



อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิตของจิงจูฉ่าย

โดย

นายสัญญา เล่ห์สิงห์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการเกษตรอินทรีย์)
สาขาวิชาการจัดการเกษตรอินทรีย์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2558
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิตของจิงจูฉ่าย

โดย

นายสัญญา เล่ห์สิงห์



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการเกษตรอินทรีย์)
สาขาวิชาการจัดการเกษตรอินทรีย์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2558
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์



EFFECT OF ORGANIC FERTILIZER ON GROWTH AND YIELD QUALITY
OF WHITE MUGWORT

BY

MR. SANYA LESING



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE (ORGANIC FARMING MANAGEMENT)
DEPARTMENT OF ORGANIC FARMING MANAGEMENT
FACULTY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
THAMMASAT UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2015
COPYRIGHT OF THAMMASAT UNIVERSIT

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิทยานิพนธ์

ของ

นายสัญญา เล่ห์สิงห์

เรื่อง

อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิตของจิงจูฉ่าย

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการเกษตรอินทรีย์)


เมื่อวันที่ 4 กรกฎาคม พ.ศ. 2559

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จuthามาศ ร่มแก้ว)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก



(ดร. อรประภา เทพศิลป์วิสุทธิ์)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนัญ ผลประไพ)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดุสิต อธิณวัฒน์)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์



(ดร. วิลาวรรณ เชื้อบุญ)

คณบดี



(รองศาสตราจารย์ ปกรณ์ เสริมสุข)

หัวข้อวิทยานิพนธ์	อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิตของจิงจูฉ่าย
ชื่อผู้เขียน	นายสัญญา เล่ห์สิงห์
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (การจัดการเกษตรอินทรีย์)
สาขาวิชา/คณะ/มหาวิทยาลัย	สาขาวิชาการจัดการเกษตรอินทรีย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ดร.อรประภา เทพศิลป์พิสุทธิ์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนัญ ผลประไพ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดุสิต อธิณวัฒน์
ปีการศึกษา	2558

บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิภาพของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิตของจิงจูฉ่าย โดยวางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 3 ซ้ำ (แปลง) ประกอบด้วย 6 กรรมวิธี ได้แก่ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย 2) ปุ๋ยเคมีอัตรา 10.65 กิโลกรัม N ต่อไร่ 3) ปุ๋ยเคมีอัตรา 21.30 กิโลกรัม N ต่อไร่ 4) ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 10.65 กิโลกรัม N ต่อไร่ 5) ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 21.30 กิโลกรัม N ต่อไร่ และ 6) ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 31.95 กิโลกรัม N ต่อไร่ จากผลการทดลองพบว่า การให้ปุ๋ยมูลไก่ที่เพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ในดินหลังปลูกของทุกรอบการเก็บเกี่ยวมีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่ไม่พบแนวโน้มดังกล่าวในการใส่ปุ๋ยเคมีและสำหรับผลในด้านการเจริญเติบโต พบว่า ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 การไม่ใส่ปุ๋ยทำให้ความสูงไม่แตกต่างกันกับการใส่ปุ๋ย แต่สำหรับในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 พบว่า ต้นจิงจูฉ่ายที่ปลูกในกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีความสูงและน้ำหนักสดต่อไร่ต่ำกว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยทุกชนิดอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่ที่ระดับไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ทำให้ต้นจิงจูฉ่ายมีความสูงและน้ำหนักสดต่อไร่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ไม่พบความแตกต่างในค่าดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญในการใส่ปุ๋ยเคมีที่ระดับไนโตรเจนเพิ่มขึ้น โดยจากผลของการเก็บเกี่ยวทั้ง 3 ครั้ง พบว่า กรรมวิธีที่ทำให้ต้นจิงจูฉ่ายมีน้ำหนักสดต่อไร่มากที่สุดคือ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 31.95 กิโลกรัม N ต่อไร่ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 220.39 743.14 และ 612.87 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ สำหรับคุณภาพ

ผลผลิตของจิงจูฉ่าย พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีทั้ง 2 อัตรา ทำให้ปริมาณไนเตรตในใบมีค่ามากกว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่เมื่อเปรียบเทียบกับระดับไนโตรเจนที่เท่ากันในทุกรอบการเก็บเกี่ยว โดยพบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 21.30 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้ต้นจิงจูฉ่ายมีการสะสมของสารไนเตรตมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังพบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่ที่ระดับไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ทำให้การสะสมของสารไนเตรตในใบจิงจูฉ่ายมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แต่พบว่า ในทุกกรรมวิธีของการใส่ปุ๋ยในทุกรอบการเก็บเกี่ยวมีค่าอยู่ระหว่าง 2.66-23.09 มิลลิกรัม NO_3^- ต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด ซึ่งมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กลุ่มสหภาพยุโรปกำหนดไว้ในทางตรงกันข้าม ที่ระยะการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่ในทุกอัตราทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมมีค่ามากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 11.26-11.77 มิลลิกรัม Gallic acid ต่อกรัมน้ำหนักสด และสำหรับการคำนวณผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกันต่อการปลูกจิงจูฉ่าย พบว่า การใส่ปุ๋ย ทั้งปุ๋ยเคมีและปุ๋ยมูลไก่ที่ระดับไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น ทำให้กำไรผลผลิตเฉลี่ยต่อกิโลกรัมมีค่าเพิ่มขึ้น โดยจะเห็นผลได้ชัดเจนในการใส่ปุ๋ยมูลไก่ ที่พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 31.95 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้ได้กำไรเฉลี่ยต่อกิโลกรัมมีค่ามากที่สุดและมีค่ามากกว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่ที่อัตรา 10.65 กิโลกรัม N ต่อไร่ ถึงประมาณ 2 เท่า แต่อย่างไรก็ตาม ในการคิดผลตอบแทนทางเศรษฐกิจได้คำนวณราคาขายต่อกิโลกรัมที่ระดับราคาของสินค้าที่ได้รับมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ซึ่งไม่อนุญาตให้ใช้ปุ๋ยเคมี ดังนั้นหากพิจารณาราคาขายต่อกิโลกรัมของจิงจูฉ่ายที่ได้รับปุ๋ยเคมี น่าจะมีความเป็นไปได้ว่า ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจต่อกิโลกรัมจะมีค่าน้อยกว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่เมื่อเปรียบเทียบกับระดับไนโตรเจนที่ใส่เท่ากัน โดยจากผลการวิจัย ชี้ให้เห็นว่า อัตราการใส่ปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการปลูกจิงจูฉ่ายที่ปลอดภัยและยั่งยืนทางเศรษฐกิจ คือ การใส่ปุ๋ยมูลไก่ที่อัตรา 31.95 กิโลกรัม N ต่อไร่ ซึ่งทำให้ได้ปริมาณผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงสุด อีกทั้งยังทำให้คุณภาพผลผลิตของจิงจูฉ่ายในด้านปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงและมีปริมาณการสะสมไนเตรตที่ไม่สูงเกินค่ามาตรฐาน

คำสำคัญ: จิงจูฉ่าย ไนเตรต ปุ๋ยมูลไก่ ผลผลิต สารประกอบฟีนอลิก

Thesis Title	Effect of Organic Fertilizer on Growth and Yield Quality of White Mugwort
Author	Mr. Sanya Lesing
Degree	Master of Science (Organic Farming Management)
Department/Faculty/University	Department of Organic Farming Management Faculty of Science and Technology Thammasat University
Thesis Advisor	Dr. Ornprapa Thepsilvisut
Thesis Co-Advisor	Assistant Professor Dr. Chanan Phonprapai Assistant Professor Dr. Dusit Athinuwat
Academic Years	2015

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the efficacy of organic fertilizer on growth and yield of white mugwort. The experiment was conducted in a randomized complete block design with 3 replications (plots). Six treatments were consisted of 1) no fertilizer 2) chemical fertilizer at the rate of 10.65 kg N/rai 3) chemical fertilizer at the rate of 21.30 kg N/rai 4) chicken manure at the rate of 10.65 kg N/rai 5), chicken manure at the rate of 21.30 kg N/rai and 6) chicken manure at the rate of 31.95 kg N/rai. The results showed that the increase of chicken manure provided better soil chemical properties, especially, the organic matter, total nitrogen, available phosphorus and potassium, while these tendencies did not observe under the chemical fertilizer treatment. For the growth results, it was shown that the growth of the control plants were not significant difference with all the fertilizer treated plants in the first harvesting. However, in the third harvesting, the plant height, fresh and dry weight of white mugwort under the fertilizer treatments were significantly higher than that of the control treatment ($p \leq 0.05$). Moreover, the plant height and fresh weight significantly increased with the rise of the nitrogen applications ($p \leq 0.05$), while the significant difference under the increase of nitrogen

application was not observed under the chemical fertilizer. In addition to all the harvesting times, the treatment of 31.95 kg N/rai of chicken manure showed the highest fresh weights that were 220.39, 743.14 and 612.87 kg/rai, respectively. For the yield quality of white mugwort, the result revealed that the nitrate accumulation under the chemical fertilizer treatment at 2 rates of nitrogen application was significantly higher than that of the other treatments in all the harvesting times. In addition, the nitrate accumulation was significantly highest under the chemical fertilizer treatment at the rate of 31.95 kg N/rai. However, the nitrate accumulation were 2.66-23.09 mg NO_3^- / kg fresh weight, which did not exceed than that of the maximum levels for nitrate that were set in the Commission Regulation (EC) by EU. On the other hand, the total phenolic compound was significantly higher under the application of chicken manure than that under the chemical fertilizer treatment. Especially in the third harvesting, the application of chicken manure showed the higher total phenolic compound than the other treatments, which in the range of 11.26-11.77 mg Gallic acid/g fresh weight. For the economic return of the white mugwort plantation under the different fertilizer treatments, it was found that the increased N application of both chemical fertilizer and chicken manure presented the higher net profit/kg. Especially under the chicken manure application, the result revealed that the application of chicken manure at the rate of 31.95 kg N/rai showed the highest net profit/kg, which was 2 times higher than that of the application of chicken manure at the rate of 10.65 kg N/rai. However, in this experiment, the economic returns are calculated from the price/kg of the organic standard products, which prohibits the use of chemical fertilizer. Therefore, it was seen that the real net profit/kg of chemical fertilizer treated plants might be lower than that of the chicken manure treated plants, when compared at the same N levels.

For these results, it appears that in order to obtain the highest yield and net profit, and the quality products (high total phenolic compounds and no risk of nitrate accumulation), the application of chicken manure at the rate of 31.95 kg N/rai is the most suitable than that of the other treatments.

Keywords: chicken manure, nitrate, phenolic compounds, white mugwort, yield

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร. อรประภา เทพศิลป์วิสุทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำทางด้านวิชาการ แนวคิดในการทำวิจัย และขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดุสิต อธิคุณวัฒน์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนัญ ผลประไพ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมที่ให้คำปรึกษาแนะนำ ตลอดจนการตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จสมบูรณ์

ขอบพระคุณอาจารย์ ดร.วิลาวัณย์ เชื้อบุญญ์ ที่ให้คำแนะนำและสอนเทคนิควิธีการตลอดการวิจัย ขอขอบคุณอาจารย์ ดร.พัชร์เพ็ญ ภูมิพันธ์ ที่อำนวยความสะดวก และอนุเคราะห์อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องต่างๆ ด้วยดี ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ชาวเกษตรอินทรีย์ทุกคนที่เป็นกำลังใจในการเรียนและการทำวิจัยมาโดยตลอด

ท้ายนี้ประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบแต่ครอบครัวตลอดจนครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนให้ความรู้มาจวบจนปัจจุบัน

นายสัญญา เล่ห์สิงห์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(3)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญตาราง	(9)
รายการสัญลักษณ์และคำย่อ	(11)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 ขอบเขตการวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 จิงจูฉ่าย	4
2.2 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการปลูกจิงจูฉ่าย	4
2.3 ปุ๋ย	5
2.3.1 ปุ๋ยอินทรีย์	5
2.3.2 ประเภทของปุ๋ยอินทรีย์	6
2.3.2.1 ปุ๋ยคอก	6
2.3.2.2 ปุ๋ยพืชสด	8
2.3.2.3 ปุ๋ยหมัก	8

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4 อิทธิพลของปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิต	8
2.5 คลอโรฟิลล์	11
2.6 การสะสมไนเตรตในพืชผัก	12
2.7 สารประกอบฟีนอลิก	14
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	15
3.1 การวางแผนการทดลอง	15
3.2 ปุ๋ยสำหรับการทดลอง	15
3.2.1 ปุ๋ยมูลไก่	15
3.2.2 ปุ๋ยเคมี	15
3.3 การเตรียมต้นกล้า การปลูก การใส่ปุ๋ย และการดูแลรักษา	16
3.3.1 การเตรียมต้นกล้า	16
3.3.2 การปลูกและการใส่ปุ๋ย	16
3.3.3 การดูแลรักษา	17
3.4 การบันทึกข้อมูล	18
3.4.1 สมบัติทางเคมีของดินก่อนและหลังการทดลอง	18
3.4.2 การเจริญเติบโต	18
3.4.3 ปริมาณผลผลิต	18
3.4.4 คุณภาพของผลผลิต	18
3.4.4.1 ปริมาณคลอโรฟิลล์	18
3.4.4.2 ปริมาณการสะสมไนเตรต	19
3.4.4.3 สารประกอบฟีนอลิก	20
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	21
3.5.1 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ	21
3.5.2 การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ	21
3.6 สถานที่ทำการทดลอง	21

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	22
4.1 สมบัติของดินก่อนและหลังการทดลอง	22
4.2 การเจริญเติบโต	24
4.3 ปริมาณผลผลิต	25
4.4 คุณภาพผลผลิต	31
4.5 ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ	36
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	42
รายการอ้างอิง	44
ประวัติผู้เขียน	52

