท่ากับราคาที่โรงงานเครือเจริญโภคภัณฑ์อาหารสัตว์ จำกัด คือกิโลกรัมละ 8.05 บาท (สำรวจราคา ณ วันที่ 12 พฤศจิกายน 2556)

4. สถานที่ทำการวิจัย

บ้านมะเกลือเก่าพัฒนา หมู่ที่ 18 ตำบลมะเกลือเก่า อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา

5. ระยะเวลาทำการวิจัย

เดือน ตุลาคม 2556 – มิถุนายน 2557

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การทดลอง เรื่องการเปรียบเทียบผลของการใช้ปุ๋ยสูตรต่างๆ เพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยใช้ข้อมูลการใช้ปุ๋ยจากค่าวิเคราะห์ดิน โปรแกรมปุ๋ยรายแปลง โปรแกรมปุ๋ยสั่งตัดร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ในอัตราครึ่งหนึ่งของคำแนะนำซึ่งผู้วิจัยได้ทำการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ตอนที่ 1 สมบัติทางกายภาพและทางเคมีบางประการของดิน

ตอนที่ 2 การเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิก 339

ตอนที่ 3 ต้นทุน ผลตอบแทนการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิก 339

ตอนที่ 1 สมบัติทางกายภาพและทางเคมีบางประการของดิน

1.1 สมบัติทางกายภาพของดิน

1.1.1 ความแข็งของดินก่อนและหลังการทดลอง

จากการวัดความแข็งของดินโดยใช้เครื่องทดสอบฝังจมแบบพกพา หรือ Penetrometer pocket ก่อนการทดลอง พบว่า แปลงทดลองมีความแข็งของดินเฉลี่ยอยู่ที่ 3.28 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร อยู่ในระดับแข็ง (ผนวก ข.2) หลังการทดลองพบว่า การใส่ปุ๋ยสูตรต่างๆ มีผลให้ค่าความแข็งของดินหลังการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เฉพาะตำรับการทดลองที่ 1 แปลงควบคุม และตำรับการทดลองที่ 6 ใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลง (เต็มอัตรา) (ตารางที่ 4.1) กล่าวคือ ตำรับการทดลองที่ 1 แปลงควบคุม มีค่าความแข็งของดินเฉลี่ยมากที่สุด (1.80 kg/cm^2) ในขณะที่ตำรับการทดลองที่ 6 ใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลง (เต็มอัตรา) มีค่าความแข็งของดินเฉลี่ยน้อยที่สุด (1.21 kg/cm^2) ทุกตำรับการทดลองมีผลให้ค่าความแข็งของดินโดยภาพรวมใกล้เคียงกันอยู่ในระดับเกือบแข็ง – แข็ง คืออยู่ในช่วง (1.21-1.80 kg/cm^2)

ตารางที่ 4.1 ผลวิเคราะห์ค่าความแข็งของดินหลังการทดลอง

ตำรับการทดลอง	ความแข็งของดิน (kg/cm^2)
ก่อนการทดลอง	3.28
ตำรับการทดลองที่ 1 : แปลงควบคุม	1.80a
ตำรับการทดลองที่ 2 : ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน	1.67ab
ตำรับการทดลองที่ 3 : ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของคำแนะนำปุ๋ยรายแปลง + ปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน	1.61ab
ตำรับการทดลองที่ 4 : ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของคำแนะนำปุ๋ยสั่งตัด + ปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน	1.45ab
ตำรับการทดลองที่ 5 : ใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (เต็มอัตรา)	1.42ab
ตำรับการทดลองที่ 6 : ใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลง (เต็มอัตรา)	1.21b
ตำรับการทดลองที่ 7 : ใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยสั่งตัด (เต็มอัตรา)	1.36ab
F -test	**
CV (%)	16.14

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ
** หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้ง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ
อักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

1.1.2 ความชื้นดิน

จากการเก็บตัวอย่างดินจากแปลงทดลองโดยทำการเก็บความชื้นทุกวันที่ 30 60 90 และ 120 วัน พบว่า การใส่ปุ๋ยสูตรต่างๆ มีผลให้ค่าความชื้นของดินหลังการทดลองที่ 30 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เฉพาะตำรับการทดลองที่ 3 ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงและปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดินและ ตำรับการทดลองที่ 5 ใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (เต็มอัตรา) เท่านั้น (ตารางที่ 4.2) กล่าวคือ ตำรับการทดลองที่ 3 ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงและปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน มีค่าความชื้นดินเฉลี่ยสูงสุด (17.30 %) ในขณะตำรับการทดลองที่ 5 ใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (เต็ม

อัตรา) มีค่าความชื้นของดินเฉลี่ยน้อยที่สุด (15.19 %) ทุกตำรับการทดลองมีผลให้ค่าความชื้นของดินโดยภาพรวมใกล้เคียงกันและค่าความชื้นของดินหลังการทดลองที่ 60 90 120 วัน ไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.2 ค่าความชื้นดินที่วัดได้ขณะทำการทดลอง

ตำรับการทดลอง	ความชื้นดิน (%)			
	30 วัน	60 วัน	90 วัน	120 วัน
ตำรับการทดลองที่ 1 : แปลงควบคุม	15.36b	18.54	13.06	8.49
ตำรับการทดลองที่ 2 : ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน	15.55ab	17.81	13.92	8.67
ตำรับการทดลองที่ 3 : ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของคำแนะนำปุ๋ยรายแปลง + ปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน	17.30b	18.28	12.86	7.97
ตำรับการทดลองที่ 4 : ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของคำแนะนำปุ๋ยสั่งตัด + ปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน	16.31ab	17.68	11.39	8.14
ตำรับการทดลองที่ 5 : ใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (เต็มอัตรา)	15.19a	18.40	12.43	9.43
ตำรับการทดลองที่ 6 : ใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลง (เต็มอัตรา)	15.83ab	18.03	12.42	10.16
ตำรับการทดลองที่ 7 : ใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยสั่งตัด (เต็มอัตรา)	16.05ab	17.89	12.8	9.24
F -test	*	ns	ns	ns
CV (%)	19.89	19.77	18.70	17.75

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้ง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

1.2 สมบัติทางเคมีของดิน

จากการทดลอง เก็บข้อมูลสมบัติทางเคมีของดินก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพด วิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้ พบว่าการใส่ปุ๋ยสูตรต่างๆ ไม่มีผลต่อ pH ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณอินทรียวัตถุและระดับความเค็มในดิน โดยหลังการทดลอง pH ของดินมีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่า

ก่อนการทดลองในทุกตำรับการทดลอง pH ของดินอยู่ระหว่าง 7.90 – 8.03 มีค่าเป็นด่างเล็กน้อย (ผนวก ก 2) ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ในดินมีค่าลดลงในทุกตำรับการทดลองเมื่อเทียบกับก่อนการทดลอง ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ในดินอยู่ระหว่าง 18 – 35 มิลลิกรัม/กิโลกรัม อยู่ในเกณฑ์สูง (ผนวก ก 3) ปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีค่าลดลงในทุกตำรับ เมื่อเทียบกับก่อนการทดลอง ปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ระหว่าง 0.98 – 1.58 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในเกณฑ์ต่ำถึงปานกลาง (ผนวก ก 1) และค่าระดับความเค็มในดินมีค่าลดลงในทุกตำรับ เมื่อเทียบกับก่อนการทดลอง ค่าระดับความเค็มในดินอยู่ระหว่าง 0.070 – 0.086 dm/s อยู่ในระดับปกติหรือไม่เค็ม (ผนวก ก 4) ในขณะที่การใส่ปุ๋ยสูตรต่างๆ มีผลให้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เฉพาะตำรับการทดลองที่ 2 ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน และตำรับการทดลองที่ 6 ใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลง (ตารางที่ 4.3) กล่าวคือ ตำรับการทดลองที่ 2 ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเฉลี่ยมากที่สุด(178.34 mg/kg) ในขณะที่ตำรับการทดลองที่ 6 ใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลง มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเฉลี่ยน้อยที่สุด (129.67 mg/kg) ทุกตำรับการทดลองมีผลให้ค่าปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินโดยภาพรวมใกล้เคียงกันอยู่ในระดับสูงมาก คืออยู่ในช่วง (132-170 mg/kg) และมีแนวโน้มปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินลดลง (ตารางที่ 4.4)

ตารางที่ 4.3 สมบัติทางเคมีของดินก่อนและทำการทดลอง

ตำรับการทดลอง	ค่าวิเคราะห์				
	pH	OM (%)	P(mg/kg)	K(mg/kg)	EC(ds/m)
ดินก่อนปลูกข้าวโพด	7.4	1.31	72.24	224.24	0.09
ตำรับการทดลองที่ 1 : แปลงควบคุม	8.03	0.87	24	170ab	0.076
ตำรับการทดลองที่ 2 : ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน	7.9	0.92	27.34	178.34a	0.086
ตำรับการทดลองที่ 3 : ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของคำแนะนำปุ๋ยรายแปลง + ปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน	7.93	1.04	25	173ab	0.086
ตำรับการทดลองที่ 4 : ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของคำแนะนำปุ๋ยสั่งตัด + ปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน	7.93	0.93	22.67	166ab	0.080

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ตำรับการทดลอง	ค่าวิเคราะห์				
	pH	OM (%)	P(mg/kg)	K(mg/kg)	EC(ds/m)
ตำรับการทดลองที่ 5 : ใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (เต็มอัตรา)	8.0	0.67	20.67	133ab	0.070
ตำรับการทดลองที่ 6 : ใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลง (เต็มอัตรา)	8.03	0.91	23.34	129.67b	0.073
ตำรับการทดลองที่ 7 : ใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยสั่งตัด(เต็มอัตรา)	8.03	0.99	25.67	132.34ab	0.073
F -test	ns	ns	ns	*	ns
CV (%)	1.40	21.45	18.60	17.65	18.82

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้ง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

1.3 ปริมาณธาตุอาหารพืชที่ได้รับจากปุ๋ยเคมี และปุ๋ยหมัก

จากการทดลองโดยทำการใส่ปุ๋ยสูตรต่างๆ พบว่าตำรับการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยหมัก ได้แก่ ตำรับการทดลองที่ 2 ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน ตำรับการทดลองที่ 3 ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของคำแนะนำปุ๋ยรายแปลง + ปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน และตำรับการทดลองที่ 4 ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของคำแนะนำปุ๋ยสั่งตัด + ปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน ใส่ปุ๋ยหมักในอัตรา ½ ของคำแนะนำ (1,000 กิโลกรัม/ไร่) มีการใช้ไนโตรเจนอัตรา 15 กิโลกรัม N/ไร่ ใช้ฟอสฟอรัสอัตรา 4.8 กิโลกรัม P_2O_5/ไร่ และใช้โพแทสเซียมอัตรา 11.5 กิโลกรัม K_2O /ไร่ เมื่อคิดเป็นปริมาณธาตุอาหารพืชจากปุ๋ยเคมีที่ใส่ลงดิน พบว่าตำรับการทดลองที่ 5 ใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (เต็มอัตรา) จะได้รับปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ 16.1 กิโลกรัม N/ไร่ ตำรับการทดลองที่ 7 ใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ย จะได้รับปริมาณฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ 2.92 กิโลกรัม P_2O_5/ไร่ และตำรับการทดลองที่ 4 ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของคำแนะนำปุ๋ยสั่งตัด + ปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน จะได้รับปริมาณโพแทสเซียม เพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ 6.00 กิโลกรัม K_2O/ไร่ (ตารางที่ 4.4)

ตารางที่ 4.4 ปริมาณธาตุอาหารพืชที่ได้รับจากการใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยหมัก

(กิโลกรัม/ไร่)

