

ผลของกากมันสำปะหลังต่อการเจริญเติบโต  
และผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105



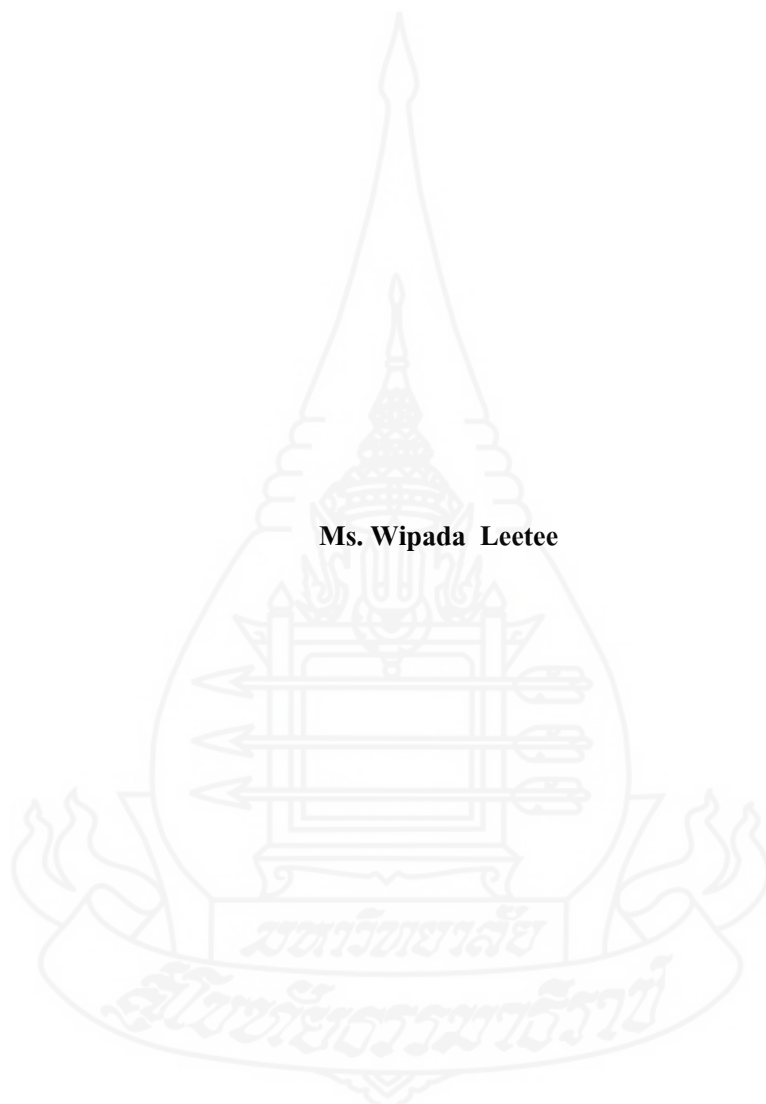
นางสาววิภาดา ลีตี<sup>+</sup>

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต  
แขนงวิชาการจัดการการเกษตร สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

พ.ศ. 2560

## **Effect of Cassava Residue on Growth and Yield of Khao Dawk Mali 105**

**Ms. Wipada Leetee**



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

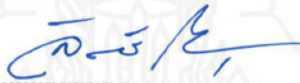
Sukhothai Thammathirat Open University

2017

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของกากมันสำปะหลังต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105  
ชื่อและนามสกุล นางสาววิภาดา ลีดี  
แขนงวิชา การจัดการการเกษตร  
สาขาวิชา เกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช  
อาจารย์ที่ปรึกษา 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จรรยา สิงห์คำ  
2. รองศาสตราจารย์ ดร. อัจฉรา จิตตลดากร

วิทยานิพนธ์นี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 16 กรกฎาคม 2561

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



..... ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร. ถัดดาวลัย กรรณนุช)



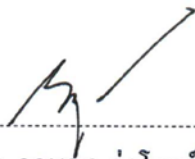
..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จรรยา สิงห์คำ)



..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. อัจฉรา จิตตลดากร)



..... ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร. กฤษณา รุ่งโรจน์วิเศษ)

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จเรียบร้อยได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรรยา ลิงห์คำ รองศาสตราจารย์ ดร.อัจฉรา จิตตลดากร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์ ดร.ลัดดาวรรณ วรรณนุช ประธานกรรมการสอบ ที่ได้กรุณาสละเวลาให้ความรู้ ให้คำปรึกษาและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ทั้งการเรียนและการดำเนินชีวิต พร้อมทั้งตรวจแก้ไข แนะนำแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์แขนงวิชาการจัดการการเกษตร สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และ สหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราชทุกท่าน ที่ให้ความรู้ คำแนะนำต่างๆ ใน การเรียน และการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ อาจารย์วราพร วงศ์บุญ ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี นายพินิจ กัลยาศิลป์ ศูนย์วิจัยพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชปราจีนบุรี และนายศักดิ์เสวต เสวตเวช ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตร ปราจีนบุรี ที่ให้ยืมวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ และช่วยให้คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ นายสมหมาย ลีดี และนางบุญมี ลีดี ที่ให้กำลังใจที่ดี ในการศึกษามาโดยตลอด และขอขอบพระคุณทุกๆ ท่านที่ไม่อาจกล่าวนามในที่นี้อย่างครบถ้วน ที่ได้มีส่วนช่วยเหลือให้การทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์

วิภาดา ลีดี<sup>†</sup>

สิงหาคม 2561



**ชื่อวิทยานิพนธ์** ผลของกากมันสำปะหลังต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105

**ผู้วิจัย** นางสาววิภาดา ลีตี รัศนศึกษา 2569002823

**ปริญญา** เกษตรศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการทรัพยากรเกษตร)

**อาจารย์ที่ปรึกษา** (1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรรยา สิงห์คำ (2) รองศาสตราจารย์ ดร.อัจฉรา จิตตลดากร

**ปีการศึกษา** 2560

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของกากมันสำปะหลังต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ต้นทุนและผลตอบแทนในการปลูกข้าวของเกษตรกร

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก จำนวน 5 ทรีตเมนต์ๆละ 3 ซ้ำ ได้แก่

- (1) ไม่ใช้ปุ๋ย (กลุ่มควบคุม) (2) ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 อัตรา 25 กก./ไร่ และ 46-0-0 อัตรา 10 กก./ไร่ (3) ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 อัตรา 25 กก./ไร่, 46-0-0 อัตรา 10 กก./ไร่ ร่วมกับกากมันสำปะหลังอัตรา 200 กก./ไร่ (4) ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 อัตรา 12.5 กก./ไร่, 46-0-0 อัตรา 5 กก./ไร่ ร่วมกับกากมันสำปะหลังอัตรา 200 กก./ไร่ และ (5) ใช้กากมันสำปะหลังอัตรา 200 กก./ไร่ วิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

จากการศึกษาพบว่าทรีตเมนต์ที่ใช้ปุ๋ยเคมีครั้งอัตราร่วมกับกากมันสำปะหลัง (T4) มีผลทำให้ความสูงของลำต้นข้าวเฉลี่ยและจำนวนรวงต่อกอมีค่าสูงสุด คือ 107.2 เซนติเมตร และ 4.56 รวงต่อกอตามลำดับ ทรีตเมนต์ที่ใช้ปุ๋ยเคมีครั้งอัตราร่วมกับกากมันสำปะหลัง มีผลทำให้จำนวนรวงต่อกอเฉลี่ยมีค่าสูงสุด 3.92 รวงต่อกอ น้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุกทรีตเมนต์ ( $P > 0.05$ ) ค่าอยู่ระหว่าง 27.51-28.46 กรัม ขณะที่จำนวนต้นต่อกอมีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) ในทุกทรีตเมนต์ การใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับกากมันสำปะหลัง (T3) มีจำนวนต้นต่อกอเฉลี่ยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 8.43 ต้นต่อกอ การใช้กากมันสำปะหลัง 200 กก./ไร่ ให้ผลผลิตผลผลิตข้าวขาวมะลิ 105 เฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 378 กก./ไร่ และมีต้นทุนและรายได้สูงสุด คือ 5,954 และ 741.8 บาท/ไร่ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับทรีตเมนต์อื่นๆ นอกจากนี้พบว่า pH ของดินในทุกทรีตเมนต์หลังการเก็บเกี่ยวข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีค่า pH ของดินลดลง และค่าความเป็นกรดของดินมีค่าระหว่าง 5.20-5.37 สำหรับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินหลังปลูกในแต่ละทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีค่าอยู่ระหว่าง 0.32-0.37 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด และปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในแต่ละทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P > 0.05$ )

**คำสำคัญ** กากมันสำปะหลัง ข้าวขาวดอกมะลิ 105 การเจริญเติบโต ผลผลิต

**Thesis title:** Effect of Cassava Residue on Growth and Yield of Khao Dawk Mali 105

**Researcher:** Ms. Wipada Leetee; **ID:** 2569002823;

**Degree:** Master of Agricultural (Agricultural Resources Management);

**Thesis advisor:** (1) Dr. Janya Singkham, Assistant Professor

(2) Dr. Achara Chittaladakorn, Associate Professor; **Academic year:** 2017

### Abstract

The study was to investigate the effect of cassava residue on growth and yield of Khao Dawk Mali 105, cost and return in rice cultivation.

Experimental design was Randomized Complete Block Design (RCBD) with 5 treatments and 3 replications. The treatments were 1) control treatment (not applying fertilizer) 2) applying chemical fertilizer formula as 16-16-8 at the rates of 25 kg / rai and 46-0-0 at the rates of 10 kg / rai, 3) applying chemical fertilizer formula as 16-16-8 at the rates of 25 kg / rai and 46-0-0 at the rates of 10 kg / rai combine with cassava residue at the rates of 200 kg / rai 4) applying chemical fertilizer formula as 16-16-8 at the rates of 12.5 kg / rai and 46-0-0 at the rates of 5 kg / rai combine with cassava residue at the rates of 200 kg / rai and 5) applying cassava at the rates of 200 kg / rai. Analysis of variance was performed and means among treatments were compared using duncan's new multiple range test (DMRT)

The results showed that the treatment as applying chemical fertilizer with cassava residue (T4) gave the highest plant height and number of tiller per hill as 107.2 cm and 4.56 tiller per hill, respectively. The 1,000 grain weight of Khao Dawk Mali 105 were not significantly different ( $P>0.05$ ) for all treatments and the range were between 27.51-28.46 g. While, number of seedling per hill were high significantly different ( $P\leq 0.05$ ) for all treatments. The treatment as applying chemical fertilizer with cassava residue (T3) had the high average seedling per hill as 8.43 seedling/hill. The treatment as applying cassava residue at the rate of 200 kg / rai had the highest average yield of Khao Dawk Mali 105 as 378 kg/rai and cost and highest income were 5,954 and 741.8 baht per rai, when compared with the other treatments. Moreover, soil pH of all treatments after harvesting Khao Dawk Mali 105 were decreased and the range were between 5.20-5.37. Organic matter was not significantly different ( $P>0.05$ ) for all treatments and the range were between 0.32-0.37 percent. Total Nitrogen, available Phosphorus and available Potassium were not significantly different ( $P>0.05$ ) for all treatments.

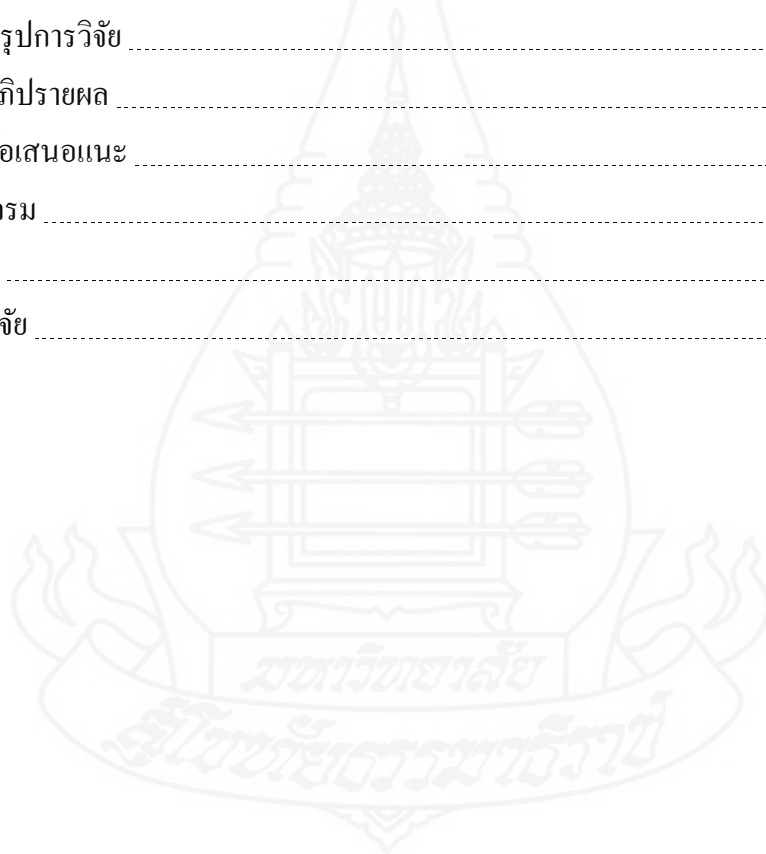
**Keywords:** Cassava residue, Khao Dawk Mali 105, Growth, Yield

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ฅ
สารบัญภาพ .....	ญ
บทที่ 1 บทนำ .....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
วัตถุประสงค์การวิจัย .....	2
สมมติฐานการวิจัย .....	2
ขอบเขตการวิจัย .....	2
นิยามศัพท์เฉพาะ .....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	4
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง .....	5
ความรู้เกี่ยวกับการเจริญเติบโตของข้าว .....	5
ความรู้เกี่ยวกับข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 .....	8
ความรู้เกี่ยวกับดินนาและปุ๋ยในนาข้าว .....	11
ความรู้เกี่ยวกับการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน .....	23
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	26
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย .....	30
อุปกรณ์การทดลอง .....	30
วิธีการทดลอง .....	30
การเตรียมแปลง การปลูก และการปฏิบัติดูแลรักษา .....	32
การเก็บและบันทึกข้อมูล .....	33
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ .....	34
สถานที่ทำการวิจัย .....	34
ระยะเวลาทำการทดลอง .....	34

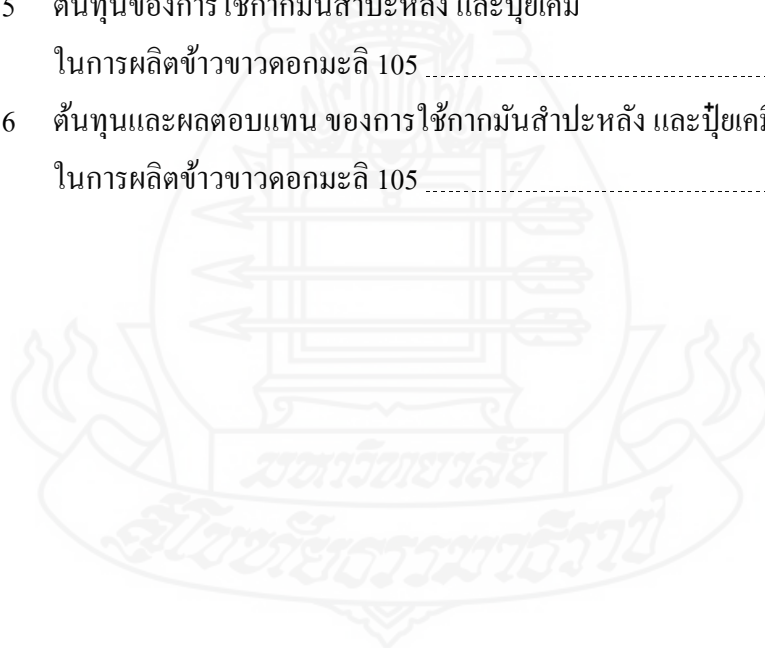
## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	35
ตอนที่ 1 สภาพภูมิอากาศในช่วงการทดลอง .....	35
ตอนที่ 2 สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดิน .....	37
ตอนที่ 3 ความสูง องค์ประกอบ และผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 .....	40
ตอนที่ 4 ต้นทุน ผลตอบแทนการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 .....	42
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	45
สรุปการวิจัย .....	45
อภิปรายผล .....	46
ข้อเสนอแนะ .....	50
บรรณานุกรม .....	52
ภาคผนวก .....	56
ประวัติผู้วิจัย .....	67



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 การกระจายตัวของดินนาในประเทศไทย .....	13
ตารางที่ 2.2 สูตรปุ๋ยเคมีและอัตราการใช้ตามชนิดเนื้อดิน .....	20
ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติของกากมันสำปะหลัง .....	21
ตารางที่ 2.4 ปริมาณธาตุอาหารชนิดต่างๆ ในเปลือกมันสำปะหลังใหม่ และเปลือกมันสำปะหลังเก่า .....	22
ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบของดินในแปลงทดลอง .....	37
ตารางที่ 4.2 ค่าสมบัติทางเคมีของดินในแปลงปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 .....	39
ตารางที่ 4.3 ความสูง องค์ประกอบ และผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ105 .....	41
ตารางที่ 4.4 ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ105 .....	42
ตารางที่ 4.5 ต้นทุนของการใช้กากมันสำปะหลัง และปุ๋ยเคมี ในการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 .....	43
ตารางที่ 4.6 ต้นทุนและผลตอบแทน ของการใช้กากมันสำปะหลัง และปุ๋ยเคมี ในการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 .....	44



## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 การนำไปใช้ประโยชน์ของกากมันสำปะหลังจากโรงงาน.....	23
ภาพที่ 4.1 ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ปี 2558 ในจังหวัดศรีสะเกษ.....	36
ภาพที่ 4.2 ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ปี 2558 ในจังหวัดศรีสะเกษ.....	36
ภาพที่ 4.3 แสดงลักษณะตารางสามเหลี่ยมมาตรฐานการเรียกชื่อดิน.....	37



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญของประเทศไทย และที่สำคัญประเทศไทย ถือเป็นแหล่งผลิตข้าวหอมมะลิที่มีคุณภาพดีที่สุดแห่งหนึ่ง โดยมีแหล่งเพาะปลูกสำคัญอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (เขตทุ่งกุลาร้องไห้) และมีพื้นที่เพาะปลูกครอบคลุมกว่า 19 ล้านไร่ทั่วประเทศ โดยมีแหล่งผลิตสำคัญ คือ จังหวัดสุรินทร์ บุรีรัมย์ ศรีสะเกษ นครราชสีมา อุบลราชธานี ร้อยเอ็ด รongลงมาคือภาคเหนือ สำหรับการส่งออกข้าวหอมมะลิมีปริมาณเพิ่มขึ้นจากเดิม 64 เปอร์เซ็นต์ (สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย, 2559) ซึ่งภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีผลผลิตข้าวต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับจากทุกภาค จำนวน 358 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559) โดยทั่วไปสภาพพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เนื่องจากดินมีลักษณะเป็นดินทราย ดินเค็ม และแห้ง (ประเสริฐ สองเมือง และวิทยา ศรีทานันท์, 2543) ดังนั้นการเพิ่มผลผลิตจึงมีความจำเป็นต้องใช้ปุ๋ยเคมี หากเกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยเคมีเพิ่มมากขึ้น เพื่อที่จะทำให้ผลผลิตสูงขึ้น จึงก่อให้เกิดปัญหาด้านต้นทุนปัจจัยการผลิตที่สูงขึ้น อีกทั้งการใช้ปุ๋ยเคมีที่เพิ่มมากขึ้นมีผลกระทบต่อคุณภาพดินในระยะยาว เพราะการใช้ปุ๋ยเคมีติดต่อกันเป็นเวลานานๆ จะมีผลกระทบต่อคุณสมบัติของดิน ดังนั้นการจัดการปุ๋ยให้เหมาะสมในการผลิตข้าวจึงเป็นสิ่งสำคัญ ไม่ว่าจะเป็นปุ๋ยจากธรรมชาติหรือปุ๋ยเคมี หากใช้ในอัตราที่เหมาะสมในแต่ละพืช แต่ละสภาพพื้นที่ จะช่วยรักษาระบบนิเวศในดินได้เป็นอย่างมาก

ปัจจุบันเกษตรกรมักจะมี การนำอินทรีย์วัตถุหรือปุ๋ยจากธรรมชาติมาใส่ในแปลงนาเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว เช่น ปุ๋ยหมักฟางข้าว กากสะเดา ส่าเหล้า กากตะกอนน้ำตาล และกากละหุ่ง เป็นต้น (หรรษา คุณาไท และจตุรงค์ พิพัฒน์พิริยานนท์, 2543) เช่นเดียวกับเกษตรกรในบ้านท่าช้าง ตำบลท่าช้าง อำเภอสว่างวีระวงศ์ จังหวัดอุบลราชธานี ได้นำกากมันสำปะหลังที่ผ่านกระบวนการหมัก มาใส่ในนาข้าวร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี ซึ่งถ้าใส่กากมันสำปะหลังในปริมาณน้อยเกินไปจะทำให้ผลผลิตของข้าวต่ำ แต่ถ้าใส่กากมันสำปะหลังในปริมาณมากเกินไปจะทำให้ต้นข้าวตาย เนื่องจากเกษตรกรยังไม่มีความเข้าใจในอัตราและวิธีการใส่กากมันสำปะหลัง ดังนั้นการจัดการการใส่กากมันสำปะหลังในแปลงนาจะมีผลต่อคุณสมบัติของดิน หากมีการใช้กากมันสำปะหลังในอัตราที่

เหมาะสมในแต่ละพื้นที่จะช่วยรักษาระบบนิเวศในดินได้เป็นอย่างมาก จึงควรมีการศึกษาอัตราและวิธีการใส่กากมันสำปะหลังในแปลงนาเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวและลดต้นทุนในการผลิตให้แก่เกษตรกร

## 2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาผลของกากมันสำปะหลังที่มีต่อสมบัติของดิน

2.2 เพื่อศึกษาผลของกากมันสำปะหลังที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวขาว