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยคอก	6
2.2	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของธาตุอาหารในมูลไก่ถ่ายใหม่ มูลไก่ขังกรงและมูลไก่ในวัสดุรองพื้นคอก	7
2.3	ค่าสูงสุดของปริมาณไนเตรตที่กำหนดไว้ใน Commission Regulation (EC) No.1881/2006	13
3.1	สมบัติทางเคมีของปุ๋ยมูลไก่สำหรับการทดลอง	15
3.2	อัตราการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ในแต่ละกรรมวิธี	17
4.1	สมบัติทางเคมีของดินทั้งก่อนและหลังการทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมี (CF) และปุ๋ยมูลไก่ (CM) ในอัตราที่แตกต่างกัน	23
4.2	ความสูงของจิงจูง่ายที่ได้รับปุ๋ยเคมี (CF) และปุ๋ยมูลไก่ (CM) ในอัตราที่แตกต่างกัน	25
4.3	น้ำหนักสดต่อไร่ของจิงจูง่ายที่ได้รับปุ๋ยเคมี (CF) และปุ๋ยมูลไก่ (CM) ในอัตราที่แตกต่างกัน	27
4.4	น้ำหนักแห้งต่อไร่ของจิงจูง่ายที่ได้รับปุ๋ยเคมี (CF) และปุ๋ยมูลไก่ (CM) ในอัตราที่แตกต่างกัน	28
4.5	ปริมาณน้ำในต้นของจิงจูง่ายที่ได้รับปุ๋ยเคมี (CF) และปุ๋ยมูลไก่ (CM) ในอัตราที่แตกต่างกัน	29
4.6	น้ำหนักแห้งสุทธิของต้นจิงจูง่ายที่ได้รับปุ๋ยเคมี (CF) และปุ๋ยมูลไก่ (CM) ในอัตราที่แตกต่างกัน	30
4.7	ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม คลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์บีในใบของจิงจูง่ายที่ได้รับปุ๋ยเคมี (CF) และปุ๋ยมูลไก่ (CM) ในอัตราที่แตกต่างกัน	32
4.8	ปริมาณไนเตรตในต้นจิงจูง่ายที่ได้รับปุ๋ยเคมี (CF) และปุ๋ยมูลไก่ (CM) ในอัตราที่แตกต่างกัน	34
4.9	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในต้นจิงจูง่ายที่ได้รับปุ๋ยเคมี (CF) และปุ๋ยมูลไก่ (CM) ในอัตราที่แตกต่างกัน	35
4.10	ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการปลูกจิงจูง่ายที่ได้รับปุ๋ยเคมี (CF) และปุ๋ยมูลไก่ (CM) ในอัตราที่แตกต่างกันในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1	38

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.11	ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการปลูกจึงจูง่ายที่ได้รับปุ๋ยเคมี (CF) และปุ๋ยมูลไก่ (CM) ในอัตราที่แตกต่างกันในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2	39
4.12	ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการปลูกจึงจูง่ายที่ได้รับปุ๋ยเคมี (CF) และปุ๋ยมูลไก่ (CM) ในอัตราที่แตกต่างกันในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3	40
4.13	บทสรุปต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเฉลี่ยของการปลูกจึงจูง่ายที่ได้รับปุ๋ยเคมี (CF) และปุ๋ยมูลไก่ (CM) ในอัตราที่แตกต่างกันทั้ง 3 ครั้งของการเก็บเกี่ยว	41



รายการสัญลักษณ์และคำย่อ

สัญลักษณ์/คำย่อ

คำเต็ม/คำจำกัดความ

RCBD

Randomized complete block design

DMRT

Duncan's new multiple range tests

AL-1

Diacetylenic spiroketal enol ether



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จิงจูฉ่าย เป็นพืชผักที่กำลังได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในการนำไปหรือยอดอ่อนมาประกอบอาหารประเภทต้ม เช่น ต้มเลือดหมูและต้มจืด เป็นต้น และมีรายงานว่า ชาวเมืองนิยมปลูกจิงจูฉ่ายไว้ในสวนใกล้บ้านเพื่อนำมาประกอบอาหาร ที่เรียกว่า ข้าวเจอกไก่ หรือ ยาต้มไก่ ที่มีการบริโภคกันอย่างแพร่หลาย (อัญชลี และคณะ, 2555) โดยชาวเมืองเชื่อว่า จิงจูฉ่ายเป็นพืชสมุนไพรพื้นบ้านที่เป็นยาบำรุงกำลังและช่วยบรรเทาอาการปวดเมื่อยจากการทำการเกษตรที่ถือเป็นอาชีพหลัก (Nguanchoo et al., 2014) จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการในจิงจูฉ่าย 100 กรัม พบว่ามีวิตามินเอสูงถึง 4,500 หน่วยสากล วิตามินซี 36 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 48 มิลลิกรัม แคลเซียม 45 มิลลิกรัม นอกจากนี้ยังมีโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เหล็กและวิตามินบี 1 วิตามินบี 2 และสารอาหารอื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย (http://www.ttiitn.com/artemisia/a_lactiflora.html) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สารสำคัญที่พบในใบของจิงจูฉ่าย ได้แก่ Diacetylenic spiroketal enol ether (AL-1) ที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในการยับยั้งการเกิดไอออนซูเปอร์ออกไซด์ (O_2^-) ในเซลล์เม็ดเลือดขาว ซึ่งไอออนซูเปอร์ออกไซด์ถือเป็นอนุมูลอิสระ (free radical) ที่สำคัญที่เป็นสาเหตุของการเกิดเซลล์มะเร็งในร่างกาย (Nakamura et al., 1998) โดยจากผลการทดลองของ Nakamura et al. (2000) พบว่า สาร AL-1 ในจิงจูฉ่ายมีคุณสมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพมากกว่าสาร Curcumin ในขมิ้น และสาร Nobiletin ในส้มแก้ว นอกจากนี้ยังพบว่ากลุ่มสาร Acetylenic compound ในใบจิงจูฉ่ายยังมีประสิทธิภาพในการใช้เป็นสารขับไล่แมลงและเป็น Antibiotic สำหรับเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคหลายชนิด ดังนั้นในการปลูกจิงจูฉ่ายจึงมักไม่พบการเข้าทำลายของแมลงหรือโรคพืช ทำให้ง่ายต่อการดูแลรักษาในระหว่างการปลูก (Yano, 1983)

ในปัจจุบันการเพาะปลูกพืชในประเทศไทย โดยส่วนใหญ่เป็นการผลิตที่พึ่งพาการใช้ปุ๋ยเคมีและยาปราบศัตรูพืช เพื่อให้สามารถผลิตผลผลิตทางการเกษตรได้เพียงพอต่อความต้องการของตลาดที่เพิ่มมากขึ้นทั้งในและต่างประเทศ โดยเฉพาะการปลูกพืชผักที่ส่วนใหญ่พบว่า เกษตรกรยังคงมีพฤติกรรมการใช้ปุ๋ยเคมีในปริมาณมากเกินความต้องการของพืชและใช้อย่างต่อเนื่องเพื่อเร่งการเจริญเติบโต (กรมวิชาการเกษตร, 2548) ซึ่งการใช้ปุ๋ยในลักษณะดังกล่าวนี้ นอกจากจะทำให้ต้นทุนในการผลิตมีมูลค่าสูงแล้ว ยังก่อให้เกิดปัญหาดินเสื่อมโทรมในระยะยาว อาทิ ดินมีความเป็นกรดมากขึ้น โครงสร้างของดินเสื่อมสภาพ และเกิดการสะสมของไนเตรตในดินและแหล่งน้ำบริเวณใกล้เคียง

(Savci, 2012) อีกทั้งยังอาจก่อให้เกิดการสะสมของสารพิษในพืชผัก เช่น ไนเตรต (Muramoto, 1999) ซึ่งเมื่อร่างกายได้รับอาหารที่มีการปนเปื้อนของสารไนเตรตในปริมาณสูง นอกจากจะก่อให้เกิดความเสี่ยงของการเกิดโรคเม็ตฮีโมโกลบินเนียที่ไนเตรตเข้าไปจับกับฮีโมโกลบินแทนที่ออกซิเจนแล้ว ไนเตรตที่เข้าสู่ร่างกายในปริมาณสูงยังสามารถชักนำให้เกิดสารไนโตรซามีนที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งในระบบทางเดินอาหาร (Santamaria, 2006) โดยจากสภาพปัญหาและผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการใช้ปุ๋ยเคมีนั้น ระบบการผลิตแบบเกษตรอินทรีย์ที่มุ่งเน้นการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมีจึงถือเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะสามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ โดยปุ๋ยอินทรีย์นอกจากจะมีประสิทธิภาพในการช่วยปรับปรุงโครงสร้างดิน เช่น การอุ้มน้ำและการถ่ายเทอากาศในดินแล้ว ยังมีธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรองและจุลธาตุที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืชรวมอยู่ด้วย อีกทั้งการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากมูลสัตว์หรือผลิตจากขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ ยังเป็นการช่วยลดปริมาณขยะและช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และยังมีรายงานว่า พืชผักที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์มีแนวโน้มของการสะสมปริมาณไนเตรตน้อยกว่าพืชผักที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมี (พัชรภรณ์ และคณะ, 2552) และพบว่า ปริมาณคุณค่าทางโภชนาการของพืชผักที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์ เช่น วิตามิน แร่ธาตุและสารต้านอนุมูลอิสระต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย มีแนวโน้มมากกว่าพืชผักที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมี (Asami et al., 2003; Kipkosgei et al., 2003; อรประภา และภานุมาศ, 2558) แต่อย่างไรก็ตาม ปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตขึ้นเองหรือวางขายในท้องตลาดส่วนใหญ่ยังคงมีปริมาณธาตุอาหารต่ำ โดยเฉพาะธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งอาจจำเป็นต้องใช้ในปริมาณมากเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของพืชและอาจทำให้เกิดค่าใช้จ่ายสูงในการขนส่งจากแหล่งจำหน่ายที่อยู่ไกล ดังนั้นการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่หาได้จากท้องถิ่น โดยเฉพาะปุ๋ยมูลสัตว์ที่หาได้ง่ายในบริเวณใกล้เคียง ก็จะช่วยลดต้นทุนจากการขนส่งได้เป็นอย่างมาก อีกทั้งการใส่ปุ๋ยคอกจะช่วยให้ดินมีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชที่สามารถปลดปล่อยอย่างช้าๆ และต่อเนื่องจากการย่อยสลายของจุลินทรีย์ และยังช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทั้งทางเคมี ฟิสิกส์และชีวภาพของดินจากการใส่หลายๆ ครั้ง (ยงยุทธ และคณะ, 2554) ดังนั้นงานทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดและอัตราการใช้ปุ๋ยมูลไก่เปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมีต่อการให้ผลผลิต การสะสมไนเตรต และสารต้านอนุมูลอิสระในจิงจูฉ่าย เพื่อเป็นแนวทางในการปลูกจิงจูฉ่ายที่ไม่พึ่งพาการใช้ปุ๋ยเคมี ที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภคและยั่งยืนต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ศึกษาอัตราปุ๋ยอินทรีย์ที่เหมาะสมต่อปริมาณและคุณภาพผลผลิตของจิงจูฉ่ายเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี

1.2.2 ศึกษาปริมาณการสะสมไนเตรตและสารต้านอนุมูลอิสระของจิงจูฉ่ายจากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี

1.2.3 ศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของจิงจูฉ่ายจากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีในอัตราที่แตกต่างกัน

1.3 ขอบเขตการวิจัย

การศึกษาวิจัยวิทยานิพนธ์นี้ เริ่มตั้งแต่การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง คือ ปุ๋ยมูลไก่ที่ผ่านกระบวนการหมักอย่างสมบูรณ์ รวมทั้งการวิเคราะห์ดินก่อนการทดลอง จากนั้นทำการศึกษาอัตราการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีที่มีการกำหนดปริมาณไนโตรเจนต่อดินปลูกทั้งหมด เพื่อศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในอัตราที่แตกต่างกันต่อการให้ผลผลิต การสะสมของไนเตรต และปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในจิงจูฉ่าย รวมทั้งทำการวิเคราะห์คุณภาพของดินหลังการทดลอง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบการให้ผลผลิตของจิงจูฉ่าย รวมทั้งการสะสมไนเตรตและสารต้านอนุมูลอิสระในจิงจูฉ่ายที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในอัตราที่แตกต่างกันเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี
2. ทราบถึงคุณภาพของดินทั้งก่อนและหลังการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีในการปลูกจิงจูฉ่าย
3. ทราบถึงแนวทางและความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจในการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการผลิตจิงจูฉ่ายอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืนต่อไป

บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 จิงจูฉ่าย

จิงจูฉ่าย (white mugwort) มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ดอกแก้วเมืองจีน หรือทางภาคเหนือเรียกกันว่า ผักดอกแก้ว มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Artemisia lactiflora* อยู่ในวงศ์ Asteraceae มีถิ่นกำเนิดมาจากทางภาคตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศจีน คือ มณฑลกุ้ยโจว จิงจูฉ่ายเป็นไม้ล้มลุก หรือไม้พุ่มขนาดเล็ก มีความสูงประมาณ 15-30 เซนติเมตร รากหรือเหง้ามีลักษณะแผ่กระจายเป็นวงกว้าง แตกกิ่งก้านสาขาหนาแน่นแผ่กว้างคลุมหน้าดิน ใบเป็นใบเดี่ยว ออกเรียงสลับ ก้านใบยาว ใบเป็นรูปรีขอบใบหยักลึกเป็น 5 แฉกและมีรอยหยักคล้ายฟันเลื่อย เนื้อใบค่อนข้างหนา สีเขียวสด มีกลิ่นหอมเนื่องจากมีน้ำมันหอมระเหย และมีรสชาติขมเล็กน้อย ดอกมีขนาดเล็กสีขาว ออกเป็นช่อตั้งตรงที่ปลายยอดและตามข้อใบ ยาวประมาณ 3-5 มิลลิเมตร เป็นดอกสมบูรณ์เพศและมีกลิ่นหอม

สำหรับคุณค่าทางโภชนาการของจิงจูฉ่าย พบว่า ในจิงจูฉ่าย 100 กรัม มีวิตามินเอสูงถึง 4,500 หน่วยสากล วิตามินซี 36 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 48 มิลลิกรัม แคลเซียม 45 มิลลิกรัม นอกจากนี้ยังมีโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เหล็กและวิตามินบี 1 วิตามินบี 2 และสารอาหารอื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย (http://www.ttiitn.com/artemisia/a_lactiflora.html) ซึ่งประมาณ 3.6% ของน้ำหนักใบ ประกอบไปด้วยสาร Sesquiterpene lactones ซึ่งมีรสชาติขมเล็กน้อยที่ช่วยในเรื่องของระบบการย่อยอาหารได้ดี นอกจากนี้ยังประกอบด้วยสาร Diacetylenic spiroketal enol ether (AL-1) ซึ่งมีประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านมะเร็งที่กำลังได้รับความสนใจอยู่ในปัจจุบัน (Nakamura et al., 1998) นอกจากนี้ยังถือเป็นพืชผักสมุนไพรที่เหมาะสมต่อผู้ป่วยโรคไต เนื่องจากเป็นผักที่มีโซเดียมต่ำ อีกทั้ง Chao et al. (2014) พบว่า สารประกอบฟีนอลิกรวมซึ่งถือเป็นสารต้านอนุมูลอิสระชนิดหนึ่งในจิงจูฉ่ายมักพบในรูปของสารฟลาโวนอล (flavonol) โดยเฉพาะสาร Morin ที่พบในปริมาณมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับพืชสมุนไพรชนิดอื่นๆ ของประเทศไต้หวันรวม 27 ชนิด