ตำรับการทดลอง	ปุ๋ยเคมี(กก./ไร่)			ปุ๋ยหมัก (กก./ไร่)		
	46-0-0	18-46-0	0-0-60			
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
ตำรับการทดลองที่ 1 : แปลงควบคุม	-	-	-	-	-	-
ตำรับการทดลองที่ 2 ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน	8.05	-	-	15	4.8	11.5
ตำรับการทดลองที่ 3 ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของคำแนะนำปุ๋ยรายแปลง + ปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน	5.09	0.46	3.50	15	4.8	11.5
ตำรับการทดลองที่ 4 ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของคำแนะนำปุ๋ยสั่งตัด + ปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน	7.20	1.30	6.00	15	4.8	11.5
ตำรับการทดลองที่ 5 ใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (เต็มอัตรา)	16.1	-	-	-	-	-
ตำรับการทดลองที่ 6 ใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลง (เต็มอัตรา)	10.73	0.92	7.00	-	-	-
ตำรับการทดลองที่ 7 ใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยสั่งตัด (เต็มอัตรา)	15.34	2.92	10.00	-	-	-

ตอนที่ 2 การเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิก 339

2.1 การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต

พบว่า การใส่ปุ๋ยสูตรต่างๆ มีผลให้ความสูงต้นที่ 90 วัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เฉพาะตำรับการทดลองที่ 3 ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของคำแนะนำปุ๋ยรายแปลง + ปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน ตำรับการทดลองที่ 4 ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของคำแนะนำปุ๋ยสั่งตัด + ปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน ตำรับการทดลองที่ 7 ใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยสั่งตัด (เต็มอัตรา) และตำรับการทดลองที่ 1 แปลงควบคุม (ตารางที่ 4.5) กล่าวคือ ตำรับการทดลองที่ 7ใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยสั่งตัด (เต็มอัตรา) ข้าวโพดมีความสูงเฉลี่ยสูงที่สุด (178.70 ซม.) ซึ่งใกล้เคียงกับตำรับการทดลองที่ 3 ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของคำแนะนำปุ๋ยรายแปลง + ปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน และตำรับการทดลองที่ 4 ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของคำแนะนำปุ๋ยสั่งตัด + ปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน ในขณะที่ตำรับการทดลองที่ 1 แปลงควบคุมข้าวโพดมีความสูงเฉลี่ยต่ำที่สุด (161.36 ซม.) ด้านความสูงฝัก พบว่า การใส่ปุ๋ยสูตรต่างๆ ไม่มีผลต่อความสูงฝัก

2.2 การเก็บข้อมูลด้านองค์ประกอบผลผลิต และผลผลิต

2.2.1 องค์ประกอบผลผลิต พบว่า การใส่ปุ๋ยสูตรต่างๆ ส่งผลให้จำนวนฝักหรอของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเทียบกับตำรับการทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ย (ตารางที่ 4.6) กล่าวคือ ตำรับการทดลองที่ 4 ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของคำแนะนำปุ๋ยสั่งตัด + ปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน มีจำนวนฝักหรอเฉลี่ยน้อยที่สุด (2,000 ฝัก/ไร่) ในขณะที่ตำรับการทดลองที่ 1 แปลงควบคุมมีจำนวนฝักหรอ เฉลี่ยต่ำที่สุด (776.07 กก./ไร่) ทุกตำรับการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยมีจำนวนฝักหรอของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เฉลี่ยโดยภาพรวมใกล้เคียงกัน (2,088 – 2,533 ฝัก/ไร่) ด้านองค์ประกอบผลผลิตอื่นๆ ได้แก่ จำนวนต้นที่เก็บเกี่ยว จำนวนฝักที่เก็บเกี่ยว ความกว้างฝัก ความสูงฝัก จำนวนเมล็ดต่อฝัก ความชื้นเมล็ด ความชื้นต้น ความชื้นซังและเปอร์เซ็นต์กะเทาะ พบว่าการใส่ปุ๋ยสูตรต่างๆ ไม่มีผลต่อองค์ประกอบผลผลิตต่างๆ

2.2.2 ผลผลิต พบว่า การใส่ปุ๋ยสูตรต่างๆ มีผลให้ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากตำรับการทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ย (ตารางที่ 4.7) กล่าวคือ ตำรับการทดลองที่ 2 ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน ให้ผลผลิตข้าวโพดที่ความชื้น 15 %เฉลี่ยมากที่สุด (1,161.22 กก./ไร่) ในขณะที่ตำรับการทดลองที่ 1 แปลงควบคุมให้ผลผลิตข้าวโพดที่ความชื้น 15 % เฉลี่ยต่ำที่สุด (776.07 กก./ไร่) ทุกตำรับการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยมีผลให้ผลผลิตข้าวโพดที่ความชื้น 15 % เฉลี่ยโดยภาพรวมใกล้เคียงกัน (847 – 1,079 กก./ไร่)

ตารางที่ 4.5 ความสูงต้นและความสูงฝักของข้าวโพด

ตำรับการทดลอง	ความสูงต้น (ซม.)			ความสูงฝัก (ซม.)	
	30 วัน	60 วัน	90 วัน	60 วัน	90 วัน
ตำรับการทดลองที่ 1 : แปลงควบคุม	64.96	158.06	161.36b	82.26	83.20
ตำรับการทดลองที่ 2 : ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน	71.50	173.03	174.83ab	96.46	96.96
ตำรับการทดลองที่ 3 : ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของคำแนะนำปุ๋ยรายแปลง + ปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน	73.46	166.76	176.86a	91.43	93.53
ตำรับการทดลองที่ 4 : ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของคำแนะนำปุ๋ยสั่งตัด + ปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน	69.83	174.63	177.23a	94.63	93.16
ตำรับการทดลองที่ 5 : ใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (เต็มอัตรา)	70.96	168.80	172.68ab	94.70	96.23
ตำรับการทดลองที่ 6 : ใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลง (เต็มอัตรา)	65.93	172.80	173.63ab	91.46	92.23
ตำรับการทดลองที่ 7 : ใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยสั่งตัด (เต็มอัตรา)	67.06	175.13	178.70a	93.60	94.10
F -test	ns	ns	*	ns	ns
CV (%)	11.57	7.93	6.68	10.56	11.33

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้ง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพด

ตำรับการทดลอง	ผลการวิเคราะห์					
	จำนวนต้นที่เก็บเกี่ยว (ต้น/ไร่)	จำนวนฝักที่เก็บเกี่ยว (ฝัก/ไร่)	จำนวนฝักหรอ (ฝัก/ไร่)	จำนวนเมล็ดต่อฝัก (เมล็ด/ฝัก)	ความกว้างฝัก (ฝัก/ซม.)	ความยาวฝัก (ฝัก/ซม)
ตำรับการทดลองที่ 1 : แปลงควบคุม	10,488.89	9,333.34	3,288.89a	561.27	4.19	15.57
ตำรับการทดลองที่ 2 : ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน	10,266.67	9,511.12	2,311.11b	615.06	4.65	16.91
ตำรับการทดลองที่ 3 : ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของคำแนะนำปุ๋ยรายแปลง + ปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน	6,808.89	9,688.89	2,088.89b	575.37	4.19	15.83
ตำรับการทดลองที่ 4 : ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของคำแนะนำปุ๋ยสั่งตัด + ปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน	10,633.22	9,822.22	2,000b	572.97	4.46	15.66
ตำรับการทดลองที่ 5 : ใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (เต็มอัตรา)	9,866.67	8,800	2,266.67b	615.03	4.60	17.14
ตำรับการทดลองที่ 6 : ใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลง (เต็มอัตรา)	10,044.45	10,355.56	2,533.33b	588.13	4.43	16.37
ตำรับการทดลองที่ 7 : ใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยสั่งตัด (เต็มอัตรา)	12,088.89	10,666.67	2,311.11b	616.13	4.41	16.54
F -test	ns	ns	**	ns	ns	ns
CV (%)	24.77	16.26	19.16	21.96	7.56	8.38

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้ง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

อักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

ตำรับการทดลอง	ผลการวิเคราะห์			
	ความชื้นเมล็ด (%)	ความชื้นต้น (%)	ความชื้นซัง (%)	เปอร์เซ็นต์กระเทาะ (%)
ตำรับการทดลองที่ 1 : แปลงควบคุม	19.57	19.44	18.43	84.42
ตำรับการทดลองที่ 2 : ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน	22.00	20.97	22.44	87.69
ตำรับการทดลองที่ 3 : ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของคำแนะนำปุ๋ยรายแปลง + ปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน	20.78	21.46	21.47	86.30
ตำรับการทดลองที่ 4 : ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของคำแนะนำปุ๋ยสั่งตัด + ปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน	23.75	23.45	20.20	87.13
ตำรับการทดลองที่ 5 : ใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (เต็มอัตรา)	21.05	19.71	20.78	83.23
ตำรับการทดลองที่ 6 : ใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลง (เต็มอัตรา)	23.06	21.51	18.09	88.99
ตำรับการทดลองที่ 7 : ใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยสั่งตัด (เต็มอัตรา)	19.23	21.15	18.53	84.30
F -test	ns	ns	ns	ns
CV (%)	12.3	17.33	15.34	5.81

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 4.7 การวิเคราะห์ผลผลิตข้าวโพด

(กก./ไร่)

ตำรับการทดลอง	ผลการวิเคราะห์	
	ผลผลิต (กก./ไร่)	ผลผลิต ที่ความชื้น 15 % (กก./ไร่)
ตำรับการทดลองที่ 1 : แปลงควบคุม	928.89b	776.07b
ตำรับการทดลองที่ 2 : ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน	1,497.78ab	1,161.22a
ตำรับการทดลองที่ 3 : ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของคำแนะนำปุ๋ยรายแปลง + ปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน	1,284.45ab	1,079.42ab
ตำรับการทดลองที่ 4 : ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของคำแนะนำปุ๋ยสั่งตัด + ปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน	1,382.23ab	1,036.50ab
ตำรับการทดลองที่ 5 : ใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (เต็มอัตรา)	1,268.67ab	1,003.24ab
ตำรับการทดลองที่ 6 : ใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลง (เต็มอัตรา)	1,128.89ab	847.29ab
ตำรับการทดลองที่ 7 : ใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยสั่งตัด (เต็มอัตรา)	1,320.00ab	1,056.76ab
F -test	*	*
CV (%)	19.54	20.73

* หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้ง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตอนที่ 3 ต้นทุน ผลตอบแทนการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิก 339

ในการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน เมื่อเทียบกับตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ย (ตารางที่ 4.8 และ 4.9) พบว่า ตำรับการทดลองที่ 4 ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของคำแนะนำปุ๋ยสั่งตัด + ปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน มีต้นทุนการผลิตมากที่สุด (8,257.79 บาท/ไร่) ส่วนตำรับการทดลองที่ 5 ใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (เต็มอัตรา) มีต้นทุนการผลิตน้อยที่สุด (5,982.61 บาท/ไร่) ส่งผลให้ตำรับการทดลองที่ 5 ใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (เต็มอัตรา) ให้ผลตอบแทนมากที่สุด (2,093.47 บาท/ไร่) ในขณะที่ ตำรับการทดลองที่ 4 ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของคำแนะนำปุ๋ยสั่งตัด + ปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน ให้ผลตอบแทนน้อยที่สุด (86.03 บาท/ไร่)

ตารางที่ 4.8 ต้นทุนการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

(บาท/ไร่)

รายการ	ตำรับการทดลอง						
	1	2	3	4	5	6	7
1. ต้นทุนคงที่							
1.1 ค่าใช้ที่ดิน	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1.2 ค่าเสื่อมเครื่องมืออุปกรณ์การเกษตร	156.2	156.2	156.2	156.2	156.2	156.2	156.2
2. ต้นทุนผันแปร							
2.1 ค่าแรงงาน							
2.1.1 การเตรียมดิน	600	600	600	600	600	600	600
2.1.2 การใส่ปุ๋ยหมัก	-	200	200	200	-	-	-
2.1.3 การปลูก	300	300	300	300	300	300	300
2.1.4 กำจัดวัชพืช 2 ครั้ง	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
2.1.5 ใส่ปุ๋ยเคมี 2 ครั้ง	-	600	600	600	600	600	600
2.1.6 ค่าเก็บเกี่ยว	300	300	300	300	300	300	300
2.1.7 ค่ารดน้ำ	400	400	400	400	400	400	400

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

(บาท/ไร่)