ดอกมะลิ 105

2.3 เพื่อศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนในการใช้กากมันสำปะหลังในการปลูกข้าวของเกษตรกร

## 3. สมมติฐานการวิจัย

$H_0$  : การทดลองแต่ละทรีตเมนต์มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวไม่แตกต่าง

$H_1$  : การทดลองแต่ละทรีตเมนต์มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวแตกต่างกัน

## 4. ขอบเขตของการวิจัย

4.1 พื้นที่ปลูก คือ พื้นที่นา ดินมีลักษณะเป็นดินทราย มีแนวโน้มขาดความอุดมสมบูรณ์

4.2 ปัจจัยการผลิตการเกษตร ได้แก่ กากมันสำปะหลัง ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ที่

กรมการข้าวแนะนำ และพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105

4.3 วิธีการทดลอง 5 กรรมวิธี จำนวน 3 ซ้ำ

4.4 ระยะเวลาในการทำวิจัย ฤดูปลูกนาปี 2558/2559



## 5. นวัตกรรมเฉพาะ

5.1 **วัสดุอินทรีย์** คือ ชิ้นส่วนซากพืชและสัตว์ที่ตายแล้ว ซึ่งประกอบด้วยสารคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และแร่ธาตุต่างๆ เมื่อลงสู่ดินวัสดุเหล่านี้จะถูกย่อยโดยจุลินทรีย์ดินให้หมดไป ระหว่างที่วัสดุเหล่านี้ถูกย่อยโดยจุลินทรีย์ ธาตุอาหารพืชที่มีอยู่ในวัสดุเหล่านี้จะถูกปลดปล่อยออกมาพร้อมกับซากที่ยังถูกย่อยไม่หมด ซากส่วนนี้จึงเรียกว่า ปุ๋ยหมัก (นันทกร บุญเกิด, 2554)

5.2 **ปุ๋ยเคมี** คือ สารประกอบอนินทรีย์ที่ให้ธาตุอาหารพืช เป็นสารประกอบที่ผ่านกระบวนการผลิตทางเคมี เมื่อใส่ลงไปในดินที่มีความชื้นที่เหมาะสม ปุ๋ยเคมีจะละลายให้พืชดูดไปใช้ประโยชน์ได้อย่างรวดเร็ว แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ปุ๋ยเดี่ยวหรือแม่ปุ๋ย และปุ๋ยผสม

5.3 **พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105** คือ ข้าวเจ้าไวต่อช่วงแสง ลักษณะประจำพันธุ์ มีลำต้น สีเขียวจาง ใบสีเขียวยาวค่อนข้างแคบ ฟางอ่อน ใบธงทำมุมกับคอรวง เมล็ดข้าวรูปร่างเรียวยาว ข้าวเปลือกมีสีฟาง อายุเก็บเกี่ยว 120 วัน คุณภาพข้าวสุกนุ่ม มีกลิ่นหอม มีปริมาณอมิโลส 12-17 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิต 383 กิโลกรัมต่อไร่ โดยมีลักษณะเด่นคือ ทนแล้งได้ดี ทนต่อสภาพดินเปรี้ยว และดินเค็ม เมล็ดข้าวสารมีลักษณะใส แกร่ง คุณภาพการสีดี คุณภาพการหุงต้มดี อ่อนนุ่ม มีกลิ่นหอม แต่มีข้อควรระวังคือ ไม่ต้านทานโรคใบสีส้ม โรคขอบใบแห้ง โรคใบหงิก และไม่ต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพลี้ยจักจั่นสีเขียว หนอนกอ ส่วนใหญ่นิยมปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือตอนบน

5.4 **ลักษณะของดินนา** คือ ดินนาที่มีน้ำท่วมขังผิวดินเป็นเวลาอย่างน้อย 3-4 เดือนต่อปี จึงทำให้ดินในขณะที่ยังน้ำอยู่ในสภาพขาดออกซิเจน และอยู่ในสภาพรีดักชัน ลักษณะของดินนาจึงแตกต่างจากดินไร่อย่างสิ้นเชิง ลักษณะที่แตกต่างจากดินไร่ คือ ชั้นของดิน ลักษณะทางกายภาพ ลักษณะทางเคมี และลักษณะทางชีวภาพ (เอกสารการสอนชุดวิชา ดิน น้ำ และปุ๋ย, 2556)

5.5 **กากมันสำปะหลัง** คือ หัวมันสำปะหลังสดที่ผ่านกระบวนการผลิตแป้งมัน การผลิตมันเส้นและการผลิตเอทานอล จะมีการปอกเปลือกมันสำปะหลังออกก่อนและหลังจากผลิตแล้วมีเศษกากมันสำปะหลัง ซึ่งสิ่งเหล่านี้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ต่อได้ ทั้งการทำอาหารสัตว์ วัสดุในการเพาะเห็ดฟาง และปุ๋ยบำรุงดินได้

## 6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

6.1 เกษตรกรสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวและลดต้นทุนการผลิต โดยการใช้กากมันสำปะหลัง

6.2 ผลการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางและแนะนำเกษตรกรในการใช้กากมันสำปะหลังในนาข้าว



## บทที่ 2

### วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยเรื่อง ผลของกากมันสำปะหลังต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมเอกสาร หลักการ แนวคิดและทฤษฎี ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับการเจริญเติบโตของข้าว
2. ความรู้เกี่ยวกับข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105
3. ความรู้เกี่ยวกับดินนาและปุ๋ยในนาข้าว
4. ความรู้เกี่ยวกับการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 1. ความรู้เกี่ยวกับการเจริญเติบโตของข้าว

ข้าว (*Oryza sativa*) มีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ที่สำคัญ ประกอบด้วย รากเป็นระบบรากฝอย ลำต้นมีลักษณะกลมกลวง ประกอบด้วยข้อและปล้อง สามารถแตกกอได้ประมาณ 10-30 หน่อ เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว มีกาบใบ แผ่นใบ หูใบหรือเขี้ยวใบ และเยื่อกันน้ำฝน ใบที่สำคัญที่สุดคือ ใบธง อยู่บนสุดก่อนถึงรวงข้าว ดอกมีลักษณะเป็นช่อดอกจะเจริญเป็นรวงข้าวเมล็ด (ผู้เกียรติ ศรียทอง และพรศิริ เสนากัสป์, 2559) ซึ่งข้าวสามารถจำแนกได้หลายประเภท โดยอาศัยหลักเกณฑ์ต่างๆ เช่น การใช้เกณฑ์การตอบสนองต่อช่วงแสงของข้าว และเกณฑ์การจำแนกข้าวตามนิเวศการปลูกข้าว เป็นต้น

##### 1.1 การจำแนกประเภทของข้าว

###### 1.1.1 เกณฑ์การตอบสนองต่อช่วงแสงของข้าว ได้แก่

- 1) ข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง (*non-photoperiod sensitive variety*) เป็นข้าวที่สามารถออกดอกตามอายุการเจริญเติบโต จึงเพาะปลูกได้ตลอดปีถ้ามีน้ำเพียงพอ ข้าวประเภทนี้มีอายุตั้งแต่ 110-150 วัน ได้แก่ กข 10 ชัยนาท 1 ปทุมธานี 1 สุพรรณบุรี 60 และสันป่าตอง 1 เป็นต้น
- 2) ข้าวไวต่อช่วงแสง (*photoperiod sensitive variety*) หมายถึง ข้าวที่มีการเจริญเติบโตในลักษณะที่ต้องใช้ช่วงแสงเฉพาะในการออกดอก แม้จะปลูกในเวลาที่แตกต่างกัน แต่จะมี

กำหนดการออกดอกที่แน่นอน ซึ่งจัดเป็นพืชวันสั้นทำให้สามารถปลูกได้ครั้งเดียวใน 1 ปี ได้แก่ กข 6 กข 15 ขาวตาแห้ง 17 ปราจีนบุรี 1 และขาวดอกมะลิ 105 (กู่เกียรติ สร้อยทอง และพรศิริ เสนากัสป์, 2559)

### 1.1.2 เกณฑ์การจำแนกข้าวตามนิเวศการปลูกข้าว ได้แก่

1) **ข้าวนาเมือง ข้าวขึ้นน้ำ (floating rice)** เป็นข้าวที่สามารถปลูกในนาที่มีระดับน้ำลึกมากกว่า 100 เซนติเมตร ส่วนใหญ่จะปลูกบริเวณที่ราบลุ่มภาคกลางของจังหวัดอ่างทอง พระนครศรีอยุธยา ปทุมธานี นนทบุรี พันธุ์ข้าวขึ้นน้ำ เช่น ตะเภาแก้ว 161 พลายงามปราจีนบุรี และเล็บมือนาง 111 เป็นต้น

2) **ข้าวทนนน้ำลึก (deepwater rice)** หมายถึง ข้าวที่ปลูกในนาที่มีระดับลึกมากกว่า 80 เซนติเมตร เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 เดือน เช่น กข 19 ปราจีนบุรี 1 และอยุธยา 1 เป็นต้น

3) **ข้าวนาสวน (lowland rice)** เป็นข้าวที่ขึ้นน้ำตื้นในนาที่มีน้ำขัง ระดับน้ำไม่เกิน 50 เซนติเมตร มีพื้นที่ปลูกมากที่สุด เช่น ปทุมธานี 1 ชัยนาท 60 สุพรรณบุรี 1 และกข 29 เป็นต้น

4) **ข้าวไร่ (upland rice)** หมายถึง ข้าวที่ขึ้นได้ในที่ดอนหรือที่สูงตามไหล่เขา โดยไม่ต้องมีน้ำขัง อาศัยเพียงน้ำค้าง น้ำฝน และความชื้นในดินก็สามารถเจริญเติบโตออกรวงให้ผลผลิตได้ เป็นข้าวที่ทนแล้งได้มากกว่าข้าวอื่นๆ มีพื้นที่ปลูกในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ เช่น ชิวแม่จัน ดอกพะยอม และขาวดอกมะลิ 105 เป็นต้น (กู่เกียรติ สร้อยทอง และพรศิริ เสนากัสป์, 2559)

## 1.2 การเจริญเติบโตของข้าว แบ่งเป็น 6 ระยะ ดังนี้

1.2.1 **ระยะพักตัว** หลังจากเก็บเกี่ยวเมล็ดข้าวแล้ว เมล็ดข้าวบางพันธุ์จะงอกเป็นต้นข้าวได้ หากสภาพแวดล้อมเหมาะสม บางพันธุ์จะไม่งอกแม้ว่าจะมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ลักษณะดังกล่าว เรียกว่า ระยะพักตัว ประโยชน์ของนี้คือ ป้องกันไม่ให้เมล็ดข้าวงอกขณะที่ยังรอการเก็บเกี่ยว ส่วนข้อเสียคือ ไม่สามารถใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวปลูกต่อเนื่องได้ในทันที วิธีการทำลายระยะพักตัวด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4-5 วัน หรือตากบนพื้นซีเมนต์ เป็นเวลา 1-2 สัปดาห์

1.2.2 **ระยะกล้า** หลังจากเมล็ดงอกเป็นรากอ่อนและต้นอ่อนแล้ว รากที่เจริญจากบริเวณเดียวกับรากอ่อน ทำหน้าที่ดูดน้ำและอาหารนำไปเลี้ยงต้นอ่อนในระยะแรก แล้วจะมีรากชุดที่สองเกิดขึ้นจากข้อส่วนล่างของลำต้น ต่อมาต้นอ่อนจะยึดตัวเป็นใบอ่อน ระยะแรกต้นกล้าจะอาศัยอาหารจากเมล็ด และจะเริ่มปรุงอาหารได้เองเมื่อมีใบที่สาม และสี่ ตามลำดับ

**1.2.3 ระยะแตกกอ** หลังปักดำกล้าข้าวจะชะงักการเจริญเติบโตประมาณ 3-5 วัน และจะแทงหน่อใหม่ภายใน 7-10 วัน แตกกอในเวลา 50-60 วัน

**1.2.4 ระยะกำเนิดช่อดอก** ระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 2 เดือน ก่อนการเก็บเกี่ยว และเร็วขึ้นเล็กน้อย เมื่อปลูกโดยวิธีหว่านน้ำตม

**1.2.5 ระยะตั้งท้องและออกรวง** หลังจากการกำเนิดช่อดอก จะมีการพัฒนาของช่อดอก ใช้เวลาประมาณ 30 วัน ต่อมาจะเข้าสู่ระยะออกรวง และดอกบานหลังจากออกรวงแล้ว 1 วัน ดอกจะบานระหว่างเวลา 7.00-12.00 น. ปัจจัยที่มีผลต่อการบานของดอกขึ้นอยู่กับความชื้นในบรรยากาศ อุณหภูมิ และความเข้มของแสง

**1.2.6 ระยะการสุกแก่ของเมล็ด** หลังจากการผสมเกสร เมล็ดข้าวจะพัฒนา ในช่วง 7-10 วัน โดยการสร้างแป้ง มีลักษณะเป็นของเหลว เรียกว่า น้ำนม จากนั้นอีก 7-10 วันต่อมา แป้งจะแข็งตัวจนถึงระยะเก็บเกี่ยว ใช้เวลาประมาณ 25-35 วัน หลังออกรวง (อัมรา เวียงวิระ และคณะ, 2547)

### 1.3 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของข้าว

**1.3.1 ความสูงของพื้นที่** ปลูกข้าวขึ้นได้ตั้งแต่ระดับน้ำทะเลจนถึงที่สูง 2,500 เมตร สามารถเจริญเติบโตทั้งในที่ดอน (ข้าวไร่) และที่ลุ่มมีระดับน้ำตั้งแต่ 5 เซนติเมตร (ข้าวนาสวน) จนถึงหลายเมตร

**1.3.2 ดิน** ขึ้นได้ในดินเกือบทุกชนิด ยกเว้นดินทราย ส่วนใหญ่ชอบขึ้นในดินเหนียว และเหนียวร่วน มีความเป็นกรดและด่าง (pH) ตั้งแต่ 3-10 ขึ้นได้แม้กระทั่งในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

**1.3.3 ปริมาณน้ำ** มีความต้องการน้ำ ตั้งแต่ 875 มิลลิเมตร (ข้าวไร่) จนถึง 2,000 มิลลิเมตร (ข้าวนาสวน) ต่อปี แต่ควรมีการกระจายฝนที่ดี ในพื้นที่ที่ไม่ได้รับน้ำชลประทานหรือที่เรียกว่านาฝน ซึ่งส่วนใหญ่จะปลูกข้าวได้ในนาปีเท่านั้น และการตอบสนองต่อความต้องการน้ำยังขึ้นอยู่กับพันธุ์และช่วงของการเจริญเติบโต ในช่วงการเตรียมดินนั้นควรมีน้ำประมาณ 150-200 มิลลิเมตร ช่วงที่เป็นต้นกล้าต้องการประมาณ 250-400 มิลลิเมตร จนถึงต้นกล้าอายุ 30-40 วัน ส่วนในช่วงปักดำจนกระทั่งเก็บเกี่ยวนั้นควรมีน้ำอยู่ในระหว่าง 800-1,200 มิลลิเมตร

**1.3.4 แสงอาทิตย์** ปริมาณแสงมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตโดยที่พืชใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง และช่วงเวลาที่สั้นยาวของกลางวันกลางคืนยังมีผลต่อการเจริญทางสืบพันธุ์ของข้าวไวแสง (จะได้กล่าวในรายละเอียดต่อไป) ความเข้มของแสงในฤดูฝนซึ่งมีเมฆหมอกมากนั้นจะน้อยกว่าความเข้มแสงในฤดูร้อน ผลผลิตข้าวส่วนใหญ่จึงน้อยกว่าเมื่อปลูกในฤดูฝน เช่น จาก

รายงานพบว่าข้าวที่ปลูกในฤดูฝนจะให้ผลผลิตประมาณ 63 ถังต่อไร่ แต่ถ้านำพันธุ์เดียวกันไปปลูกในหน้าร้อนหรือหน้าแล้งจะได้ผลผลิตสูงถึง 73 ถังต่อไร่ (ใช้พันธุ์ กข.11 กข.7 และ กข.1) แสดงแคดมีความจำเป็นมากในช่วงเริ่มสร้างดอกจนกระทั่ง 10 วันก่อนเมล็ดแก่

**1.3.5 อุณหภูมิ** ได้มีการศึกษาพบว่าอุณหภูมิมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของข้าวและการให้ผลผลิตพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมจะอยู่ในระหว่าง 25-33 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่ต่ำเกินไปหรือสูงเกินไป (ต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส สูงกว่า 35 องศาเซลเซียส) จะมีผลต่อการงอกของเมล็ด การยืดของใบ การแตกกอ การสร้างดอกอ่อน การผสมเกสร เป็นต้น เช่น พบว่าอุณหภูมิที่สูงเกินไปและต่ำเกินไปช่วงที่มีการออกดอกจะทำให้ดอกข้าวเป็นหมัน ซึ่งจะส่งผลทำให้ได้ผลผลิตต่ำกว่าปกติ เป็นต้น

**1.3.6 ความชื้นสัมพัทธ์** อิทธิพลของความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศต่อการเจริญเติบโตของข้าวนั้นมักจะไม่ชัดเจน เพราะจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มแสงและอุณหภูมิในเชิงที่กลับกันคือ เมื่อความเข้มของแสงมากและอุณหภูมิสูงมักทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ อุณหภูมิเย็นในเวลากลางวันทำให้เกิดน้ำค้างสูง จะมีผลต่อการพัฒนาของเชื้อโรคของข้าวบางชนิด เช่น โรคใบไหม้ได้เหมาะสมยิ่งขึ้น เป็นต้น

**1.3.7 ลม** ลมอ่อนที่พัดถ่ายเทอยู่ตลอดเวลา (ความเร็วประมาณ 0.75-2.25 เซนติเมตรต่อวินาที) จะช่วยให้มีการถ่ายเทก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใช้ในการสังเคราะห์แสงได้ดี ทำให้พืชสามารถสังเคราะห์แสงได้มากยิ่งขึ้น แต่ถ้าลมแรงจะมีผลโดยตรงทำให้ต้นข้าวหักล้ม เกิดความเสียหายแก่ผลผลิตได้ (อัมรา เวียงวีระ และคณะ, 2547)

## 2. ความรู้เกี่ยวกับข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

### 2.1 ประวัติข้าวขาวดอกมะลิ 105

ในปี พ.ศ. 2488 นายจรูญ ต้นทูลโธ เป็นเจ้าของโรงสีบ้านเล็ง อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งเป็นพ่อค้าข้าวทั้งในประเทศ และส่งออกต่างประเทศ ได้ซื้อข้าวในสมัยนั้นไม่ได้เรียกชื่อว่า ข้าวดอกมะลิ 105 ในนาของเกษตรกรจากพ่อค้าข้าวตำบลแหลมประดู่ อำเภอนันทนิคม จังหวัดชลบุรี ติดต่อกับอำเภอแปลงยาว จังหวัดฉะเชิงเทรา และได้แบ่งเมล็ดไปปลูกที่ตำบลท่าทองกลาง อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา

ต่อมา พ.ศ. 2493-2510 กองบำรุงพันธุ์ กรมการข้าว ได้มีโครงการรวบรวมพันธุ์ข้าวพื้นเมืองทั่วประเทศ ระหว่าง พ.ศ. 2493-2494 นายสุนทร สีหะเนิน พนักงานข้าวอำเภอบางคล้า



ได้รวบรวมรวงข้าวหลายพันธุ์ ซึ่งรวมทั้งพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ จำนวน 199 รวง จากเกษตรกรอำเภอบางคล้า ส่งมาที่กองบำรุงพันธุ์

ต่อมา พ.ศ. 2498 กองบำรุงพันธุ์ ได้ส่งรวงข้าวทั้งหมดไปที่สถานีทดลองข้าวโลกลำโรง จังหวัดลพบุรี (ปัจจุบันคือศูนย์วิจัยข้าวลพบุรี) เพื่อทำการคัดเลือกแบบคัดสายพันธุ์บริสุทธิ์ ซึ่งนายโอกาส พลศิลป์ เป็นหัวหน้าสถานีทดลองข้าวโลกลำโรง และนายมังกร จุ่มทอง เป็นพนักงานเกษตรผู้ดูแลควบคุม การปลูกทดลองพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ เป็นเวลา 2 ปี (พ.ศ. 2498-2499) แต่ในปีได้ทำการคัดเลือกรวงต่อแถว จนได้แถวที่ 105

พ.ศ. 2500-2501 ได้ปลูกเปรียบเทียบพันธุ์ที่สถานีทดลองข้าวโลกลำโรง ต่อมา พ.ศ. 2502 จึงทำการปลูกเปรียบเทียบพันธุ์ท้องถิ่นในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จนได้สายพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 4-2-105 (4 หมายถึง สถานีที่เก็บรวงข้าว อำเภอบางคล้า 2 หมายถึง พันธุ์ทดลองที่ 2 คือ ข้าวดอกมะลิ และ 105 หมายถึง รวง(แถว) ที่ 105 จากจำนวน 199 รวง) จากนั้นคณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ให้ใช้ขยายพันธุ์เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อวันที่ 25 พฤษภาคม 2502 ให้ชื่อว่า พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่มีลักษณะเมล็ดยาวเรียว ขาวใสและมีกลิ่นหอมคล้ายใบเตย (กิ่งแก้ว คุณเขต และคณะ, 2553)