2.2 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการปลูกจิงจูฉ่าย

สำหรับการปลูกจิงจูฉ่าย นิยมขยายพันธุ์จากการปักชำ โดยเป็นพืชที่ต้องการแสงแดด ลักษณะดินที่เหมาะสมต่อการปลูกคือ เป็นดินร่วนปนทราย มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ประมาณ 5.5-7.0 ซึ่งจิงจูฉ่ายถือเป็นพืชที่ทนต่อสภาพแล้งได้ดี นอกจากนี้ยังสามารถทนต่อสภาวะอุณหภูมิต่ำ

และสูงได้ (Mecozzi, 2009) สำหรับการเตรียมดิน นิยมขึ้นเป็นแปลงปลูกสูงประมาณ 10 เซนติเมตร ซึ่งมีความกว้างและความยาวไม่จำกัดขึ้นอยู่กับพื้นที่ของแต่ละแปลงปลูกและทำการขุดหลุมในแปลง เพื่อนำต้นกล้าลงปลูก โดยมีการรองก้นหลุมด้วยปุ๋ยมูลสัตว์และนิยมให้ปุ๋ยยูเรียหลังจากปลูกประมาณ 1 สัปดาห์ และสามารถเก็บเกี่ยวหลังจากปลูกแปลงประมาณ 3 สัปดาห์ (<http://www.rakbankerd.com/agriculture/page.php?id=4256&s=tblplant>) ซึ่งจะเห็นได้ว่า ปุ๋ยถือเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญและมีสัดส่วนของต้นทุนที่ค่อนข้างสูงต่อการผลิตจึงดูง่าย

2.3 ปุ๋ย

ปุ๋ย ตามพระราชบัญญัติ ปุ๋ย พ.ศ. 2550 ฉบับที่ 2 (แก้ไขเพิ่มเติม) มีความหมายรวมถึงตั้งแต่ สารอินทรีย์ อินทรีย์สังเคราะห์ อนินทรีย์ หรือจุลินทรีย์ ที่ไม่ว่าจะเกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือทำขึ้นก็ตาม เพื่อใช้เป็นธาตุอาหารพืชได้ ไม่ว่าจะโดยวิธีใดหรือทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี กายภาพหรือชีวภาพในดิน เพื่อบำรุงความเติบโตแก่พืช โดยสามารถแบ่งประเภทของปุ๋ยได้เป็น 3 ประเภท คือ

- (1) ปุ๋ยเคมี หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากสารอนินทรีย์ หรืออินทรีย์สารสังเคราะห์
- (2) ปุ๋ยอินทรีย์ หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากวัสดุอินทรีย์ ซึ่งผลิตด้วยกรรมวิธีทำให้ขึ้น สับ หมัก บด ร่อน หรือด้วยวิธีการอื่นและวัสดุอินทรีย์ต้องผ่านการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพก่อนพืชจึงนำไปใช้ประโยชน์ได้
- (3) ปุ๋ยชีวภาพ หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากการนำจุลินทรีย์ที่มีชีวิตที่สามารถสร้างธาตุอาหาร หรือช่วยให้ธาตุอาหารเป็นประโยชน์กับพืช มาใช้ในการปรับปรุงดินทางชีวภาพ ทางกายภาพ หรือทางเคมี (ทิพวรรณ, 2542)

2.3.1 ปุ๋ยอินทรีย์

ปุ๋ยอินทรีย์ถือเป็นปุ๋ยที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุอาหารพืชเป็นองค์ประกอบและถือเป็นแหล่งของอินทรีย์วัตถุที่สำคัญ ซึ่งประโยชน์ของอินทรีย์วัตถุในปุ๋ยอินทรีย์มีผลต่อดินทั้งในด้านสมบัติทางเคมี กายภาพ และชีวภาพ สำหรับประโยชน์ต่อสมบัติทางเคมี กล่าวคือ เมื่ออินทรีย์วัตถุในปุ๋ยอินทรีย์เกิดการย่อยสลายจะค่อยๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารพืชออกมา ทั้งธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุ ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้อย่างต่อเนื่องในระยะยาว อีกทั้งปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ได้จากปุ๋ยอินทรีย์ยังช่วยเพิ่มความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก ทำให้ธาตุอาหารพืชในดินถูกดูดซับเอาไว้ไม่ให้เกิดการสูญเสียไปกับการชะล้าง ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์ธาตุอาหารให้กับพืช

ได้อีกทางหนึ่ง และหากพิจารณาถึงประโยชน์ของปุ๋ยอินทรีย์ต่อดินในด้านสมบัติทางกายภาพ พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่เพิ่มขึ้นจากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ จะทำให้ดินมีความร่วนซุย สามารถระบายน้ำและ ถ่ายเทอากาศได้ดีขึ้น เนื่องจากในขณะที่จุลินทรีย์ย่อยสลายเศษวัสดุอินทรีย์ในปุ๋ยอินทรีย์ จะสร้างสาร บางชนิดขึ้นมาซึ่งถือเป็นตัวเชื่อมอนุภาคดินให้เกิดเป็นเม็ดดินและเกิดช่องว่างในดินมากขึ้น นอกจากนี้ สำหรับประโยชน์ต่อสมบัติทางชีวภาพของดิน พบว่า อินทรีย์วัตถุในปุ๋ยอินทรีย์ถือเป็น แหล่งอาหารที่สำคัญของจุลินทรีย์ในดินซึ่งส่วนใหญ่ต้องการพลังงานและธาตุอาหารจากการย่อย สลายอินทรีย์วัตถุ จึงเป็นการเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ในดินที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืชอีก ด้วย ดังนั้นการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มและยกระดับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน และส่งเสริมให้ดินมีสมบัติที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชมากยิ่งขึ้น (มุกดา, 2545)

2.3.2 ประเภทของปุ๋ยอินทรีย์

2.3.2.1 ปุ๋ยคอก

ได้แก่ มูลสัตว์ต่างๆ ที่อยู่ในรูปของเหลวและของแข็ง ส่วนใหญ่เป็นมูลสัตว์เลี้ยง เช่น มูลวัว ไก่ เป็ด เป็นต้น มูลสัตว์เหล่านี้ประกอบด้วยอุจจาระและปัสสาวะของสัตว์ ซึ่งเป็นส่วนของซาก พืชและซากสัตว์ที่ผ่านกระบวนการย่อยสลายจากระบบย่อยของสัตว์ (มุกดา, 2545) ซึ่งธาตุอาหารพืช จากปุ๋ยคอกส่วนใหญ่จะมีปริมาณและอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของ สัตว์และอาหารที่สัตว์กินเข้าไป (ตารางที่ 2.1)

ตารางที่ 2.1 ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยคอก

ชนิดปุ๋ย	%ไนโตรเจนทั้งหมด	%ฟอสฟอรัสทั้งหมด	%โพแทสเซียมทั้งหมด
มูลวัว	0.3 - 1.2	0.2 - 0.4	0.2 - 3.1
มูลไก่	1.2 - 4.9	0.7 - 4.1	0.5 - 3.5
มูลหมู	0.6 - 2.2	0.2 - 0.5	0.4 - 1.3
มูลเป็ด	0.8 - 3.7	1.2 - 3.0	0.4 - 1.6
มูลค้างคาว	0.1 - 2.9	0.3 - 16.0	0.3 - 18.3

ที่มา: จงรักษ์ (2541)

ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยมูลไก่มักแตกต่างกันตามสภาพของการเลี้ยง เช่น มูลไก่ไข่ ซึ่งเลี้ยงในกรงตับ โดยส่วนใหญ่จะไม่มีวัสดุรองพื้นปน ส่วนมูลไก่กระทางซึ่งเลี้ยงรวมกันบนพื้นคอกที่เป็นดินหรือพื้นคอนกรีตซึ่งมักมีวัสดุรองพื้นคอก เช่น แกลบและขี้เลื่อยปนอยู่ด้วย ซึ่งมูลไก่ที่

ประกอบด้วยวัสดุรองพื้นคอกมักจะมีปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสต่ำกว่ามูลไก่สด (ตารางที่ 2.2) เนื่องจากบางส่วนได้สูญหายไประหว่างอยู่ในคอก หรือเจือจางลงเนื่องจากมีวัสดุอื่นปะปน (Sims and Wolf, 1994) โดยมูลไก่ขังกรงและมูลไก่ที่มีวัสดุรองพื้นเป็นองค์ประกอบรวมจะมีไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียมเป็นหลัก ประมาณร้อยละ 30 ของไนโตรเจนทั้งหมด แต่ในมูลไก่สดจะมีไนโตรเจนในรูปของกรดยูริกเป็นองค์ประกอบสำคัญ (ยงยุทธ, 2552)

ตารางที่ 2.2 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของธาตุอาหารในมูลไก่ถ่ายใหม่ มูลไก่ขังกรงและมูลไก่ในวัสดุรองพื้นคอก

ธาตุอาหาร	มูลไก่ถ่ายใหม่	มูลไก่ขังกรง	มูลไก่ในวัสดุรองพื้นคอก
N (%)	6.1	4.4	3.9
NH ₄ (%)	0.6	1.5	1.1
P (%)	2.2	1.9	1.9
K (%)	2.0	2.8	2.4
S (%)	-*	0.7	0.7
Ca (%)	8.1	10.4	2.4
Mg (%)	1.0	1.4	0.7
Cu (mg/kg)	-	160	377
Mn (mg/kg)	-	296	355
Zn (mg/kg)	-	226	341

* ไม่มีข้อมูล

ที่มา: Sims and Wolf (1994)

ไนโตรเจนในปุ๋ยมูลไก่ ประกอบด้วย 4 ส่วนสำคัญ ได้แก่ 1) สารประกอบเชิงซ้อนในขนและอาหารที่ย่อยสลายยาก 2) อินทรีย์สารที่แปรสภาพได้ เช่น กรดยูริก ซึ่งจะถูกเอนไซม์ Uricase เปลี่ยนให้เป็นยูเรีย แล้วยูเรียจะถูกเอนไซม์ Urease ย่อยและเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียม 3) แอมโมเนียมไนโตรเจน (NH₄ - N) และ 4) ไนเตรตไนโตรเจน (NO₃ - N) โดยปกติไนโตรเจน ในรูปไนเตรตจะไม่มีในมูลสด แต่พบในมูลเก่าซึ่งอยู่ในสภาพขึ้นและมีออกซิเจนเพียงพอ สำหรับความเข้มข้นของไนโตรเจนในมูลไก่จะแตกต่างกันตามขนาดของชิ้นส่วน โดยพวกที่มีขนาดเท่ากับหรือเล็กกว่า 0.83 มิลลิเมตร จะมีไนโตรเจนมากกว่าพวกที่มีชิ้นขนาดใหญ่ (Scanes et al., 2004) โดยจากผลการทดลอง

ของ ดำริและองอาจ (2520) พบว่า ในการปลูกข้าวโพด หากต้องการใส่ปุ๋ยมูลไก่เพื่อให้ได้ผลผลิต เท่ากับให้ปุ๋ยเคมี สูตร 20-20-0 ปริมาณ 50 กิโลกรัมต่อไร่ จะต้องใส่มูลไก่ไม่น้อยกว่า 600 กิโลกรัม ต่อไร่ ซึ่งหมายความว่าถึงจะต้องใช้มูลไก่ไม่ต่ำกว่า 12 กิโลกรัม จึงจะเพิ่มผลผลิตพืชได้เท่ากับปุ๋ยเคมี 1 กิโลกรัม

2.3.2.2 ปุ๋ยพืชสด

หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากการไถพรวนกลบพืชและคลุกเคล้าลงสู่ดินเพื่อปรับปรุงสมบัติ ของดินให้ดีขึ้น โดยได้จากการไถกลบเศษซากพืชที่เหลือจากการเก็บเกี่ยวแล้ว หรือปลูกพืชบางชนิด ซึ่งเมื่อเจริญเติบโตถึงระยะที่พืชเริ่มออกดอกถึงระยะดอกบานจะไถกลบลงในดิน และหลังจากซากพืช ย่อยสลายโดยสมบูรณ์แล้วจึงปลูกพืชหลักหรือพืชเศรษฐกิจต่อไป สำหรับพืชที่นิยมปลูกเพื่อทำเป็นปุ๋ย พืชสด ได้แก่ พืชตระกูลถั่ว ยกตัวอย่างเช่น ปอเทือง ถั่วเขียว และสนนแอฟริกัน เป็นต้น (มุกดา, 2545)

2.3.2.3 ปุ๋ยหมัก

หมายถึง ปุ๋ยที่ได้รับจากการหมักสารอินทรีย์ให้สลายตัวผู้ฟ่งตามธรรมชาติ โดยนำสิ่ง เหล่านี้มากองรวมกัน รดน้ำให้ชื้น แล้วปล่อยให้ทิ้งไว้ให้เกิดการย่อยสลายตัวโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ จึงนำไปใช้ปรับปรุงดิน ในการเตรียมกองปุ๋ยหมัก อาจใส่ปุ๋ยเคมีเพื่อช่วยเร่งกิจกรรมของจุลินทรีย์ และ เป็นการเพิ่มคุณค่าทางด้านธาตุอาหารของปุ๋ยหมักด้วย (ทิพวรรณ, 2542)

2.4 อิทธิพลของปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิต

ปุ๋ยถือเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญและมีสัดส่วนของต้นทุนที่ค่อนข้างสูงต่อการผลิตพืชผัก แต่ อย่างไรก็ตาม หลายประเทศมักประสบกับปัญหาการใช้ปุ๋ย โดยเฉพาะปุ๋ยเคมีที่ใช้ในปริมาณมากเกินไป ความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชผัก ซึ่งนอกจากจะส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้นแล้ว ยัง ก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ อาทิ ดินเสื่อมสภาพจากการใช้ปุ๋ยเคมีเป็นเวลานาน อีกทั้งปัญหาการปนเปื้อน และการสะสมของสารไนเตรตทั้งในดิน น้ำ และในผลผลิตพืชผักที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค จาก ปัญหาดังกล่าว จึงได้มีการวิจัยที่มุ่งเน้นการลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีในการผลิตพืชผัก โดยมีรายงาน การศึกษาประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และ/หรือปุ๋ยหมัก เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี หรือการใช้ปุ๋ย อินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในการผลิตพืชผักชนิดต่างๆ เช่น Paudel et al. (2004) ได้ศึกษาผลของการใช้ ปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ ปุ๋ยมูลโค ปุ๋ยมูลไก่ และปุ๋ยมูลเป็ด เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี หรือการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ด้วยกันหรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี ในอัตรา 81 กิโลกรัม N ต่อเฮคตาร์ (13 กิโลกรัม N ต่อไร่) ในทุกกรรมวิธี ต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตต้นผักกาดหอมใบ พันธุ์ Green fancy

โดยพบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 4.7 ตันต่อเฮคตาร์ (752 กิโลกรัมต่อไร่) เพียงอย่างเดียว ให้ผลของ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ ได้แก่ ปุ๋ยรองพื้น: ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 312 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์ (50 กิโลกรัมต่อไร่) และปุ๋ยแต่งหน้าดิน: แอมโมเนียมซัลเฟต (21% N) อัตรา 164 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์ (26 กิโลกรัมต่อไร่) หรือการใส่ปุ๋ยมูลไก่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 2.35 ตันต่อเฮคตาร์ (376 กิโลกรัมต่อไร่) ร่วมกับ ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 156 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์ (25 กิโลกรัมต่อไร่) และปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21%N) อัตรา 82 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์ (13 กิโลกรัมต่อไร่) ส่วน ฉัญพรรณพร (2551) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพ ของปุ๋ยที่ทำการหมักจากเศษผักและผลไม้ ในอัตราต่างๆ กัน เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีสูตร 20-10-10 พบว่า การใช้ปุ๋ยหมัก 3 ตันต่อไร่ ทำให้ผักกาดหอมมีการเจริญเติบโตและผลผลิตไม่แตกต่างทางสถิติ กับการใช้ปุ๋ยเคมี 25 กิโลกรัมต่อไร่ นอกจากนี้พบว่า ปริมาณธาตุไนโตรเจนในผักกาดหอม สำหรับการ ใช้ปุ๋ยหมัก อัตรา 3 6 และ 9 ตันต่อไร่ ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยเคมี อัตรา 25 และ 50 กิโลกรัมต่อไร่ และพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักทุกๆ อัตราในการผลิตผักกาดหอม ทำให้ผักกาดหอมมี คุณภาพที่ดีขึ้น กล่าวคือ มีการสะสมของสารตะกั่วลดลง

อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีรายงานเกี่ยวกับการศึกษาประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่อการ เจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิตของจิงจูฉ่าย แต่พบว่า มีการวิจัยเกี่ยวกับอิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์และ ปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและสารสำคัญในพืชสกุลเดียวกัน อาทิ Malik et al. (2013) ได้ ทำการศึกษาชนิดของปุ๋ยอินทรีย์ที่แตกต่างกันต่อการเจริญเติบโตและ ปริมาณ Artemisinin ซึ่งเป็น สารสำคัญที่ช่วยรักษาโรคมาลาเรีย ใน *Artemisia annua* L. โดยจากผลการทดลองพบว่า การให้ ปุ๋ยกากตะกอนจากโรงบำบัดน้ำเสีย (sewage sludge biosolid) ทำให้การเจริญเติบโตและปริมาณ ผลผลิต รวมทั้ง ปริมาณสาร Artemisinin ทั้งในใบและลำต้นมากกว่าการให้ปุ๋ยที่ได้จากของเสียใน โรงงานน้ำตาล (composed sugarcane pressmud) และปุ๋ยหมักจากเศษวัสดุทางการเกษตร (farmyard manure) และยังพบว่า ระยะเวลาการเก็บเกี่ยวที่ 150 วันหลังปลูก ทำให้ได้สาร Artemisinin ทั้งในใบและลำต้นมากกว่า การเก็บเกี่ยวที่ระยะ 120 และ 180 วันหลังปลูก นอกจากนี้ Omer et al. (2014) ที่ทำการศึกษผลของการให้ปุ๋ยไนโตรเจนและโพแทสเซียมที่แตกต่างกันต่อการ เจริญเติบโต ปริมาณผลผลิต น้ำมันหอมระเหยและปริมาณสาร Artemisinin ของ *Artemisia annua* L. พบว่า การให้ปุ๋ยไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณสาร Artemisinin แต่การให้ปุ๋ย โพแทสเซียมกลับทำให้ปริมาณสารสำคัญชนิดนี้มีค่าลดลง นอกจากนี้ยังพบว่า เปรอร์เซ็นต์น้ำมันหอม ระเหยที่สกัดได้มีค่าลดลงเมื่อให้ปุ๋ยไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น โดย Ferreira (2007) ได้รายงาน ว่า ธาตุ ไนโตรเจนและปริมาณปูนถือเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชตระกูล Artemisia ซึ่ง มี ความสำคัญมากกว่าธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม นอกจากนี้ การขาดไนโตรเจนจะทำให้ปริมาณ

สารสำคัญ ได้แก่ Artemisinin, Artemisinic acid และ Dihydroartemisinic acid มีค่าลดลงมากกว่าการขาดธาตุฟอสฟอรัสหรือโพแทสเซียม ส่วน Nik et al. (2011) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบของ *Artemisia annua* L. โดยจากผลการทดลองพบว่า การให้ปุ๋ยมูลไส้เดือนร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตรไนโตรเจนและฟอสฟอรัสอย่างละ อัตรา 80 กิโลกรัมต่อเฮกเตอร์ ทำให้ได้ปริมาณคลอโรฟิลล์ที่ดีที่สุด แต่อย่างไรก็ตาม พบว่า การให้ปุ๋ยมูลไส้เดือนเพียงอย่างเดียวอัตรา 10 กิโลกรัมต่อเฮกเตอร์ ทำให้ได้ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมมากกว่าการให้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว สูตรไนโตรเจนและฟอสฟอรัส อัตรา 80 และ 40 กิโลกรัมต่อเฮกเตอร์ตามลำดับ

สำหรับรายงานเกี่ยวกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงโดยเฉพาะของกรมพัฒนาที่ดิน ในการผลิตพืช นั้น ยังมีอยู่อย่างจำกัด ซึ่งยังไม่มีรายงานเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงของกรมพัฒนาที่ดินในการผลิตจึงดูง่าย แต่อย่างไรก็ตาม ได้มีงานวิจัยในพืชชนิดอื่นๆ อาทิ เกศศิริพันธ์ และคณะ (2556) ได้ศึกษาผลของถ่านชีวภาพ และ/หรือร่วมกับปุ๋ยชนิดต่างๆ ของกรมพัฒนาที่ดิน ได้แก่ น้ำหมักชีวภาพ พด.2 ปุ๋ยหมัก พด.1 ปุ๋ยชีวภาพ พด.12 และปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง เปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมี โดยพบว่า การใช้ถ่านชีวภาพไม่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตของผักคะน้า แต่อย่างไรก็ตาม พบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง (N 3.28% : P₂O₅ 1.61% : K₂O 3.10%) ทำให้ผลผลิตและความสูงของต้นคะน้าทั้ง 2 ปีทำการปลูกเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 25-7-7 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ เพียงอย่างเดียว ส่วน โสฬส (2556) ที่ทำการศึกษาปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงชนิดต่างๆ เปรียบเทียบหรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของมันสำปะหลัง พบว่า ปริมาณผลผลิตของมันสำปะหลังที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน มีแนวโน้มมากกว่า การใช้ปุ๋ยเคมีทั้งตามอัตราแนะนำของกรมวิชาการเกษตรและอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน แม้ว่าความสูงจะไม่มี ความแตกต่างทางสถิติ เช่นเดียวกับกับ สุภา และคณะ (2555) ที่ทำการศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง (N 2.45% : P₂O₅ 10.21% : K₂O 1.29%) เปรียบเทียบหรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของแก้วมังกร โดยพบว่า ปริมาณผลผลิตของแก้วมังกรในปีการผลิตปีแรกของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง มีค่าไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยเคมีทั้งอัตราแนะนำของกรมวิชาการเกษตรและอัตราที่เกษตรกรใช้ทั่วไป แต่อย่างไรก็ตาม ในปีการผลิตปีที่ 2 พบว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงให้ผลผลิตสูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีทั้ง 2 อัตรา และพบว่า คุณภาพความหวานของผลผลิตแก้วมังกรที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง มีค่ามากกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีทั้ง 2 อัตรา นอกจากนี้ คำนิง และคณะ (2555) ที่ศึกษาผลของปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ และปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงต่อการเจริญเติบโต การให้ผลผลิตและคุณสมบัติของดินในการปลูกข้าวโพดหวาน พบว่า แม้ว่าความสูงของต้นข้าวโพดหวานที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 350

กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวหรือใช้ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง แต่อย่างไรก็ตาม ผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงต่อคุณสมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลอง พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ไนโตรเจน แคลเซียม และ แมกนีเซียม มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนทดลอง ในขณะที่ดินที่ให้ปุ๋ยเคมีกลับมีแนวโน้มทำให้คุณสมบัติทางเคมีของดินดังกล่าวลดลง

จากงานวิจัยข้างต้นจะเห็นได้ว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงมีผลต่อทั้งปริมาณและคุณภาพของผลผลิตพืชแต่ละชนิดโดยเฉพาะพืชผักใบ ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของปุ๋ยอินทรีย์และอัตราการใช้ปุ๋ยในการผลิต โดยพบว่า ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากมูลสัตว์ นิยมใช้ปุ๋ยมูลไก่เนื่องจากหาได้ง่ายและมีราคาถูก และปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงนิยมใช้ปุ๋ยที่มีส่วนประกอบของธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ที่สูงเกินค่ามาตรฐานของกรมวิชาการเกษตรกำหนดไว้ ($N \geq 1.0\% : P_2O_5 \geq 0.5\% : K_2O \geq 0.5\%$)

2.5 คลอโรฟิลล์

คลอโรฟิลล์เป็นรงควัตถุสีเขียวที่พบอยู่ในคลอโรพลาสต์ และถือเป็นรงควัตถุที่พบมากที่สุดใบพืช ซึ่งทำหน้าที่สำคัญในการดูดพลังงานแสงและกระตุ้นปฏิกิริยาแสงในกระบวนการสังเคราะห์แสง ลักษณะโครงสร้างของคลอโรฟิลล์ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนหัวซึ่งมีลักษณะเป็นแบบวงแหวน 4 วง โดยมีแมกนีเซียมไอออน (Mg^{2+}) เป็นอะตอมกลาง และมีไนโตรเจนล้อมรอบ 4 แขน ซึ่งทำหน้าที่ในการดูดพลังงานแสงและมีส่วนหางที่เป็นไฮโดรคาร์บอนช่วยยึดตรงควัตถุกับระบบแสง ซึ่งคลอโรฟิลล์มีหลากหลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดก็มีโครงสร้างแตกต่างกัน ทำให้ความสามารถในการดูดแสงแตกต่างกันไปด้วย เช่น คลอโรฟิลล์เอ บี ซี และดี เป็นต้น (สมบุญ, 2544) นอกจากนี้ มักพบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์มักมีค่าแปรผันตามระดับการให้ไนโตรเจนแก่พืช (Thomson and Trich, 1975) โดยจากการศึกษาของ อรประภา และภานุมาศ (2558) ที่เปรียบเทียบการให้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่ระดับไนโตรเจนแตกต่างกันต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ในผักกาดหอม พบว่า การให้ปุ๋ยในระดับไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ต้นผักกาดหอมมีปริมาณคลอโรฟิลล์รวมเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า การให้ปุ๋ยมูลไก่คุณภาพสูงทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบมีค่ามากกว่าการให้ปุ๋ยเคมีเมื่อเปรียบเทียบกับที่ระดับ 1 กรัมไนโตรเจนที่เท่ากัน

2.6 การสะสมไนเตรตในพืชผัก

ธาตุไนโตรเจนเป็นธาตุที่มีความสำคัญและมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของพืชเป็นอย่างมาก ซึ่งไนโตรเจนในดินที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ส่วนใหญ่มีอยู่ 3 รูปแบบ ได้แก่ รูปของแอมโมเนียม (NH_4^+) ไนเตรต (NO_3^-) และยูเรีย ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) แต่การใช้ประโยชน์ของแหล่งไนโตรเจนที่พืชได้รับส่วนใหญ่อยู่ในรูปของไนเตรต ซึ่งพืชสามารถเจริญเติบโตได้แม้จะได้รับเฉพาะไนโตรเจนที่อยู่ในรูปไนเตรตเพียงอย่างเดียว โดยเมื่อไนเตรตเข้าสู่เซลล์พืชจะเข้าสู่กระบวนการรีดิวซ์จนได้เป็นแอมโมเนียมแล้วจึงเข้าไปรวมกับสารอินทรีย์บางชนิดเพื่อสังเคราะห์เป็นกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช (ยงยุทธ, 2552) ส่วนสารไนเตรตที่พืชดูดเข้าไปมากเกินไปและไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ จะถูกเก็บสะสมไว้ในแวคิวโอลของเซลล์พืชเพื่อรอการนำไปสังเคราะห์เป็นกรดอะมิโนต่อไป ซึ่งปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการสะสมของไนเตรตในพืช ได้แก่ ระบบการปลูก ฤดูกาล ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่พืชได้รับ ความเข้มของแสง และอุณหภูมิ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพของพืช เช่น ชนิดพืช อายุและส่วนของพืช เป็นต้น (ภาณุมาศ และนภาพร, 2551; Shimada and Ko, 2004; พัชราภรณ์ และคณะ, 2552) โดยจากการศึกษาของ Kopke (2003) พบว่า การปลูกแครอทโดยการใส่ปุ๋ยหมักติดต่อกันเป็นระยะเวลา 3 ปี ทำให้ปริมาณของไนเตรตในหัวแครอทมีค่าสูงสุดอยู่ที่ 200 ppm ในขณะที่หัวแครอทที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีกลับพบว่า ปริมาณของไนเตรตในหัวแครอทมีค่าสูงสุดอยู่ที่ 369 ppm แต่อย่างไรก็ตาม ผักใบที่มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น เช่น ผักกาดหอมและปวยเล้ง มักมีความเสี่ยงต่อการสะสมไนเตรตมากกว่าผักที่รับประทานส่วนรากและหัว เช่น แครอท มันฝรั่ง เป็นต้น ซึ่งการบริโภคพืชผักหรืออาหารชนิดต่างๆ ที่มีการสะสมของสารไนเตรตที่มากเกินไป อาจทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ โดยเมื่อไนเตรตเข้าสู่ร่างกายจะเกิดการเปลี่ยนรูปไปเป็นไนไตรท์และเปลี่ยนรูปต่อไปเป็นไนโตรซามีนและไนโตรซามาइटจากการทำปฏิกิริยากับสารประกอบเอมีนและเอไมด์ ซึ่งสารพวกไนโตรซามีนและไนโตรซามาइटถือเป็นสารก่อมะเร็งที่สำคัญอย่างหนึ่งโดยเฉพาะมะเร็งในกระเพาะอาหาร นอกจากนี้ความเป็นพิษของไนเตรตที่มีการเปลี่ยนรูปไปเป็นไนไตรท์จากการทำปฏิกิริยาของแบคทีเรียในช่องปาก ยังส่งผลทำให้เกิดภาวะขาดออกซิเจน โดยไนไตรท์จะเข้าไปทำปฏิกิริยาออกซิเดชันเปลี่ยนรูปของเฟอร์รัสไอออน (Fe^{2+}) ในฮีโมโกลบิน (hemoglobin) ให้กลายเป็นเฟอร์ริกไอออน (Fe^{3+}) เกิดเป็นเมทีโมโกลบิน (methaemoglobin) ซึ่งทำให้เกิดความบกพร่องในการลำเลียงออกซิเจนจากปอดไปสู่ร่างกาย ทำให้สมองขาดออกซิเจนและเกิดภาวะเป็นลมหมดสติหรือเกิดอาการชักได้ (Umar and Iqbal, 2007; Kopke, 2003)