รายการ	ตำรับการทดลอง						
	1	2	3	4	5	6	7
2.2 ค่าวัสดุ							
2.2.1 ค่าเมล็ดพันธุ์	400	400	400	400	400	400	400
2.2.2 ค่าปุ๋ยเคมี	-	245	295.5	513.3	490	607	941.8
2.2.3 ค่าปุ๋ยหมัก	-	2,000	2,000	2,000	-	-	-
2.2.4 ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	400	400	400	400	400	400	400
2.3 ค่าเสียโอกาสของเงินลงทุน	110.98	182.03	183.21	188.29	136.41	139.41	146.95
3. ต้นทุนรวม (บาท/ไร่)	4,867.18	7,983.23	8,034.91	8,257.79	5,982.61	6,102.34	6,444.95

ตารางที่ 4.9 ผลตอบแทนการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

รายการ	ตำรับการทดลอง						
	1	2	3	4	5	6	7
1. ต้นทุนรวม (บาท/ไร่)	4,867.18	7,983.23	8,034.91	8,257.79	5,982.61	6,102.34	6,444.95
2. ผลผลิต (กก./ไร่)	776.07	1,161.22	1,079.42	1,036.50	1,003.24	847.29	1,056.76
3. ราคาคุ้มทุน (บาท/กก)	6.27	6.87	7.44	7.97	5.96	7.20	6.10
4. ราคาขาย (บาท/กก.)	8.05	8.05	8.05	8.05	8.05	8.05	8.05
4.1 รายได้ (บาท/ไร่)	6,247.36	9,347.82	8,689.33	8,343.83	8,076.08	6,820.68	8.506.92
4.2 กำไร (บาท/ไร่)	1,380.18	1,364.59	654.42	86.03	2,093.47	718.34	2,061.97
4.3 กำไร (บาท/กก.)	1.78	1.18	0.61	0.08	2.09	0.85	1.95
4.4 ผลผลิตคุ้มทุน(กก./ไร่)	604.62	991.71	998.13	1,025.81	743.18	758.05	800.61

บทที่ 5
สรุปการวิจัย อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ

การทดลอง เรื่องการเปรียบเทียบผลของการใช้ปุ๋ยสูตรต่างๆ เพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยใช้ข้อมูลการใช้ปุ๋ยจากค่าวิเคราะห์ดิน โปรแกรมปุ๋ยรายแปลง โปรแกรมปุ๋ยสั่งตัดร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ในอัตราครึ่งหนึ่งของคำแนะนำ มีการกำหนดการสรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ตามลำดับดังนี้

1. สรุปการวิจัย

1.1 สมบัติทางกายภาพ การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพด้านความแข็งของดินจากผลการทดลองหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวโพดที่อายุ 110 วันหลังปลูก พบว่าการการใส่ปุ๋ยสูตรต่างๆ มีผลให้ค่าความแข็งของดินหลังการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เฉพาะตำรับการทดลองที่ 1 แปลงควบคุม และตำรับการทดลองที่ 6 ใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลง (เต็มอัตรา) ส่งผลให้ค่าความแข็งของดินลดลงเมื่อเทียบกับก่อนการทดลองในทุกตำรับการทดลอง

1.2 ความชื้นดิน พบว่า การใส่ปุ๋ยสูตรต่างๆ มีผลให้ค่าความชื้นของดินหลังการทดลองที่ 30 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เฉพาะตำรับการทดลองที่ 3 ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงและปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดินและ ตำรับการทดลองที่ 5 ใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (เต็มอัตรา) เท่านั้น

1.3 สมบัติทางเคมีของดิน การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีบางปะการของดินจากผลการทดลองหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวโพดที่อายุ 110 วันหลังปลูก พบว่าการใส่ปุ๋ยสูตรต่างๆ มีผลให้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เฉพาะตำรับการทดลองที่ 2 ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของค่าวิเคราะห์ดินและปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดินและตำรับการทดลองที่ 6 ใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยรายแปลง และมีแนวโน้มว่าปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินลดลง ในส่วนของค่า pH OM P และ EC พบว่าไม่แตกต่างกันและมีแนวโน้มลดลงเมื่อเทียบกับก่อนการทดลองเช่นกัน

1.4 การเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ในด้านการเจริญเติบโต พบว่า การใส่ปุ๋ยสูตรต่างๆ มีผลให้ความสูงต้นที่ 90 วัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เฉพาะตำรับการทดลองที่ 3 ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของคำแนะนำปุ๋ยรายแปลงและปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน ตำรับการทดลองที่ 4 ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของคำแนะนำปุ๋ยสั่งตัดและปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน ตำรับการทดลองที่ 7 ใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำปุ๋ยสั่งตัด (เต็มอัตรา) และตำรับการทดลองที่ 1 แปลงควบคุม ส่วนความสูงฝักพบว่า ไม่แตกต่างกัน

การใส่ปุ๋ยสูตรต่างๆ มีผลให้ผลผลิตและผลผลิตข้าวโพดที่ความชื้น 15 % ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับตำรับการทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ย แต่ในระหว่างตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ยผลผลิตที่ได้ไม่แตกต่างกัน

1.5 ต้นทุน ผลตอบแทนการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน เมื่อเทียบกับตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ย พบว่า ตำรับการทดลองที่ 4 ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของคำแนะนำปุ๋ยสั่งตัดและปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน มีต้นทุนการผลิตมากที่สุด (8,257.79 บาท/ไร่) ส่วนตำรับการทดลองที่ 5 ใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (เต็มอัตรา) มีต้นทุนการผลิตน้อยที่สุด (5,982.61 บาท/ไร่) ส่งผลให้ตำรับการทดลองที่ 5 ใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (เต็มอัตรา) ให้ผลตอบแทน (กำไร) มากที่สุด (2,093.47 บาท/ไร่) ในขณะที่ ตำรับการทดลองที่ 4 ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของคำแนะนำปุ๋ยสั่งตัดและปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน ให้ผลตอบแทนน้อยที่สุด (86.03 บาท/ไร่)

2. อภิปรายผล

การเตรียมดินทางการเกษตรในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของดินส่งผลให้ค่าความแข็งของดินลดลง ความชื้นและปริมาณอินทรียวัตถุในดินเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างดินเช่นกัน กล่าวคือคุณสมบัติด้านความแข็งของดินจะแปรผันไปตามความชื้นของดินที่กระจายไปในมวลดิน (วรากร, 2546) ทำให้โครงสร้างของดินอ่อนตัว การใช้ปุ๋ยอินทรีย์เป็นการเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีอิทธิพลต่อความหนาแน่นรวมและความพรุนทั้งหมดในดิน (Davies, 1975) ช่วยให้ดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำ (Hambl in and Davies, 1977) สอดคล้องกับการศึกษาของ Tcha และ Park (1973) ที่พบว่าปริมาณความจุความชื้นสนามและจุดเหี่ยวถาวรเพิ่มขึ้น 1.13 และ 0.40 เปอร์เซ็นต์ ทุกๆ 1 เปอร์เซ็นต์ ของอินทรียวัตถุที่ใส่ลงในดิน การใส่อินทรียวัตถุยังส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินในด้านต่างๆ เช่น pH

โดยในการสลายตัวของปุ๋ยหมัก อินทรียวัตถุ ที่มีประจุลบอยู่มากโดยประจุลบเหล่านี้จะดูดเอา H^+ ในสารละลายดินไว้ทำให้ปริมาณ H^+ ในสารละลายดินลดลง pH ของดินจึงเพิ่มขึ้น (Allison, 1973) นอกจากนี้การดูดใช้ธาตุอาหารของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นสาเหตุหนึ่งในการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีของดิน เนื่องจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จำเป็นต้องใช้ธาตุอาหารในการเจริญเติบโต ส่งผลให้ปริมาณธาตุอาหารในดินลดลง โดยเฉพาะไนโตรเจน(N) และฟอสฟอรัส (P) ในขณะที่ โพแทสเซียม (K) มีการสูญเสียน้อยมากสอดคล้องกับรายงานของ เกษมและคณะ (2527) ที่พบว่าปัญหาการขาดธาตุโพแทสเซียมไม่รุนแรงหรือสำคัญเหมือนธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสแม้ว่าข้าวโพดต้องการโพแทสเซียมสูงก็ตาม ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จะใช้โพแทสเซียมในปริมาณมากในช่วงออกไหมจนถึงระยะแก่เต็มที่เท่านั้น โดยส่วนใหญ่จะสะสมที่ลำต้น และเมล็ด

การใส่ปุ๋ยมีผลต่อการเจริญเติบโตในด้านของความสูงของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ตั้งแต่งอกจนถึงเมื่อข้าวโพดได้รับการผสมเกสรและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่า การใส่ปุ๋ยเป็นสิ่งจำเป็นในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยปุ๋ยมีส่วนช่วยส่งเสริมให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น จากการใช้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยทั้ง 3 แบบ ในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน เนื่องมาจากทั้ง 3 โปรแกรมมีการใช้ฐานข้อมูลเดียวกัน สอดคล้องกับวุฒิไกร (2554) ที่พบว่าการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินส่งผลให้ผลผลิตอ้อยไม่แตกต่างกัน แต่ผลผลิตอ้อยแตกต่างกันเมื่อเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ย เช่นเดียวกันกับสุชัญญา (2553) ที่พบว่าผลผลิตอ้อยสดมีความแตกต่างกันทางสถิติจากตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยโดยการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำที่ให้ไว้โดยกรมวิชาการเกษตรหรือใส่ปุ๋ยโดยพิจารณาจากค่าวิเคราะห์ดินไม่มีความแตกต่างกัน

จากการทดลองนี้พบว่าต้นทุนการผลิตส่วนใหญ่จะอยู่ที่ปุ๋ยหมักดังตำรับการทดลองที่ 2 ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา ½ ของค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยอินทรีย์ ½ ของคำแนะนำกรมพัฒนาที่ดิน ที่พบว่าถึงแม้ตำรับการทดลองที่ 2 จะเป็นตำรับการทดลองที่ให้ผลผลิตสูงที่สุดแต่เมื่อวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนแล้วตำรับการทดลองที่ 5 ใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (เต็มอัตรา) เป็นตำรับการทดลองที่ดีที่สุด ดังนั้นเกษตรกรควรทำการผลิตปุ๋ยหมักไว้ใช้เองควบคู่ไปกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพราะนอกจากลดต้นทุนการผลิตแล้วยังปรับปรุงโครงสร้างของดินให้ดีขึ้น ซึ่งจะเป็นแนวทางหนึ่งในการทำการเกษตรที่ยั่งยืนต่อไปได้ในอนาคต

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 นำความรู้เกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยสูตรต่างๆเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ไปใช้ดังนี้

1) จัดทำแปลงสาธิตทดสอบในพื้นที่ของเกษตรกร มีการเปรียบเทียบวิธีการที่ได้ผลดีกับวิธีการผลิตของเกษตรกร โดยให้เกษตรกรมีส่วนร่วมในการปฏิบัติ เพื่อเป็นการเผยแพร่ผลงานวิจัยไปสู่เกษตรกร

2) ส่งเสริมให้เกษตรกรได้ตระหนักถึงความสำคัญของการวิเคราะห์ดินและการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต

3) ส่งเสริมให้เกษตรกรใช้ประโยชน์จากวัสดุที่เหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น ฟางข้าว ซังข้าวโพด โดยการนำมาผลิตปุ๋ยหมักเพื่อช่วยในการปรับปรุงบำรุงดิน ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชและช่วยลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี

4) นำความรู้เกี่ยวกับการคิดต้นทุน ผลตอบแทนไปแนะนำให้เกษตรกรเกิดแนวคิดเกี่ยวกับการใช้ปัจจัยการผลิตให้ได้ผลตอบแทนที่คุ้มค่า

3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 ในการทดลองที่ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยสูตรต่างๆ มีมีผลต่อผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ควรมีตำรับการทดลองตามวิธีเกษตรกร เพื่อที่จะได้ทำการเปรียบเทียบผลผลิต ต้นทุน และผลตอบแทน ให้เห็นอย่างชัดเจน