## 2.2 ลักษณะของข้าวขาวดอกมะลิ 105

ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เป็นข้าวเจ้าไวต่อช่วงแสง มีความสูงถึงคอรวงเฉลี่ย 140 เซนติเมตร ความยาวจากคอรวงถึงปลายรวงเฉลี่ย 33 เซนติเมตร กอตั้ง ปล้องสีเหลืองอ่อน กาบใบและใบสีเขียว มีขนบนใบ ปลายใบตกรัด ถิ่นใบสีขาวรูปร่างแหลมมี 2 ยอด หูใบและข้อต่อใบสีเขียวอ่อน ปลายยอดดอกสีขาว กลีบรองดอกสีขาว ยอดเกสรตัวเมียสีขาว ต้นข้าวมีความแข็งแรงปานกลาง รวงแน่นปานกลาง คอรวงยาว ระแงะถี่ ใบธงเอนปานกลาง ใบแห้งค่อนข้างเร็ว เปลือกเมล็ดและยอดเมล็ดสีฟาง เปลือกเมล็ดมีขนสั้น กลีบรองดอกสั้น น้ำหนักข้าวเปลือก 1,000 เมล็ด ประมาณ 27.9 กรัม มีระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 8 สัปดาห์ ผลผลิตข้าวเฉลี่ย 515 กิโลกรัมต่อไร่ ข้อดีคือ มีอายุการเก็บเกี่ยวเร็ว ทนต่อสภาพดินเปรี้ยวและดินเค็ม ทนแล้งได้ดี สามารถได้ในพื้นที่ดอนและสภาพข้าวไร่ แต่มีข้อจำกัด คือไม่ต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูข้าวทุกชนิด พื้นที่ที่เหมาะสม คือพื้นที่นาน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือของประเทศไทย

ในทางการค้า เรียกว่า ข้าวหอมมะลิ เป็นที่นิยมทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศ เนื่องจากเป็นข้าวที่มีคุณลักษณะเด่น คือ เมล็ดข้าวสารมีรูปร่างเรียว ยาว เมล็ดใส ท้องไข่น้อย เมื่อหุงเป็นข้าวสุกมีลักษณะนุ่มเหนียว ที่สำคัญ มีกลิ่นหอมคล้ายใบเตย ซึ่งเป็นเอกลักษณ์ของพันธุ์นี้ (กิ่งแก้ว คุณเขต และคณะ, 2553)

### 2.3 การผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ให้ได้คุณภาพ

2.3.1 เลือกพื้นที่ที่เหมาะสม เช่น ดินดี มีแหล่งน้ำสมบูรณ์ สะดวกในการดูแลรักษา และห่างไกลจากแปลงปลูกข้าวพันธุ์อื่น

2.3.2 ใช้เมล็ดพันธุ์ที่ได้รับการรับรองจากกรมการข้าว

2.3.3 ปลูกโดยวิธีการปักดำ เพื่อสะดวกในการกำจัดข้าวปน แปลงกล้าและแปลงปักดำ ต้องกำจัดข้าวเรือ โดยการไถตะ ปล่อยน้ำเข้านา พอให้ดินชุ่มเพื่อกระตุ้นให้เมล็ดข้าวเรือและวัชพืชงอก จากนั้นไถแปรกำจัดข้าวเรืออีกครั้งก่อน คราดทำเทือก

2.3.4 ตกกล้ากลางเดือนกรกฎาคม โดยใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ประมาณ 100 กรัมต่อตารางเมตร ถอนต้นกล้าไปปักดำเมื่ออายุประมาณ 30 วัน ปักดำข้าวกอละ 3 ต้น ระยะห่างประมาณ  $25 \times 25$  เซนติเมตร

2.3.5 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 หรือ 16-16-8 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนปักดำ 1 วัน หรือหลังปักดำ 7-10 วัน และใส่ปุ๋ยยูเรีย อัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะกำเนิดช่อดอก

2.3.6 กำจัดข้าวปน 3 ครั้ง

ครั้งที่ 1 ระยะแตกกอ โดยดูลักษณะการแตกกอ ความสูง การชูใบ สีของใบ และต้น ถ้าพบต้นผิดปกติให้ถอนทิ้ง

ครั้งที่ 2 ระยะออกดอก ให้ตัดกอข้าวที่ออกดอกก่อน หรือหลังข้าว โดยตัดบริเวณโคนกอชิดดิน

ครั้งที่ 3 ระยะข้าวโน้มรวง ให้ตัดต้นข้าวที่มีลักษณะรวงที่แตกต่างจากลักษณะประจำพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ทิ้งไป

2.3.7 ก่อนถึงระยะเก็บเกี่ยว ควรระบายน้ำออกเพื่อให้ข้าวสุกแก่พร้อมกัน เก็บเกี่ยวเมื่อเมล็ดสุกแก่เต็มที่ ประมาณ 30-35 วัน หลังข้าวออกรวง

2.3.8 การนวดและตากข้าว ไม่ควรตากฟ่อนข้าวไว้ในนา เพราะอาจจะถูกฝน ทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวเสื่อมคุณภาพ เมื่อดอกแดดแห้งดีแล้วผึ่งให้สะอาดบรรจุกระสอบเก็บไว้ในที่ร่มและแห้ง เพื่อป้องกันความชื้นจากพื้นดิน ควรใช้ไม้รองกระสอบให้สูงจากพื้น 5-6 นิ้ว

2.3.9 สามารถนำไปปลูกได้หลังจากเก็บเกี่ยวแล้วประมาณ 8 สัปดาห์ (กิ่งแก้ว คุณเขต และคณะ, 2553)



### 3. ความรู้เกี่ยวกับดินนาและปุ๋ยในนาข้าว

ดินนา หมายถึง ดินที่มีการอ้อมตัวด้วยน้ำ ใช้ประโยชน์ในการปลูกข้าว มีการระบายน้ำไม่ดี ทำให้น้ำขังได้ดีหรือเก็บกักน้ำได้ง่ายทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง ดินนามีลักษณะเนื้อดินหลายชนิด เช่น ดินร่วนปนทราย ดินร่วนเหนียว ไปจนถึงดินร่วน ดินเหนียว และดินเหนียวจัด เนื่องจากดินนามีน้ำท่วมขังผิวดินเป็นเวลาอย่างน้อย 3-4 เดือนต่อปี จึงทำให้ดินขาดออกซิเจน และอยู่ในสภาพรีดักชัน

#### 3.1 ลักษณะของดินนา

**3.1.1 ชั้นของดินนา** จะประกอบด้วย ชั้นไถพรวน (plowed layer) เป็นชั้นบนสุด ต่อจากชั้นน้ำท่วมขังบนผิวดิน โดยจะแบ่งออกเป็น 2 ชั้น คือ ชั้นออกซิไดซ์และชั้นรีดักซ์ ต่อมาชั้นดินอัดตัวแน่น (plow sole) เป็นชั้นที่ดินจับตัวเป็นชั้นแข็งแน่นที่อยู่อุ้ใต้ชั้นไถพรวน ถ้าจับตัวแน่นมากเกินไปอาจกลายเป็นชั้นดินดาน เป็นชั้นดินที่อยู่ในสภาพขาดออกซิเจนเช่นเดียวกัน สารประกอบของเหล็กและแมงกานีสที่ถูกรีดักซ์ในชั้นนี้จะไหลซึมตามน้ำลงไปชั้นล่าง ในสภาพแห้งจะมีสีเทา และมีจุดประสีสนิมเหล็กแบบเดียวกันกับที่พบในชั้นไถพรวน ต่อมาชั้นดินล่าง เป็นชั้นที่มีน้ำขังในระยะเวลาหนึ่งมีสีเทา ไม่มีรากข้าวลงมาถึงชั้นนี้ สารประกอบของเหล็กและแมงกานีสที่ถูกรีดักซ์และไหลซึมตามน้ำลงมาจากดินชั้นบนจะมาสะสมรวมตัวกันอยู่ในชั้นนี้ และชั้นสุดท้าย ชั้นวัตถุต้นกำเนิดดิน เป็นชั้นของวัตถุต้นกำเนิดดินพวกหินและแร่ที่กำลังสลายตัว

#### 3.1.2 ลักษณะทางกายภาพของดินนา

1) **สีของดินและจุดประ** สีของดินนาประกอบด้วยสีพื้นและจุดประสีต่างๆ จุดประ (mottles) คือ สีที่เกิดขึ้นจากการตกตะกอนของธาตุเหล็กในดินนา เมื่อเกิดสภาพเปียกและแห้งสลับกันบ่อยๆ ในดินนาสารประกอบของเหล็กที่ถูกออกซิไดซ์จะตกตะกอนเป็นจุดประเป็นสีน้ำตาล เหลืองหรือแดง เมื่อดินนาแห้งมักจะมีสีพื้นเป็นสีเทา ดังนั้นสีของดินนาจึงเปลี่ยนแปลงไป จากอิทธิพลของน้ำขัง

2) **โครงสร้างของดินนา** ในดินนาที่มีการเตรียมดิน ไถ ทำเทือกในสภาพที่มีน้ำในนา มีผลทำให้โครงสร้างของดินถูกทำลาย การจับตัวกันของอนุภาคดินต่างๆ เกิดจากอิทธิพลของสารเชื่อม เช่น อินทรีย์วัตถุ ถึงแม้ว่าจะไม่มีการทำเทือกโครงสร้างของดินก็อาจถูกทำลายลงไปได้มาก เนื่องจากอิทธิพลของน้ำ ทำให้สารเชื่อมพองตัว มีปฏิกิริยาการจับตัวกันระหว่างน้ำกับ โมเลกุลของสารเชื่อม สารเชื่อมจึงละลายตัวอนุภาคดินจึงไม่จับตัวกันดังเดิม

3) ความหนาแน่นรวมของดินนา จะเปลี่ยนแปลงไปในสภาพดินน่าน้ำขัง หลังการไถทำเพื่อกเมื่อ โครงสร้างของดินถูกทำลาย ช่องว่างขนาดใหญ่หายไปเหลือแต่ช่องว่างขนาดเล็กมาก มีผลทำให้ความหนาแน่นรวมของดินมีค่าสูงขึ้น

4) ความแน่นที่บของดินนา จะมีลักษณะหนาแน่นรวมสูงกว่าดินชั้นไถพรวน และดินล่าง โดยทั่วไปจะวัดค่าความหนาแน่นรวมของดินในชั้นนี้ได้ ไม่ต่ำกว่า 1.6 กรัมต่อลูกบาศก์ เซนติเมตร การเกิดชั้นดินแน่นที่บในดินนาไม่ได้ก่อให้เกิดอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของข้าว เนื่องจากรากของข้าวส่วนใหญ่แพร่กระจายในชั้นไถพรวน

**3.1.3 ลักษณะทางเคมีของดินนา** ได้แก่ ความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน การอ้อมตัวด้วยแคตไอออนที่เป็นค่า และความเป็นกรด-ด่างของดินและน้ำบนผิวดิน เป็นต้น โดยการเปลี่ยนแปลงพีเอชของทั้งดินกรดและดินด่างหลังน้ำขัง พีเอชจะมีค่าเข้าใกล้เป็นกลาง (เท่ากับ 7) ส่วนการเปลี่ยนแปลงของพีเอชของน้ำบนผิวดินขึ้นอยู่กับช่วงเวลาของวัน

**3.1.4 ลักษณะทางชีวภาพของดินนา** โดยทั่วไปแบคทีเรียมีบทบาทมากและมีจำนวนมาก เนื่องจากสามารถปรับตัวดำรงชีวิตอยู่ได้ทั้งในสภาพมีหรือไม่มีออกซิเจน แต่ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสภาพน้ำขังได้ (สุกัญญา เข้มประชา, 2556)

### 3.2 ดินนาในประเทศไทย

กลุ่มชุดดินนาหรือกลุ่มชุดดินที่ราบต่ำมีจำนวน 28 กลุ่มชุดดิน ได้แก่ กลุ่มชุดดินที่ 1-25 และกลุ่มชุดดินที่ 57-59 มีเนื้อที่ทั้งหมด 87.64 ล้านไร่ มีการกระจายตัวในทุกภาคของประเทศไทย พบมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ คิดเป็นร้อยละ 43.56 21.98 12.73 และ 11.04 ตามลำดับ (ตารางที่ 2.1) ส่วนที่เหลือกระจายอยู่ในภาคตะวันออกและภาคตะวันตกของประเทศไทย (สุกัญญา เข้มประชา, 2556)

ตารางที่ 2.1 การกระจายตัวของดินนาในประเทศไทย

ภาค	พื้นที่ (ล้านไร่)	ร้อยละ
กลาง	11.15	12.73
ตะวันออก	6.41	7.32
ตะวันออกเฉียงเหนือ	38.17	43.56
เหนือ	19.27	21.98
ตะวันตก	2.94	3.36
ใต้	9.67	11.04
รวม	87.64	100

ที่มา: สุกัญญา แอ้มประชา (2556) อ้างจาก กรมพัฒนาที่ดิน (2548)

### 3.3 สภาพและชนิดของดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

#### 3.3.1 ดินที่เกิดจากตะกอนอุกน้ำพัดพามาที่บวม

1) ดินที่เกิดในที่ราบน้ำท่วมถึง (*flooded plain*) ดินที่เกิดในบริเวณนี้อาจจะแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

(1) ดินที่เกิดตามสันริมน้ำฝั่งแม่น้ำ (*natural river levee*) ลักษณะเนื้อดินชั้นบนเป็นดินร่วนปนซิลต์มีสีน้ำตาลเข้มหรือสีน้ำตาลปนเทาเข้ม pH 6.0-6.5 ส่วนดินชั้นล่างมีลักษณะไม่แน่นอน อาจเป็นดินร่วนหรือดินร่วนเหนียวปนซิลต์ สีน้ำตาลหรือน้ำตาลปนแดง หรือน้ำตาลปนเหลืองเข้ม ที่มี pH 6.5-7.0 ได้แก่ ดินชุดท่าม่วงและดินชุดสรรพยา

(2) ดินที่เกิดในส่วนต่ำของที่ราบน้ำท่วมถึง (*river basin*) เป็นดินที่เกิดต่ำลงไปจากดินที่เกิดตามสันริมน้ำได้แก่ ดินชุดพิมาย และดินชุดราชบุรี เนื้อดินลักษณะเป็นดินเหนียวตลอดชั้นดิน ดินชุดพิมายจะมีสีเข้มเท่าชุดราชบุรี ดินชั้นบนมี pH 6.5-7.0 ส่วนดินชั้นล่างจะสูงขึ้นเล็กน้อย

2) ดินที่เกิดในที่ราบต่ำของตะพักลำน้ำ (*lowland soils*) ส่วนมากใช้ในการทำนา เป็นดินที่อยู่ในระดับสูงเท่ากับประเภทแรกเล็กน้อย ซึ่งอาจจะแยกออกได้เป็น 4 ประเภทใหญ่ๆ คือ

(1) ดินลึก ได้แก่ ดินชุดร้อยเอ็ด และดินชุดท่าชุมจะพบมากที่สุด ดินทั้งสองมีลักษณะใกล้เคียงกัน คือ ดินชั้นบนมีลักษณะเป็นร่วนปนทราย หรือดินร่วนปนทรายละเอียด หรือ

ดินร่วนมีสีน้ำตาลปนเทา หรือสีน้ำตาลปนเทาเข้ม pH 4.0-6.0 แต่ดินชุดท่าตุมจะมีจุดประสีแดงมาก ดินชุดร้อยเอ็ดจะมีหลายสีปนกัน ส่วนในดินชั้นล่างของดินชุดร้อยเอ็ดเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย สีของดินชั้นล่างของดินทั้ง 2 ชุดใกล้เคียงกัน คือ สีน้ำตาลปนเทาอ่อนหรือสีเทาอ่อน pH 4.5-5.5

(2) ดินตื้น ได้แก่ ดินชุดอ่อน ดินชุดเพ็ญ จะพบชั้นกรวด ลูกกรังหรือชั้นศิลาแลงอยู่ตื้นกว่า 50 เซนติเมตร หรือบางแห่งจะปรากฏขึ้นมาที่ผิวดินชั้นบน ดินทั้งสองชุดนี้มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายมีสีน้ำตาลปนเทา หรือสีน้ำตาลปนเทาเข้ม ส่วนดินชั้นล่างเป็นกรวดลูกกรังปนดินร่วนเหนียวปนทรายสีน้ำตาลหรือน้ำตาลอ่อน pH 4.5-5.5

(3) ดินทรายจัด ได้แก่ ดินชุดอุบล มีลักษณะเนื้อดินเป็นทรายร่วนลึกลับเกินกว่า 80 เซนติเมตร ลึกลงไปอาจเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินเหนียวปนทราย ส่วนใหญ่มีสีชมพูหรือเทาปนชมพูมีจุดประสีเหลือง pH ไม่แน่นอน พบในสภาพสูงกว่าดินชุดร้อยเอ็ดเล็กน้อย

(4) ดินเค็ม ได้แก่ ดินชุดอุคร ดินชุดกุลาห้องให้ ในฤดูแล้งจะเห็นคราบเกลือขาวๆ อยู่บนผิวดิน ดินชุดอุครมีลักษณะของดินชั้นบนไม่แน่นอน มีชั้นดินค้อยข้างเป็นทรายสลับกับชั้นดินค้อยข้างเหนียว ส่วนดินชุดกุลาห้องให้ดินบนเป็นดินร่วนหรือดินร่วนปนทรายชั้นล่างจะเป็นดินเหนียวปนทรายหรือดินเหนียว ปฏิกริยาของดินเป็นต่าง

3) ดินที่เกิดในที่ดอน (upland soils) เป็นดินที่ใช้ปลูกพืชไร่ พืชสวน และที่ยังคงสภาพเป็นป่าธรรมชาติ เป็นดินอยู่บนที่ราบของตะพักลำน้ำชั้นกลาง (middle terrace) กับที่ราบของตะพักลำน้ำชั้นสูง (high terrace) ลักษณะพื้นที่ทั่วไปลุ่มๆดอนๆแบบลูกคลื่น อาจแบ่งได้ 3 ประเภท คือ

4) ดินลึกเนื้อดินละเอียดปานกลาง ได้แก่ ดินชุดโคราช ดินชุดสตึก ดินชุดวาริน ดินชุดยโสธร ชุดสีแก้ว และดินชุดสูงเนิน ดินทั้ง 6 ชุดนี้มีลักษณะใกล้เคียงกันกล่าวคือ ดินชั้นบนมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย ส่วนดินชั้นล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย สีของดินชั้นล่างแตกต่างกัน ดินชุดโคราชมีสีน้ำตาล ชุดสตึกมีสีเหลือง ดินชุดวารินมีสีแดงปนเหลือง ดินชุดยโสธรมีสีแดง ปฏิกริยาของดินเป็นกรดจัดถึงกรดปานกลาง

5) ดินลึกเนื้อดินเป็นทราย ได้แก่ ดินชุดน้ำพอง ดินชุดยางตลาด มีเนื้อดินเป็นดินทรายร่วนลึกลับเกิน 80 เซนติเมตร ดินชั้นล่างจะเหนียวขึ้นเล็กน้อย ซึ่งดินทั้ง 2 ชุดนี้มีลักษณะทั่วไป ใกล้เคียงกันมาก คือ ดินชั้นล่างของชุดน้ำพองมีสีชมพูหรือเทาปนชมพู ส่วนดินชุดยางตลาดจะมีสีน้ำตาลปนแดงอ่อนๆ หรือสีเหลืองปนแดง ปฏิกริยาของดินเป็นกรดปานกลาง

6) ดินตื้น ได้แก่ ดินชุดโพนพิสัยและดินชุดสกล จะพบชั้นกรวดลูกกรัง หรือชั้นของศิลาแลงอยู่ตื้นกว่า 50 เซนติเมตร ดินชุดโพนพิสัย ดินล่างเหนือชั้นลูกกรังมีสีเหลืองๆ หรือสีแดงปนเหลือง ชั้นของลูกกรังจะไม่จับตัวกันเป็นแผ่นหรือก้อนกลมใหญ่ๆ ส่วนดินชุดสกล ตอนบน

ของศิลาแลงจะมีสีน้ำตาลหรือน้ำตาลปนเหลืองอ่อน ชั้นของกรวดลูกรังจับตัวเป็นแผ่นหรือก้อนใหญ่ โดยปกติดินชุด โพนพิสัยมีเนื้อดินหยาบกว่าดินชุดสกล ซึ่งมีเนื้อดินชั้นบนเป็นดินร่วนหรือร่วนปนทราย

### 3.3.2 ดินที่เกิดจากวัตถุให้กำเนิดดินอยู่กับที่ แบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ

1) ดินสีที่มีเนื้อดินละเอียด ได้แก่ ดินชุดปากช่อง ดินชุดโชคชัย ดินชุดวังไฮ ดินชุดเลย เกิดในสภาพพื้นที่ที่เป็นเขาเตี้ยๆ ดินทั้ง 4 ชุดมีลักษณะใกล้เคียงกันมาก แต่เกิดจากวัตถุกำเนิดต่างๆกัน คือ ดินชุดปากช่องกำเนิดจากผิวดินดานปนกับหินปูน ชุดโชคชัยเกิดจากบาชอลท์ ชุดเลยเกิดจากหินดินดานปนกับหินแกรนิต ส่วนดินชุดวังไฮ คล้ายกับดินชุดปากช่องแต่มีจุดประในดินชั้นล่าง

2) ดินสีหรือปานกลาง มีเนื้อดินละเอียดปานกลาง ได้แก่ ดินชุดด่านซ้าย ดินชุดเขาใหญ่ ดินชุดโพนงาม ดินชุดลาดหญ้า เกิดจากหินทราย เนื้อดินชั้นบนเป็นดินร่วนปนทราย หรือร่วนสีน้ำตาลเข้มหรือน้ำตาลปนแดง เนื้อดินชั้นล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายหรือดินร่วนเหนียวสีน้ำตาลปนเหลืองหรือแดง pH 4.5-6.0 พบในพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนชันถึงเป็นภูเขาเตี้ยๆ

3) ดินตื้น ได้แก่ ดินชุดมวกเหล็ก ดินชุดเชียงคาน ดินชุดวังสะพุง ดินชุดท่าลี่ และดินชุดสุรินทร์ จะพบชั้นของเศษหินดินแอนดีไซต์ บาชอลท์หรือหินทราย หรือชั้นของลูกรังที่เกิดจากหินดังกล่าวอยู่ต่ำกว่า 50 เซนติเมตร เนื้อของดินบนเป็นดินร่วนหรือดินร่วนเหนียว เกิดในสภาพพื้นที่เป็นภูเขาเตี้ยๆ ลุ่ม ดอนๆ แบบลูกคลื่นลอนลาดถึงคลื่นลอนชัน