สำหรับค่ามาตรฐานของปริมาณไนเตรตในพืชผัก กลุ่มสหภาพยุโรปได้มีการกำหนดค่าสูงสุดของปริมาณไนเตรตที่ยอมรับได้และปลอดภัยต่อผู้บริโภคในผักบางชนิด ได้แก่ ผักกาดหอม และผัก

โคม ซึ่งได้กำหนดปริมาณไนเตรตไว้ในข้อกำหนด European Commission Regulation (EC) No.466/2001 ซึ่งจัดทำขึ้นตั้งแต่ปี ค.ศ. 2001 และได้มีการปรับปรุงเป็นข้อกำหนด European Commission Regulation (EC) No.1881/2006 ในปี ค.ศ. 2006 (ตารางที่ 2.3) ที่กำหนดไว้อยู่ในช่วงระหว่าง 2,000 - 4,500 มิลลิกรัม NO_3^- ต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด ซึ่งค่าสูงสุดของปริมาณไนเตรตที่กำหนดไว้มีค่าแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสภาพและฤดูกาลที่เพาะปลูก กล่าวคือ ค่าสูงสุดของปริมาณไนเตรตที่กำหนดไว้สำหรับผักที่ปลูกในสภาพโรงเรือนและปลูกในฤดูหนาวจะมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้สำหรับผักที่ปลูกในสภาพกลางแจ้งและปลูกในฤดูร้อน (European Commission, 2006)

ตารางที่ 2.3 ค่าสูงสุดของปริมาณไนเตรตที่กำหนดไว้ใน Commission Regulation (EC) No.1881/2006

Foodstuff		Maximum level (mg nitrate/kg)
Fresh spinach	Harvested 1 October to 31 March	3,000
(<i>Spinacia oleracea</i>)	Harvested 1 April to 30 September	2,500
Preserved, deep-frozen or frozen spinach		2,000
Fresh lettuce	Harvested 1 October to 31 March:	
(<i>Lactuca sativa</i> L.)	lettuce grown under cover	4,500
(protected and open- grown lettuce) excluding	lettuce grown in the open air	4,000
lettuce listed below	Harvested 1 April to 30 September	
	lettuce grown under cover	3,500
	lettuce grown in the open air	2,500
Iceberg-type lettuce	Lettuce grown under cover	2,500
	Lettuce grown in the open air	2,000
Processed cereal-based foods and baby foods for infants and young children		200

2.7 สารประกอบฟีนอลิก

สารประกอบฟีนอลิก ถือเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ได้รับจากภายนอกร่างกายมนุษย์ และพบได้มากในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร เช่น ผัก ผลไม้ และชาเขียว เป็นต้น โดยในธรรมชาติพบสารประกอบฟีนอลิกมากกว่า 8,000 ชนิด นับตั้งแต่โมเลกุลขนาดเล็ก เช่น กรดฟีนอลิก ฟีนิลโพรพานอยด์ และฟลาโวนอยด์ เป็นต้น ไปจนถึงโมเลกุลที่มีโครงสร้างซับซ้อน เช่น ลิกนิน เมลานิน และแทนนิน เป็นต้น (โอภา และคณะ, 2549) สารประกอบฟีนอลิกถือเป็นสารที่มีบทบาทต่อสุขภาพของมนุษย์ ซึ่งนอกจากจะช่วยลดปริมาณคลอเรสเตอรอลในร่างกายและมีฤทธิ์ต้านเชื้อโรคหลายชนิด เช่น แบคทีเรียและไวรัส แล้ว ยังถือเป็นสารที่ช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็ง ความดันโลหิตสูง และโรคหัวใจ (Stratil et al., 2006; Maizura et al., 2011) ซึ่งการที่สารประกอบฟีนอลิกมีคุณสมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระนั้น มีผลมาจากโครงสร้างของสารประกอบฟีนอลิกมีลักษณะเป็นวงแหวนอะโรมาติกที่มีความสามารถในการถ่ายทอดอิเล็กตรอนหรือไฮโดรเจนได้ดีและสามารถจับกับอนุมูลอิสระได้อย่างรวดเร็ว จึงถือเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพมากกว่าวิตามินต่างๆ เช่น วิตามินซี และวิตามินอี เป็นต้น (Rice-Evans et al., 1997) พืชผักส่วนใหญ่ถือเป็นแหล่งของสารประกอบฟีนอลิกที่สำคัญและเป็นประโยชน์ต่อร่างกาย โดย Chao et al. (2014) พบว่าสารประกอบฟีนอลิกรวมในจิงจูฉ่ายมักพบในรูปของสารฟลาโวนอล (flavonol) โดยเฉพาะสาร Morin ที่พบในปริมาณมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับภายในพืชสมุนไพรของประเทศได้วันทั้งหมด 27 ชนิด นอกจากนี้ ยังมีรายงานเกี่ยวกับปริมาณสารสำคัญในพืชที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี ที่พบว่า พืชที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์มีปริมาณสารสำคัญมากกว่าพืชที่ปลูกในระบบเกษตรเคมี อาทิ Rajasheker et al. (2012) พบว่า การปลูกผักกาดหอมในระบบเกษตรอินทรีย์ที่มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทำให้ปริมาณของกรดซาลิซิลิกซึ่งเป็นสารประกอบฟีนอลิกชนิดหนึ่ง มีปริมาณเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกในระบบเกษตรเคมีทั่วไป ซึ่งแนวโน้มดังกล่าวยังพบได้ในพืชชนิดอื่นๆ ยกตัวอย่างเช่น มันฝรั่ง (Hamouz et al., 1999) หัวหอม (Ren et al., 2001) และมะเขือเทศ (Mitchell et al., 2007) เป็นต้น

บทที่ 3 วิธีการวิจัย

3.1 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design , RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ (แปลง) ประกอบด้วย 6 กรรมวิธี ได้แก่

- | | |
|---------------|---|
| กรรมวิธีที่ 1 | ไม่ใส่ปุ๋ย (Control) |
| กรรมวิธีที่ 2 | ปุ๋ยเคมี อัตรา 10.65 กิโลกรัม N ต่อไร่ (CF 10.65 N) โดยใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 25-7-7 อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ (3.75 กิโลกรัม N ต่อไร่) และปุ๋ยยูเรีย 46-0-0 อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ (6.90 กิโลกรัม N ต่อไร่) |
| กรรมวิธีที่ 3 | ปุ๋ยเคมี อัตรา 21.30 กิโลกรัม N ต่อไร่ (CF 21.30 N) โดยใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 25-7-7 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ (7.50 กิโลกรัม N ต่อไร่) และปุ๋ยยูเรีย 46-0-0 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ (13.80 กิโลกรัม N ต่อไร่) |
| กรรมวิธีที่ 4 | ใส่ปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 538 กิโลกรัมต่อไร่ (10.65 กิโลกรัม N ต่อไร่) (CM 10.65 N) |
| กรรมวิธีที่ 5 | ใส่ปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 1,076 กิโลกรัมต่อไร่ (21.30 กิโลกรัม N ต่อไร่) (CM 21.30 N) |
| กรรมวิธีที่ 6 | ใส่ปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 1,613 กิโลกรัมต่อไร่ (31.95 กิโลกรัม N ต่อไร่) (CM 31.95 N) |

3.2 ปุ๋ยสำหรับการทดลอง

3.2.1 ปุ๋ยมูลไก่ เป็นมูลไก่จากฟาร์มไก่เนื้อ ใน อำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรีที่ผ่านการหมัก และตากแห้งก่อนบรรจุถุงก่อนวางจำหน่ายในร้านขายวัสดุทางการเกษตร (ตารางที่ 3.1)

3.2.2 ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยเคมีที่ใช้ในกรรมวิธี คือ ปุ๋ยสูตร 25-7-7 และปุ๋ยยูเรีย 46-0-0

ตารางที่ 3.1 สมบัติทางเคมีของปุ๋ยมูลไก่สำหรับการทดลอง

สมบัติทางเคมี	ปุ๋ยมูลไก่	ปุ๋ยอินทรีย์ตาม พรบ.ปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550
pH ^{1/}	7.70	-
EC (ms/cm) ^{2/}	8.15	≤ 10
Organic matter (%) ^{3/}	55.93	≥ 20
Moisture (%)	20.04	≤ 30
C:N ratio ^{4/}	11.07	≤ 20 : 1
Total N (%) ^{5/}	2.93	≥ 1.0
Total P (%) ^{6/}	4.32	≥ 0.5
Total K (%) ^{7/}	3.88	≥ 0.5
Total Ca (%) ^{7/}	4.75	-
Total Mg (%) ^{7/}	3.62	-

^{1/} ความเป็นกรด/ด่าง pH ดิน:น้ำ อัตราส่วน 1:1

^{2/} ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity ;EC) ดิน:น้ำ อัตราส่วน 1:5

^{3/} ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic Matter ; OM) วิเคราะห์ด้วยวิธี Walkley and Black

^{4/} C:N ratio วิเคราะห์ด้วยวิธี Walkley and Black

^{5/} N วิเคราะห์ด้วยวิธี Kjeldahl method

^{6/} P สกัดด้วย Bray II

^{7/} K สกัดด้วย NH₄OAc pH7

3.3 การเตรียมต้นกล้า การปลูก การใส่ปุ๋ย และการดูแลรักษา

3.3.1 การเตรียมต้นกล้า

แยกหน่อจิงจูฉ่ายที่มีความสูงประมาณ 10 - 20 เซนติเมตร จากนั้นนำหน่อที่แยกไว้ลงปลูกในถาดเพาะชำขนาด 7.5 x 17.5 เซนติเมตร ที่บรรจุวัสดุเพาะ ได้แก่ แกลบดำ นำถาดเพาะชำไปวางไว้ในโรงเรือนที่มีหลังคาพลาสติก รดน้ำทุกวัน สังเกตลักษณะการออกราก

3.3.2 การปลูกและการใส่ปุ๋ย

เตรียมแปลงทดลอง โดยขุดหน้าดินความลึกประมาณ 15 - 20 เซนติเมตร ตากดินทิ้งไว้ 7 วัน แล้วย่อยดินและขึ้นแปลงขนาด 2 x 2 เมตร จำนวน 18 แปลง เมื่อต้นกล้ามีอายุ 30 วันหลังแยก

หน่อ ย้ายปลูกลงในแปลง ที่มีระยะปลูก 25 x 25 เซนติเมตร จากนั้นกลบหลุมให้เสมอกับหน้าดิน และใส่ปุ๋ย ใส่ปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 10.65, 21.30 และ 31.95 กิโลกรัม N ต่อไร่ โดยรองกันหลุมในวันปลูก ตามแผนการทดลอง ส่วนกรรมวิธีที่ให้ปุ๋ยเคมี ใส่ปุ๋ยรองพื้น คือ ปุ๋ยเคมีสูตร 25-7-7 อัตรา 3.75 กิโลกรัม N ต่อไร่ ในวันปลูก และใส่ปุ๋ยแต่งหน้า คือ ปุ๋ยยูเรีย 46-0-0 อัตรา 6.90 กิโลกรัม N ต่อไร่ ก่อนเก็บเกี่ยว 14 วัน ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 อัตราการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ในแต่ละกรรมวิธี

กรรมวิธี	ไนโตรเจน (N) (กิโลกรัม N ต่อไร่)	อัตราการใช้ (กรัมต่อตารางเมตร)
กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย	-	-
กรรมวิธีที่ 2 ปุ๋ยเคมี อัตรา 10.65 กิโลกรัม N ต่อไร่ ปุ๋ยรองพื้น ได้แก่ ปุ๋ยเคมีสูตร 25-7-7 ปุ๋ยแต่งหน้า ได้แก่ ปุ๋ยยูเรีย 46-0-0	10.65 3.75 6.90	18.80 9.40 9.40
กรรมวิธีที่ 3 ปุ๋ยเคมี อัตรา 21.30 กิโลกรัม N ต่อไร่ ปุ๋ยรองพื้น ได้แก่ ปุ๋ยเคมีสูตร 25-7-7 ปุ๋ยแต่งหน้า ได้แก่ ปุ๋ยยูเรีย 46-0-0	21.30 7.50 13.80	37.60 18.80 18.80
กรรมวิธีที่ 4 ปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 10.65 กิโลกรัม N ต่อไร่ (ประเมินจาก N = 1.98)	10.65	336
กรรมวิธีที่ 5 ปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 21.30 กิโลกรัม N ต่อไร่ (ประเมินจาก N = 1.98)	21.30	672
กรรมวิธีที่ 6 ปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 31.95 กิโลกรัม N ต่อไร่ (ประเมินจาก N = 1.98)	31.95	1,001

3.3.3 การดูแลรักษา

การดูแลรักษา ให้น้ำทุกวันในอัตราที่เท่ากันทุกแปลง ฉีดพ่นสารสกัดธรรมชาติเพื่อกำจัดโรค และแมลงเมื่อมีการระบาด กำจัดวัชพืชอย่างสม่ำเสมอ และเก็บเกี่ยวผลผลิตจึงจูงย้ายทั้งหมด 3 ครั้ง คือ เมื่อจึงจูงย้ายมีอายุ 42 84 และ 126 วันหลังย้ายกล้า โดยตัดต้นจึงจูงย้ายให้มีความสูงจากพื้นที่ดิน ประมาณ 7 เซนติเมตร และการเก็บเกี่ยวจะทำการตัดส่วนต้นจากต้นกล้าเดิมเมื่อมีอายุ 42 วันหลัง

การเก็บเกี่ยวในครั้งก่อนหน้า ซึ่งหลังจากเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 และ 2 จะทำการใส่ปุ๋ยในครั้งที่ 2 และ 3 ตามลำดับ หลังจากเก็บเกี่ยวไปแล้ว 10 วัน ตามอัตราในกรรมวิธี (ตารางที่ 3.2)

3.4 การบันทึกข้อมูล

บันทึกข้อมูลทั้ง 3 ครั้งของการเก็บเกี่ยว โดยบันทึกข้อมูลดังต่อไปนี้

3.4.1 สมบัติทางเคมีของดินก่อนและหลังการทดลอง

วิเคราะห์หาค่า pH และค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity, EC) ด้วยเครื่อง pH/EC meters ปริมาณอินทรีย์วัตถุด้วยวิธี Walk-Black method และปริมาณธาตุอาหารหลักที่เป็นประโยชน์ ได้แก่ ไนโตรเจน วิเคราะห์ด้วยวิธี Kjeldahl method ส่วนฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ทำการสกัดด้วย Bray II ด้วยเครื่อง Spectrophotometer และปริมาณโพแทสเซียม ทำการสกัดด้วย 1 N แอมโมเนียมอะซิเตต pH 7 อัตราส่วนดินต่อสารละลาย 1:10 และวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer

3.4.2 การเจริญเติบโต

วัดความสูงของส่วนเหนือดิน โดยรวบใบและวัดปลายใบที่สูงที่สุดในทุกสัปดาห์หลังย้ายกล้า จนถึงระยะเก็บเกี่ยว

3.4.3 ปริมาณผลผลิต

เมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยว แยกส่วนของใบ ต้น และราก เพื่อหาน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของแต่ละส่วนของพืช สำหรับน้ำหนักแห้ง อบตัวอย่างพืชที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จากนั้นนำค่าของน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งรวมของต้นมาคำนวณหาค่า เปอร์เซ็นต์น้ำในพืช และน้ำหนักแห้งสุทธิ ดังสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์น้ำในพืช (water content, \%)} = (\text{น้ำหนักสด} - \text{น้ำหนักแห้ง}) \times (100 / \text{น้ำหนักสด})$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งสุทธิ (dry matter, \%)} = 100 - \text{น้ำในพืช}$$

3.4.4 คุณภาพของผลผลิต

3.4.3.1 ปริมาณคลอโรฟิลล์ (chlorophyll content) ด้วยวิธีที่ดัดแปลงจาก Mackinney (1941) โดยนำไปจิ้งจุ่มมาเจาะเป็นวงกลมด้วย Cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร จำนวน 10 วง ใส่ลงในหลอดทดลอง สกัดด้วย 80% Acetone ปริมาตร 10 มิลลิลิตร และนำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่

ความยาวคลื่น 645 และ 663 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปแทนค่าในสมการเพื่อคำนวณปริมาณคลอโรฟิลล์ มีหน่วยเป็น ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร ดังนี้

$$\text{Chlorophyll a} = [(12.7 \times \text{Absorbance at 663 nm}) - (2.69 \times \text{Absorbance at 645 nm})] \times (V/A)$$

$$\text{Chlorophyll b} = [(22.90 \times \text{Absorbance at 645 nm}) - (4.68 \times \text{Absorbance at 663 nm})] \times (V/A)$$

$$\text{Total chlorophyll (a+b)} = [(20.20 \times \text{Absorbance at 645 nm}) + (8.02 \times \text{Absorbance at 663 nm})] \times (V/A)$$

กำหนดให้ V = ปริมาตรสุดท้ายของสารละลายที่ใช้ในการสกัดคลอโรฟิลล์

A = พื้นที่ใบตัวอย่างพืชที่นำมาหาคลอโรฟิลล์

3.4.3.2 ปริมาณการสะสมไนเตรตในต้นจิงจูฉ่ายเมื่ออายุ 60 วันหลังย้ายกล้าวิเคราะห์ด้วยวิธี Brucine colorimetric ที่ดัดแปลงมาจาก พัชรภรณ์ และคณะ (2552) และอรรถประภา และภานุมาศ (2558) โดยเริ่มด้วยการเตรียม Stock nitrate solution ให้มีความเข้มข้น 100 ppm โดยชั่ง Potassium nitrate (KNO_3) มา 0.7218 กรัม ละลายในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร จากนั้นดูด 100 ppm Stock nitrate solution มา 2 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้เท่ากับ 100 มิลลิลิตร เพื่อเตรียมเป็น Standard nitrate solution ที่มีความเข้มข้น 2 ppm จากนั้นทำการเตรียม Calibration graph โดยเริ่มจากการดูด Standard nitrate solution 2 ppm มา 0.5 1.0 1.5 2.0 2.5 และ 3.0 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นเพื่อให้มีปริมาตรเท่ากับ 5 มิลลิลิตร ทำให้ได้ความเข้มข้นเป็น 0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0 และ 1.2 ppm จากนั้นนำหลอด Standard series ลงใน Water bath ที่ควบคุมอุณหภูมิประมาณ 0-10 องศาเซลเซียส เติม 30% Sodium chloride 1 มิลลิลิตร และ Sulfuric acid solution 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นเติม Brucine-sulfanilic acid reagent 0.25 มิลลิลิตร แล้วนำหลอด Standard series ไปตั้งในน้ำเดือดเป็นเวลา 25 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ของแต่ละความเข้มข้นมาสร้างเป็นกราฟมาตรฐานและนำไปใช้ในการเปรียบเทียบกับตัวอย่างต่อไป

สำหรับการเตรียมและการวิเคราะห์ตัวอย่าง เริ่มจากชั่งตัวอย่างแห้งที่บดเป็นผงละเอียดประมาณ 0.1 กรัม เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วย Shaker ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ความเร็ว 120 rpm ทิ้งไว้ค้างคืน จากนั้นกรองสารละลายด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 เก็บสารละลายที่สกัดได้มาวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรต โดยดูดสารสกัดตัวอย่าง 0.5 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่น 4.5 มิลลิลิตร จากนั้น นำหลอดตัวอย่างลงใน Water bath ที่

ควบคุมอุณหภูมิประมาณ 0-10 องศาเซลเซียส เติม 30% Sodium chloride 1 มิลลิลิตร และ Sulfuric acid solution 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นเติม Brucine-sulfanilic acid reagent 0.25 มิลลิลิตร แล้วนำหลอดตัวอย่างไปตั้งในน้ำเดือดเป็นเวลา 25 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณไนเตรต โดยเทียบกับกราฟมาตรฐานจากสารละลายมาตรฐาน Potassium nitrate (KNO_3) มีหน่วยเป็น มิลลิกรัม NO_3^- ต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด

3.4.3.3 สารประกอบฟีนอลิกรวม (total phenolic compounds) ในต้นจิงจูฉ่าย เมื่ออายุ 60 วันหลังย้ายกล้า วิเคราะห์ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu ที่ดัดแปลงจาก Liu et al. (2007) และอรประภา และภานุมาศ (2558) โดยเริ่มจากการเตรียม Gallic acid stock solution ที่ความเข้มข้น 5,000 ppm โดยชั่ง Gallic acid 0.5 กรัม ใน 100% Ethanol 10 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้เท่ากับ 100 มิลลิลิตร จากนั้นดูด Gallic acid stock solution มา 0 1 2 3 4 5 และ 6 มิลลิลิตร ลงใน Volumetric flask ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเพื่อให้มีปริมาตรเท่ากับ 100 มิลลิลิตร ทำให้ได้ความเข้มข้นเท่ากับ 0 50 100 150 200 250 และ 300 ppm จากนั้นดูดสารละลายมาตรฐานในแต่ละความเข้มข้น 300 ไมโครลิตร เติม 2N Folin-Ciocalteu reagent 2.5 มิลลิลิตร และ 7.5% Sodium carbonate 2 มิลลิลิตร บ่มไว้ในที่อุณหภูมิห้องในสภาพมืด เป็น 150 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ของแต่ละความเข้มข้น ไปสร้างกราฟมาตรฐานและนำไปใช้ในการเปรียบเทียบกับตัวอย่างต่อไป

สำหรับการเตรียมและวิเคราะห์ตัวอย่าง เริ่มจากการนำตัวอย่างสดที่บดละเอียด 1 กรัม สกัดด้วยตัวทำละลาย 70% Ethanol ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสในสภาพมืด นาน 150 นาที จากนั้น นำมากรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 ได้เป็นสารละลายใสเพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม โดยดูดสารละลายใส 300 ไมโครลิตร เติม 2N Folin-Ciocalteu reagent 2.5 มิลลิลิตร และ 7.5% Sodium carbonate 2 มิลลิลิตร บ่มไว้ในที่อุณหภูมิห้องในสภาพมืด เป็นเวลา 150 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม โดยเทียบกับสารละลายมาตรฐาน Gallic acid มีหน่วยเป็น มิลลิกรัม Gallic acid ต่อ กรัม น้ำหนักตัวอย่างสด

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ที่ใช้แผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (RCBD) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ระหว่างกรรมวิธีด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3.5.2 การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

วิเคราะห์ต้นทุนสำหรับการผลิตจึงดูจ่ายต่อไร่ โดยคำนวณต้นทุน ได้แก่ ค่าแรงงานตั้งแต่การเตรียมดิน การปลูก การดูแลรักษา การใส่ปุ๋ย ตลอดจนการเก็บเกี่ยว และค่าวัสดุ ซึ่งหมายความรวมถึง ค่าขายพรางแสง ต้นพันธุ์ ปุ๋ย และระบบน้ำ นำข้อมูลต้นทุนที่ได้มาคำนวณเป็นต้นทุนรวม จากนั้นนำปริมาณและราคาขายผลผลิตมาคำนวณเป็นรายได้ แล้วนำต้นทุนและรายได้มาคำนวณเป็นกำไรสุทธิต่อไป

3.6 สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการสาขาวิชาการจัดการเกษตรอินทรีย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ และสวนของเกษตรกร บ้านเลขที่ 120 หมู่ 2 ตำบลแก่งดินสอ อำเภอนาดี จังหวัดปราจีนบุรี

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 สมบัติของดินก่อนและหลังการทดลอง

จากผลการทดลอง พบว่า ค่า pH ของดินหลังปลูกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกกรรมวิธีเมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนปลูก และสำหรับค่าการนำไฟฟ้า (EC) พบว่า มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.03-0.08 ms/cm ทั้งในดินก่อนและหลังการปลูกทั้ง 3 รอบการเก็บเกี่ยว แต่อย่างไรก็ตาม เป็นที่น่าสังเกตว่าการให้ปุ๋ยมูลไก่ที่เพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังปลูกทุกรอบการเก็บเกี่ยวมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับการให้ปุ๋ยที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่ไม่พบแนวโน้มดังกล่าวในการใส่ปุ๋ยเคมี (ตารางที่ 4.1) ซึ่งสอดคล้องกับ ปราณีและคณะ (2551) ที่รายงานว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ติดต่อกันเป็นเวลานานช่วยลดการสูญเสียธาตุอาหาร นอกจากนี้ธาตุอาหารที่ได้จากปุ๋ยอินทรีย์จะมีการปลดปล่อยอย่างช้าๆ เนื่องจากมีฮิวมัสซึ่งเป็นองค์ประกอบของอินทรีย์วัตถุในดินที่ช่วยตรึงธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ไว้ไม่ให้ถูกชะล้างไป และเมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างการให้ปุ๋ยเคมีกับปุ๋ยมูลไก่ที่ระดับไนโตรเจนเดียวกันโดยเฉพาะที่ระดับ 21.30 กิโลกรัม N ต่อไร่ พบว่า การให้ปุ๋ยมูลไก่ทำให้ดินหลังปลูกมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ ไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากกว่าการให้ปุ๋ยเคมีที่ระดับไนโตรเจนเดียวกันตั้งแต่การเก็บเกี่ยวครั้งแรก (ตารางที่ 4.1) ซึ่งสอดคล้องกับ Chang et al. (2014) ที่วิเคราะห์ดินหลังปลูกที่ใส่ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยหมัก และการใส่ร่วมกัน ในการปลูกข้าวและข้าวโพดเป็นระยะเวลา 12 ปี ที่พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักทำให้ดินหลังปลูกมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนและปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ ซึ่งได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และสังกะสี มีค่ามากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญ แต่อย่างไรก็ตาม จากผลของค่า pH ที่พบว่า ค่า pH ของดินหลังการทดลองในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 มีค่าสูงขึ้นมากจากการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 และ 2 ซึ่งน่าจะมีความเกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำฝนในช่วงการเก็บเกี่ยวนั้นๆ โดยการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 2 และ 3 ทำการเก็บเกี่ยวเมื่อวันที่ 22 มิถุนายน 3 สิงหาคม และ 15 กันยายน พ.ศ. 2558 ตามลำดับ ซึ่งช่วงระหว่างสิงหาคมถึงกันยายน (รอบการปลูกก่อนเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3) เป็นช่วงที่มีปริมาณน้ำฝนมากที่สุด คือเฉลี่ย 350 มิลลิเมตร ซึ่งสูงกว่าช่วงเดือนพฤษภาคมถึงมิถุนายน และเดือนมิถุนายนถึงกรกฎาคม ที่เป็นช่วงของรอบการปลูกก่อนการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 และ 2 ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 230 และ 250 มิลลิเมตร ตามลำดับ (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2559) ซึ่งสอดคล้องกับ มุกดา (2544) ที่รายงานว่าการวัดความชื้นที่แตกต่างของดินมีความเกี่ยวข้องกับสภาพแห้งแล้งและสภาพฝนตกของพื้นที่นั้นๆ ด้วย

ตารางที่ 4.1 สมบัติทางเคมีของดินทั้งก่อนและหลังการทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมี (CF) และปุ๋ยมูลไก่ (CM) ในอัตราที่แตกต่างกัน

กรรมวิธี*	ค่าความเป็นกรด-ต่าง (pH) ^{1/}	ค่าการนำไฟฟ้า (ms/cm) ^{2/}	ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (%) ^{3/}	ไนโตรเจนรวม (%) ^{4/}	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mg/kg) ^{5/}	โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (mg/kg) ^{6/}
ดินก่อนปลูก						
	4.10	0.06	1.40	0.07	183.00	77.00
ดินหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 (42 วันหลังปลูก)						
Control	4.70	0.05	1.20	0.06	155.00	53.00
CF 10.65 N	4.40	0.04	1.41	0.07	192.00	54.00
CF 21.30 N	4.20	0.05	1.27	0.06	131.00	51.00
CM 10.65 N	4.70	0.05	1.41	0.07	148.00	78.00
CM 21.30 N	5.30	0.06	1.54	0.08	156.00	126.00
CM 31.95 N	5.10	0.08	1.72	0.09	274.00	210.00
ดินหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 (84 วันหลังปลูก)						
Control	4.60	0.04	1.37	0.07	116.00	52.00
CF 10.65 N	4.50	0.03	1.38	0.07	181.00	54.00
CF 21.30 N	4.30	0.04	1.32	0.07	151.00	50.00
CM 10.65 N	4.80	0.04	1.45	0.07	122.00	80.00
CM 21.30 N	5.00	0.05	1.61	0.08	180.00	126.00
CM 31.95 N	5.10	0.07	1.73	0.09	233.00	182.00
ดินหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 (126 วันหลังปลูก)						
Control	7.30	0.04	1.32	0.07	158.00	63.00
CF 10.65 N	7.10	0.04	1.18	0.06	171.00	48.00
CF 21.30 N	6.90	0.04	1.34	0.07	150.00	51.00
CM 10.65 N	6.80	0.07	1.50	0.08	171.00	96.00
CM 21.30 N	6.70	0.06	1.86	0.09	184.00	144.00
CM 31.95 N	6.80	0.07	1.95	0.10	269.00	228.00