3.2.2 ปริมาณปุ๋ยหมักที่ใช้ในการทดลอง ควรใส่ปริมาณปุ๋ยหมักในอัตราที่แนะนำเต็มอัตรา (2 ตัน/ไร่) เพื่อเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดินส่งผลให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินชัดเจนขึ้น

3.2.3 ควรทำการศึกษาเกี่ยวกับวัสดุที่จะนำมาใช้ในการทำปุ๋ยหมัก เพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างว่าชนิดและปริมาณปุ๋ยหมักที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชนั้นๆ โดยอาจจะศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างปุ๋ยหมักที่ทำจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์กับวัสดุอื่นๆ ว่ามีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หรือไม่พร้อมกับศึกษาปริมาณการใช้ปุ๋ยหมักให้เหมาะสมต่อการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อไป

3.2.4 ควรทำการศึกษาเกี่ยวกับระยะเวลาอัตราการย่อยสลายของปุ๋ยหมัก โดยทำการศึกษาถึงระยะเวลาการย่อยสลายของปุ๋ยหมักที่ใส่ลงในแปลงว่าในหนึ่งฤดูการปลูก ปุ๋ยหมักที่ใส่ลงไปมีการสูญเสียไปเท่าไหร่ ซึ่งในบางครั้งเกษตรกรอาจไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยหมักลงไปในแปลงทุกปี ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตลดลง เนื่องจากในการทดลองนี้พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรงทอง นาคพรหม (2506) “ การใช้ซังข้าวโพดเป็นส่วนประกอบอาหารสำหรับวัวเติบโต” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

กรมพัฒนาที่ดิน (2553) *หนังสือคู่มือการพัฒนาที่ดินสำหรับหมอดินอาสาและเกษตรกร* กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพมหานคร

_____. (2553) *คู่มือการปฏิบัติงานกระบวนการวิเคราะห์ดินทางกายภาพ* กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพมหานคร

_____. (2554) *ผลิตภัณฑ์เทคโนโลยีชีวภาพกรมพัฒนาที่ดิน เพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร* กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

_____. (ม.ป.ป.) *ลักษณะและสมบัติของชุดดินภาคตะในออกเฉียงเหนือ* สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพมหานคร ค้นคืนวันที่ 1 เมษายน 2555 จาก http://osl101.ldd.go.th/thaisoils_museum/pf_desc/northeast/Si.htm

กรมวิชาการเกษตร (2547) *ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์* เอกสารวิชาการ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพมหานคร

_____. (2551) “คู่มือการบันทึกข้อมูล *การวิจัยด้านดินและน้ำเพื่อการผลิตพืช* เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การร่วมเรียนรู้การปฏิบัติงานวิจัยการจัดการดินและน้ำ (ครั้งที่ 2) กระทรวงเกษตรและสหกรณ์” กรุงเทพมหานคร

_____. (2552) “ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์กรมวิชาการเกษตร ระบบทางข้อมูลวิชาการ” กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพมหานคร ค้นคืนวันที่ 1 มกราคม 2557 จาก http://it.doa.go.th/vichakan/news.php?newsid=17

กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชไร่ (2541) “การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปรับปรุงดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร” กรุงเทพมหานคร ค้นคืนวันที่ 1 เมษายน 2555 จาก www.agriqua.doae.go.th/soil_fert/organic_fer.doc

เกษม สุขสถาน นพพร สายัมพล รังสฤษฎ์ กาวีตะ วันชัย จันทร์ประเสริฐ สว่าง พฤกษาชีวะ อุดม พูลเกษ งามชื่น รัตนศิลก พีระศักดิ์ ศรีนิเวสน์ เรวัต เลิศฤทัยโยธิน สุพจน์ เฟื่องฟูพงศ์ ไสว พงษ์เก่า และโอวาท จุฑารัตน์ (2527) *พืชเศรษฐกิจ เล่ม 2* ภาควิชาไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

กฤษณา สัมพันธ์ธารักษ์ (2528) *พืชไร่ (หนังสือแปล)* กรุงเทพมหานคร ไทยวัฒนาพานิช

จิรพงษ์ ประสิทธิเขตร (2547) “กระบวนการจัดการดินและความอุดมสมบูรณ์ของดินในระบบเกษตรอินทรีย์” กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักงานวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรเกษตรและสหกรณ์ *กรุงเทพมหานคร*

จุวัลณีย์ แสงระวี (2546) “ ศึกษาความเป็นไปได้ของซังข้าวโพดในการดูซับสารประกอบกลุ่มพีนอลลิกในน้ำทิ้ง” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สงขลา

จำเริญ ยืนยงสวัสดิ์ ประวิตร โสภโณ ดร วิจิตต์ วรรณชิต วิษณุ สมทรัพย์ (2543) “เอกสารประกอบคำสอน : คณาจารย์ภาควิชาพืชศาสตร์ หลักการกสิกรรม ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สงขลา” ค้นคืนวันที่ 1 มกราคม 2557 จาก http://www.natres.psu.ac.th/Department/PlantScience/510-111web/index.htm

เฉลิมพล แซมเพชร (2542) *สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่* ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่

ชฎาพร องอาจ (2550) “การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ในการย่อยสลายปุ๋ยหมัก” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา พระนครศรีอยุธยา

ดำรง มุขลาย ทัศนีย์ สัมปุณณ์วรวานิช แจ่มจันทร์ จิรภัทรานันท์ และสรสิทธิ์ วัชโรทยาน (2508) “อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่มีต่อปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในเมล็ดและตอซังข้าวโพด” รายการประชุมทางวิชาการเกษตรศาสตร์และชีววิทยา ครั้งที่ 4 สาขาพืชและชีววิทยากับสาขาสัตว์ 27-29 มกราคม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์ วิโรจ อิ่มพิทักษ์ สาธิต อารีรักษ์ (2534) “ผลของการจัดการดินโดยใช้การเตรียมดินและการใช้ปุ๋ยที่มีต่อผลผลิตของข้าวโพดที่ปลูกบนดินลพบุรี” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วิทยาสารเกษตรศาสตร์ (วิทยาศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

ทัศนีย์ อัตตะนันท์ และประทีป วีระพัฒนนิรันดร์ (2551) *คู่มือสำหรับการเกษตรยุคใหม่ : ธรรมชาติของดินและปุ๋ย. โครงการรวมพลังพลิกฟื้นผืนดินเกษตรไทย* กรุงเทพมหานคร

ทัศนีย์ อัตตะนันท์ และคณะ (ม.ป.ป.) เทคโนโลยี “ปุ๋ยสั่งตัด” สำหรับข้าวโพด ข้าวและอ้อย ค้นคืนวันที่ 5 พฤศจิกายน 2555 จาก www.ssnm.info/know/551105.know.

นรีรัตน์ ชูวรเวช (ม.ป.ป.) “เรื่องควรรู้เกี่ยวกับปุ๋ยอินทรีย์” ใน *เอกสารวิชาการ เรื่อง กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา* กรมวิชาการเกษ๖ร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 2-3 หน้า ค้นคืนจาก aglib.doa.go.th/lib/images/Downloads/.../EB00008.pdf

นพศูล สมุทรทอง วิจารณ์ วิชชุกิจ สุเมศ ทับเงิน ธีระ สมหวัง และประภาส ช่างเหล็ก (2547) “ผลของปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ที่มีต่อผลผลิตและปริมาณแป้งในหัวของมันสำปะหลัง 2 พันธุ์” เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42 สาขาพืช สาขาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร กรุงเทพมหานคร

นันทนา ชื่นอิ่ม วิวัฒน์ อิงคะประดิษฐ์ สมชาย กรีฑาภิรมย์ และนุษรา สินบัวทอง (ม.ป.ป.) “การใช้ปุ๋ยเคมีในนาข้าวตามค่าวิเคราะห์ดิน” ฝ่ายเครื่องมือวิทยาศาสตร์สภาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

นงคราญ กาญจนประเสริฐ (2540) “การศึกษาลักษณะดินและการใช้ปุ๋ยสำหรับข้าวโพดในจังหวัดพิษณุโลก” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก

บทปฏิบัติการวิชาวิชา 1201 441 (2545) *วิทยาการเมล็ดพันธุ์* คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อุบลราชธานี

นงลักษณ์ พันธุโอภาส (2516) “ผลกระทบต่อความชื้นในดินและอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อการเจริญเติบโตและการดูฟอสฟอรัสของข้าวโพด” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาปฐพีวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

เบญจวรรณ เอกะสิงห์ กุศล ทองงาม และพฤกษ์ ยิบมันตะสิริ (2544) “ผลผลิตรายได้ต้นทุนและผลตอบแทนจากการปลูกข้าโพดเลี้ยงสัตว์ในแหล่งปลุกที่สำคัญของประเทศไทย ปีการผลิต 2541-2542” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่

ประถม อัตตนาถ (2508) “การเปรียบเทียบความเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์กัวเตมาลาเมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนชนิดต่างๆ ณ บริเวณไร่ฝึกนิสิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต แผนกวิชาเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

ประพนธ์ บุณรำพรรณ สมชัย ลิ่มอรุณ และสมชาย โพธิสาร (2547) “ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราปลูกและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในไร่เกษตรกร อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ สถาบันอินทรียจันทรสถิตย์เพื่อการค้นคว้าและพัฒนาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

ประธีป วีระพัฒนนิรันดร์ (2554) “ปุ๋ยสั่งตัด” *วารสารเคหะเกษตร* 7 (กรกฎาคม) : 114-148

_____. (2555) “ปุ๋ยสั่งตัด กับบทบาทแบบจำลองพัฒนาคำแนะนำเพื่อความแม่นยำ” *วารสารเคหะเกษตร* 139-141 น. ค้นคืนวันที่ 15 มกราคม 2555 จาก www.aanm.info/know.

ประภาส แก้ววิบูลย์ (2511) “อิทธิพลของอัตราปุ๋ยไนโตรเจนและอัตราปลูกที่มีผลต่อน้ำหนักแห้งและเปอร์เซ็นต์กระเทาะของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดพันธุ์กัวเตมาลา” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต แผนกวิชาเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

พร หมอนแพร ลอย ใจจูน และไพฑูรณ์ ถาวรวงค์ (2548) “การผลิตเชื้อเพลิงแข็งจากฟางข้าวและซังข้าวโพด” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก

ภิญโญ ศิรินันท์ (2539) “ผลกระทบของปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปรตัสเซียมและจุลธาตุต่อคุณภาพและผลผลิตของส้มเขียวหวานที่ปลูกในดินชุดเชียงคาน” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่

มัณฑนีย์ เศรษฐภักดี (2532) “การให้ปุ๋ยโพแทสเซียมทางใบเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของข้าวโพด” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาปฐพีวิทยา ภาควิชาฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

มงคล พานิชกุล กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ ชัยโรจน์ วงศ์วิวัฒน์ไชย ประดิษฐ์ บุญอำพล หริ่ง มัสวัสดิ์ และสุพิน สุวรรณ (2527) “ผลของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยมูลไก่ ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดหวานที่ปลูกอย่างต่อเนื่องในดินชุดโคราช จังหวัดขอนแก่น” กลุ่มงานวิจัยและปุ๋ยพืชไร่ กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพมหานคร

ยงยุทธ โอสถสภา (2528) *การใช้ปุ๋ยทางใบ* ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

ยงยุทธ โอสถสภา (2546) *ธาตุอาหารพืช* พิมพ์ครั้งที่ 2 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

รุสนี โตะกีเล ธันวดี เตชะภัททวรกุล สุขสาโรจน์และเบญจมาศ เชียรศิลป์ (2552) “ความคงตัวของเอนไซม์เซลลูเลสจากวัสดุอินทรีย์สารเร่ง พด.1 เพื่อประยุกต์ใช้ในเชิงอุตสาหกรรม” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สงขลา

วรากร ไม้เรียง (2546) “การพัฒนาแผนหลักการจัดการภัยธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับแผ่นดินถล่ม” กรุงเทพมหานคร สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