4) ดินที่มีลักษณะไม่แน่นอน เกิดตามภูเขาที่มีความลาดชันของพื้นที่มากถึง 35% เป็นที่สงวนไว้เป็นป่าธรรมชาติเพื่อรักษาต้นน้ำลำธาร

### 3.4 คุณสมบัติของดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่นาประมาณ 36.6 ล้านไร่ ดินส่วนมากเป็นดินร่วนทรายถึง ดินร่วนมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้น้อยและมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดิน ปรากฏว่าดินนาในภาคนี้ค่อนข้างเป็นกรด pH เฉลี่ย 5.0 เท่ากับดินภาคใต้ ส่วนดินภาคกลางและภาคเหนือมี pH 5.5 และ 5.7 ตามลำดับ pH ของดินนาในประเทศไทย ส่วนมากแล้วไม่ค่อยเป็นปัญหาต่อการปลูกข้าวเพราะเมื่อน้ำขัง pH ของดินจะสูงขึ้น ใกล้เคียงเป็นกลาง นอกจากดินเปรี้ยวจัดมี pH ต่ำ เมื่อน้ำขัง pH ของดินจะไม่เพิ่มมากนักดินประเภทนั้นจำเป็นต้องใส่ปูนเพื่อปรับ pH ของดิน อย่างไรก็ตาม pH ของดินนาอีสานส่วนมากต่ำ pH 4-5 ในบางกรณีดินมีลูมิเนียมสูงและดินขาดน้ำ อาจมีปัญหาต่อการปลูกข้าวได้ ควรจะได้มีการศึกษาในรายละเอียดมากยิ่งขึ้น

ปริมาณอินทรีย์วัตถุมีความสำคัญที่เกี่ยวข้องกับความอุดมสมบูรณ์ของดิน เพราะเป็นแหล่งให้ธาตุอาหารหลายชนิดแก่ต้นข้าวโดยเฉพาะอย่างยิ่ง N, P และ S ซึ่งประมาณกันว่า 50-



80% ของไนโตรเจนที่ต้นข้าวได้รับมาจากอินทรีย์วัตถุในดินถึงแม้จะมีการใส่ปุ๋ยก็ตาม อินทรีย์วัตถุยังเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ในดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งชนิดที่สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศ นอกจากนี้อินทรีย์วัตถุยังมีความสามารถอุ้มน้ำได้สูง และช่วยทำให้ดินมีโครงสร้างดี ร่วนซุย ตลอดจนมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) สูงขึ้นอีกด้วย สำหรับดินนาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำเฉลี่ยเพียง 0.72% เท่านั้น ขณะที่ดินนาในภาคใต้ ภาคกลางและภาคเหนือมีอินทรีย์วัตถุสูงกว่า 3 เท่า คือมีประมาณ 2.5%

ปริมาณฟอสฟอรัส พบว่าในดินของภาคอีสานนี้มีฟอสฟอรัสทั้งหมด (total P) ต่ำมาก คือมีเพียง 62 ppm ซึ่งน้อยกว่าในดินนาภาคอื่นๆ ถึง 3-5 เท่า ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้ ซึ่งถือกันว่าเป็นส่วนที่พืชนำไปใช้ได้ก็มีเพียง 3 ppm และดินนาในภาคอื่นๆ มีประมาณ 8 ppm

ปริมาณโพแทสเซียม พบว่าโพแทสเซียมทั้งหมด (total K) ของดินนาในภาคนี้ต่ำมากเช่นกัน คือมีเพียง 1294 ppm ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้พบว่ามีค่าเฉลี่ย 47 ppm ขณะที่ดินนาในภาคอื่นๆ มีประมาณ 84-215 ppm

ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกดินนาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีค่า CEC ต่ำกว่าคือ มีประมาณ 5 me/100g ส่วนดินนาในภาคอื่นๆ CEC มีค่าสูง 7.8-22.1 me/100g CEC ของดิน ขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของดินเหนียวและปริมาณของอินทรีย์วัตถุในดิน เนื่องจากดินนาของภาคนี้มีปริมาณของดินเหนียวและอินทรีย์วัตถุต่ำ จึงมีผลทำให้ CEC ของดินต่ำไปด้วย

ดังนั้นจากที่กล่าวมาแล้วว่า ดินนาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนมากมีเนื้อดินเป็นทราย มีอินทรีย์วัตถุและความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ มีความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารได้น้อย จึงมีสมรรถภาพในการผลิตต่ำ การเพิ่มธาตุอาหารโดยการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นได้ (ประเสริฐ สองเมืองและวิทยา ศรีทานนท์, 2543)

### 3.5 ปัญหาที่พบในดินนา และการจัดการความอุดมสมบูรณ์ในดินนา

#### 3.5.1 ปัญหาที่พบในดินนา

1) ปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ ดินนาในประเทศไทยมีระดับอินทรีย์วัตถุต่ำ เนื่องจากสภาพพื้นที่และสภาพอากาศของประเทศไทยเหมาะสมกับการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุ ประกอบกับอินทรีย์วัตถุในดินนาจะอยู่ในสภาพแห้งสลับเปียก จึงเป็นตัวการหนึ่งที่เร่งให้อินทรีย์วัตถุสลายตัวได้เร็วยิ่งขึ้น นอกจากนี้เกษตรกรยังนิยมเผาตอซังข้าวที่เป็นแหล่งอินทรีย์วัตถุที่ดีที่สุดของดินนา เพื่อให้ไถพรวนได้สะดวกจึงทำให้ระดับอินทรีย์วัตถุในดินนาอยู่ในระดับต่ำ

2) ระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ดินนาที่เป็นดินทรายหรือดินเนื้อหยาบจะพบปัญหาการขาดไนโตรเจน เนื่องจากมีอินทรีย์วัตถุต่ำมากประมาณร้อยละ 1-2 หรือต่ำกว่า ส่วนดินเหนียวหรือร่วนเหนียวอาจมีอินทรีย์วัตถุสูงกว่าคือ ประมาณร้อยละ 2-4 แต่ก็ไม่เพียงพอสำหรับ

การปลูกข้าว และดินนาโดยทั่วไปทั้งในภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ มีปัญหาการขาดฟอสฟอรัส ส่วนปัญหาการขาดโพแทสเซียมส่วนใหญ่จะพบเฉพาะในดินนาที่เป็นดินเนื้อหยาบตั้งแต่ดินทรายถึงดินร่วน

3) *ความเป็นกรดจากดินกรดจัด* ดินนาที่มีปัญหาความเนกรมจัด ได้แก่ ดินองครักษ์ ดินรังสิต และดินรัชฎัญบุรี เป็นต้น ดินเหล่านี้จะมีค่าพีเอชต่ำมากบางแห่งอาจต่ำถึง 3.5 ซึ่งเกิดจากการมีแร่ไพไรต์และจาโรไซต์ที่อยู่ในดินล่าง และหากดินมรสภาพเปียกและแห้งสลับกัน แร่เหล่านี้จะมีโอกาสทำปฏิกิริยากับออกซิเจนและทำให้เกิดกรดกำมะถันขึ้นในดิน ซึ่งจะทำให้ข้าวมีผลผลิตต่ำมาก ดินที่ชั้นของแร่เหล่านี้มีอยู่ลึกกว่า 50 เซนติเมตร

4) *ความเค็ม* ดินเกลือ คือดินที่มีปัญหาการมีเกลือที่ละลายน้ำได้มากเกินไปจนเป็นอันตรายกับพืชที่ปลูก ดินนาที่เป็นดินเกลือมีทั้งที่เกิดจากอิทธิพลของน้ำทะเล พบตามชายฝั่งทะเลแถบบางปะกง สมุทรสาคร สมุทรสงคราม เพชรบุรี ราชบุรี ฉะเชิงเทรา รวมถึงพื้นที่ดินเค็มที่ใช้ทำนาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือด้วย ความเค็มจากเกลือที่ละลายน้ำได้จะเป็นอันตรายโดยตรงต่อพืช และยังทำให้ข้าวมีผลผลิตต่ำเมล็ดลีบอีกด้วย

### 3.5.2 แนวทางการจัดการความอุดมสมบูรณ์ของดินนา

1) *ใส่อินทรีย์วัตถุ* เพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินนาางเว้นการเผาตอซังข้าว การใช้ปุ๋ยคอกและปุ๋ยอินทรีย์ในนาไม่ควรใช้ในอัตราสูงเกินกว่า 3-4 ตันต่อไร่ เนื่องจากการใส่ปุ๋ยมากเกินไปหากมีน้ำขังในนาจะเกิดการเน่าเปื่อยของสารอินทรีย์ทำให้เกิดกรดอินทรีย์ นอกจากนี้ยังส่งผลให้ดินที่มีธาตุเหล็กมาก และปลดปล่อยเหล็กที่ละลายได้ออกมามากจนเป็นพิษต่อข้าวได้

2) *ใส่ธาตุอาหารให้ตรงตามความต้องการของพืช* ดินนาที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานธาตุอาหารถูกเคลื่อนย้ายออกจากดินอยู่เสมอ ดังนั้นก่อนปลูกข้าวควรวิเคราะห์ตัวอย่างดิน เพื่อให้ทราบถึงระดับธาตุอาหารของดิน และเพื่อจะได้ใส่ปุ๋ยได้ถูกต้องตรงตามความต้องการของข้าว

3) *ใส่ปุ๋ยในดินกรดจัด* ในกรณีที่ปลูกข้าวในพื้นที่ที่เป็นดินกรดจัด ควรใส่ปุ๋ยเพื่อสะเทินความเป็นกรดก่อนการปลูกข้าว เพราะแม้ว่าจะขังน้ำในดินกรดก็ไม่สามารถจะยกระดับพีเอชของดินให้เป็นกลางได้ และต้องรักษาระดับน้ำให้ท่วมขังดินอยู่ตลอดเวลา เพื่อป้องกันการเกิดการออกซิไดซ์ของแร่ไพไรต์

4) *ปลูกข้าวพันธุ์ทนเค็ม* ในดินที่มีเกลือที่ละลายน้ำได้อยู่สูง สามารถแก้ไขปัญหาก็ได้โดยการใช้น้ำชะล้างเกลือให้ออกไปจากพื้นที่ หรือเลือกใช้พันธุ์ข้าวที่ทนเค็มมาปลูก เช่น พันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 เป็นต้น และมีการจัดการเกี่ยวกับการใส่ปุ๋ยที่ถูกต้อง (สุกัญญา แยมประชา, 2556)

### 3.6 ปุ๋ยในนาข้าว

ปุ๋ยและวัสดุปรับปรุงดิน หมายถึง วัสดุใดๆ ก็ตามที่ได้ส่งไปในดินแล้ว สามารถเพิ่มผลผลิตของพืชที่ปลูก ทั้งการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารในดินที่พืชดูดนำไปใช้ได้ ทำให้คุณสมบัติของดินดีขึ้น ช่วยให้ดินปล่อยธาตุอาหารในดินให้มากขึ้น สามารถจำแนกได้ ดังนี้

**3.6.1 ปุ๋ยเคมี** หมายถึง วัสดุที่ได้จากการสังเคราะห์ทางเคมี หรือกึ่งเคมี เพื่อให้ได้สูตรอาหารที่จำเป็นสำหรับพืช ส่วนใหญ่จะเป็นธาตุอาหารที่พืชใช้ปริมาณมาก และดินมักจะขาดธาตุอาหารเหล่านี้ คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ทำให้พืชแสดงอาการขาดธาตุอาหารเหล่านี้อย่างชัดเจน เช่น สูตรปุ๋ยเคมีในดินเหนียวมีธาตุอาหารโพแทสเซียมเพียงพอแล้ว ได้แก่ 16-20-0 หรือ 20-20-0 เป็นต้น ส่วนการใช้ปุ๋ยเคมีในนาดินร่วนปนทราย และนาดินทราย แนะนำให้ใส่ปุ๋ยสูตรที่มีธาตุอาหารครบทั้ง 3 ธาตุ ได้แก่ 16-16-8 หรือ 18-12-6 เป็นต้น

**3.6.2 ปุ๋ยอินทรีย์** คือ ปุ๋ยที่ได้หรือทำมาจากวัสดุอินทรีย์ จะผลิตด้วยกรรมวิธีทำให้วัสดุเหล่านั้นย่อยสลายเป็นชั้นเล็กลง มีความชื้น และจุลินทรีย์ทำงานร่วมกันเพื่อให้วัสดุอินทรีย์ถูกย่อยสลายอย่างสมบูรณ์ ชนิดของปุ๋ยอินทรีย์จากแหล่งต่างๆ ได้แก่

1) **ปุ๋ยคอก** เป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากมูลสัตว์ต่างๆ ได้แก่ มูลวัว มูลสุกร มูลไก่ มูลค่างควา ซึ่งนับเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่มีผู้นิยมใช้มาก เพราะหาง่าย นำมาใช้ได้ทันที เนื่องจากมูลสัตว์เหล่านี้ผ่านการย่อยสลายหรือหมักมาระดับหนึ่งแล้ว

2) **ปุ๋ยหมัก** เป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากการย่อยสลายของเศษพืชผักต่างๆ ที่นิยมใช้เป็นวัสดุต้นทางคือ ฟางข้าว โดยนำมาผ่านกระบวนการหมักด้วยการให้น้ำ เร่งด้วยจุลินทรีย์ และใช้เวลาประมาณ 45-60 วัน เพื่อให้การย่อยสลายเสร็จสมบูรณ์ จึงนำมาใช้ได้ ปัจจุบันการใช้ปุ๋ยหมักในนาข้าวไม่เป็นที่นิยมนัก เพราะกระบวนการผลิตยุ่งยาก ใช้เวลานาน

3) **ปุ๋ยพืชสด** เป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่แนะนำให้ใช้มากในนาข้าว โดยแนะนำให้ใช้พืชที่สามารถนำมาใช้เป็นปุ๋ยพืชสด ซึ่งเป็นพืชที่สามารถเพิ่มธาตุอาหารต่างๆ ให้ข้าวได้ด้วยวิธีทางธรรมชาติกลุ่มของพืชปุ๋ยสดต่างๆ ได้แก่

(1) **พืชตระกูลถั่ว** เป็นพืชที่มีปมที่ราก เป็นที่อยู่ของจุลินทรีย์ *Rhizobium* ที่สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศมาใช้ และย่อยสลายให้กับข้าวได้ พืชที่นิยมมาก คือ ปอเทือง ซึ่งเป็นพืชตระกูลถั่วที่ปลูกง่าย เจริญเติบโตได้เร็ว และให้ธาตุอาหารไนโตรเจนสูง

(2) **พืชตระกูลถั่ว** ได้แก่ โสนแอฟริกัน โสนอินเดีย มีปมที่ต้น ซึ่งสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้เช่นกัน พืชปุ๋ยสดเหล่านี้แนะนำให้เกษตรกรปลูกก่อนปลูกข้าว ประมาณ 45-60 วัน เมื่อพืชออกดอกแล้ว จึงไถกลบต้นพืชปุ๋ยสดเหล่านี้ลงในดิน ให้ซากพืชย่อยสลาย ก่อนการเตรียมดินและปลูกข้าว



(3) **แหนแดง** เป็นพืชน้ำที่มีคุณสมบัติที่สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้จากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (blue green algae: *Azolla anabaena*) ที่อยู่ร่วมกันกับแหนแดง สามารถตรึงไนโตรเจนได้ร้อยละ 3-5 ของน้ำหนักแห้ง เป็นอาหารให้กับข้าวได้ง่าย โดยการเลี้ยงแหนแดงในนาข้าว ใส่แหนแดง 100 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อข้าวมีอายุ 20-30 วัน ประมาณ 3 สัปดาห์ เมื่อแหนแดงขยายตัวเต็มพื้นที่ แหนแดงจะย่อยสลายตัวเอง และปลดปล่อยไนโตรเจนกับข้าวได้ ขณะเดียวกันใบแหนแดงยังมีธาตุอาหารอื่นๆ ทั้งธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และธาตุอื่นๆ ให้กับข้าวได้

4) **สารปรับปรุงดิน** หมายถึง วัสดุอินทรีย์ใดๆ ที่ได้จากธรรมชาติ เมื่อนำมาใช้ในดินแล้ว สามารถปรับปรุงคุณสมบัติของดินให้ดีขึ้น เพิ่มประสิทธิภาพให้พืชเจริญเติบโต ทำให้ได้ผลผลิตสูง คุณภาพผลผลิตดี ทั้งนี้นอกจากซากพืช ซากสัตว์ต่างๆ แล้ว ปัจจุบันพบว่าสารปรับปรุงดิน ซึ่งเป็นที่ยอมรับในระบบเกษตรอินทรีย์ได้คือ แร่ต่างๆ ที่ได้จากธรรมชาติที่ไม่ได้เกิดจากการสังเคราะห์ใดๆ ได้แก่ หินฟอสเฟต แร่โดโลไมท์ ซีโอไลท์ และภูไมท์ เป็นต้น (ลัดดาวัลย์ วรรณนุช, 2559)

### 3.7 การใส่ปุ๋ยและระยะเวลาที่ควรใส่ปุ๋ยในนาข้าว

กรมการข้าว (2548) ได้มีข้อเสนอแนะสำหรับการใส่ปุ๋ยเคมีดังกล่าวต่อไปนี้คือ แบ่งการใส่ปุ๋ยออกเป็นสองครั้ง โดยที่ครั้งแรกใส่ก่อนปักดำ 1 วัน หรือใส่วันปักดำหรือหลังจากปักดำประมาณ 15 วัน เมื่อข้าวตั้งตัวได้แล้ว ครั้งที่ 2 ใส่ปลังปักดำแล้วประมาณ 35-45 วัน ซึ่งเป็นช่วงที่ข้าวเริ่มสร้างช่อดอกอ่อน (ประมาณ 30 วันก่อนออกดอก) เป็นการใส่ปุ๋ยแต่งงาน หน้า ส่วนชนิดของปุ๋ย อัตราที่ใช้จะขึ้นอยู่กับลักษณะของดิน วิธีปลูกและประเภทของพันธุ์ข้าว เช่นข้าวนาดำพันธุ์ข้าวประเภทไวต่อช่วงแสงในสภาพดินเหนียว ครั้งแรกใช้ปุ๋ย 16-20-0 หรือ 18-20-0 หรือ 20-20-0 อัตรา 20-30 กิโลกรัมต่อไร่ ครั้งที่ 2 ใช้ปุ๋ยแอมโมเนียซัลเฟต (20%N) อัตรา 15-30 กิโลกรัมต่อไร่ หรือปุ๋ยยูเรีย (45%N) อัตรา 7-15 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง (นาปรัง) จะใช้อัตราปุ๋ยที่สูงกว่า (กรมการข้าว, 2548) ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 สูตรปุ๋ยเคมีและอัตราการใช้ตามชนิดเนื้อดิน

ชนิดเนื้อดิน	การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1		การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2		
	สูตรปุ๋ย ที่แนะนำ	อัตราการใช้ปุ๋ย (กิโลกรัมต่อไร่)	แอมโมเนียม ซัลเฟต (กิโลกรัมต่อไร่)	ยูเรีย (กก./ไร่)	ปุ๋ยสูตรต่างๆ (กิโลกรัมต่อไร่)
ดินเหนียว	16-20-0 หรือ 18-22-0 หรือ 20-20-0	25-35	20-30	10-15	25-35
ดินร่วน	16-16-8 หรือ 18-12-6 หรือ 15-15-15	25-35	20-30	10-15	25-35
ดินทราย	13-13-21	30-45	20-30	10-15	30-45

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร (2548)

### 3.8 กากมันสำปะหลัง

กากมันสำปะหลัง (Cassava root meal) เป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการเกษตรที่ได้จากโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งมีกระบวนการผลิตเริ่มตั้งแต่การนำหัวมันสำปะหลังสดก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังจะต้องถูกนำไปทำความสะอาดหลายขั้นตอน เริ่มตั้งแต่การตัดหัวที่ติดมากับหัวมันออกให้มากที่สุด ซึ่งจะมีผลทำให้เศษดินทรายที่ติดอยู่หลุดออกไปด้วย จากนั้นนำมาร้อนด้วยถังหมุนหรือเครื่องเขย่า เพื่อให้ดินทรายรวมทั้งผิวเปลือกนอกของหัวมัน เศษรากและสิ่งเจือปนอื่นๆ ถูกแยกออกไป ซึ่งส่วนทั้งหมดที่แยกออกมาได้นี้รวมเรียกว่า เปลือกดิน ปัจจุบันมีลานมันที่ผลิตมันเส้นสะอาดหลายแห่งที่มีขั้นตอนแยกดินทรายและเปลือกนอกนี้เช่นกัน ดังนั้นปริมาณเปลือกดินนี้นับวันจะมีเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ แต่การนำไปใช้ประโยชน์ยังไม่แพร่หลายนัก เนื่องจากคนส่วนใหญ่ยังไม่รู้คุณค่าและการนำไปประยุกต์ใช้ นอกจากนี้ในกระบวนการแปรรูปหัวมันสดเป็นแป้งมัน ยังต้องมีขั้นตอนการปอกเปลือกชั้นในที่ติดกับส่วนแป้งออกก่อนที่จะนำหัวมันไปสับให้ละเอียด เปลือกในของหัวมันที่ถูกลอกและแยกออกมา มักเรียกว่า เปลือกกลาง ซึ่งเปลือกส่วนนี้จะค่อนข้างสะอาด มีเศษดินทรายติดมาน้อยมาก ส่วนใหญ่เป็นเปลือกชั้นในและส่วนหัวมันที่หักเป็นชิ้นเล็กๆ แต่อาจมีรากเส้นเล็กๆ ติดปนมาบ้าง (สุกัญญา จัตตุพรพงษ์ และวราพันธุ์ จินตณวิษญ์, 2548)

### 3.8.1 สมบัติทางเคมีของกากมันสำปะหลัง

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของกากมันสำปะหลัง พบว่าค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ที่ 1.32 เปอร์เซ็นต์ ค่าปริมาณฟอสเฟตทั้งหมด 2.74 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด 0.35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ที่ 30.45 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2.3)

ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติของกากมันสำปะหลัง

ค่าวิเคราะห์	ปริมาณ
Total N	1.32 %
Available P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.74 mg/kg
Available K <sub>2</sub> O	0.35 mg/kg
C : N ratio	13.39
Moisture	10.73 %
EC (1 : 10)	0.50 ds/m
OM	30.45 %

ที่มา : สุกัญญา จัตตุพรพงษ์ และวราพันธ์ จินตณวิษณุ (2548)

### 3.8.2 ปริมาณธาตุอาหารในกากมันสำปะหลัง

เปลือกมันสำปะหลัง (เปลือกดิน) สามารถใช้เป็นที่แหล่งให้อินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารทั้ง 10 ชนิดกับพืชได้ ดังตารางที่ 2.4 พบว่าโดยค่าเฉลี่ยของปริมาณธาตุอาหารในเปลือกมันสำปะหลังใหม่และเปลือกมันสำปะหลังเก่า มีองค์ประกอบดังนี้ ไนโตรเจน 0.65 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.07 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม 0.58 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 0.35 เปอร์เซ็นต์ แมกนีเซียม 0.14 เปอร์เซ็นต์ โซเดียม 62.77 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทองแดง 2.78 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เหล็ก 4,153.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แมงกานีส 537.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และสังกะสี 14.35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ตารางที่ 2.4 ปริมาณธาตุอาหารชนิดต่างๆ ในเปลือกมันสำปะหลังใหม่และเปลือกมันสำปะหลังเก่า

ปริมาณธาตุอาหารทั้งหมด	เปลือกมันสำปะหลังใหม่	เปลือกมันสำปะหลังเก่า
ไนโตรเจน (%)	0.58	0.71
ฟอสฟอรัส (%)	0.05	0.08
โพแทสเซียม (%)	0.56	0.59

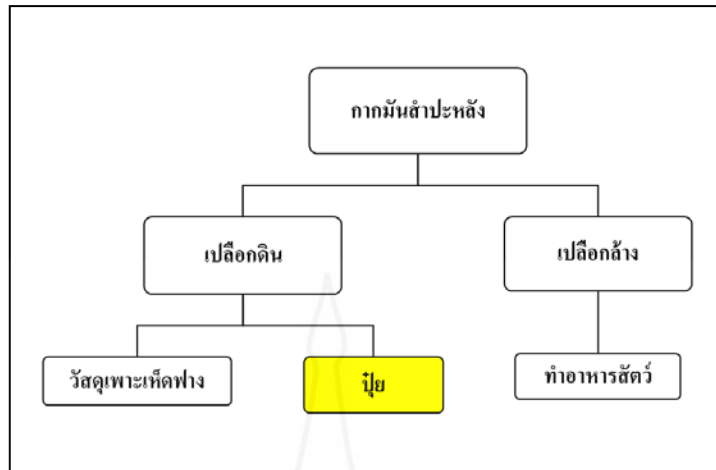
ที่มา : สุกัญญา จัตตุพรพงษ์ และวราพันธุ์ จินตณวิชญ์ (2548)

3.8.3 การนำไปใช้ประโยชน์ของกากมันสำปะหลัง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

- 1) กากมันสำปะหลังที่ได้จากเปลือกล้าง สามารถทำเป็นอาหารเลี้ยงสัตว์
- 2) กากมันสำปะหลังที่ได้จากเปลือกคิน

(1) การใช้เป็นวัสดุในการเพาะเห็ดฟาง จากการที่เปลือกคินมักมีเศษหัวมันสดชิ้นเล็กๆ และมีเศษพืชติดมา เมื่อนำมากองจึงเกิดความร้อนขึ้นภายในได้

(2) การใช้เป็นปุ๋ย เนื่องจากเปลือกคินส่วนใหญ่เป็นเปลือกชั้นนอกของหัวมันสำปะหลังซึ่งมีดินทรายติดปนมาค่อนข้างมากและมีส่วนรากอาหารที่มีลักษณะเป็นเส้นยาวรวมทั้งมีเศษใบไม้ใบหญ้าติดปนมาด้วย นอกจากนี้อาจมีเศษหัวมันที่หักเป็นชิ้นเล็กติดมาด้วย จึงมีคุณภาพโดยรวมค่อนข้างต่ำไม่เหมาะสมที่จะใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ การใช้ส่วนใหญ่จะนำไปหมักร่วมกับมูลสัตว์ชนิดต่างๆ เพื่อนำไปทำเป็นปุ๋ยให้กับพืช โดยเปลือกคินจะสามารถให้อินทรีย์วัตถุได้มากพอสมควร และจากการนำเปลือกคินไปวิเคราะห์หาธาตุอาหารพืชพบว่า ถึงแม้เปลือกคินมีปริมาณธาตุอาหารหลักคือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ไม่มากนักเมื่อเทียบกับปุ๋ยเคมี แต่ก็นับว่าไม่น้อยเมื่อเทียบกับเศษพืชชนิดอื่น (สุกัญญา จัตตุพรพงษ์ และวราพันธุ์ จินตณวิชญ์, 2548)



ภาพที่ 2.1 การนำไปใช้ประโยชน์ของกากมันสำปะหลังจากโรงงาน

ที่มา สุกัญญา จัตตุพรพงษ์ และวราพันธ์ จินตณวิษญ์ (2548)

#### 4. ความรู้เกี่ยวกับการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนการผลิตพืช (crop enterprise analysis) หมายถึง การวิเคราะห์ว่าในการผลิตพืชแต่ละชนิดตั้งแต่การปลูกจนถึงการเก็บเกี่ยวผลผลิตตลอดอายุของพืช มีค่าใช้จ่ายในการผลิตรวมเท่าใด มีรายรับรวม และผลกำไรหรือขาดทุนจากการผลิตพืชนั้นเท่าใด โดยข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์จะเป็นข้อมูลรายรับ รายจ่ายที่แท้จริงจากการบันทึกข้อมูลของกิจการฟาร์มตลอดจนระยะเวลาการผลิต จนกระทั่งการเก็บเกี่ยวผลผลิตได้สิ้นสุดลง ในการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตพืช จำแนกพืชออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

พืชอายุสั้นหรือพืชฤดูเดียว หมายถึง พืชที่มีชีวิตอยู่ได้ไม่เกิน 1 ปี นับตั้งแต่เริ่มปลูกเจริญเติบโต ออกดอก ให้ผลผลิตและตายไป โดยจะให้ผลผลิตหรือเก็บเกี่ยวได้เพียงครั้งเดียว พืชช่วงอายุสั้น เช่น ข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ผักต่างๆ เป็นต้น

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

#### 4.1 องค์ประกอบของต้นทุนการผลิต

ในทางเศรษฐศาสตร์ ต้นทุนการผลิตทั้งหมด (Total Cost หรือ TC) ประกอบด้วย

**4.1.1 ต้นทุนผันแปรทั้งหมด (Total variable cost หรือ TVC)** หมายถึง ต้นทุนการผลิตที่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการผลิตหรือผลผลิต โดยเป็นต้นทุนจากการใช้ปัจจัยการผลิตผันแปรซึ่งปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ผู้ผลิตสามารถเปลี่ยนแปลง เพิ่มหรือลดปริมาณการใช้ได้ตลอดช่วงระยะเวลาการผลิตหนึ่งๆ ปัจจัยผันแปร เช่น ปุ๋ย เมล็ดพันธุ์พืช สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช เป็นต้น

**4.1.2 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 ค่าใช้จ่ายที่ผู้ผลิตจ่ายออกไปเป็นเงินสดทั้งหมดเพื่อซื้อปัจจัยการผลิตที่จำเป็นในการผลิตผลผลิตนั้น ค่าใช้จ่ายที่เป็นเงินสด เช่น ค่าปุ๋ย ค่าเมล็ดพันธุ์ ค่าจ้างแรงงาน เป็นต้น ต้นทุนที่เป็นเงินสดมิได้ทั้งต้นทุนผันแปรที่เป็นเงินสด และต้นทุนคงที่ที่เป็นเงินสด

2) **ต้นทุนที่ไม่เป็นเงินสด** หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่ผู้ผลิตไม่ได้จ่ายออกไปเป็นเงินสด แต่เป็นการประเมินค่าใช้จ่ายที่ควรเป็นจากการใช้ปัจจัยการผลิตนั้นๆ เช่น

(1) **ค่าใช้ที่ดินของตนเอง** จะประเมินให้เท่ากับอัตราค่าเช่าที่ดินในท้องถิ่นนั้น

(2) **ค่าแรงงานในครอบครัว** ส่วนใหญ่ประเมินให้ในอัตราเดียวกับอัตราค่าจ้างแรงงานในท้องถิ่น เนื่องจากถ้าเกษตรกรไม่ได้ใช้แรงงานในครอบครัวก็จำเป็นต้องจ้างมาเช่นกัน

สำหรับต้นทุนที่ไม่เป็นเงินสดมิได้ทั้งต้นทุนผันแปรที่ไม่เป็นเงินสดและต้นทุนคงที่ที่ไม่เป็นเงินสด

**4.1.3 ต้นทุนการผลิต** ต้นทุนการผลิตพืชที่มีอายุไม่เกิน 1 ปี หรือฤดูการผลิตเดียว ประกอบด้วยค่าใช้จ่ายต่างๆ ดังนี้

1) **ต้นทุนผันแปรทั้งหมด** ได้แก่  
(1) **ค่าแรงงาน** ได้แก่ ค่าแรงงานทั้งหมดที่ใช้ในการผลิตพืชตามขั้นตอนของกิจกรรมการผลิต คือ



ก. ค่าแรงงานในการปลูก ประกอบด้วย ค่าแรงงานในการเตรียมดิน เตรียมต้นพันธุ์และปลูก

ข. ค่าแรงงานในการดูแลรักษา ประกอบด้วยค่าแรงงานในการกำจัดวัชพืช ใส่ปุ๋ย พรวนดิน พ่นสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ให้น้ำ ดูแล/เดินตรวจแปลง

ค. ค่าแรงงานในการเก็บเกี่ยวและขนย้าย ประกอบด้วย ค่าเก็บเกี่ยว ปลิดหัว รวมมัด นวด สี ผัด บรรจุ ขนย้าย

(2) ค่าวัสดุ ได้แก่ ค่าเมล็ดพันธุ์ ค่าปุ๋ย ค่าสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง และค่าอุปกรณ์การเกษตรต่างๆ ที่มีอายุการใช้งานไม่เกิน 1 ปี และในทางปฏิบัติ วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 1 ปี แต่มีมูลค่าไม่มากนักก็ให้ถือว่าอุปกรณ์เหล่านั้นมีอายุการใช้งานปีเดียว โดยนำค่าอุปกรณ์เหล่านี้มาคิดรวมด้วยเพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ 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) ค่าดอกเบี้ยหรือค่าเสียโอกาสของเงินทุนที่ลงทุนในเครื่องมืออุปกรณ์คงทน มีหลักในการคิดเช่นเดียวกับ การคิดค่าดอกเบี้ยหรือค่าเสียโอกาสเงินทุนในค่าใช้จ่ายผันแปรการคิดค่าเสียโอกาสเงินลงทุนสำหรับเครื่องมือและอุปกรณ์คงทนหรือทรัพย์สินคงที่ที่อายุการใช้งานมากกว่า 1 ปี



## 4.2 การคิดผลตอบแทน

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

### 4.2.1 กำหนดรายได้จากการจำหน่ายผลผลิตทั้งหมด ซึ่งเท่ากับปริมาณผลผลิต

คูณราคาผลผลิต

นอกจากนี้ สามารถคำนวณหารายได้ต่อหน่วยพื้นที่ปลูก โดยนำเอารายได้ทั้งหมดหารด้วยจำนวนพื้นที่ปลูก ส่วนรายได้ต่อหน่วยผลผลิตก็คือ ราคาที่เกษตรกรได้รับต่อหน่วยผลผลิตนั่นเอง

### 4.2.2 กำไรสุทธิ ได้จากการนำรายได้ทั้งหมดหักออกด้วยค่าใช้จ่ายในการผลิตทั้งหมด

นอกจากนี้สามารถคำนวณหากำไรต่อหน่วยพื้นที่ปลูกได้โดยการนำกำไรที่เกษตรกรได้รับทั้งหมดหารด้วยจำนวนพื้นที่ปลูกและกำไรต่อหน่วยผลผลิต คำนวณได้จากการนำราคาที่ได้รับต่อหน่วยผลผลิตหักออกด้วยต้นทุนการผลิตต่อหน่วยผลผลิต

### 4.2.3 จุดคุ้มทุน มี 2 ลักษณะ คือ

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

2) การวิเคราะห์ราคาผลผลิตคุ้มทุน (break – even price) ราคาผลผลิตคุ้มทุน หมายถึง ราคาผลผลิตที่ขายได้ ณ ปริมาณผลผลิตระดับหนึ่งที่ทำให้รายได้จากการขายเท่ากับต้นทุนการผลิตทั้งหมด (อัจฉรา โพธิ์ดี, 2547)

## 5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นุชจรี กองพลพรหม และคณะ (2558) ศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตข้าวหอมมะลิ 105 พบว่าการเจริญเติบโตของข้าวในด้านความสูง การแตกกอ และผลผลิตของเมล็ดข้าวในทุกชุดทดลองสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยเคมี และพบว่าชุดทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตราแนะนำ 400 กิโลกรัมต่อไร่

ให้ปริมาณผลผลิต มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ ในโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น ในขณะที่ทุกชุดทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีจะมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินลดลง

พิเชษฐ นาเมือง และคณะ (2560) ศึกษาการเจริญเติบโต ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะทนแล้งต่อการขาดน้ำในช่วงต้นฤดูปลูกของข้าวพื้นเมือง พบว่า ข้าวพันธุ์พื้นเมืองต่างสายพันธุ์กันเมื่อนำมาปลูกในสภาพไม่ขาดน้ำและสภาพขาดน้ำช่วงต้นฤดูปลูก มีผลทำให้การเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตแตกต่างกัน โดยที่ข้าวมีความสูง การแตกกอ จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด น้ำหนักเมล็ด น้ำหนักรากแห้ง และดัชนีเก็บเกี่ยวแตกต่างกันในทางสถิติ ในสภาพไม่ขาดน้ำ ข้าวพันธุ์ที่ให้ผลผลิตน้ำหนักเมล็ดมากที่สุด ได้แก่ หวัดหนึ่ หินกอง กข 6 เหลืองบุญมา อีน้อย ข้าวดอก และขาวดอกมะลิ 105 ตามลำดับ ส่วนในสภาพขาดน้ำช่วงต้นฤดูปลูกข้าวพันธุ์ที่ให้ผลผลิตน้ำหนักเมล็ดมากที่สุด ได้แก่ ข้าวดอก นางหก หวัดหนึ่ และอีน้อย ตามลำดับ แต่ผลผลิตข้าวพันธุ์ดังกล่าวไม่แตกต่างกันไปจากผลผลิตของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และ กข 6

น้ำผึ้ง พรหมศรี และคณะ (2560) ศึกษาอิทธิพลของการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าว 3 พันธุ์ พบว่าข้าว 3 พันธุ์ (พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 พันธุ์ลิ้มสัว และพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่) มีการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตแตกต่างกันในทางสถิติ ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ให้ผลผลิตสูงกว่าข้าวพันธุ์ลิ้มสัว การใส่ปุ๋ยต่างชนิดและอัตราที่ต่างกันมีผลทำให้มีการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตแตกต่างกันในทางสถิติ การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่และปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 400 กิโลกรัมต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ให้ผลผลิตข้าวสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย แต่อย่างไรก็ตามการใส่ปุ๋ยทั้ง 3 กรรมวิธีดังกล่าวไม่มีผลทำให้ผลผลิตข้าวแตกต่างกัน

มนตรี วันตาแสง และคณะ (2550) ศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 พบว่าการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์เคมีสูตรต่างๆในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำในระยะเวลาดำเนินการ 2 ปี ยังไม่สามารถเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีต่างๆ ที่ทำการวิเคราะห์ อย่างไรก็ตามการใส่ปุ๋ยดังกล่าวสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวโดยรวม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปีที่ 2 เมื่อพิจารณาในเชิงผลผลิต พบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยอินทรีย์เคมีสูตรต่างๆ สามารถเพิ่มผลผลิตประมาณ 50-80 % ทั้ง 2 ปีการทดลอง โดยที่การผสมวัสดุอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามวิธีการศึกษา สามารถลดการใช้ปุ๋ยเคมีได้ 30-70 % โดยผลผลิตไม่แตกต่างจากการใช้เฉพาะปุ๋ยเคมี

วิวัฒน์ อิงคะประดิษฐ์ และคณะ (2551) ศึกษาการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินนาในการผลิตข้าว โดยใช้ปุ๋ยเคมีและวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาลทราย พบว่าการใส่ filter cake ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราที่เหมาะสมสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้ 7-15 % อัตราที่เหมาะสมในการปลูกพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในดินร่วนเหนียวปนทราย ได้แก่ การใส่ filter cake อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 3-6-6 กก./ไร่ และในการปลูกพันธุ์ชัยนาท 1 ในดินร่วนเหนียว ได้แก่ การใส่ filter cake อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 12-6-6 กก./ไร่ และสามารถทดแทนปุ๋ยฟอสฟอรัสในการปรับปรุงบำรุงดินได้

สุนทร บุญบำรุง (2552) ศึกษาผลของการใช้น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลังต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และผลต่อคุณสมบัติทางเคมีของดินชุดทุ่งสัมฤทธิ์ พบว่าการนำน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดเพื่อการปลูกข้าวแม้ว่าจะทำให้ความสูงจำนวนต้นและผลผลิตต่ำกว่าใช้น้ำชลประทานร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 50 กิโลกรัม โดยการใช้น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดเพียงอย่างเดียวจะให้ผลผลิตข้าวเท่ากับ 457.78 กิโลกรัมต่อไร่ และเมื่อใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดเพิ่มขึ้นในอัตรา 12.5, 25 และ 50 กิโลกรัมต่อไร่ จะทำให้ผลผลิตข้าวลดลงเป็น 431.11, 386.67 และ 366.67 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ขณะที่การใช้น้ำชลประทานร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ จะทำให้ผลผลิต 1,206.67 กิโลกรัมต่อไร่ แม้ว่าการใช้น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจะทำให้ดินมีปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นอย่างมาก

เบญจพร กุลนิศย์ และวันเฉลิม ศรีบุญโรจน์ (2560) ศึกษาการจัดการปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตผลผลิต และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 พบว่า กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 16-16-8 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ และ 46-0-0 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่) + ปุ๋ยคอก มีแนวโน้มให้ความสูงและน้ำหนักแห้งส่วนที่อยู่เหนือดินของข้าวสูงกว่าทุกกรรมวิธีทดลอง แต่กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 16-16-8 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ และ 46-0-0 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่) + ปุ๋ยพืชสด มีแนวโน้มให้ผลผลิตเมล็ดข้าว (708 กิโลกรัมต่อไร่) และผลตอบแทนหลังค่าปุ๋ย (6,060 บาทต่อไร่) สูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ

หรรษา คุณาไท และคณะ (2540) ศึกษาการใช้ส่วหล้าร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีต่อผลผลิตข้าวในจังหวัดอุบลราชธานี พบว่าทุกคำรับการทดลองให้ผลผลิตข้าวไม่แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นแปลงที่ไม่ใส่อะไรเลย ซึ่งให้ผลผลิตต่ำกว่า 50 % ส่วนในปี 2532 และ 2533 ได้มีการปรับอัตราของส่วหล้าใหม่เป็น 30,000 และ 60,000 ลิตรต่อไร่ ผลการทดลองปรากฏว่าการใส่ส่วหล้าอัตรา 60,000 ลิตรต่อไร่ จะให้ผลผลิตข้าวสูงสุด แต่ไม่แตกต่างจากการใช้ส่วหล้า 30,000 ลิตรต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 6-6-4 กิโลกรัม N- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O ต่อไร่ ทางสถิติ

หรรษา คุณาไพ และคณะ (2542) ศึกษาการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินในการปลูกข้าว โดยการใช้กากสะเดาร่วมกับปุ๋ยเคมี ทำการทดลองในดินชุดร้อยเอ็ด และชุดโลกสำโรง ใช้ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 พบว่ามีธาตุไนโตรเจนทั้งหมด 3.34 % N ฟอสฟอรัส 0.88%  $P_2O_5$  และโพแทสเซียม 0.84%  $K_2O$  ผลการทดลองปรากฏว่าในนาดินทรายร่วนชุดร้อยเอ็ด การใส่กากสะเดา 500 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ผลผลิตข้าว 425 กิโลกรัมต่อไร่ ใกล้เคียงกับการใส่กากสะเดาอัตรา 250 กิโลกรัมต่อไร่ กับปุ๋ยเคมีอัตรา 6-6-6 กิโลกรัม  $N-P_2O_5-K_2O$  ต่อไร่ ซึ่งได้ผลผลิตข้าว 426 กิโลกรัมต่อไร่ และได้ผลผลิตข้าวสูงกว่าแปลงเปรียบเทียบประมาณ 50 % และสูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 6-6-6 กิโลกรัม  $N-P_2O_5-K_2O$  ต่อไร่ ประมาณ 18 % ส่วนในนาดินร่วนเหนียวปนทรายชุดโลกสำโรงการใส่กากสะเดา 500 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตข้าว 459 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างทางสถิติจากการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 6-6-6 กิโลกรัม  $N-P_2O_5-K_2O$  ต่อไร่ ร่วมกับกากสะเดา 250 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ได้ผลผลิตข้าวสูงกว่าแปลงเปรียบเทียบประมาณ 49% ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 6-6-6 หรือ 12-6-6  $N-P_2O_5-K_2O$  ต่อไร่ ได้ผลผลิตข้าวไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในดินทั้ง 2 แห่ง



## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีอุปกรณ์ วิธีการทดลอง การเก็บข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