^{1/} ความเป็นกรด/ต่าง (pH) ดิน:น้ำ อัตราส่วน 1:1 ^{2/} ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ดิน:น้ำ อัตราส่วน 1:5 ^{3/} ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) วิเคราะห์ด้วยวิธี Walkley and Black ^{4/} N วิเคราะห์ด้วยวิธี Kjeldahl method ^{5/} P สกัดด้วย Bray II ^{6/} K สกัดด้วย NH₄OAc pH7

Control: ไม่ใส่ปุ๋ยชนิดใด; CF 10.65 N: ปุ๋ยเคมี อัตรา 10.65 กิโลกรัม N ต่อไร่; CF 21.30 N: ปุ๋ยเคมี อัตรา 21.30 กิโลกรัม N ต่อไร่; CM 10.65 N: ปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 10.65 กิโลกรัม N ต่อไร่; CM 21.30 N: ปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 21.30 กิโลกรัม N ต่อไร่; CM 31.95 N: ปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 31.95 กิโลกรัม N ต่อไร่

4.2 การเจริญเติบโต

สำหรับความสูงของต้นจิงจูฉ่าย พบว่า ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 กรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยให้ผลไม่แตกต่างกันกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ย แต่สำหรับการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 และ 3 พบว่า ความสูงของต้นจิงจูฉ่ายที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีแนวโน้มน้อยกว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยทุกชนิด โดยเฉพาะในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 ที่พบว่า ต้นจิงจูฉ่ายที่ปลูกในกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีความสูงน้อยกว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยทุกชนิดอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่ที่ระดับไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ทำให้ต้นจิงจูฉ่ายมีความสูงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยเฉพาะในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 และ 2 แต่อย่างไรก็ตาม ไม่พบแนวโน้มดังกล่าวกับการใส่ปุ๋ยเคมีที่ระดับไนโตรเจนเพิ่มขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบการใส่ปุ๋ยเคมีกับปุ๋ยมูลไก่ที่ระดับไนโตรเจนเท่ากัน พบว่า ที่ระดับ 10.65 กิโลกรัม N ต่อไร่ ต้นจิงจูฉ่ายที่ได้รับปุ๋ยเคมีมีความสูงมากกว่าต้นที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ในขณะที่ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 และ 3 พบว่า ความสูงของต้นจิงจูฉ่ายที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่อมีค่าไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีที่ระดับไนโตรเจนเดียวกัน ส่วนที่ระดับ 21.30 กิโลกรัม N ต่อไร่ พบว่า การให้ปุ๋ยมูลไก่ ทำให้ต้นจิงจูฉ่ายมีความสูงมากกว่าการให้ปุ๋ยเคมี ซึ่งจากผลของการเก็บเกี่ยวทั้ง 3 ครั้งพบว่า กรรมวิธีที่ทำให้ต้นจิงจูฉ่ายมีความสูงมากที่สุดคือ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 31.95 กิโลกรัม N ต่อไร่ คือ 14.37 34.50 และ 29.80 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยที่ผ่านมา ยกตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ อรประภา และภาณุมาศ (2558) ที่พบว่า ความสูงของผักกาดหอมมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงทั้ง 2 ชนิด ได้แก่ ปุ๋ยมูลไก่และปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตร 1 กรมพัฒนาที่ดิน เช่นเดียวกับการทดลองของ Farag et al. (2013) ที่พบว่า การให้ปุ๋ยในระดับไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นตั้งแต่ 50 ถึง 150 ppm ทำให้การเจริญเติบโตในด้านความสูง และจำนวนใบของผักกาดหอมพันธุ์ Iceberg และ Romaine มีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งแนวโน้มของการเจริญเติบโตของพืชที่แปรผันตามระดับของไนโตรเจนหรือระดับปุ๋ยที่เพิ่มขึ้น ยังสามารถพบได้ในพืชชนิดอื่น ยกตัวอย่างเช่น ผักโชม (Ainika, 2012) ค่ะน้า (Amkha et al., 2006) และ ผักบู่ (Nashrin et al., 2002) เป็นต้น

ตารางที่ 4.2 ความสูงของจิงจูฉ่ายที่ได้รับปุ๋ยเคมี (CF) และปุ๋ยมูลไก่ (CM) ในอัตราที่แตกต่างกัน

กรรมวิธี	ความสูง (เซนติเมตร)		
	การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 (42 วันหลังปลูก)	การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 (84 วันหลังปลูก)	การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 (126 วันหลังปลูก)
Control	13.31 ± 0.90 ab ^{1/}	22.80 ± 3.72 c	23.95 ± 1.74 b
CF 10.65 N	13.80 ± 1.87 a	27.40 ± 1.91 bc	27.95 ± 1.58 a
CF 21.30 N	12.36 ± 1.43 ab	27.63 ± 2.81 bc	27.37 ± 2.05 a
CM 10.65 N	11.28 ± 1.20 b	26.70 ± 2.94 bc	27.27 ± 0.82 a
CM 21.30 N	13.03 ± 0.15 ab	30.33 ± 2.06 ab	28.37 ± 1.51 a
CM 31.95 N	14.37 ± 0.89 a	34.50 ± 0.36 a	29.80 ± 0.30 a
F-test	*	**	**
C.V. (%)	9.20	8.97	5.32

^{1/} ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติโดยใช้วิธี DMRT

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

4.3 ปริมาณผลผลิต

จากผลการทดลองด้านปริมาณผลผลิต พบว่า ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 น้ำหนักสดต่อไร่ของต้นจิงจูฉ่ายที่ปลูกในกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยมูลไก่อัตรา 10.65 กิโลกรัม N ต่อไร่ ที่เท่ากัน และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 21.30 กิโลกรัม N ต่อไร่ มีค่าไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักสดอยู่ระหว่าง 110.32 – 164.41 กิโลกรัมต่อไร่ แต่อย่างไรก็ตาม พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีที่อัตรา 21.30 กิโลกรัม N ต่อไร่ และ ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 31.95 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้ต้นจิงจูฉ่ายมีน้ำหนักสดต่อต้นสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) กล่าวคือ มีค่าเท่ากับ 176.36 และ 220.39 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ สำหรับการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยมูลไก่ ทำให้ต้นจิงจูฉ่ายมีน้ำหนักสดต่อต้นมากกว่ากรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย โดยพบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยอินทรีย์ตั้งแต่อัตรา 21.30 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้จิงจูฉ่ายมีน้ำหนักสดต่อต้นมากกว่ากรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ซึ่งกรรมวิธีที่ให้น้ำหนักสดต่อต้นมากที่สุด คือ กรรมวิธีที่

ใส่ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 31.95 กิโลกรัม N ต่อไร่ ที่มีค่าเท่ากับ 743.14 กิโลกรัมต่อไร่ และสำหรับการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยมูลไก่ตั้งแต่อัตรา 10.65 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้จิงจูฉ่ายมีน้ำหนักสดต่อต้นมากกว่ากรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยพบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 31.95 กิโลกรัม N ต่อไร่ ยังคงให้ปริมาณน้ำหนักสดต่อต้นสูงที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 612.87 กิโลกรัมต่อไร่ และเป็นที่น่าสังเกตว่า แม้ว่าการใส่ปุ๋ยเคมีที่อัตราไนโตรเจนเพิ่มขึ้นทำให้น้ำหนักสดต่อต้นมีค่าเพิ่มขึ้นแต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่การใส่ปุ๋ยมูลไก่ทำให้จิงจูฉ่ายมีน้ำหนักสดต่อต้นมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ตั้งแต่การเก็บเกี่ยวครั้งแรก โดยพบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่อย่างต่อเนื่องในแต่ละอัตรา ทำให้ปริมาณผลผลิตหรือน้ำหนักสดต่อต้นที่เก็บเกี่ยวตั้งแต่ครั้งที่ 2 มีค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 3 เท่าของการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 และเมื่อเปรียบเทียบการใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยมูลไก่ที่ระดับ 10.65 กิโลกรัม N ต่อไร่ ที่เท่ากัน พบว่า ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 การใส่ปุ๋ยเคมีทำให้ต้นจิงจูฉ่ายมีน้ำหนักสดต่อต้นมากกว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แต่เมื่อพิจารณาที่การเก็บเกี่ยวในครั้งที่ 2 และ 3 กลับพบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่ทำให้ต้นจิงจูฉ่ายมีน้ำหนักสดต่อต้นไม่แตกต่างในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 และมีแนวโน้มมากกว่าในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมี ในขณะที่เมื่อเปรียบเทียบการใส่ปุ๋ยทั้ง 2 ชนิดที่ระดับ 21.30 กิโลกรัม N ต่อไร่ ที่เท่ากัน พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่ทำให้น้ำหนักสดต่อไร่ของต้นจิงจูฉ่ายมีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการใส่ปุ๋ยเคมีตั้งแต่การเก็บเกี่ยวครั้งแรก (ตารางที่ 4.3)

สำหรับน้ำหนักแห้งของจิงจูฉ่ายที่ระยะการเก็บเกี่ยวทั้ง 3 ครั้ง พบว่า ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในด้านน้ำหนักแห้งต่อไร่ระหว่างกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยในอัตราที่แตกต่างกัน แต่พบว่าการใส่ปุ๋ยทั้ง 2 และ 3 การใส่ปุ๋ยทำให้ต้นจิงจูฉ่ายมีน้ำหนักแห้งต่อต้นมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับผลในด้านน้ำหนักสดต่อไร่ อีกทั้งยังพบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่ที่ระดับไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น ทำให้น้ำหนักแห้งต่อไร่ของจิงจูฉ่ายมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในทั้ง 3 ครั้งของการเก็บเกี่ยว แต่ไม่พบแนวโน้มดังกล่าวในกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี โดยกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 31.95 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้จิงจูฉ่ายมีน้ำหนักแห้งมากที่สุดคือ 19.06 71.49 และ 59.28 กิโลกรัมต่อไร่ ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Ngetich et al. (2012) ที่รายงานว่าการใส่ปุ๋ยหมักที่อัตราเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 7.5 ถึง 15 ตันต่อเฮกเตอร์ ทำให้ผักเสี้ยน (*Cleome hynandra*) มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นทั้งใน 2 ฤดูการเก็บเกี่ยว ซึ่งจะเห็นความแตกต่างของน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในฤดูการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีความหมายรวมถึงปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก ทำให้ดินมีโครงสร้างที่ดีขึ้นทั้งการระบายน้ำและระบายอากาศ นอกจากนี้ยังทำให้เกิดการปลดปล่อยธาตุอาหารทั้งธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองอย่างซ้ำๆ ทำ

ให้พืชมีการเจริญเติบโตโดยเฉพาะส่วนของรากหาอาหารมากขึ้น ทำให้การเจริญเติบโตส่วนเหนือดินมีค่าเพิ่มขึ้น (ยงยุทธ และคณะ, 2554) นอกจากนี้ การตัดเก็บเกี่ยวกับใบจะช่วยเพิ่มอัตราการสังเคราะห์แสง เนื่องจากพืชจำเป็นต้องสร้างอาหารเพื่อมาเร่งในการสร้างใบใหม่และขยายขนาดของใบ อีกทั้งใบใหม่ที่เกิดขึ้นจะมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงมากกว่าใบเก่าที่อยู่กับต้นและกิ่งเดิม (Frankow-Lindberg, 1997)

ตารางที่ 4.3 น้ำหนักสดต่อไร่ของจิงจูฉ่ายที่ได้รับปุ๋ยเคมี (CF) และปุ๋ยมูลไก่ (CM) ในอัตราที่แตกต่างกัน

กรรมวิธี	น้ำหนักสด (กิโลกรัม) ต่อไร่		
	การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 (42 วันหลังปลูก)	การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 (84 วันหลังปลูก)	การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 (126 วันหลังปลูก)
Control	120.36 ± 15.54 cd ^{1/}	274.57 ± 38.82 d	293.55 ± 29.04 c
CF 10.65 N	164.41 ± 16.24 bc	382.50 ± 38.82 cd	462.51 ± 126.01 b
CF 21.30 N	176.36 ± 13.52 ab	477.30 ± 48.04 bc	472.07 ± 58.91 b
CM 10.65 N	110.32 ± 32.61 d	361.10 ± 106.89 d	474.42 ± 74.08 b
CM 21.30 N	130.94 ± 32.53 bcd	535.09 ± 28.05 b	560.84 ± 35.13 ab
CM 31.95 N	220.39 ± 31.22 a	743.14 ± 63.91 a	612.87 ± 71.09 a
F-test	**	**	**
C.V. (%)	16.33	12.98	15.23

^{1/} ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติโดยใช้วิธี DMRT

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 4.4 น้ำหนักแห้งต่อไร่ของจิงจูฉ่ายที่ได้รับปุ๋ยเคมี (CF) และปุ๋ยมูลไก่ (CM) ในอัตราที่
แตกต่างกัน

กรรมวิธี	น้ำหนักแห้ง (กิโลกรัม) ต่อไร่		
	การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 (42 วันหลังปลูก)	การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 (84 วันหลังปลูก)	การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 (126 วันหลังปลูก)
Control	13.31 ± 1.45 ab ^{1/}	30.61 ± 4.99 d	34.37 ± 2.66 c
CF 10.65 N	18.60 ± 2.82 a	40.72 ± 3.70 cd	50.01 ± 10.30 ab
CF 21.30 N	16.24 ± 0.83 ab	48.84 ± 5.16 bc	46.25 ± 6.23 b
CM 10.65 N	11.36 ± 2.13 b	38.44 ± 9.90 cd	54.31 ± 7.84 ab
CM 21.30 N	11.86 ± 2.65 b	54.08 ± 5.89 b	57.74 ± 4.44 ab
CM 31.95 N	19.06 ± 6.51 a	71.49 ± 9.62 a	59.28 ± 5.59 a
F-test	*	**	**
C.V. (%)	21.73	14.68	13.20

^{1/} ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติโดยใช้วิธี DMRT

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

สำหรับปริมาณน้ำในพืช (water content) และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง (dry matter) ของต้นจิงจูฉ่ายที่ได้รับชนิดและอัตราปุ๋ยที่ต่างกัน พบว่า ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 การใส่ปุ๋ยไม่ได้มีผลต่อปริมาณน้ำในพืชอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งทุกกรรมวิธีมีค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำในพืชอยู่ประมาณ 85-90 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 และ 3 พบว่า ปริมาณน้ำในพืชมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับไนโตรเจนที่พืชได้รับจากทั้งปุ๋ยเคมีและปุ๋ยมูลไก่ และเมื่อเปรียบเทียบการใส่ปุ๋ยมูลไก่และปุ๋ยเคมีที่ระดับไนโตรเจนเดียวกัน พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่อมีแนวโน้มทำให้ปริมาณน้ำในพืชมีค่าน้อยกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี แม้ว่าไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการใส่ปุ๋ยทั้งสองชนิด โดยจากการเก็บเกี่ยวต้นจิงจูฉ่ายทั้ง 3 ครั้ง พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่ที่อัตรา 31.95 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้จิงจูฉ่ายมีปริมาณน้ำในพืชมากที่สุดคือ 87.22 90.39 และ 90.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.5)