วราภรณ์ นิติกูล (2554) “การศึกษาผลของการจัดการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน เพื่อยกระดับผลผลิตของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 ที่ปลูกในชุดดินปากช่อง” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาปฐพีวิทยา ภาควิชาฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

วัชราภรณ์ วงศ์คาปวน (2556) “รายงานสถานการณ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สานักนโยบายและยุทธศาสตร์การค้าสินค้าเกษตร” ค้นคืนวันที่ 7 มีนาคม 2557 จาก tpso.moc.go.th/img/news/1054-img.pdf

วัชรินทร์ ซุ้นสุวรรณ (2543) “เศรษฐกิจและสังคมการผลิตพืช” *หลักกสิกรรม* ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ 159 -168 น. ค้นคืนวันที่ 1 มกราคม 2557 จาก www.natres.psu.ac.th/Department/PlantScience/510.../CORN.DOC

วิเชียร กิจปรีชาวนิช กรรณิการ์ ดวงมาลย์ สุนีย์ โชตินีรนาทและนภา โลห์ทอง (2536) “การใช้ประโยชน์จากซังข้าวโพดโดยจุลินทรีย์” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

วิทวัส สิ่วหงวน (2553) “ผลของอัตราปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมและระยะปลูกต่อพัฒนาการและผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกหลังนา” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่

วิไลลักษณ์ โคมพันธ์ (2554) “การผลิตปุ๋ยหมักชีวภาพจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรด้วยจุลินทรีย์จากกอไผ่” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก

วุฒิไกร โพธิวรรณ (2544) “การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน สำหรับหารปลูกอ้อยในฤดูข้ามแล้งและฤดูฝนในชุดดินกำแพงเพชร” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาปฐพีวิทยา ภาควิชาฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

ศักดา ศรีนิเวศน์ (2556) “ปุ๋ยเคมีคืออะไร” ค้นคืนวันที่ 1 มกราคม 2557 จาก www.doae.go.th/uploads/admin-20130311-102518.pdf

ศานิต เก้าเอี้ยน และศรัณย์ วรรธนัจฉริยา (2545) “การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจของการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตย์ในฤดูที่ 1 และ 2 ในอำเภอปากช่องจังหวัดนครราชสีมา ฤดูกาลผลิต 2543/44” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

ศิริขวัญ ภู่นา (2527) “ศึกษาการประเมินฟอสฟอรัสที่เนประโยชน์ในดิน โดยวิธีการวิเคราะห์ดินทางเคมีและการตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสฟอรัสของข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินองครักษ์ โคราช ลี้ ปากช่อง ชัยบาดาลและหินซ้อน” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาปฐพีวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 119 น.

ศิริเนตร สิทธิทูล (2545) “การใช้มูลไก่เป็นปุ๋ยฟอสฟอรัสและผลการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับซิลิคอนต่อการเจริญเติบโตและการดูใช้ฟอสฟอรัสของข้าวโพดที่ปลูกในดินออกซิซอลล์ ชุดดินท่าใหม่” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาปฐพีวิทยา ภาควิชาฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

ศุภนิตย์ ชีวาณิชน์ (2510) “การศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยฟอสเฟทที่ตกค้างและพอเตสเซียมที่มีต่อระดับไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในเมล็ดและตอซังข้าวโพด” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาปฐพีวิทยา ภาควิชาฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

สรสิทธิ์ วัชโรทยาน ถวิล ครุฑกุล ไพบูลย์ ประพฤติธรรม และอำนาจ สุวรรณฤทธิ์ (2527) *ความอุดมสมบูรณ์ของดิน* ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สหัสชัย คงทน วีรวัฒน์ นิลรัตนคุณ และทัศนีย์ อัตตะนันทน์ (2550) *การจัดการดินและธาตุอาหารพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพดในพื้นที่ จ.สระบุรี ด้วยแบบจำลองการปลูกพืช* ส่วนวิจัยและวินิจฉัยคุณภาพดิน สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กรุงเทพมหานคร

สันต์ ศิริภักดิ์ (2531) “ผลกระทบของปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมีต่อสมบัติทางกายภาพและทางเคมีบางประการของดินในเขตเกษตรน้ำฝน” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาปฐพีศาสตร์ มหาวิทยาลับเชียงใหม่ เชียงใหม่

สมศรี บุญเรือง และอำนาจ จันทร์ครุฑ (2551) *ข้าวโพด (ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดหวาน): คู่มือนักวิชาการส่งเสริมการเกษตร* กรมส่งเสริมการเกษตร ค้นคืนวันที่ 12 มกราคม 2557 จาก http://ag-ebook.lib.ku.ac.th/index.php/component/content/article/761

สารานุกรมไทยฉบับเยาวชนฯ เล่มที่ 3 (2520) *ข้าวโพด* ค้นคืนวันที่ 1 มกราคม 2557 จาก kanchanapisek.or.th/kp6/BOOK3/chapter2/t3-2-l1.html

สายชล พรมีอยู่ อัจฉรา จิตลดากร และหฤษฎี ภัทรดิลก (ม.ป.ป.) “ ผลของการใช้ปุ๋ยมูลวัว ปุ๋ยหมักและปุ๋ยมีต่อการผลิตผักบุ้งจีน” การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

สุขุม โชติช่วงมณีรัตน์ (2533) “การพิจารณาการปลูกข้าวโพดในระบบการปลูกพืชประเทศไทย” *วารสารดินและปุ๋ย* สมาคมดินและปุ๋ย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

สุขุม โชติช่วงมณีรัตน์ แอนนา สายมณีรัตน์ และสุปราณี งามประสิทธุ์ (2548) “การพัฒนาระบบการจัดการดินสำหรับเพาะปลูกข้าวโพดอย่างยั่งยืน” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ สถาบันอินทรีจันทรสถิตย์เพื่อค้นคว้าและพัฒนาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

สุชัญญา เจริญเส็ง (2553) “ความแม่นยำของคำแนะนำปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินที่มีผลต่อผลผลิตอ้อยและความสัมพันธ์ระหว่างความเขียวใบกับปริมาณไนโตรเจนในใบของอ้อยปลูกในชุดดินกำแพงเพชร” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาปฐพีวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

สุทิน คล้ายมนต์ (2511) “ผลตอบสนองทางการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดพันธุ์กัวเตมาลาต่อการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมอัตราต่างๆ ร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจนอัตราเดียวที่ไร่ฝึกนิสิตสุวรรณวาจกสิกิจ” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาปฐพีวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

สุนิสา จินดาพลอย (2554) “ศึกษาประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินต่อผลผลิตองค์ประกอบผลผลิตและการสะสมธาตุอาหารของอ้อย” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาปฐพีวิทยา ภาควิชาฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์กรุงเทพมหานคร

สุวิมล มะสันเมียะ (2547) “การวิเคราะห์ผลตอบแทนผู้ประกอบการข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของธุรกิจขนาดกลาง และขนาดย่อมในเขตอำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา” วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาสารคาม

สำนักงานเกษตรจังหวัดนครราชสีมา (2555) “ข้อมูลทั่วไปด้านการเกษตรของจังหวัดนครราชสีมา” ค้นคืนวันที่ 1 มกราคม 2557 จาก www.khorat.doae.go.th/WEB2010/data-agri.html

สำนักงานเกษตรอำเภอปากช่อง(2555) ข้อมูลการปลูกพืช พืชไร่ (ข้าวโพดอาหารสัตว์) ค้นคืนวันที่ 10 เมษายน 2555 จาก pakchong.khorat.doae.go.th/Link%20pages/corn.htm

สำนักงานคลังจังหวัดนครราชสีมา (2555) *รายงานภาวะเศรษฐกิจการคลัง จังหวัดนครราชสีมา ไตรมาสที่ 1/2555 3 น.* ค้นคืนวันที่ วันที่ 1 มกราคม 2557 จาก www.klang.cgd.go.th/nmalreport/cfo/er 5501.pdf.

สำนักงานจังหวัดนครราชสีมา (2554) “ข้อมูลทั่วไปจังหวัด นครราชสีมาในบรรยายสรุปจังหวัดนครราชสีมา” ค้นคืนวันที่ 1 มกราคม 2557 จาก http://www.nakhonratchasima.go.th/nakhonrat/index.php

สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร (2555) *สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้มปี 2556* สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรุงเทพมหานคร

_____. (2556) *สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้มปี 2557* สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรุงเทพมหานคร

อัจฉรา โพธิ์ดี (2547) “หลักเศรษฐศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการการผลิตพืช” ใน *เอกสารการสอนชุดวิชา หลักการจัดการการผลิตพืช* หน่วยที่ 3 หน้า... นนทบุรี สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

อัฐยะ พินจงสกุลดิษฐและสมพร ภาวินาวิน (2554) “โปรแกรมดินไทยและธาตุอาหารพืช/คำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลง” กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพมหานคร

อุดม สีมาบรรพ์ มณีโชติ ทะนงจิตร และโอวาท จุฑานนท์ (2509) “การเปรียบเทียบผลผลิตของข้าวโพดโดยใช้ระยะและอัตราปลูกต่างๆ กัน” รายงานการประชุมทางวิชาการเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 5 สาขาพืชและชีววิทยา สาขาสัตว์ และสาขาเศรษฐศาสตร์เกษตร ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน 2-4 กุมภาพันธ์ 2509 กรุงเทพมหานคร

Allison, F.E.(1955). “Dose nitrogen applied to crop residues produce more humus?” *Soil Sci. Soc.Am.Proc*.19:210-211.

Allison,F.E.(1973). *Soil organic matter and its role in crop production.* Elsevier Seientific Publishing New York.

Browning, G.M .,and F.W. Milan. (1944). Effect of different types of organig materials and lime on soil aggregation. Soil Sci. 57:91-106.

Davies, D.B. (1975). Soil physical condition: factors affecting the value and new concept of their significance. J.AM.Soc.Agron. 22:935-948.

Evan , H.J.and G.J.Sorger, (1966). "Role of mineral elements with emphasis on univalent cations." *Annu.Rev.Plant Phyiol.* 17:47-76.

Hamblin,A.P., and D.B. Daview. (1977). "Influence of organig matter on the physical properties of some East Anglian Soils of high silt content." *J. Soil Sci.*28: 11-22.

Hanway, J.J (1962). Corn growth and composition in relation to stage of growth Agron J 54 : 200-299 .

Hester , J.B., and F.A. Sheltion. (1937). Soil organig matter investigations upon Coastal Plain soils. Virginia Truck Expt. Sta.Bull.94.

Im, J.N. (1982). Organic materials and improvement of soil physical characteristics. In FAO Soils Bulletin 45. Organic materials. Soil productivity in the near east. FAO Rome.

Kamprath,E.J., and C.D. Welch. (1962). "Retention and cation exchange progerties of Organic matter in Coastal Plain soils." *Soil Sci.Soc.Am.Proc.* 26:263-265.

Mann. (1982). *Statistics For Business and Economics.* 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 848 - 851

Mason, J.W. and D.C. Aeny. (1967). Effects of potassium and choloride ion on root necrosis , stalk rot, and pith condition in corn (Zea may L.). Agron. J. 59:497-502.

Munson, R.D. (1968). *Potassium builds corn Quality.* Better Crop Plant. Food. 52(1): 4-5.

Russell,E.W. (1973). *Soil condition and plant growth.* 10th Ed. Longman.London.

Salisbury, FB. And C.W. Ross, (1978). *Plant physiology* .2d ed, Wadsworth Publishing Califonia.

Salter, P.J., and J.B.Williams. (1963). The effect of farmyard manure on the moisture characteristics of a sandy loam soil.J.Soil Sci.14:73-81.

Struthers, P.H., and D.H. Sieling. (1950). Effect of organic anions in phosphate precipitation by iron and aluminum as influenced by pH. Soil Sci. 69: 205-213.

Tcha, D.Y., and M.E. Park. (1973). Multiple regression equation estimating water holding capacity with textural composition and organic matter of upland soils in Korea. The Res.Report of O.R.D. 15:29-36.

Tisdall , J.M., and J.M. Oades. (1982). Organic matter and water stable aggregates in Soils. J. Soil Sci.33:141-163.