#### 1. อุปกรณ์การทดลอง

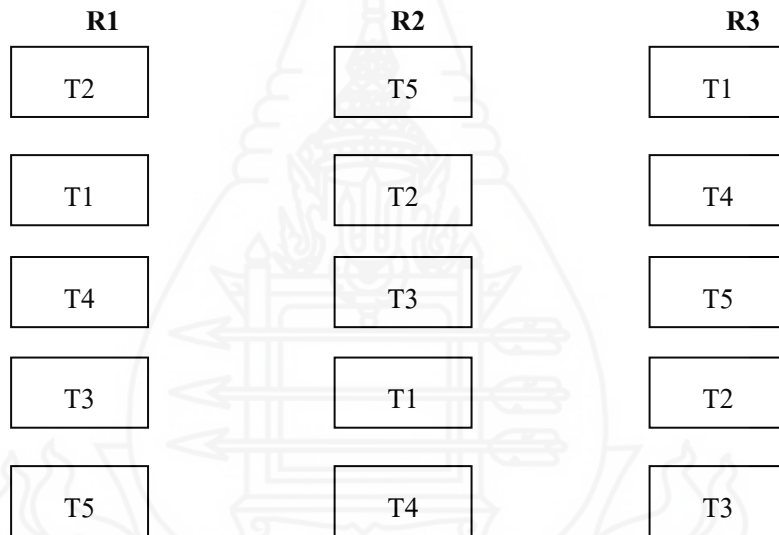
- 1.1 แปลงทดลอง ขนาด 48 ตารางเมตร แบ่งเป็นแปลงย่อย จำนวน 15 แปลงทดลอง
- 1.2 เมล็ดพันธุ์ข้าว พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105
- 1.3 ปุ๋ยเคมี สูตร 16-16-8 และสูตร 46-0-0
- 1.4 กากมันสำปะหลัง
- 1.5 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน (auger)
- 1.6 วัสดุและอุปกรณ์อื่นๆที่ใช้ในแปลงทดลอง เช่น จอบ เสียม ท่อส่งน้ำ ป้ายแปลง เทปวัดความสูง ถุงกระดาษเก็บตัวอย่างข้าว

#### 2. วิธีการทดลอง

- 2.1 การวางแผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized Complete Block Design : RCBD)
- 2.2 ขนาดของหน่วยการทดลอง แปลงทดลอง กว้าง 6 เมตร ยาว 8 เมตร พื้นที่ทั้งหมด 48 ตารางเมตร
- 2.3 จำนวนซ้ำ 3 ซ้ำ
- 2.4 กรรมวิธี จำนวน 5 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธี	ปริมาณ (กิโลกรัมต่อไร่)		
	สูตร 16-16-8	สูตร 46-0-0	กากมันสำปะหลัง
1. ไม่ใช้ปุ๋ย (Control)	-	-	-
2. ใช้ปุ๋ยเคมี	25	10	-
3. ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับกากมันสำปะหลัง	25	10	200
4. ใช้ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับ กากมันสำปะหลัง	12.5	5	200
5. ใช้กากมันสำปะหลัง	-	-	200

## แผนผังการทดลอง



## 2.5 การกำหนดปุ๋ยที่ใช้ในแต่ละกรรมวิธี ดังนี้

**กรรมวิธีที่ 1** ไม่ใช้ปุ๋ย

**กรรมวิธีที่ 2** ใช้ปุ๋ยเคมี

ครั้งที่ 1 ปุ๋ยเคมี สูตร 16-16-8 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะหลังปักดำ 7 วัน

ครั้งที่ 2 ปุ๋ยเคมี สูตร 46-0-0 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะกำเนิดช่อดอก

**กรรมวิธีที่ 3** ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับกากมันสำปะหลัง โดยระยะเตรียมดินใช้กาก

มันสำปะหลัง อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ และมีการใส่ปุ๋ยเคมี จำนวน 2 ครั้ง ได้แก่

ครั้งที่ 1 ปุ๋ยเคมี สูตร 16-16-8 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะหลังปักดำ 7 วัน

ครั้งที่ 2 ปุ๋ยเคมี สูตร 46-0-0 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะกำเนิดช่อดอก

กรรมวิธีที่ 4 ใช้ปุ๋ยเคมีครั้งอัตราพร้อมกับกากมันสำปะหลัง โดยระยะเตรียมดินใช้  
กากมันสำปะหลัง อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ และมีการใส่ปุ๋ยเคมี จำนวน 2 ครั้ง ได้แก่

ครั้งที่ 1 ปุ๋ยเคมี สูตร 16-16-8 อัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะหลังปักดำ 7 วัน

ครั้งที่ 2 ปุ๋ยเคมี สูตร 46-0-0 อัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะกำเนิดช่อดอก  
กรรมวิธีที่ 5 ใช้กากมันสำปะหลัง อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะเตรียมดิน

### 3. การเตรียมแปลง การปลูก และการปฏิบัติดูแลรักษา

การเตรียมแปลงกล้า โดยไถตะ ไถแปร คราด และทำเทือก

3.1 การเตรียมเมล็ดพันธุ์ และการตกกล้า นำเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 จำนวน  
5 กิโลกรัม นำเมล็ดข้าวที่เตรียมไว้บรรจุในกระสอบป่านแช่ในน้ำ 24 ชั่วโมง จากนั้นนำเมล็ดพันธุ์  
ขึ้นมาวางบนพื้น โดยนำกระสอบป่านชุบน้ำจนชุ่มมาหุ้มเมล็ดพันธุ์โดยรอบ รดน้ำทุกเช้าและเย็น  
เพื่อรักษาความชุ่มชื้น หุ้มเมล็ดพันธุ์ไว้เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เมล็ดข้าวจะงอกพร้อมที่จะนำไปหว่าน  
โดยปล่อยน้ำระดับลึกประมาณ 5 เซนติเมตร จนอายุต้นกล้าได้ 30 วัน จึงถอนกล้าไปปักดำในแปลง  
ทดลอง

3.2 การเตรียมแปลงปักดำ มีการไถตะ ไถแปร คราด และทำเทือกเช่นเดียวกับการเตรียม  
แปลงกล้า โดยแบ่งแปลงย่อย ในแต่ละกรรมวิธีในพื้นที่ ขนาด  $6 \times 8$  เมตร ทำคั่นนาในในแต่ละ  
กรรมวิธีและในแต่ละซ้ำ ขนาดคั่นนา  $1 \times 1$  เมตร

3.3 ปลูกด้วยวิธีการปักดำ ปักดำเมื่อต้นกล้าอายุ 30 วัน ปักดำจับละ 5 ต้น ระยะปักดำ  
 $20 \times 20$  เซนติเมตร โดยต้นกล้าที่อยู่บริเวณขอบจะเว้นระยะห่างจากคั่นนา 50 เซนติเมตร

3.4 การให้น้ำ ใช้เครื่องสูบน้ำเข้าแปลงนาทุก 2 สัปดาห์ และให้น้ำก่อนการใส่ปุ๋ยทุกครั้ง  
โดยระบายน้ำเข้าแปลงนาในระดับ 5-10 เซนติเมตร เนื่องจากบริเวณที่ทดลองแห้งแล้งและมีสภาพ  
เป็นดินทราย ความชื้นภายในดินจึงต่ำมาก

3.5 การกำจัดวัชพืช ใช้วิธีการถอนด้วยมือก่อนใส่ปุ๋ยทุกครั้ง

3.6 การเก็บเกี่ยว เก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว เมื่อวันที่ 10 ธันวาคม พ.ศ. 2558



#### 4. การเก็บและบันทึกข้อมูล

4.1 ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาจากสถานีศรีสะเกษ ได้แก่ อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณน้ำฝน

4.2 ข้อมูลดิน แบ่งการเก็บข้อมูลเป็น 4 ระยะ ได้แก่ ระยะเตรียมดิน ระยะแตกกอ ระยะกำเนิดช่อดอกและระยะหลังเก็บเกี่ยว ระดับความลึก 0 – 15 เซนติเมตร จากผิวดิน โดยสุ่มเก็บ 5 จุดในแต่ละแปลงนาย่อย จนครบทั้ง 5 แปลงย่อยใน 1 บล็อก(ซ้ำ) จำนวน 25 จุด นำมาผึ่งดินไว้ในที่ร่มจนแห้ง ดินที่เป็นก้อนใช้ไม้ทุบให้ละเอียดพอประมาณ แล้วคลุกเคล้าให้เข้ากันจนทั่ว แล้วแบ่งดินออกเป็น 4 ส่วนเท่ากันเก็บดินมาเพียง 1 ส่วนหนักประมาณครึ่งกิโลกรัม แล้วใส่ในถุงพลาสติกที่สะอาด บันทึกรายละเอียดของตัวอย่างดินเรียบร้อยแล้วปิดปากถุงด้วยหนังยางให้แน่น เพื่อส่งไปวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางเคมีของดิน

4.2.1 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดิน นำตัวอย่างที่เก็บจากแปลงทดลอง ส่งวิเคราะห์ที่ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี เพื่อวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางกายภาพของดิน ได้แก่ เนื้อดิน ความหนาแน่นดินรวม และความหนาแน่นอนุภาคของดิน

4.2.2 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน นำตัวอย่างที่เก็บจากแปลงทดลองส่งวิเคราะห์ที่ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี เพื่อวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ ค่าความเป็นกรด – ด่าง โดยการใช้ pH meter อินทรีย์วัตถุวิเคราะห์ (OM) โดยวิธี Walkley-Black, 1947 และ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด โพแทสเซียมทั้งหมด

4.3 เก็บข้อมูลความสูง องค์ประกอบ และผลผลิตของข้าว โดยวัดความสูงต้นข้าว และการเก็บเกี่ยวผลผลิตจะเก็บเกี่ยวในพื้นที่ขนาด 2 × 5 เมตร นำไปนวดสีทำความสะอาด คัดแยกเมล็ดลีบ เมล็ดดี ชั่งน้ำหนักข้าวเปลือกและปรับเป็นน้ำหนักที่ระดับความชื้นมาตรฐาน 15 เปอร์เซ็นต์ เพื่อวัดหาองค์ประกอบผลผลิตข้าว ได้แก่ จำนวนต้นต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และจำนวนผลผลิตต่อไร่

4.4 ข้อมูลต้นทุนและผลตอบแทน

## 5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ทางสถิติ นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติใช้ Analysis of Variance (ANOVA) โดย F-test แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan multiple range test (DMRT) ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม IRRISTAT

## 6. สถานที่ทำการวิจัย

พื้นที่แปลงเกษตรกรบ้านหนองไฮ หมู่ที่ 1 ตำบลหนองไฮ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ

## 7. ระยะเวลาทำการทดลอง

ฤดูการปลูกข้าวหน้าปี 2558/2559



## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การทดลอง เรื่อง ผลของกากมันสำปะหลังต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยใช้ข้อมูลการใช้ปุ๋ยจากค่าวิเคราะห์ดิน ทั้งกรรมวิธีที่ไม่ใช้ปุ๋ย กรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมี กรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับกากมันสำปะหลัง กรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับกากมันสำปะหลัง และกรรมวิธีที่ใช้กากมันสำปะหลังอย่างเดียว ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ตอนที่ 1 สภาพภูมิอากาศในช่วงการทดลอง

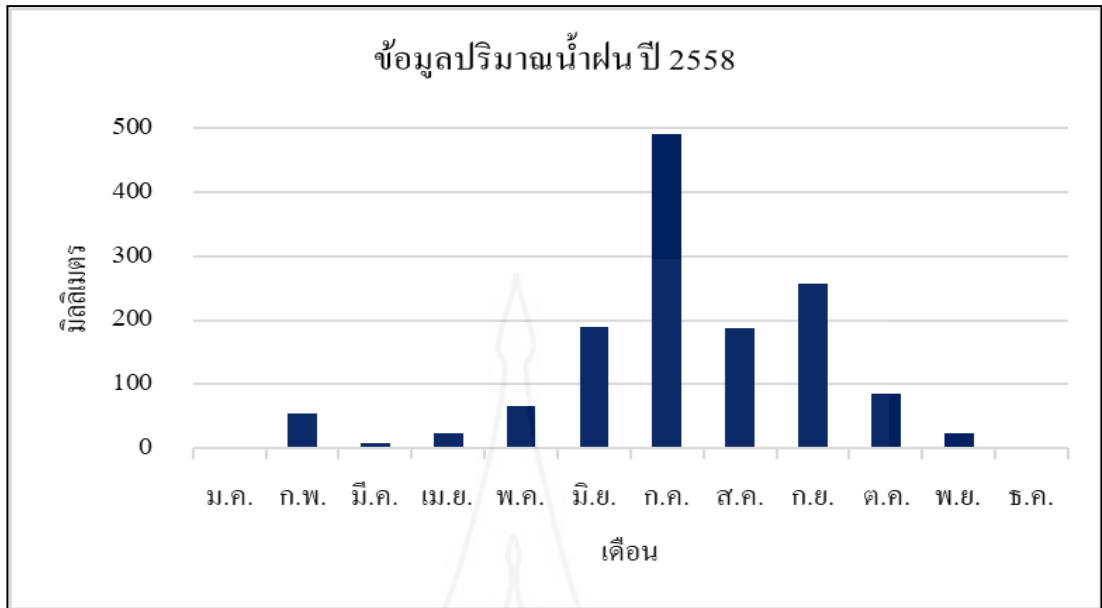
ตอนที่ 2 สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดิน

ตอนที่ 3 ความสูง องค์ประกอบ และผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105

ตอนที่ 4 ต้นทุน ผลตอบแทนการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105

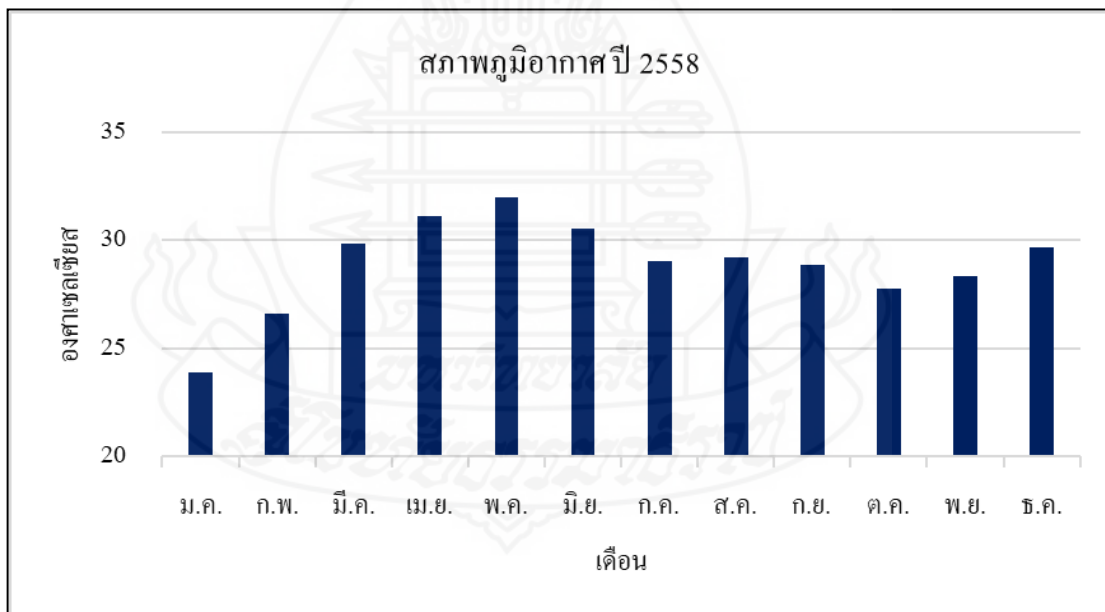
#### ตอนที่ 1 สภาพภูมิอากาศในช่วงการทดลอง

จากข้อมูลสภาพภูมิอากาศในปี 2558 พบว่ามีปริมาณน้ำฝนรวมตลอดปี 1,383 มิลลิเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีที่เพียงพอต่อการทำนาอยู่ที่ 1,200 มิลลิเมตรขึ้นไป (สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว, 2554) ส่วนในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคมมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 213 มิลลิเมตรต่อเดือน เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยที่เพียงพอต่อการทำนาอยู่ที่ 150-400 มิลลิเมตรต่อเดือน (สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว, 2554) ดังภาพที่ 4.1 โดยในช่วงการทดลองพบว่า ระยะปักดำ ช่วงเดือนสิงหาคมมีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 29.2 องศาเซลเซียส และมีปริมาณน้ำฝน 188.2 มิลลิเมตร ระยะแตกกอ ช่วงเดือนกันยายนมีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 28.9 องศาเซลเซียส และมีปริมาณน้ำฝน 256.1 มิลลิเมตร ระยะก้านเกิดช่อดอก ช่วงเดือนตุลาคมมีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 27.8 องศาเซลเซียส และมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 84.8 มิลลิเมตร และช่วงเดือนพฤศจิกายนมีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 28.4 องศาเซลเซียส และมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 23 มิลลิเมตร (กรมอุตุนิยมวิทยา สถานีศรีสะเกษ, 2561) ดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.1 ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ปี 2558 ในจังหวัดศรีสะเกษ

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา สถานีศรีสะเกษ (2561)



ภาพที่ 4.2 ข้อมูลสภาพภูมิอากาศปี 2558 ในจังหวัดศรีสะเกษ

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา สถานีศรีสะเกษ (2561)

## ตอนที่ 2 สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดิน

### 2.1 สมบัติทางกายภาพของดินในแปลงทดลอง

จากผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดินในแปลงทดลอง มีองค์ประกอบของดินทราย 93.5 เปอร์เซ็นต์ ดินร่วน 5 เปอร์เซ็นต์ และดินเหนียว 1.5 เปอร์เซ็นต์ ตามตารางที่ 4.1 แล้วเปรียบเทียบกับภาพสามเหลี่ยมมาตรฐานการเรียกชื่อดิน (รัชดาภรณ์ กุ่มพุ่ม, 2551) พบว่าดินในแปลงทดลองมีลักษณะเป็นดินทราย ดังภาพที่ 4.3 โดยดินที่เหมาะสมในการปลูกข้าวจะมีลักษณะของเนื้อดินที่สามารถเก็บกักน้ำไว้ใช้ในนาข้าว ดินที่แสดงถึงความอุดมสมบูรณ์ที่สามารถให้ธาตุอาหารพืช ได้แก่ ดินเหนียว สามารถเก็บกักน้ำได้ดีกว่าดินร่วนและดินทรายที่มีเนื้อดินหยาบกว่าตามลำดับ (อัจฉรา จิตตลดากร และคณะ, 2559)

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบของดินในแปลงทดลอง

องค์ประกอบของดิน	ดินทราย (%)	ดินร่วน (%)	ดินเหนียว (%)
แปลงทดลอง	93.5	5	1.5



ภาพที่ 4.3 แสดงลักษณะตารางสามเหลี่ยมมาตรฐานการเรียกชื่อดิน

ที่มา: คัดลอกจาก Lemke, 2006 (รัชดาภรณ์ กุ่มพุ่ม, 2551)

## 2.2 สมบัติทางเคมีของดินในแปลงทดลอง

### 2.2.1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

พบว่า ผลวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างหลังการทดลองของทุกมีกรรมวิธี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) มีค่าความเป็นกรดของดินลดลง โดยการใช้ปุ๋ยเคมีครั้งอัตรา ร่วมกับกากมันสำปะหลัง มีผลทำให้ค่าความเป็นกรดของดินต่ำสุดเท่ากับ 5.37 รองลงมาคือ การไม่ใช้ปุ๋ย การใช้ปุ๋ยเคมี และการใช้กากมันสำปะหลัง มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 5.36 5.31 และ 5.28 ตามลำดับ ส่วนการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับกากมันสำปะหลัง มีผลทำให้ค่าความเป็นกรดของดินสูงสุดเท่ากับ 5.20 (ตารางที่ 4.2)

### 2.2.2 ค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic Matter: OM)

พบว่า ค่าวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินก่อนปลูกในแต่ละกรรมวิธี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) โดยให้ค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ที่ 0.25-0.37 เปอร์เซ็นต์ หลังจากการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ได้ทำการเก็บดินวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน พบว่า ค่าวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินหลังปลูกในแต่ละกรรมวิธี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ให้ค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน เท่ากับ 0.32-0.37 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.2)

### 2.2.3 ค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N)

พบว่า ค่าวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินก่อนปลูกในแต่ละกรรมวิธี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) โดยให้ค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ที่ 0.012-0.019 เปอร์เซ็นต์ หลังจากการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ได้ทำการเก็บดินวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน พบว่า ค่าวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินหลังปลูกในแต่ละกรรมวิธี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ให้ค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน เท่ากับ 0.016-0.018 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.2)

### 2.2.4 ค่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available $P_2O_5$ )

พบว่า ค่าวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินก่อนปลูกในแต่ละกรรมวิธี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) โดยให้ค่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ทั้งหมดอยู่ที่ 3.72-5.28 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หลังจากการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ได้ทำการเก็บดินวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ทั้งหมดในดินในแต่ละกรรมวิธี พบว่า ค่าวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ทั้งหมดในดินหลังปลูกในแต่ละกรรมวิธี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ให้ค่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ทั้งหมดในดิน เท่ากับ 2.51-3.78 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 4.2)

### 2.2.5 ค่าปริมาณโพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ ( Available $K_2O$ )

พบว่า ค่าวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ในดินก่อนปลูกในแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) โดยให้ค่าปริมาณโพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้อยู่ที่ 7.68-15.82 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หลังจากการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ได้ทำการเก็บดินวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ในดิน พบว่า ค่าวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดในดินหลังปลูกในแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ให้ค่าปริมาณโพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดในดิน เท่ากับ 7.25-8.47 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.2 ค่าสมบัติทางเคมีของดินในแปลงปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105