Tienseemuang .S and P . Judd, (1970). The effect of irrigation frequency gypsum application on corn mungbean and cotton Rea proj. Field crop Abstr.26:693.

Usherwood, N.R. (1980). The effects of potassium on p;ant diseases, pp. 151-164 . In Potassium for Agricuture – A Situatuon Analysis. Potash and Phosphate Tnstitute, Atlanta.

Unger , P.W., and B.A. Stewart .1974 . Feedlot waste effects on soil conditions and water evaporation. Soil Sci.Soc.Am.Proc,38:954-957.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

เกณฑ์การประเมินระดับธาตุอาหารในดิน และปุ๋ยหมัก

ตารางภาคผนวก ก.1 ระดับอินทรียวัตถุในดิน โดยวิธีของ WALKLEY AND BLACK (1947)

อินทรียวัตถุ	ระดับอินทรียวัตถุ (%)						
	ต่ำมาก	ต่ำ	ค่อนข้างน้อย	ปานกลาง	ค่อนข้างสูง	สูง	สูงมาก
ระดับ	> 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 1.5	1.5 - 2.5	2.5 - 3.5	3.5 - 4.5	< 4.5

ตารางภาคผนวก ก.2 ระดับธาตุอาหารหลัก โดยวิธีของ Bray ll และ NH_4OAc pH 7.0

ธาตุอาหาร	ระดับธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน (mg /kg)				
	ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	สูงมาก
P	<< 3	4 - 10	11 - 15	16 - 45	>> 46
K	<< 30	30 - 60	61 - 90	91 - 120	>> 120

ตารางภาคผนวก ก.3 ระดับความเป็นกรดเป็นด่างของดิน

ระดับกรดด่าง	กรดรุนแรง	กรดจัด	กรดเล็กน้อย	กลาง	ด่างเล็กน้อย	ด่างจัด	ด่างรุนแรง
pH_{H2O} (1:1)	<< 4.6	4.61-5.54	5.55-6.54	6.55-7.5	7.6-8.5	8.9-9.1	>> 9.1

ตารางภาคผนวก ก.4 ระดับความเค็มของดิน

ระดับความเค็ม	ปกติ/ไม่เค็ม	เค็มเล็กน้อย	เค็มปานกลาง	เค็มจัด	เค็มจัดมาก
ดิน (ds/m) 1:5	<0.15	0.16-0.30	0.31-0.60	0.61-1.20	>1.21

มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมพัฒนาที่ดิน

ปุ๋ยหมัก (เกรด 1) ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดไม่เป็นของเหลวที่ปริมาณอินทรียวัตถุไม่ต่ำกว่าร้อยละ 30 ของน้ำหนัก ได้หรือทำจากวัสดุอินทรีย์ และผ่านการย่อยสลายเสร็จสมบูรณ์ จนแปรสภาพจากรูปเดิม เมื่อนำไปให้พืชจะให้ธาตุอาหารที่จำเป็นแก่พืช โดยมาตรฐานที่กำหนดคือ

1) ปริมาณอินทรียวัตถุรับรอง (Organic Matter) ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 30 ของน้ำหนัก
2) อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) ไม่เกิน 20:1
3) ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity) ไม่เกิน 10 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร
4) ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) อยู่ระหว่าง 5.5-8.5
5) ปริมาณโซเดียม (Na) ไม่เกินร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก
6) ปริมาณธาตุอาหารหลัก
   - ไนโตรเจนทั้งหมด (Tatal N) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.00 ของน้ำหนัก
   - ฟอสเฟตทั้งหมด (Total P_2O_5) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.50 ของน้ำหนัก
   - โพรแทสทั้งหมด (Total K_2O) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.50 ของน้ำหนัก
7) ความชื้นไม่เกินร้อยละ 30 ของน้ำหนัก

ภาคผนวก ข

วิธีการเก็บข้อมูล

การหาปริมาณความชื้นดิน(Soil Moisture) โดยน้ำหนัก (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

1. เก็บตัวอย่างดินแบบรบกวนโครงสร้าง โดยใช้ จอบ เสียม พลั่ว หรือเก็บใส่ภาชนะโลหะที่ปิดสนิทและพันด้วยเทปพันสายไปหรือเทปกาว เพื่อป้องกันความชื้นรั่วไหล
2. นำตัวอย่างดินใส่กระป๋องสำหรับหาความชื้น (Moistire can) น้ำหนักที่ชั่งได้คือ น้ำหนักของดิน + น้ำหนักของน้ำ + น้ำหนักกระป๋อง เท่ากับ ($W_{sw} + W_a$)
3. นำตัวอย่างดินที่บรรจุในกระป๋องวางเรียงในถาดไปอบที่อุณหภูมิ 105-110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งน้ำหนักดินคงที่ น้ำหนักที่ชั่งได้คือ น้ำหนักดินแห้ง + น้ำหนักกระป๋อง ($W_s + W_a$)
4. ทำความสะอาดกระป๋อง แล้วชั่งน้ำหนัก (W_a)
5. คำนวณหาความชื้นของดินโดยน้ำหนักจาก

$$W = \frac{(W_{sw} + W_a) - (W_s + W_a)}{(W_s + W_a) - (W_a)}$$

การหาความแข็งของดินโดยใช้เครื่องทดสอบฝังจมแบบพกพา หรือ Penetrometer pocket

1. ขุดดินแบบรบกวนโครงสร้างของดินที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร
2. ใช้ เครื่องทดสอบฝังจมแบบพกพา หรือ Penetrometer pocket วัดความแข็งโดยทำการกดเครื่องมือลงไปในเนื้อดิน จำนวน 3 จุด ทำการจดบันทึกและหาค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของดิน จากนั้นทำการอ่านค่ากำลังรับแรงเฉือนได้ที่ด้ามจับ ค่าที่ได้จะเป็นค่า Unconfined Compressive Strength (Up) ซึ่งเมื่อจะแปลงเป็นค่า Undraind Shear Strength จะต้องนำค่า Up ไปหาร 2 เสียก่อน

ตารางค่า Soil Consistency

Soil consistency เทียบกับ Uc หรือ Up		Uc หรือ Up (ksc)	N/ft
Very Soft	อ่อนมาก	0.00-0.25	0-1
Soft	อ่อน	0.25-0.50	2-4
Medium	ปานกลาง	0.50-1.00	5-8
Stiff	เกือบแข็ง	1.00-2.00	9-15
Very Stiff	แข็ง	2.00-4.00	16-30
Hard	แข็งมาก	4.00-Over	มากกว่า 30

การทดสอบความชื้นเมล็ดพันธุ์ (มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2545)

1. ชั่งน้ำหนักกระป๋อง (ไม่ต้องมีฝา ทศนิยม 3 ตำแหน่ง) จำนวน 2 ใบสำหรับเมล็ดพันธุ์แต่ละชนิด

2. ใส่เมล็ดพันธุ์ลงในกระป๋องที่ได้จากข้อ 1. กระป๋องละประมาณ 4-5 กรัม หรือประมาณ 20-50 เมล็ดแล้วแต่ขนาดเมล็ด แล้วนำไปชั่งน้ำหนักกระป๋อง + เมล็ด

3. ใส่กระป๋องที่มีเมล็ดพันธุ์ในข้อ 2 ในตู้อบที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำออกมาชั่งหาน้ำหนักกระป๋อง + เมล็ดแห้ง

คำนวณเมล็ดพันธุ์เป็นร้อยละโดยใช้สูตร

$$\text{ความชื้นเมล็ดพันธุ์} = \frac{(\text{น้ำหนักเมล็ดพันธุ์สด} - \text{น้ำหนักเมล็ดพันธุ์แห้ง}) \times 100}{\text{น้ำหนักเมล็ดพันธุ์สด}}$$

การคำนวณค่าเสื่อม (อัฉรา, 2547)

$$\text{ค่าเสื่อม} = \frac{\text{มูลค่าทรัพย์สินเมื่อแรกซื้อ} - \text{มูลค่าซาก}}{\text{อายุการใช้งานของทรัพย์สิน}}$$

ค่าเสียโอกาสของเงินทุน

มีวิธีการคำนวณได้ 2 วิธี คือ

ก. ค่าเสียโอกาสของเงินทุน

$$= \frac{\text{มูลค่าของทรัพย์สิน} + \text{มูลค่าคงเหลือ}}{2} \times \text{อัตราดอกเบี้ย}$$

ข. ค่าเสียโอกาสของเงินทุน

$$= \frac{\text{มูลค่าทรัพย์สินต้นปี} + \text{มูลค่าทรัพย์สินปลายปี}}{2} \times \text{อัตราดอกเบี้ย}$$

จุดคุ้มทุน

ณ จุดคุ้มทุน รายได้ทั้งหมด = ต้นทุนการผลิตทั้งหมด

โดย รายได้ทั้งหมด = ปริมาณผลผลิต × ราคาผลผลิตต่อหน่อย

ในการหาจุดคุ่มทุนต้องอาศัยข้อมูลต่างๆ ดังนี้

1. ราคาผลผลิตต่อหน่วย price; P
2. ต้นทุนผันแปรเฉลี่ยต่อหน่วย average variable cost: V
3. ต้นทุนคงที่ทั้งหมด total fixed cost; F
4. ปริมาณผลผลิตทั้งหมด total yield: Q

ดังนั้นจุดคุ้มทุน $Q \times P = F(Q \times V)$

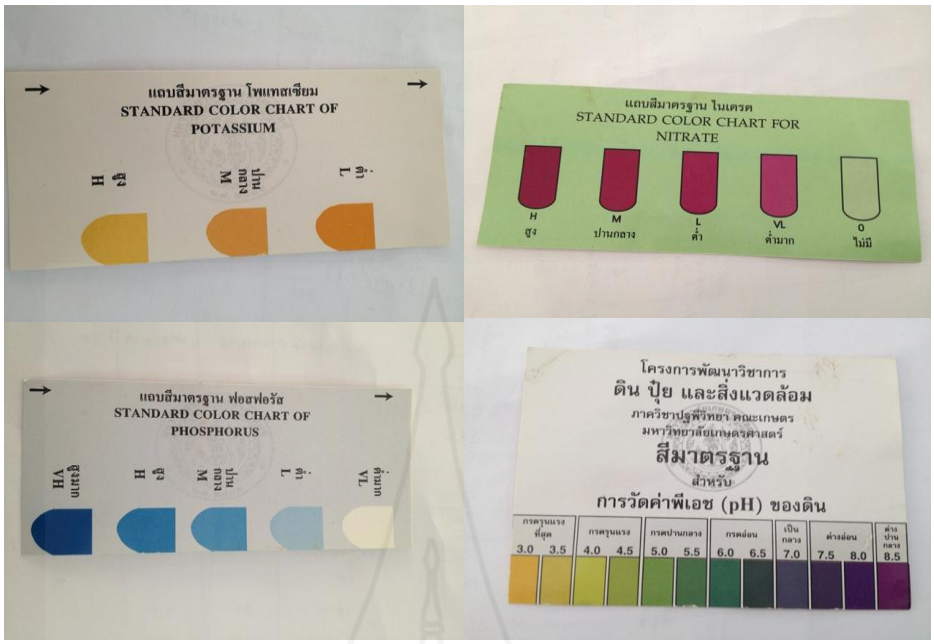
การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนทำได้ 2 ลักษณะ คือ การวิเคราะห์คำนวณปริมาณผลผลิตคุ้มทุน และการวิเคราะห์ราคาผลผลิตคุ้มทุน

$$\text{ปริมาณผลผลิตคุ้มทุน} = \frac{\text{ต้นทุนการผลิตทั้งหมด}}{\text{ราคาผลผลิตต่อหน่วย}}$$

$$\text{ราคาผลผลิตคุ้มทุน} = \frac{\text{ต้นทุนการผลิตทั้งหมด}}{\text{ปริมาณผลผลิต}}$$

ภาคผนวก ค

ภาพการทดลอง



ภาพผนวก ค.1 แถบสีมาตรฐานที่ใช้เทียบสีผลวิเคราะห์ดิน

ภาพผนวก ค.2 แสดงเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่ใช้ในการทดลอง