กรรมวิธี	สมบัติของดิน ความเป็นกรด-ด่าง	อินทรีย์วัตถุ (%)	ไนโตรเจนทั้งหมด (%)	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มก./กก.)	โพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ (มก./กก.)
เกณฑ์มาตรฐาน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)	5.5 – 7.0	> 4.5 (สูง)	> 5 (สูง)	> 45 (สูง)	> 120 (สูง)
ก่อนทดลอง	5.14	0.31	0.015	4.58	12.02
กรรมวิธีที่ 1	5.36	0.35	0.017	3.78	7.68
กรรมวิธีที่ 2	5.31	0.32	0.016	3.53	8.47
กรรมวิธีที่ 3	5.20	0.36	0.018	2.75	7.42
กรรมวิธีที่ 4	5.37	0.33	0.017	3.37	7.42
กรรมวิธีที่ 5	5.28	0.37	0.018	2.51	7.25
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	3.9	15.3	14.6	16.4	17.1

หมายเหตุ กรรมวิธี จำนวน 5 กรรมวิธี ดังนี้ กรรมวิธี 1 ไม่ใช้ปุ๋ย (Control) กรรมวิธี 2 ใช้ปุ๋ยเคมี  
กรรมวิธี 3 ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับกากมันสำปะหลัง กรรมวิธี 4 ใช้ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับกากมันสำปะหลัง  
และกรรมวิธี 5 ใช้กากมันสำปะหลัง



### ตอนที่ 3 ความสูง องค์ประกอบ และผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105

#### 3.1 ความสูงของลำต้นข้าวที่ระยะเก็บเกี่ยว

พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ทั้ง 5 กรรมวิธี ให้ความสูงของลำต้นอยู่ที่ 99.7-107.2 เซนติเมตร โดยกรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมีครั้งอัตราพร้อมกับกากมันสำปะหลังมีผลทำให้ความสูงของลำต้นข้าวเฉลี่ยมีค่าสูงสุด รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมี กรรมวิธีที่ไม่ใช้ปุ๋ย (Control) และกรรมวิธีที่ใช้กากมันสำปะหลังอย่างเดียว โดยมีค่าความสูงเฉลี่ย 103.8 103.7 และ 99.8 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับกากมันสำปะหลัง มีความสูงของลำต้นข้าวเฉลี่ยมีค่าต่ำสุด (ตารางที่ 4.3)

#### 3.2 จำนวนต้นตอกที่ระยะแตกกอ

พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P < 0.01$ ) โดยกรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับกากมันสำปะหลัง ทำให้จำนวนต้นตอกเฉลี่ยมีค่าสูงสุด เท่ากับ 8.43 ต้นตอก รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมีครั้งอัตราพร้อมกับกากมันสำปะหลัง กรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมี และกรรมวิธีที่ใช้กากมันสำปะหลังอย่างเดียว ให้จำนวนต้นตอกเฉลี่ยเท่ากับ 6.43 5.90 และ 5.53 ต้นตอก ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ไม่ใช้ปุ๋ย (Control) มีจำนวนต้นตอกเฉลี่ยต่ำสุด เท่ากับ 2.60 ต้นตอก (ตารางที่ 4.3)

#### 3.3 จำนวนรวงตอก

พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ทั้ง 5 กรรมวิธี มีจำนวนรวงตอกอยู่ที่ 3.13-4.56 รวงตอก โดยกรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมีครั้งอัตราพร้อมกับกากมันสำปะหลัง มีผลทำให้จำนวนรวงตอกเฉลี่ยมีค่าสูงสุด รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ไม่ใช้ปุ๋ย (Control) กรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมี และกรรมวิธีที่ใช้กากมันสำปะหลังอย่างเดียว มีจำนวนรวงตอกเฉลี่ย เท่ากับ 3.92, 3.84 และ 3.16 รวงตอก ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับกากมันสำปะหลัง มีจำนวนรวงตอกเฉลี่ยมีค่าต่ำสุด (ตารางที่ 4.3)

#### 3.4 น้ำหนัก 1,000 เมล็ด

พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ทั้ง 5 กรรมวิธี ให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ดอยู่ที่ 27.51-28.46 กรัม โดยกรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับกากมันสำปะหลัง มีผลทำให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ด มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ใช้กากมันสำปะหลังอย่างเดียว กรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมี ครั้งอัตราพร้อมกับกากมันสำปะหลัง และกรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมี มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ด เฉลี่ย เท่ากับ 28.35 28.05 และ 27.84 กรัม ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ไม่ใช้ปุ๋ย (Control) มีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ต่ำสุด (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 ความสูง องค์ประกอบ และผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ105

กรรมวิธี	ความสูง (ซม.)	จำนวน ต้นต่อกอ (ต้น)	จำนวน รวงต่อกอ (รวง)	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม)
1. ไม่ใช้ปุ๋ย (Control)	103.7	2.60c	3.92	27.51
2. ใช้ปุ๋ยเคมี	103.8	5.90b	3.84	27.84
3. ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับกากมันสำปะหลัง	99.7	8.43a	3.13	28.46
4. ใช้ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับ กากมันสำปะหลัง	107.2	6.43b	4.56	28.05
5. ใช้กากมันสำปะหลัง	99.8	5.53b	3.16	28.35
F-test	ns	**	ns	ns
CV (%)	4.8	14.2	21.9	2.3

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ

\*\* หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้ง แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P < 0.01$ )

อักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

### 3.5 ผลผลิตข้าว

พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ทั้ง 5 กรรมวิธี ให้ผลผลิตอยู่ที่ 314 - 378 กิโลกรัมต่อไร่ โดยกรรมวิธีที่ใช้กากมันสำปะหลังอย่างเดียว มีผลผลิตข้าวเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับกากมันสำปะหลัง กรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมี และกรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับกากมันสำปะหลัง ให้ผลผลิตเฉลี่ย เท่ากับ 360 338 และ 337 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ไม่ใช้ปุ๋ย (Control) มีค่าเฉลี่ยผลผลิตข้าวต่ำลง (ตารางที่ 4.4)

ตารางที่ 4.4 ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ105

กรรมวิธี	ผลผลิต (กก./ไร่)
1. ไม่ใช้ปุ๋ย (Control)	314c
2. ใช้ปุ๋ยเคมี	338bc
3. ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับกากมันสำปะหลัง	337bc
4. ใช้ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับกากมันสำปะหลัง	360ab
5. ใช้กากมันสำปะหลัง	378a
F-test	*
CV (%)	5.8

\* หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้ง แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ )

#### ตอนที่ 4 ต้นทุน ผลตอบแทนการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105

จากการเปรียบเทียบต้นทุน ค่าไร่เฉลี่ยจากการทดลองอิทธิพลของกากมันสำปะหลังที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีดังนี้

##### 4.1 ต้นทุนเฉลี่ยของการผลิตข้าว

กรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับกากมันสำปะหลังให้ผลผลิต 137 กิโลกรัมต่อไร่ ใช้ต้นทุนการผลิตมากที่สุด คือ 5,953.72 บาทต่อไร่ รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับกากมันสำปะหลัง กรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมี และกรรมวิธีที่ใช้กากมันสำปะหลังอย่างเดียว มีต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 5,792.76 5,732.40 และ 5,249.52 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ไม่ใช้ปุ๋ย (Control) ใช้ต้นทุนการผลิตต่ำสุด คือ 5,028.20 บาทต่อไร่ (ตารางที่ 4.5)

ตารางที่ 4.5 ต้นทุนของการใช้กากมันสำปะหลัง และปุ๋ยเคมีในการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105  
(บาทต่อไร่)

รายการ	กรรมวิธี				
	1	2	3	4	5
<b>1. ต้นทุนคงที่</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>
ค่าใช้ที่ดิน	300	300	300	300	300
<b>2. ต้นทุนผันแปร</b>	<b>4,728.2</b>	<b>5,432.4</b>	<b>5,653.72</b>	<b>5,492.76</b>	<b>4,949.52</b>
2.1 ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน	28.2	32.4	33.72	32.76	29.52
2.2 ค่าแรงงาน					
2.2.1 ค่าเตรียมแปลงตกกล้าและ ตกกล้า	500	500	500	500	500
2.2.2 ค่าเตรียมแปลงปักดำ	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
2.2.3 ค่าถอนกล้า	300	300	300	300	300
2.2.4 ค่าปักดำ	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
2.2.5 ค่ากำจัดวัชพืช	300	300	300	300	300
2.2.6 ค่าใส่ปุ๋ย	-	400	600	600	200
2.2.7 ค่าสูบน้ำเข้าแปลงนา ค่าน้ำมัน	200	200	200	200	200
2.2.8 ค่าเก็บเกี่ยว	450	450	450	450	450
2.3 ค่าวัสดุ					
2.3.1 ค่าเมล็ดพันธุ์	250	250	250	250	250
2.3.2 ค่าปุ๋ยเคมี	-	300	300	150	-
2.3.3 ค่าขนส่งกากมันสำปะหลัง (ตันละ 100 บาท)	-	-	20	10	20
<b>3. ต้นทุนรวม (บาท/ไร่)</b>	<b>5,028.20</b>	<b>5,732.40</b>	<b>5,953.72</b>	<b>5,792.76</b>	<b>5,249.52</b>

หมายเหตุ กรรมวิธี จำนวน 5 กรรมวิธี ดังนี้ กรรมวิธี 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (Control) กรรมวิธี 2 ใส่ปุ๋ยเคมี  
กรรมวิธี 3 ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับกากมันสำปะหลัง กรรมวิธี 4 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับกากมันสำปะหลัง  
และกรรมวิธี 5 ใช้กากมันสำปะหลัง

#### 4.2 กำไรจากการผลิตข้าว

ผลจากการเปรียบเทียบกำไรโดยคิดกำไรในการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในราคาข้าวกิโลกรัมละ 15.85 บาท พบว่ากรรมวิธีที่ใช้กากมันสำปะหลังอย่างเดียว ได้กำไรสูงสุด คือ 741.8 บาทต่อไร่ เนื่องจากได้ผลผลิตมากที่สุดคือ 378 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 4.6)

ตารางที่ 4.6 ต้นทุนและผลตอบแทน ของการใช้กากมันสำปะหลัง และปุ๋ยเคมี ในการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105

รายการ	กรรมวิธี				
	1	2	3	4	5
1. ต้นทุน (บาท/ไร่)	5028.2	5732.4	5953.72	5792.76	5249.52
2. ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)	314	338	337	360	378
3. ราคาคุ้มทุน (บาท/กิโลกรัม)	16.01	16.96	17.67	16.09	13.89
3.1 รายได้ (บาท/ไร่)	4976.9	5357.3	5341.5	5706.0	5991.3
3.2 กำไร/ขาดทุน (บาท/ไร่)	-51.3	-375.1	-612.2	-86.8	741.8
3.3 กำไร/ขาดทุน (บาท/กิโลกรัม)	-0.16	-1.11	-1.82	-0.24	1.96
3.4 ผลผลิตคุ้มทุน (กิโลกรัม/ไร่)	317.24	361.67	375.63	365.47	331.20

หมายเหตุ ต้นทุนข้าวเปลือก 1 กิโลกรัม มีราคา 15.85 บาท, กรรมวิธี จำนวน 5 กรรมวิธี ดังนี้  
กรรมวิธี 1 ไม่ใช้ปุ๋ย (Control) กรรมวิธี 2 ใช้ปุ๋ยเคมี กรรมวิธี 3 ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับกากมันสำปะหลัง  
กรรมวิธี 4 ใช้ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับกากมันสำปะหลัง และกรรมวิธี 5 ใช้กากมันสำปะหลัง

## บทที่ 5

### สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาผลของกากมันสำปะหลังต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 สามารถสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังนี้

#### 1. สรุปการวิจัย

ข้อมูลสภาพภูมิอากาศในปี 2558 พบว่ามีปริมาณน้ำฝนรวมตลอดปี 1383 มิลลิเมตร ส่วนในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคมมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 213 มิลลิเมตรต่อเดือน (กรมอุตุนิยมวิทยา สถานีศรีสะเกษ, 2561)

สมบัติทางกายภาพของดิน พบว่าเป็นดินทราย 93.5 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนของสมบัติทางเคมีของดิน พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง มีค่าความเป็นด่างเพิ่มขึ้น เท่ากับ 5.37 ค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุ ในดินเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 0.32-0.37 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเพิ่มขึ้น 0.016-0.018 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินลดลง 2.51-3.78 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณโพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ลดลงอยู่ที่ 7.25-8.47 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ความสูงของลำต้นอยู่ที่ 99.7-107.2 เซนติเมตร โดยกรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมีครั้งอัตรา ร่วมกับกากมันสำปะหลังมีผลทำให้ความสูงของลำต้นข้าวเฉลี่ยมีค่าสูงสุดและกรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับกากมันสำปะหลัง มีความสูงของลำต้นข้าวเฉลี่ยมีค่าต่ำสุด ส่วนการวิเคราะห์องค์ประกอบของข้าว พบว่ากรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับกากมันสำปะหลัง ทำให้จำนวนต้นต่อกอเฉลี่ยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 8.43 ต้นต่อกอ รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมีครั้งอัตรา ร่วมกับกากมันสำปะหลัง กรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมี และกรรมวิธีที่ใช้กากมันสำปะหลังอย่างเดียว ให้จำนวนต้นต่อกอเฉลี่ยเท่ากับ 6.43 5.90 และ 5.53 ต้นต่อกอ ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ไม่ใช้ปุ๋ย (Control) มีจำนวนต้นต่อกอเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 2.60 ต้นต่อกอ โดยมีจำนวนรวงต่อกออยู่ระหว่าง 3.13-4.56 รวงต่อกอ โดยกรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมีครั้งอัตรา ร่วมกับกากมันสำปะหลัง มีผลทำให้จำนวนรวงต่อกอเฉลี่ยมีค่าสูงสุด รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ไม่ใช้ปุ๋ย (Control) กรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมี และกรรมวิธีที่ใช้กากมันสำปะหลังอย่างเดียว มีจำนวนรวงต่อกอเฉลี่ยเท่ากับ 3.92, 3.84 และ 3.16 รวงต่อกอ ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมี ร่วมกับกากมันสำปะหลัง มีจำนวนรวงต่อกอเฉลี่ยมีค่าต่ำสุด และมีน้ำหนัก 1,000 เมล็ด อยู่ระหว่าง

27.51-28.46 กรัม โดยกรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับกากมันสำปะหลัง มีผลทำให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ด มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ใช้กากมันสำปะหลังอย่างเดียว กรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตรา ร่วมกับกากมันสำปะหลัง และกรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมี มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ด เฉลี่ยเท่ากับ 28.35, 28.05 และ 27.84 กรัม ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ไม่ใช้ปุ๋ย(Control) มีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ต่ำสุด

โดยให้ผลผลิตข้าวอยู่ที่ 314 - 378 กิโลกรัมต่อไร่ โดยกรรมวิธีที่ใช้กากมันสำปะหลัง อย่างเดียว มีผลผลิตข้าวเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับกากมันสำปะหลัง กรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมี และกรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับกากมันสำปะหลัง ให้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 360 338 และ 337 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ไม่ใช้ปุ๋ย(Control) มีค่าเฉลี่ยผลผลิตข้าวต่ำลง ซึ่งในราคาข้าวกิโลกรัมละ 15.85 บาท พบว่า การใช้กากมันสำปะหลังอย่างเดียว ได้กำไรสูงที่สุดคือ 741.8 บาทต่อไร่

## 2. อภิปรายผล

### 2.1 สภาพภูมิอากาศ

จากผลการทดลองผลของกากมันสำปะหลังต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 พบว่าสภาพภูมิอากาศในปี 2558 พบว่ามีปริมาณน้ำฝนที่ 1,383 มิลลิเมตร ซึ่งเพียงพอต่อการทำนา โดยในแต่ละช่วงของการทดลอง พบว่าระยะปักดำ ช่วงเดือนสิงหาคมมีปริมาณน้ำฝน 188.2 มิลลิเมตร ระยะแตกกอ ช่วงเดือนกันยายนมีปริมาณน้ำฝน 256.1 มิลลิเมตร ระยะก้านิดช่อดอก ช่วงเดือนตุลาคมมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 84.8 มิลลิเมตร และช่วงเดือนพฤศจิกายนมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 23 มิลลิเมตร (กรมอุตุนิยมวิทยา สถานีศรีสะเกษ, 2561) โดยทั่วไปในช่วงเดือนฤดูการทำนาควรมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 213 มิลลิเมตรต่อเดือน (สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว, 2554) ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลดังกล่าวแล้ว พบว่า ช่วงเดือนตุลาคมและเดือนพฤศจิกายนในการทดลอง มีปริมาณน้ำฝนน้อยมาก เนื่องจากช่วงดังกล่าวเกิดภัยแห้ง จึงได้แก้ไขปัญหาดังกล่าวโดยการสูบน้ำลงแปลงทดลอง ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว ซึ่งสอดคล้องกับพิเชษฐ นามเมือง และคณะ (2560) ศึกษาการเจริญเติบโต ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะทนแล้งต่อการขาดน้ำ ในช่วงต้นฤดูปลูกของข้าวพื้นเมือง พบว่าข้าวพันธุ์พื้นเมืองต่างสายพันธุ์กันเมื่อนำมาปลูกในสภาพไม่ขาดน้ำและสภาพขาดน้ำช่วงต้นฤดูปลูก มีผลทำให้การเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตแตกต่างกัน โดยที่ข้าวมีความสูง การแตกกอ จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด น้ำหนักเมล็ด น้ำหนักรากแห้ง และดัชนีเก็บเกี่ยว แตกต่างกันในทางสถิติ ในสภาพไม่ขาดน้ำ ข้าวพันธุ์ที่ให้ผลผลิตน้ำหนักเมล็ดมากที่สุด ได้แก่ หวิดหนี่ หินกอง กข 6 เหลืองบุญมา



อินทรีย์ ข้าวคอก และข้าวคอกมะลิ 105 ตามลำดับ ส่วนในสภาพขาดน้ำช่วงต้นฤดูปลูกข้าวพันธุ์ที่ให้ผลผลิตน้ำหนักเมล็ดมากที่สุด ได้แก่ ข้าวคอก นางหก หวิดหนี และอินทรีย์ ตามลำดับ แต่ผลผลิตข้าวพันธุ์ดังกล่าวไม่แตกต่างกันไปจากผลผลิตของข้าวพันธุ์ข้าวคอกมะลิ 105 และ กข 6

## 2.2 สมบัติของดิน

จากผลการทดลองผลของกากมันสำปะหลังต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวคอกมะลิ 105 พบว่า ดินในแปลงทดลองมีดินสมบัติทางกายภาพเป็นทราย สอดคล้องกับ สุกัญญา เข้มประชา (2556) ปัญหาที่พบในดินนา ได้แก่ ดินนาที่เป็นดินทรายหรือดินเนื้อหยาบจะพบปัญหาการขาดไนโตรเจน เนื่องจากมีอินทรีย์วัตถุต่ำประมาณร้อยละ 1-2 หรือต่ำกว่า ทำให้ระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ส่วนใหญ่พบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

สมบัติทางเคมีในดิน พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างในดิน ก่อนและหลังโดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553) ทุกกรรมวิธีหลังการทดลองมีค่าความเป็นด่างเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานยังมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ โดยทุกกรรมวิธีที่มีกากมันสำปะหลังเป็นส่วนผสม มีค่าความเป็นกรดมากกว่ากรรมวิธีที่ไม่ได้ใส่กากมันสำปะหลัง (ตารางที่ 4.2) ซึ่งสอดคล้องกับ กรมการข้าว (ม.ม.ป.) ดินบนมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 5.5 ดินกรดจัดน้อย เหมาะสมในการทำนา ความเป็นกรดของดินเป็นอุปสรรคบ้างเล็กน้อย เป็นดินเหนียว หน้าดินลึก การระบายน้ำเลว ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ข้าวมีการตอบสนองต่อปุ๋ยน้อย ดังนั้นการใช้กากมันสำปะหลังมีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างในดิน หากนำมาใช้ในการเพาะปลูกควรปรับค่าความเป็นกรด-ด่างให้เหมาะสมในแต่ละพื้นที่นั้นๆ

ในส่วนองปริมาณอินทรีย์วัตถุ ก่อนและหลังโดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553) พบว่า กรรมวิธีที่ใช้กากมันสำปะหลังอย่างเดียวยังมีผลช่วยให้ค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานแล้ว พบว่าทุกกรรมวิธีมีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำกว่าเกณฑ์ (ตารางที่ 4.2) ซึ่งสอดคล้องกับ สุกัญญา จิตดุพรพงษ์ และวราพันธุ์ จินตณวิษณุ (2548) ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของกากมันสำปะหลัง พบว่า มีค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ที่ 30.45 เปอร์เซ็นต์ และสอดคล้องกับ นุชจรี กองพลพรหม และคณะ (2558) ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตข้าวหอมมะลิ 105 พบว่าชุดทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตราแนะนำ 400 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ ในโตรเจนทั้งหมดเพิ่มขึ้น ดังนั้นการใช้กากมันสำปะหลังมีผลต่อค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน เป็นแหล่งของธาตุไนโตรเจน แต่ก็ให้ธาตุอื่นๆ โดยจะปล่อยธาตุอาหารจากการสลายตัวอย่างช้าๆ และช่วยบำรุงดินทางกายภาพ เคมีและชีวภาพ (ขงยุทธ โอสถสภา อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชวลิต ฮงประยูร, 2554)

ส่วนปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน ก่อนและหลังโดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553) พบว่า ทุกกรรมวิธีที่ใช้กากมันสำปะหลัง มีผลช่วยให้ค่าปริมาณไนโตรเจนในดินเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานแล้ว พบว่าทุกกรรมวิธีมีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำกว่าเกณฑ์ (ตารางที่ 4.2) ซึ่งสอดคล้องกับ สุกัญญา จัตตุพรพงษ์ และ วราพันธ์ จินตณวิชญ์ (2548) ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของกากมันสำปะหลัง พบว่าค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ที่ 1.32 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นกากมันสำปะหลังจึงส่งผลให้ข้าวเจริญเติบโตได้ดี

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และ โพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ในดินก่อนและหลังโดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553) พบว่า กรรมวิธีที่มีส่วนผสมของกากมันสำปะหลัง มีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในดินลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ แสดงว่ากากมันสำปะหลังยังมีปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมไม่เพียงพอ ดังนั้น ควรมีการเพิ่มปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมในการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งไม่สอดคล้องกับ สุนทร บุญบำรุง (2552) พบว่า การใช้น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลัง จะทำให้ดินมีปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก แต่ก็ทำให้ดินมีความเป็นด่างและมีความเค็มเพิ่มขึ้นมาก ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวได้ ดังนั้นควรทำการเจือจางในอัตราส่วนที่เหมาะสม และไม่สอดคล้องกับ นุชจรี กองพลพรหม และคณะ (2558) พบว่าชุดทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตราแนะนำ 400 กิโลกรัมต่อไร่ มีฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น ในขณะที่ทุกชุดทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีจะมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินลดลง

### 2.3 ความสูง องค์ประกอบ และผลผลิตของข้าว

พบว่า การใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับกากมันสำปะหลังมีจำนวนต้นต่อกอเฉลี่ยมีค่าสูงสุด ส่วนการใช้กากมันสำปะหลัง การใช้ปุ๋ยเคมี และการใช้ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับกากมันสำปะหลัง มีจำนวนต้นต่อกอเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง แต่กรรมวิธีที่ไม่ใช้ปุ๋ย(control) มีจำนวนต้นต่อกอเฉลี่ยมีค่าต่ำสุดอย่างเห็นได้ชัด (ตารางที่ 4.3) แสดงว่าการแตกกอของต้นข้าว มีความต้องการธาตุอาหารมาก ซึ่งธาตุอาหารจากกากมันสำปะหลังยังให้ปริมาณธาตุอาหารไม่เพียงพอ ดังนั้นจึงควรใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี เพื่อเพิ่มการแตกกอของต้นข้าว ส่วนจำนวนรวงต่อกอ พบว่า การใช้ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับกากมันสำปะหลัง มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น แต่การใช้กากมันสำปะหลังอย่างเดียว และการใช้ปุ๋ยเคมีอัตราร่วมกับกากมันสำปะหลัง มีจำนวนรวงต่อกอเฉลี่ยมีค่าต่ำสุด ซึ่งสอดคล้องกับความสูงของต้น พบว่า การใช้ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับกากมันสำปะหลังมีค่าเฉลี่ยสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น แต่การใช้ปุ๋ยเคมีอัตราร่วมกับกากมันสำปะหลังและการใช้กากมันสำปะหลังอย่างเดียว มีความสูงของต้นเฉลี่ยมีค่าต่ำสุด แสดงว่าความสูงของต้นข้าวมีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกันกับ

จำนวนรวงต่อกอ เนื่องจากเมื่อข้าวมีความสูงมาก จะทำให้ต้นข้าวมีจำนวนรวงต่อกอมากเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับ เบ็ญจพร กุลนิษฐ์ และวันเฉลิม ศรีบุญโรจน์ (2560) พบว่า กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 16-16-8 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ และ 46-0-0 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่) + ปุ๋ยคอก มีแนวโน้มให้ ความสูงและน้ำหนักแห้งส่วนที่อยู่เหนือดินของข้าวสูงกว่าทุกกรรมวิธีทดลอง แต่กรรมวิธีใส่ ปุ๋ยเคมี (สูตร 16-16-8 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ และ 46-0-0 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่) + ปุ๋ยพืชสด และสอดคล้องกับ นุชจรี กองพลพรหม และคณะ (2558) พบว่าการเจริญเติบโตของข้าวในด้าน ความสูงของต้นข้าวในทุกชุดทดลองสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยเคมี โดยความสูงเฉลี่ยอยู่ที่ 127.6-166.0 เซนติเมตร ส่วนน้ำหนัก 1,000 เมล็ด พบว่า กรรมวิธีที่มีกากมันสำปะหลังทุกกรรมวิธี มีผลทำให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ด เฉลี่ยสูง เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น แสดงว่ากากมันสำปะหลังมีผลต่อการ เพิ่มน้ำหนักเมล็ด

ดังนั้น จึงทำให้ผลผลิตข้าวมีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 378 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ การใช้ปุ๋ยเคมีครั้งอัตราพร้อมกับกากมันสำปะหลัง การใช้ปุ๋ยเคมี และการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับกาก มันสำปะหลัง ให้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 360, 338 และ 337 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนไม่ใช้ปุ๋ย (Control) มีค่าเฉลี่ยผลผลิตข้าวต่ำ คือ 314 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 4.4) ซึ่งสอดคล้องกับ น้ำผึ้ง พรหมศรี และคณะ (2560) พบว่า ข้าว 3 พันธุ์ (พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 พันธุ์ลิ้มผิว และพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่) มีการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตแตกต่างกันในทางสถิติ โดยข้าวพันธุ์ ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ให้ผลผลิตสูงกว่าข้าวพันธุ์ลิ้มผิว เมื่อใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่และปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 400 กิโลกรัมต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับการใช้ปุ๋ย อินทรีย์คุณภาพสูงอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตข้าวสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย นอกจากกากมัน สำปะหลังแล้วยังมีการศึกษาอื่นๆ ได้แก่ วิวัฒน์ อิงคะประดิษฐ์ และคณะ (2551) พบว่าการใส่กาก ตะกอนน้ำตาลทราย ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราที่เหมาะสมสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้ 7-15 % อัตราที่ เหมาะสมในการปลูกพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในดินร่วนเหนียวปนทราย ได้แก่ การใส่ กากตะกอน น้ำตาลทราย อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 3-6-6 กก./ไร่ และสามารถใช้ทดแทนปุ๋ยฟอสฟอรัสในการปรับปรุงบำรุงดินได้ และहरรษา คุณาไท และคณะ (2540) ศึกษาการใช้ ส่าเหล้าร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีต่อผลผลิตข้าวในจังหวัดอุบลราชธานี พบว่าทุกตำรับการทดลองให้ผล ผลิตข้าวไม่แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นแปลงที่ไม่ใส่อะไรเลย ซึ่งให้ผลผลิตต่ำกว่า 50 % ส่วนในปี 2532 และ 2533 ได้มีการปรับอัตราของส่าเหล้าใหม่เป็น 30,000 และ 60,000 ลิตรต่อไร่ ผลการ ทดลองปรากฏว่าการใส่ส่าเหล้าอัตรา 60,000 ลิตรต่อไร่ จะให้ผลผลิตข้าวสูงสุด แต่ไม่แตกต่างจาก การใช้ส่าเหล้า 30,000 ลิตรต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 6-6-4 กิโลกรัม N- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O ต่อไร่ ทาง

สถิติ แล้วยังมี หรรษา คุณาไท และคณะ (2542) พบว่ามีธาตุไนโตรเจนทั้งหมด 3.34 % N ฟอสฟอรัส 0.88%  $P_2O_5$  และแทสเซียม 0.84%  $K_2O$  ผลการทดลองปรากฏว่าในนาดินทรายร่วนซุยเอ็ด การใส่กากสะเดา 500 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ผลผลิตข้าว 425 กิโลกรัมต่อไร่ ใกล้เคียงกับการใส่กากสะเดาอัตรา 250 กิโลกรัมต่อไร่กับปุ๋ยเคมีอัตรา 6-6-6 กิโลกรัม  $N-P_2O_5-K_2O$  ต่อไร่ ซึ่งได้ผลผลิตข้าว 426 กิโลกรัมต่อไร่ และได้ผลผลิตข้าวสูงกว่าแปลงเปรียบเทียบประมาณ 50 % และสูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 6-6-6 กิโลกรัม  $N-P_2O_5-K_2O$  ต่อไร่ ประมาณ 18 % ส่วนในนาดินร่วนเหนียวปนทรายชุดโคกสำโรงการใส่กากสะเดา 500 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตข้าว 459 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างทางสถิติจากการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 6-6-6 กิโลกรัม  $N-P_2O_5-K_2O$  ต่อไร่ ร่วมกับกากสะเดา 250 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ได้ผลผลิตข้าวสูงกว่าแปลงเปรียบเทียบประมาณ 49 % ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 6-6-6 หรือ 12-6-6  $N-P_2O_5-K_2O$  ต่อไร่ ได้ผลผลิตข้าวไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในดินทั้ง 2 แห่ง

#### 2.4 ต้นทุนและผลตอบแทนของข้าว

พบว่า กรรมวิธีที่ไม่ใช้ปุ๋ย (Control) ใช้ต้นทุนการผลิตต่ำสุด คือ 5,028.20 บาทต่อไร่ (ตารางที่ 4.5) เนื่องจากไม่มีค่าใช้จ่ายในการของปุ๋ย แต่เมื่อนำผลจากการเปรียบเทียบกำไรโดยคิดกำไรในการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในราคาข้าวกิโลกรัมละ 15.85 บาท พบว่ากรรมวิธีที่ใช้กากมันสำปะหลังอย่างเดียว ได้กำไรสูงสุด คือ 741.8 บาทต่อไร่ เนื่องจากได้ผลผลิตมากที่สุดคือ 378 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 4.6) ซึ่งสอดคล้องกับ มนตรี วันตาแสง และคณะ (2550) พบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยอินทรีย์เคมีสูตรต่างๆ สามารถเพิ่มผลผลิตประมาณ 50-80 % ทั้ง 2 ปีการทดลอง โดยที่การผสมวัสดุอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามวิธีการศึกษา สามารถลดการใช้ปุ๋ยเคมีได้ 30-70 % โดยผลผลิตไม่แตกต่างจากการใช้เฉพาะปุ๋ยเคมี และเบญจพร กุลนิษฐ์ และวันเฉลิม ศรีบุญโรจน์ (2560) พบว่า กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี(สูตร 16-16-8 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ และ 46-0-0 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่) + ปุ๋ยพืชสด มีแนวโน้มให้ผลผลิตเมล็ดข้าว (708 กิโลกรัมต่อไร่) และผลตอบแทนหลังค่าปุ๋ย (6,060 บาทต่อไร่) สูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ

### 3. ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาผลของกากมันสำปะหลังต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีข้อเสนอแนะดังนี้

#### 3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 จากผลการศึกษาพิจารณาได้ว่า ในดินมีสมบัติทางกายภาพเป็นดินทรายจัด จึงมีแนวโน้มที่ขาดธาตุอาหารที่สุดสำหรับพืช

3.1.2 เกิดข้อผิดพลาดในการเก็บข้อมูลยังไม่สมบูรณ์ คือ ไม่ได้เก็บข้อมูลจำนวนเมล็ดต่อรวง และการเก็บเกี่ยวผลผลิตแบบสุ่ม

3.1.3 ควรเพิ่มอัตรากากมันสำปะหลังมากกว่านี้ เพื่อจะได้เห็นผลได้ชัดเจน

3.1.4 สภาพภูมิอากาศในพื้นที่ โดยเกิดปัญหาฝนทิ้งช่วงในช่วงการทดลอง จึงส่งผลกระทบต่อการทำงานทดลอง

3.1.4 การวิจัยในเรื่องนี้ ควรทำการทดลองซ้ำระยะเวลา 3-5 ฤดู

### 3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

เนื่องจากกากมันสำปะหลังไม่มีค่าใช้จ่ายใดๆ และเป็นวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม นอกจากลดต้นทุนให้แก่เกษตรกรแล้ว ยังมีส่วนในการลดภาวะโลกร้อนอีกด้วย จากผลการศึกษาในครั้งนี้ ควรทำการวิจัยซ้ำในพื้นที่อื่นๆ และในฤดูปลูกต่างๆ เพื่อเป็นการยืนยันผลการวิจัย





บรรณานุกรม



## บรรณานุกรม

- กรมการข้าว. (ม.ม.ป.). ดินเปรี้ยว. สืบค้นเมื่อวันที่ 22 พฤศจิกายน 2559 จาก <http://www.ricethailand.go.th/rkb/management/index.phpfilecontent.php&id=36.htm>
- กรมการข้าว. (2548). สูตรปุ๋ยเคมีและอัตราการใช้ตามชนิดเนื้อดินของข้าว. สืบค้นเมื่อวันที่ 18 พฤศจิกายน 2559 จาก <http://www.brrd.in.th/rkb/management/index.phpfile=content.php&id=14.htm>
- กรมพัฒนาที่ดิน. (2553). คู่มือการพัฒนาที่ดินสำหรับหมอดินอาสาและเกษตรกร. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมอุตุนิยมหาวิทยาลัย ศานีสรีสะเกษ. (2561). สภาพภูมิอากาศปี 2558. กรมอุตุนิยมหาวิทยาลัย ศานีสรีสะเกษ จังหวัดศรีสะเกษ.
- กิ่งแก้ว คุณเขต และคณะ. (2553). คู่มือข้าวขาวดอกมะลิ 105. สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว.
- กู่เกียรติ สร้อยทอง และพรศิริ เสนากัสป์. (2559). ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับข้าว: เอกสารการสอน ชุดวิชาการจัดการการผลิตพืชและพืชอาหารสัตว์ ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1 หน่วยที่ 6-10 สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.
- น้ำผึ้ง พรหมศรี ตำราญ พิมราช และกัญชวลิกา รัตนเจตฉาย. (2560). อิทธิพลของการใช้ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของ ข้าว 3 พันธุ์. การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาครั้งที่ 2 มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. หน้า 620-628.
- นุชจรี กองพลพรหม ฤทธิรงค์ จังโกฏี และธวัชชัย ธานี. (2558). ผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตข้าวหอมมะลิ 105. ก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์ปีที่ 15 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2558. หน้า 66-77.
- เบ็ญจพร กุณินิตย์ และวันเฉลิม ศรีบุญโรจน์. (2560). การจัดการปุ๋ยต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105. วารสารเกษตรพระวรุณ ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2560 : 61-70.
- ประเสริฐ สองเมืองและวิทยา ศรีทานันท์. (2543). แหล่งน้ำและปัญหาดิน ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ: เอกสารเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยในนาข้าว สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.



หน้า 51-59.

พิเชษฐ นามเมือง สำราญ พิมราช และเหล็กไทร จันทะบุตร. (2560). การเจริญเติบโต ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะทนแล้งต่อการขาดน้ำในช่วงต้นฤดูปลูกของ ข้าวพื้นเมือง. วารสารเกษตรพระวรุณปีที่ 14 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2560. หน้า 10-21.

มนตรี วันตาแสง จักรกฤษณ์ หอมจันทร์ นิวัต เหลืองชัยศรี และปรีชา นิระ. (2550). อิทธิพล ของปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105. แก่นเกษตร ปีที่ 35 ฉบับพิเศษ (สัมมนาวิชาการเกษตร ประจำปี 2550). หน้า 47-56.

ขงยุทธ โอสดสภา อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชวลิต สงประยูร. (2554). ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

รัชดาภรณ์ คุ่มพุ่ม. (2551). เทคนิคการวิเคราะห์ปริมาณโซเดียมและโพแทสเซียมในดินด้วยวิธี ทางเคมี. กลุ่มอุตสาหกรรมพื้นฐาน 4 สำนักอุตสาหกรรมพื้นฐาน กรมอุตสาหกรรม พื้นฐานและเหมืองแร่. สืบค้นเมื่อวันที่ 21 กรกฎาคม 2561 จาก  
file:///C:/Users/VivoBook/Downloads/000001233131993.pdf

ลัดดาวัลย์ วรรณนุช. (2559). ขั้นตอนการผลิตข้าวคุณภาพดี ในเอกสารการสอนชุดวิชาการจัดการ การผลิตธัญพืชและพืชอาหารสัตว์ ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1 หน่วยที่ 6-10 สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

วิวัฒน์ อิงคะประดิษฐ์ จัตุรงค์ พิพัฒน์พิริยานนท์ และวิญญู วงศ์อุบล. (2551). การปรับปรุง ความอุดมสมบูรณ์ของดินนาในการผลิตข้าว โดยใช้ปุ๋ยเคมีและวัสดุเหลือใช้จาก อุตสาหกรรมผลิตน้ำตาลทราย. วารสารวิชาการข้าวปีที่ 2 ฉบับที่ 1 มกราคม-เมษายน 2551. หน้า 26-34.

สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย. (2559). ความรู้เกี่ยวกับการส่งออกข้าว. สืบค้นเมื่อวันที่ 12 ตุลาคม 2559 จาก <http://www.thairiceexporters.or.th/default.htm>.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2559). ราคาสินค้าเกษตรที่สำคัญวันนี้. สืบค้นเมื่อวันที่ 12 ตุลาคม 2559 จาก <http://www.oae.go.th/dailyprice.html>.

สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว. (2554). “สภาพทั่วไปของพื้นที่ปลูกข้าวที่สูง” คลังข้อมูลสารสนเทศเชิงลึก. สืบค้นเมื่อวันที่ 9 มีนาคม 2561 จาก

<http://www.ricethailand.go.th/Rkb/varieties/index.php-file=content.php&id=5.htm>

สุกัญญา จัตตุพรพงษ์ และวราพันธ์ จินตณวิญญู. (2548). “การใช้ประโยชน์เศษเหลือจาก มันสำปะหลัง” ศูนย์ค้นคว้าและพัฒนาวิชาการอาหารสัตว์ สถาบันสุวรรณวาทกกลีเก็จ

- มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม.  
 สุกัญญา เข้มประชา. (2556). ดินไร่และดินนา: เอกสารการสอนชุดวิชาดิน น้ำ และปุ๋ย ฉบับ  
 ปรับปรุงครั้งที่ 2 หน่วยที่ 1-7 สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์  
 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.
- สุนทร บุญบำเรอ. (2552). การใช้ประโยชน์น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิต  
 แป้งมันสำปะหลังเพื่อการปลูกข้าว. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต  
 สาขาเทคโนโลยีการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- หรรษา คุณาไท ชอบ คณะฤกษ์ สมจิตร์ คันธสุวรรณ สมศักดิ์ โตจันทิก พรพิมล เลี้ยงสุทธิสกันธ์  
 และเสาวนีย์ พิสิษฐ์พันธ์. (2540). การศึกษาการใช้ส่วหล้าร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีต่อ  
 ผลผลิตข้าวในจังหวัดอุบลราชธานี. รายงานผลการค้นคว้าวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของ  
 ดินและปุ๋ยข้าวและธัญพืชเมืองหนาว 2531-2535 กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของ  
 ดินและปุ๋ยข้าวและธัญพืชเมืองหนาว กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 93-100.
- หรรษา คุณาไท ชอบ คณะฤกษ์ จัตุรงค์ พิพัฒน์พิริยานนท์ สมศักดิ์ โตจันทิก และ  
 บรรจง เหมทานนท์. (2542). การปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินในการปลูกข้าว  
 โดยการใช้กากสะเดาร่วมกับปุ๋ยเคมี. รายงานผลการค้นคว้าวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของ  
 ดินและปุ๋ยข้าวและธัญพืชเมืองหนาว 2536-2539 กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของ  
 ดินและปุ๋ยข้าวและธัญพืชเมืองหนาว กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 237-241.
- หรรษา คุณาไท และจตุรงค์ พิพัฒน์พิริยานนท์. (2543). การใช้วัสดุเหลือใช้ในนาข้าว: เอกสาร  
 เทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยในนาข้าว สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.  
 หน้า 99-111.
- อัจฉรา โพธิ์ดี. (2547). หลักเศรษฐศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการการผลิตพืช. ในเอกสาร  
 การสอนชุดวิชา หลักการจัดการการผลิตพืช หน่วยที่ 3 นนทบุรี  
 สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- อัมรา เวียงวีระ และคณะ. (2547). ข้าว: เอกสารวิชาการลำดับที่ 18/2547. กรุงเทพฯ:  
 กรมวิชาการเกษตร.



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

สกลนคร



ภาพที่ 1 สัมภาษณ์เกษตรกร บ้านวังท่าช้าง ตำบลวังท่าช้าง อำเภอรินชาราบ จังหวัดอุบลราชธานี  
ที่ใช้กากมันสำปะหลังในแปลงปลูกข้าว



ภาพที่ 2 กากมันสำปะหลังที่ใช้ในงานทดลอง





ภาพที่ 3 สภาพแปลงก่อนการทดลอง



ภาพที่ 4 การเตรียมแปลงก่อนการทดลอง





ภาพที่ 5 ติดป้ายระบุแปลงแต่ละทริตเมนต์



ภาพที่ 6 การสุ่มเก็บตัวอย่างดินก่อนการทดลอง





ภาพที่ 7 การเตรียมดินก่อนการทดลอง



ภาพที่ 8 การติดตั้งเครื่องสูบน้ำภายในแปลงทดลอง





ภาพที่ 9 การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 ในแต่ละทริตเมนต์



ภาพที่ 10 การถอนต้นกล้าเพื่อในการทดลอง





ภาพที่ 11 การปักดำข้าวในการทดลอง



ภาพที่ 12 การให้น้ำในแปลงทดลอง





ภาพที่ 13 การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ในแต่ละทริตเมนต์



ภาพที่ 14 การกำจัดวัชพืชและให้น้ำ





ทริตเมนต์ที่ 1



ทริตเมนต์ที่ 2



ทริตเมนต์ที่ 3



ทริตเมนต์ที่ 4



ทริตเมนต์ที่ 5

ภาพที่ 15 ต้นข้าวระยะแตกกอ (30 วันหลังปักดำ)





ภาพที่ 16 การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 3 ในแต่ละทริตเมนต์



ภาพที่ 17 ระยะข้าวออกรวง





ภาพที่ 18 ระยะปลับปลิง (ช่วงวันออกดอก 80 เปอร์เซ็นต์หรืออายุ 85 วัน)



ภาพที่ 19 ระยะเก็บเกี่ยว (เมื่ออายุ 119 วัน หลังจากปักดำ)

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาววิภาดา ลีดี
วัน เดือน ปีเกิด	18 กุมภาพันธ์ 2534
สถานที่เกิด	อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี
ประวัติการศึกษา	วทบ. (พืชสวน) คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 2555
สถานที่ทำงาน	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปราจีนบุรี จังหวัดปราจีนบุรี
ตำแหน่ง	นักวิชาการเกษตร