ภาพผนวก ค.3 แสดงการเตรียมแปลงที่ใช้ในการทดลอง

ภาพผนวก ค.4 แสดงการเจริญเติบโตของข้าวโพดหลังปลูก 1 อาทิตย์

ภาพผนวก ค.5 แสดงการหาความชื้นดิน

ภาพผนวก ค.6 แสดงการวัดการเจริญเติบโตด้านความสูง

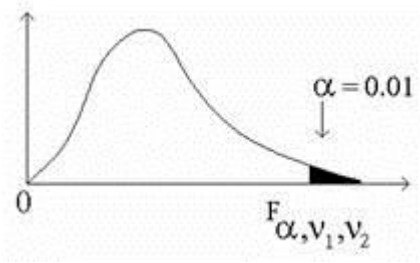
ภาพผนวก ค.7 แสดงการเจริญเติบโตของข้าวโพดที่ 60 และ 90 วัน

ภาพผนวก ค.8 แสดงผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ในแต่ละตำรับการทดลอง

ภาพผนวก ค.9 แสดงตัวแทนที่สุ่มมาเพื่อค่าองค์ประกอบผลผลิต

ภาคผนวก ง

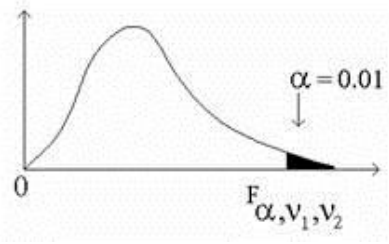
ตารางข้อมูล



ตาราง The F Distribution

ν_2	ν_1									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4052	5000	5403	5625	5764	5859	5928	5981	6022	6056
2	98.50	99.00	99.17	99.25	99.30	99.33	99.36	99.37	99.39	99.40
3	34.12	30.82	29.46	28.71	28.24	27.91	27.67	27.49	27.35	27.23
4	21.20	18.00	16.69	15.98	15.52	15.21	14.98	14.80	14.66	14.55
5	16.26	13.27	12.06	11.39	10.97	10.67	10.46	10.29	10.16	10.05
6	13.75	10.92	9.78	9.15	8.75	8.47	8.26	8.10	7.98	7.87
7	12.25	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	6.99	6.84	6.72	6.62
8	11.26	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.18	6.03	5.91	5.81
9	10.56	8.02	6.99	6.42	6.06	5.80	5.61	5.47	5.35	5.26
10	10.04	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.20	5.06	4.94	4.85
11	9.65	7.21	6.22	5.67	5.32	5.07	4.89	4.74	4.63	4.54
12	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.64	4.50	4.39	4.30
13	9.07	6.70	5.74	5.21	4.86	4.62	4.44	4.30	4.19	4.10
14	8.86	6.51	5.56	5.04	4.69	4.46	4.28	4.14	4.03	3.94
15	8.68	6.36	5.42	4.84	4.56	4.32	4.14	4.00	3.89	3.80
16	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.20	4.03	3.89	3.78	3.69
17	8.40	6.11	5.18	4.67	4.34	4.10	3.93	3.79	3.68	3.59
18	8.29	6.01	5.09	4.58	4.25	4.01	3.84	3.71	3.60	3.51
19	8.18	5.93	5.01	4.50	4.17	3.94	3.77	3.63	3.52	3.43
20	8.10	5.85	4.94	4.43	4.10	3.87	3.70	3.56	3.46	3.37
21	8.02	5.78	4.87	4.37	4.04	3.81	3.64	3.51	3.40	3.31
22	7.95	5.72	4.82	4.31	3.99	3.76	3.59	3.45	3.35	3.26
23	7.88	5.66	4.76	4.26	3.94	3.71	3.54	3.41	3.30	3.21
24	7.82	5.61	4.72	4.22	3.90	3.67	3.50	3.36	3.26	3.17
25	7.77	5.57	4.68	4.18	3.85	3.63	3.46	3.32	3.22	3.13
30	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.30	3.17	3.07	2.98
40	7.31	5.18	4.31	3.83	3.51	3.29	3.12	2.99	2.89	2.80
50	7.17	5.06	4.20	3.72	3.41	3.19	3.02	2.89	2.78	2.70
100	6.90	4.82	3.98	3.51	3.21	2.99	2.82	2.69	2.59	2.50

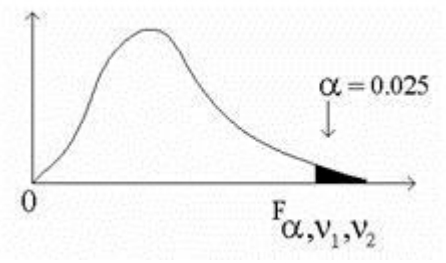
Source : Mann (1982)



The F Distribution (ต่อ)

ν_2	ν_1								
	11	12	15	20	25	30	40	50	100
1	6083	6106	6157	6209	6240	6261	6287	6303	6334
2	99.41	99.42	99.43	99.45	99.46	99.47	99.47	99.48	99.49
3	27.13	27.05	26.87	26.69	26.58	26.50	26.41	26.35	26.24
4	14.45	14.37	14.20	14.02	13.91	13.84	13.75	13.69	13.58
5	9.96	9.89	9.72	9.55	9.45	9.38	9.29	9.24	9.13
6	7.79	7.72	7.56	7.40	7.30	7.23	7.14	7.09	6.99
7	6.54	6.47	6.31	6.16	6.06	5.99	5.91	5.86	5.75
8	5.73	5.67	5.52	5.36	5.26	5.20	5.12	5.07	4.96
9	5.18	5.11	4.96	4.81	4.71	4.65	4.57	4.52	4.41
10	4.77	4.71	4.56	4.41	4.31	4.25	4.17	4.12	4.01
11	4.46	4.40	4.25	4.10	4.01	3.94	3.86	3.81	3.71
12	4.22	4.16	4.01	3.86	3.76	3.70	3.62	3.57	3.47
13	4.02	3.96	3.82	3.66	3.57	3.51	3.43	3.38	3.27
14	3.86	3.80	3.66	3.51	3.41	3.35	3.27	3.22	3.11
15	3.73	3.67	3.52	3.37	3.28	3.21	3.13	3.08	2.98
16	3.62	3.55	3.41	3.26	3.16	3.10	3.02	2.97	2.86
17	3.52	3.46	3.31	3.16	3.07	3.00	2.92	2.87	2.76
18	3.43	3.37	3.23	3.08	2.98	2.92	2.84	2.78	2.68
19	3.36	3.30	3.15	3.00	2.91	2.84	2.76	2.71	2.60
20	3.29	3.23	3.09	2.94	2.84	2.78	2.69	2.64	2.54
21	3.24	3.17	3.03	2.88	2.79	2.72	2.64	2.58	2.48
22	3.18	3.12	2.98	2.83	2.73	2.67	2.58	2.53	2.42
23	3.14	3.07	2.93	2.78	2.69	2.62	2.54	2.48	2.37
24	3.09	3.03	2.89	2.74	2.64	2.58	2.49	2.44	2.33
25	3.06	2.99	2.85	2.70	2.60	2.54	2.45	2.40	2.29
30	2.91	2.84	2.70	2.55	2.45	2.39	2.30	2.25	2.13
40	2.73	2.66	2.52	2.37	2.27	2.20	2.11	2.06	1.94
50	2.63	2.56	2.42	2.27	2.17	2.10	2.01	1.95	1.82
100	2.43	2.37	2.22	2.07	1.97	1.89	1.80	1.74	1.60

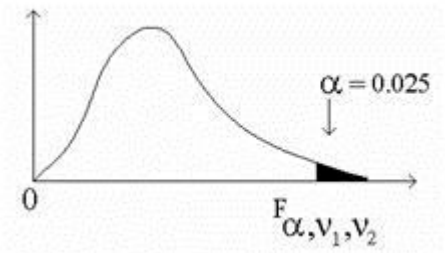
Source : Mann (1982)



The F Distribution (ต่อ)

ν_2	ν_1									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	647.8	799.5	864.2	899.6	921.8	937.1	948.2	956.7	963.3	968.6
2	38.51	39.00	39.17	39. 25	39.30	39.33	39.36	39.37	39.39	39.40
3	17.44	16.04	15.44	15.10	14.88	14.73	14.62	14.54	14.47	14.42
4	12.22	10.65	9.98	9.61	9.36	9.20	9.07	8.98	8.90	8.84
5	10.01	8.43	7.76	7.39	7.15	6.98	6.85	6.76	6.68	6.62
6	8.81	7.26	6.60	6.23	5.99	5.82	5.70	5.60	5.52	5.46
7	8.07	6.54	5.89	5.52	5.29	5.12	4.99	4.90	4.82	4.76
8	7.57	6.06	5.42	5.05	4.82	4.65	4.53	4.43	4.36	4.30
9	7.21	5.72	5.08	4.72	4.48	4.32	4.20	4.10	4.03	3.96
10	6.94	5.46	4.83	4.47	4.24	4.07	3.95	3.85	3.78	3.72
11	6.72	5.26	4.63	4.28	4.04	3.88	3.76	3.66	3.59	3.53
12	6.55	5.10	4.47	4.12	3.89	3.73	3.61	3.51	3.44	3.37
13	6.41	4.97	4.35	4.00	3.77	3.60	3.48	3.39	3.31	3.25
14	6.30	4.86	4.24	3.89	3.66	3.50	3.38	3.29	3.21	3.15
15	6.20	4.77	4.15	3.80	3.58	3.41	3.29	3.20	3.12	3.06
16	6.12	4.69	4.08	3.73	3.50	3.34	3.22	3.12	3.05	2.99
17	6.04	4.62	4.01	3.66	3.44	3.28	3.16	3.06	2.98	2.92
18	5.98	4.56	3.95	3.61	3.38	3.22	3.10	3.01	2.93	2.87
19	5.92	4.51	3.90	3.56	3.33	3.17	3.05	2.96	2.88	2.82
20	5.87	4.46	3.86	3.51	3.29	3.13	3.01	2.91	2.84	2.77
21	5.83	4.42	3.82	3.48	3.25	3.09	2.97	2.87	2.80	2.73
22	5.79	4.38	3.78	3.44	3.22	3.05	2.93	2.84	2.76	2.70
23	5.75	4.35	3.75	3.41	3.18	3.02	2.90	2.81	2.73	2.67
24	5.72	4.32	3.72	3.38	3.15	2.99	2.87	2.78	2.70	2.64
25	5.69	4.29	3.69	3.35	3.13	2.97	2.85	2.75	2.68	2.61
30	5.57	4.18	3.59	3.25	3.03	2.87	2.75	2.65	2.57	2.51
40	5.42	4.05	3.46	3.13	2.90	2.74	2.62	2.53	2.45	2.39
50	5.34	3.97	3.39	3.05	2.83	2.67	2.55	2.46	2.38	2.32
100	5.18	3.83	3.25	2.92	2.70	2.54	2.42	2.32	2.24	2.18

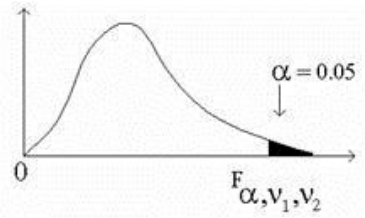
Source : Mann (1982)



The F Distribution (ต่อ)

ν_2	ν_1								
	11	12	15	20	25	30	40	50	100
1	973.0	976.7	984.9	993.1	998.1	1001	1006	1008	1013
2	39.41	39.41	39.43	39.45	39.46	39.46	39.47	39.48	39.49
3	14.37	14.34	14.25	14.17	14.12	14.08	14.04	14.01	13.96
4	8.79	8.75	8.66	8.56	8.50	8.46	8.41	8.38	8.32
5	6.57	6.52	6.43	6.33	6.27	6.23	6.18	6.14	6.08
6	5.41	5.37	5.27	5.17	5.11	5.07	5.01	4.98	4.92
7	4.71	4.67	4.57	4.47	4.40	4.36	4.31	4.28	4.21
8	4.24	4.20	4.10	4.00	3.94	3.89	3.84	3.71	3.74
9	3.91	3.87	3.77	3.67	3.60	3.56	3.51	3.47	3.40
10	3.66	3.62	3.52	3.42	3.35	3.31	3.26	3.22	3.15
11	3.47	3.43	3.33	3.23	3.16	3.12	3.06	3.03	2.96
12	3.32	3.28	3.18	3.07	3.01	2.96	2.91	2.87	2.80
13	3.20	3.15	3.05	2.95	2.88	2.84	2.78	2.74	2.67
14	3.09	3.05	2.95	2.84	2.78	2.73	2.67	2.64	2.56
15	3.01	2.96	2.86	2.76	2.69	2.64	2.59	2.55	2.47
16	2.93	2.89	2.79	2.68	2.61	2.57	2.51	2.47	2.40
17	2.87	2.82	2.72	2.62	2.55	2.50	2.44	2.41	2.33
18	2.81	2.77	2.67	2.56	2.49	2.44	2.38	2.35	2.27
19	2.76	2.72	2.62	2.51	2.44	2.39	2.33	2.30	2.22
20	2.72	2.68	2.57	2.46	2.40	2.35	2.29	2.25	2.17
21	2.68	2.64	2.53	2.42	2.36	2.31	2.25	2.21	2.13
22	2.65	2.60	2.50	2.39	2.32	2.27	2.21	2.17	2.09
23	2.62	2.57	2.47	2.36	2.29	2.24	2.18	2.14	2.06
24	2.59	2.54	2.44	2.33	2.26	2.21	2.15	2.11	2.02
25	2.56	2.51	2.41	2.30	2.23	2.18	2.12	2.08	2.00
30	2.46	2.41	2.31	2.20	2.12	2.07	2.01	1.97	1.88
40	2.33	2.29	2.18	2.07	1.99	1.94	1.88	1.83	1.74
50	2.26	2.22	2.11	1.99	1.92	1.87	1.80	1.75	1.66
100	2.12	2.08	1.97	1.85	1.77	1.71	1.64	1.59	1.48

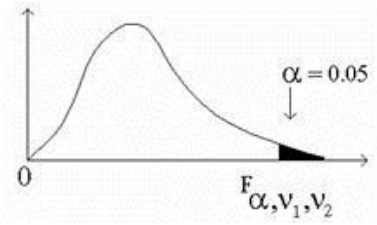
Source : Mann (1982)



The F Distribution (ต่อ)

ν_2	ν_1									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	161.5	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	240.5	241.9
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08
50	4.03	3.18	2.79	2.56	2.40	2.29	2.20	2.13	2.07	2.03
100	3.94	3.09	2.70	2.46	2.31	2.19	2.10	2.03	1.97	1.93

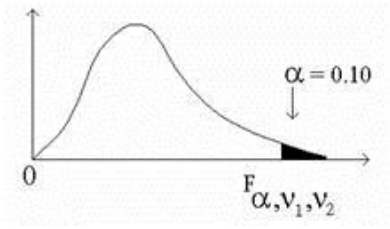
Source : Mann (1982)



The F Distribution (ต่อ)

ν_2	ν_1								
	11	12	15	20	25	30	40	50	100
1	243.0	243.9	246.0	248.0	249.3	250.1	251.1	251.8	253.0
2	19.40	19.41	19.43	19.45	19.46	19.46	19.47	19.48	19.49
3	8.76	8.74	8.70	8.66	8.63	8.62	8.59	8.58	8.55
4	5.94	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.70	5.66
5	4.70	4.68	4.62	4.56	4.52	4.50	4.46	4.44	4.41
6	4.03	4.00	3.94	3.87	3.83	3.81	3.77	3.75	3.71
7	3.60	3.57	3.51	3.44	3.40	3.38	3.34	3.32	3.27
8	3.31	3.28	3.22	3.15	3.11	3.08	3.04	3.02	2.97
9	3.10	3.07	3.01	2.94	2.89	2.86	2.83	2.80	2.76
10	2.94	2.91	2.85	2.77	2.73	2.70	2.66	2.64	2.59
11	2.82	2.79	2.72	2.65	2.60	2.57	2.53	2.51	2.46
12	2.72	2.69	2.62	2.54	2.50	2.47	2.43	2.40	2.35
13	2.63	2.60	2.53	2.46	2.41	2.38	2.34	2.31	2.26
14	2.57	2.53	2.46	2.39	2.34	2.31	2.27	2.24	2.19
15	2.51	2.48	2.40	2.33	2.28	2.25	2.20	2.18	2.12
16	2.46	2.42	2.35	2.28	2.23	2.19	2.15	2.12	2.07
17	2.41	2.38	2.31	2.23	2.18	2.15	2.10	2.08	2.02
18	2.37	2.34	2.27	2.19	2.14	2.11	2.06	2.04	1.98
19	2.34	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	2.00	1.94
20	2.31	2.28	2.20	2.12	2.07	2.04	1.99	1.97	1.91
21	2.28	2.25	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.94	1.88
22	2.26	2.23	2.15	2.07	2.02	1.97	1.94	1.91	1.85
23	2.24	2.20	2.13	2.05	2.00	1.96	1.91	1.88	1.82
24	2.22	2.18	2.16	2.03	1.97	1.94	1.89	1.86	1.80
25	2.20	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.84	1.78
30	2.13	2.09	2.01	1.93	1.88	1.84	1.79	1.76	1.70
40	2.04	2.00	1.92	1.84	1.78	1.74	1.69	1.66	1.59
50	1.99	1.95	1.87	1.78	1.73	1.69	1.63	1.60	1.52
100	1.89	1.85	1.77	1.68	1.62	1.57	1.52	1.48	1.39

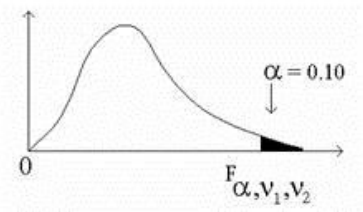
Source : Mann (1982)



The F Distribution (ต่อ)

ν_2	ν_1									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	39.86	49.50	53.59	55.83	57.24	58.20	58.91	59.44	59.86	60.19
2	8.53	9.00	9.16	9.24	9.29	9.33	9.35	9.37	9.38	9.39
3	5.54	5.46	5.39	5.34	5.31	5.28	5.27	5.25	5.24	5.23
4	4.54	4.32	4.19	4.11	4.05	4.01	3.98	3.95	3.94	3.92
5	4.06	3.78	3.62	3.52	3.45	3.40	3.37	3.34	3.32	3.30
6	3.78	3.46	3.29	3.18	3.11	3.05	3.01	2.98	2.96	2.94
7	3.59	3.26	3.07	2.96	2.88	2.83	2.78	2.75	2.72	2.70
8	3.46	3.11	2.92	2.81	2.73	2.67	2.62	2.59	2.56	2.54
9	3.36	3.01	2.81	2.69	2.61	2.55	2.51	2.47	2.44	2.42
10	3.29	2.92	2.73	2.61	2.52	2.46	2.41	2.38	2.35	2.32
11	3.23	2.86	2.66	2.54	2.45	2.39	2.34	2.30	2.27	2.25
12	3.18	2.81	2.61	2.48	2.39	2.33	2.28	2.24	2.21	2.19
13	3.14	2.76	2.56	2.43	2.35	2.28	2.23	2.20	2.16	2.14
14	3.10	2.73	2.52	2.39	2.31	2.24	2.19	2.15	2.12	2.10
15	3.07	2.70	2.49	2.36	2.27	2.21	2.16	2.12	2.09	2.06
16	3.05	2.67	2.46	2.33	2.24	2.18	2.13	2.09	2.06	2.03
17	3.03	2.64	2.44	2.31	2.22	2.15	2.10	2.06	2.03	2.00
18	3.01	2.62	2.42	2.29	2.20	2.13	2.08	2.04	2.00	1.98
19	2.99	2.61	2.40	2.27	2.18	2.11	2.06	2.02	1.98	1.96
20	2.97	2.59	2.38	2.25	2.16	2.09	2.04	2.00	1.96	1.94
21	2.96	2.57	2.36	2.23	2.14	2.08	2.02	1.98	1.95	1.92
22	2.95	2.56	2.35	2.22	2.13	2.06	2.01	1.97	1.93	1.90
23	2.94	2.55	2.34	2.21	2.11	2.05	1.99	1.95	1.92	1.89
24	2.93	2.54	2.33	2.19	2.10	2.04	1.98	1.94	1.91	1.88
25	2.92	2.53	2.32	2.18	2.09	2.02	1.97	1.93	1.89	1.87
30	2.88	2.49	2.28	2.14	2.05	1.98	1.93	1.88	1.85	1.82
40	2.84	2.44	2.23	2.09	2.00	1.93	1.87	1.83	1.79	1.76
50	2.81	2.41	2.20	2.06	1.97	1.90	1.84	1.80	1.76	1.73
100	2.76	2.36	2.14	2.00	1.91	1.83	1.78	1.73	1.69	1.66

Source : Mann (1982)



The F Distribution (ต่อ)

ν_2	ν_1								
	11	12	15	20	25	30	40	50	100
1	60.47	60.71	61.22	61.74	62.05	62.26	62.53	62.69	63.01
2	9.40	9.41	9.42	9.44	9.45	9.46	9.47	9.47	9.48
3	5.22	5.22	5.20	5.18	5.17	5.17	5.16	5.15	5.14
4	3.91	3.90	3.87	3.84	3.83	3.82	3.80	3.80	3.78
5	3.28	3.27	3.24	3.21	3.19	3.17	3.16	3.15	3.13
6	2.92	2.90	2.87	2.84	2.81	2.80	2.78	2.77	2.75
7	2.68	2.67	2.63	2.59	2.57	2.56	2.54	2.52	2.50
8	2.52	2.50	2.46	2.42	2.40	2.38	2.36	2.35	2.32
9	2.40	2.68	2.34	2.30	2.27	2.25	2.23	2.22	2.19
10	2.30	2.28	2.24	2.20	2.17	2.16	2.13	2.12	2.09
11	2.23	2.21	2.17	2.12	2.10	2.08	2.05	2.04	2.01
12	2.17	2.15	2.10	2.06	2.03	2.01	1.99	1.97	1.94
13	2.12	2.10	2.05	2.01	1.98	1.96	1.93	1.92	1.88
14	2.07	2.05	2.01	1.96	1.93	1.91	1.89	1.87	1.83
15	2.04	2.02	1.97	1.92	1.89	1.87	1.85	1.83	1.79
16	2.01	1.99	1.94	1.89	1.86	1.84	1.81	1.79	1.76
17	1.98	1.96	1.91	1.86	1.83	1.81	1.78	1.76	1.73
18	1.95	1.93	1.89	1.84	1.80	1.78	1.75	1.74	1.70
19	1.93	1.91	1.86	1.81	1.78	1.76	1.73	1.71	1.67
20	1.91	1.89	1.84	1.79	1.76	1.74	1.71	1.69	1.65
21	1.90	1.87	1.83	1.78	1.74	1.72	1.69	1.67	1.63
22	1.88	1.86	1.81	1.76	1.73	1.70	1.67	1.56	1.61
23	1.87	1.84	1.80	1.74	1.71	1.69	1.66	1.64	1.59
24	1.85	1.83	1.78	1.73	1.70	1.67	1.64	1.62	1.58
25	1.84	1.82	1.77	1.72	1.68	1.66	1.63	1.61	1.56
30	1.79	1.77	1.72	1.67	1.63	1.61	1.57	1.55	1.51
40	1.74	1.71	1.66	1.61	1.57	1.54	1.51	1.48	1.43
50	1.70	1.68	1.63	1.57	1.53	1.50	1.46	1.44	1.39
100	1.64	1.61	1.56	1.49	1.45	1.42	1.38	1.35	1.29

Source : Mann (1982)

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวพรทิวา คล้ายเดช
วัน เดือน ปีเกิด	3 ตุลาคม 2527
สถานที่เกิด	อำเภอสูงเนิน หวัดนครราชสีมา
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (เทคโนโลยีชีวภาพ)
	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก พ.ศ. 2551
สถานที่ทำงาน	สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 3 จังหวัดนครราชสีมา
ตำแหน่ง	นักวิชาการเกษตร