ตารางที่ 4.5 ปริมาณน้ำในต้นของจิงจูฉ่ายที่ได้รับปุ๋ยเคมี (CF) และปุ๋ยมูลไก่ (CM) ในอัตราที่แตกต่างกัน

กรรมวิธี	ปริมาณน้ำในพืช (เปอร์เซ็นต์)		
	การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 (42 วันหลังปลูก)	การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 (84 วันหลังปลูก)	การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 (126 วันหลังปลูก)
Control	88.94 ± 0.71 ^{1/}	88.87 ± 0.29 b	88.27 ± 0.53 c
CF 10.65 N	89.99 ± 2.11	89.35 ± 0.24 ab	89.06 ± 0.70 abc
CF 21.30 N	86.99 ± 2.18	89.91 ± 0.56 ab	90.19 ± 0.85 a
CM 10.65 N	85.37 ± 2.85	89.26 ± 1.25 ab	88.54 ± 0.16 bc
CM 21.30 N	86.13 ± 3.10	89.77 ± 0.06 ab	89.68 ± 1.01 ab
CM 31.95 N	87.22 ± 2.66	90.39 ± 0.88 a	90.31 ± 0.28 a
F-test	ns	*	*
C.V. (%)	2.74	0.76	0.74

^{1/} ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติโดยใช้วิธี DMRT

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

แต่อย่างไรก็ตาม สำหรับน้ำหนักแห้งสุทธิของต้นจิงจูฉ่าย พบว่า ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 และ 3 การใส่ปุ๋ยที่ระดับไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น มีแนวโน้มทำให้น้ำหนักแห้งสุทธิมีค่าลดลง โดยเฉพาะในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่ที่ระดับไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้น้ำหนักแห้งสุทธิของต้นจิงจูฉ่ายมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยเฉพาะการใส่ปุ๋ยมูลไก่ที่อัตรา 31.95 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้น้ำหนักแห้งสุทธิมีค่าต่ำที่สุด คือ 9.61 และ 9.69 เปอร์เซ็นต์ ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 และ 3 ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังพบว่า เมื่อเปรียบเทียบการใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยมูลไก่ที่ระดับไนโตรเจนที่เท่ากัน พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีทำให้น้ำหนักแห้งสุทธิมีค่าต่ำกว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่ (ตารางที่ 4.6) ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยในพืชผักชนิดอื่นๆ อาทิ ผักบุ้งจีน (อรประภา และคณะ, 2558) และบล็อคโคลี่ (2014) ซึ่ง มุกดา (2544) รายงานว่า เมื่อพืชได้รับระดับไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น พืชจะดูดธาตุไนโตรเจนไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น และเกิดการสะสมไนโตรเจนในพืชเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตส่วนใหญ่ที่สะสมอยู่ในเซลล์พืชจะถูกเปลี่ยนไปสร้างโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบ

ของโพรโทพลาซิม ทำให้ส่วนของคาร์โบไฮเดรตที่จะนำไปใช้ในการสร้างเซลล์โลสไม่เพียงพอ จึงส่งผลให้ผนังเซลล์พีซบาง ในขณะที่เซลล์จะมีขนาดใหญ่ขึ้นเนื่องจากการสร้างโพรโทพลาซิม ทำให้เซลล์พีซมีการสะสมน้ำในเซลล์มากขึ้น ซึ่งการที่พีซมีปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการได้รับปริมาณไนโตรเจนอาจส่งผลทำให้ผลผลิตมีคุณภาพลดลงและระยะเวลาในการเก็บรักษาสั้นกว่าเนื่องจากเกิดการเน่าเสียได้ง่าย

ตารางที่ 4.6 น้ำหนักแห้งสุทธิของต้นจิงจูฉ่ายที่ได้รับปุ๋ยเคมี (CF) และปุ๋ยมูลไก่ (CM) ในอัตราที่แตกต่างกัน

กรรมวิธี	น้ำหนักแห้งสุทธิ (เปอร์เซ็นต์)		
	การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1	การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2	การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3
	(42 วันหลังปลูก)	(84 วันหลังปลูก)	(126 วันหลังปลูก)
Control	11.06 ± 0.71	11.13 ± 0.29 a ^{1/}	11.73 ± 0.53 a
CF 10.65 N	10.01 ± 2.11	10.65 ± 0.24 ab	10.94 ± 0.70 abc
CF 21.30 N	13.01 ± 2.18	10.09 ± 0.56 ab	9.81 ± 0.85 c
CM 10.65 N	14.63 ± 2.85	10.74 ± 1.25 ab	11.46 ± 0.16 ab
CM 21.30 N	13.87 ± 3.10	10.23 ± 0.06 ab	10.32 ± 1.01 bc
CM 31.95 N	12.78 ± 2.66	9.61 ± 0.88 b	9.69 ± 0.28 c
F-test	ns	*	*
C.V. (%)	19.10	6.57	6.18

^{1/} ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติโดยใช้วิธี DMRT

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

4.4 คุณภาพผลผลิต

สำหรับปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบจริงजूฉาย พบว่า ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 และ 2 ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม คลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์บี มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกรรมวิธีที่ใส่และไม่ใส่ปุ๋ยแต่ละชนิด ซึ่งในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม คลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์บีในใบของจริงजूฉายมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 14.42-16.72, 9.12-10.96 และ 5.21-5.91 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 มีค่าดังกล่าวอยู่ในช่วงระหว่าง 19.07-20.67, 12.14-13.52 และ 6.71-7.30 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม สำหรับการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 พบว่า คลอโรฟิลล์ทั้ง 3 ชนิด มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกรรมวิธี ($p \leq 0.05$) โดยกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีปริมาณคลอโรฟิลล์รวม คลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์บี น้อยกว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยทั้งสองชนิดอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ยกเว้นกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10.65 กิโลกรัม N ต่อไร่ และเมื่อเปรียบเทียบการใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยมูลไก่ ที่อัตรา 10.65 และ 21.30 กิโลกรัม N ต่อไร่ ที่เท่ากัน พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่ทำให้ต้นจริงजूฉายมีปริมาณคลอโรฟิลล์รวมมากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี แม้ว่าไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณน้ำหนัสดของต้นจริงजूฉายที่พบว่า ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 การใส่ปุ๋ยมูลไก่ทำให้ต้นจริงजूฉายมีปริมาณน้ำหนัสดมากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีที่ระดับไนโตรเจนเดียวกัน นอกจากนี้ยังพบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยมูลไก่ที่ระดับไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้ง 3 ชนิดในใบจริงजूฉายมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับผลทางด้านการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิตที่พบว่า มีค่าแปรผันตรงกับระดับไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น และสอดคล้องกับผลการวิจัยในพืชชนิดอื่น เช่น *Amaranthus cruentus* (Tazoe et al., 2006) และ คะน้า (สัญญา และอรประภา, 2559) โดย Sumeet et al. (2009) รายงานว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบพืชมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณไนโตรเจนในดิน ซึ่งการเพิ่มขึ้นของปริมาณไนโตรเจนในดิน นอกจากจะทำให้ต้นพืชมีปริมาณคลอโรฟิลล์เพิ่มมากขึ้นแล้วยังทำให้พืชมีปริมาณกรดอะมิโน ปริมาณโปรตีน และอัตราการสังเคราะห์เพิ่มสูงขึ้นอีกด้วย ซึ่งส่งผลให้พืชมีการเจริญเติบโตที่เพิ่มมากขึ้น

ตารางที่ 4.7 ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม คลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์บีในใบของจึงูฉายที่ได้รับปุ๋ยเคมี (CF) และปุ๋ยมูลไก่ (CM) ในอัตราที่แตกต่างกัน

กรรมวิธี	คลอโรฟิลล์รวม (ไม่โครกรมต่อตารางเซนติเมตร)			คลอโรฟิลล์เอ (ไม่โครกรมต่อตารางเซนติเมตร)			คลอโรฟิลล์บี (ไม่โครกรมต่อตารางเซนติเมตร)		
	การเก็บเกี่ยว ครั้งที่ 1 (42 วันหลังปลูก)	การเก็บเกี่ยว ครั้งที่ 2 (84 วันหลังปลูก)	การเก็บเกี่ยว ครั้งที่ 3 (126 วันหลังปลูก)	การเก็บเกี่ยว ครั้งที่ 1 (42 วันหลังปลูก)	การเก็บเกี่ยว ครั้งที่ 2 (84 วันหลังปลูก)	การเก็บเกี่ยว ครั้งที่ 3 (126 วันหลังปลูก)	การเก็บเกี่ยว ครั้งที่ 1 (42 วันหลังปลูก)	การเก็บเกี่ยว ครั้งที่ 2 (84 วันหลังปลูก)	การเก็บเกี่ยว ครั้งที่ 3 (126 วันหลังปลูก)
Control	14.42 ± 0.36	20.61 ± 0.69	21.83 ± 1.81 c ^{1/}	9.21 ± 0.39	13.52 ± 0.54	14.04 ± 1.67 c	5.21 ± 0.11	7.10 ± 0.20	7.80 ± 0.25 c
CF 10.65 N	16.72 ± 2.90	20.29 ± 0.38	22.95 ± 1.18 bc	10.82 ± 2.07	13.30 ± 0.28	14.78 ± 1.06 bc	5.91 ± 0.82	6.99 ± 0.18	8.18 ± 0.16 abc
CF 21.30 N	15.78 ± 0.61	19.81 ± 2.40	24.90 ± 0.47 ab	10.06 ± 0.47	13.10 ± 1.62	16.13 ± 0.34 ab	5.72 ± 0.18	6.71 ± 0.78	8.78 ± 0.13 a
CM 10.65 N	14.49 ± 0.88	20.67 ± 0.51	24.45 ± 0.67 ab	9.12 ± 0.82	13.37 ± 0.56	16.57 ± 0.39 ab	5.37 ± 0.12	7.30 ± 0.18	7.88 ± 0.28 bc
CM 21.30 N	16.61 ± 1.00	19.78 ± 0.88	25.21 ± 1.44 ab	10.96 ± 0.76	12.63 ± 0.58	16.80 ± 1.08 a	5.65 ± 0.30	7.16 ± 0.30	8.42 ± 0.49 ab
CM 31.95 N	15.10 ± 0.57	19.07 ± 0.87	26.03 ± 1.03 a	9.81 ± 0.39	12.14 ± 0.57	17.35 ± 0.70 a	5.30 ± 0.19	6.93 ± 0.52	8.69 ± 0.43 a
F-test	ns	ns	**	ns	ns	*	ns	ns	*
C.V. (%)	8.72	5.82	4.90	10.05	6.25	6.18	6.86	6.02	3.83

^{1/} ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติโดยใช้วิธี DMRT

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

สำหรับปริมาณไนโตรเจนในต้นจิงจูฉ่าย พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีทั้ง 2 อัตรา ทำให้ต้นจิงจูฉ่ายมีปริมาณไนเตรตมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและการใส่ปุ๋ยมูลไก่ โดยเฉพาะการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 21.30 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้ต้นจิงจูฉ่ายมีการสะสมของสารไนเตรตมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) คือ 23.09 15.48 และ 12.10 มิลลิกรัม NO_3^- ต่อกรัมน้ำหนักสด ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยมูลไก่ที่อัตราไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ทำให้ต้นจิงจูฉ่ายมีปริมาณไนเตรตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 4.8) ในทางตรงกันข้าม สำหรับปริมาณสารประกอบฟีนอลิก กลับพบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยมูลไก่ที่ระดับไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ต้นจิงจูฉ่ายมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และเป็นที่น่าสังเกตว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น การใส่ปุ๋ยเคมีทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมีแนวโน้มลดลงในขณะที่การใส่ปุ๋ยมูลไก่ ทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในต้นจิงจูฉ่ายมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 ที่พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่ทั้ง 3 ระดับไนโตรเจนทำให้ต้นจิงจูฉ่ายมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีในทุกระดับไนโตรเจนอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 11.26-11.77 มิลลิกรัม Gallic acid ต่อกรัมน้ำหนักสด (ตารางที่ 4.9) ซึ่งจากความสัมพันธ์ระหว่างการใส่ปุ๋ยที่ระดับไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณการสะสมไนเตรตในต้นพืชเพิ่มขึ้น ในขณะที่ทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกลดลงนั้น ยังสามารถพบได้ในพืชชนิดอื่นๆ เช่น ผักกาดหอม (อรประภา และภาณุมาศ, 2558) และแครอท (Soltfoft et al., 2010) โดย Bryant และคณะ (1983) รายงานว่า การลดลงของสารประกอบฟีนอลิกรวมที่เกิดขึ้นจากการเพิ่มขึ้นของไนโตรเจนที่พืชได้รับ น่าจะเกี่ยวข้องโดยตรงกับการที่ปริมาณไนโตรเจนที่พืชได้รับเพิ่มขึ้นจะไปยับยั้งกระบวนการสร้าง carbon-based secondary metabolites ซึ่งรวมถึงสารประกอบฟีนอลิกที่ถือเป็นสารกลุ่มใหญ่ในสารจำพวกดังกล่าว

อย่างไรก็ตามจากการเปรียบเทียบระดับของปริมาณการสะสมไนเตรตในต้นจิงจูฉ่ายที่ได้รับชนิดและอัตราการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกันทั้ง 3 ครั้งของการเก็บเกี่ยว พบว่า มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 2.68 - 23.09 มิลลิกรัม NO_3^- ต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของปริมาณไนเตรตที่กำหนดโดยสหภาพยุโรปตามข้อกำหนด Commission Regulation (EC) No.1881/2006 ที่กำหนดไว้ในช่วงระหว่าง 2,000 - 4,500 มิลลิกรัม NO_3^- ต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด (ตารางที่ 2.3) จะพบว่า ปริมาณไนเตรตในต้นจิงจูฉ่ายที่ปลูกในทุกกรรมวิธีมีค่าน้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งมีความ

เป็นไปได้ว่าในสภาพการปลูกจึงจูง่ายในการทดลองครั้งนี้ที่ปลูกในสภาพกลางแจ้งที่ถึงแม้ว่ามีการพรางแสงเพื่อลดความเสียหายจากแสงแดดและอุณหภูมิที่สูงเกินไป ก็ยังคงทำให้ปริมาณไนเตรตในต้นจูง่ายในทุกกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยของการเก็บเกี่ยวทั้ง 3 ครั้ง ยังคงมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

ตารางที่ 4.8 ปริมาณไนเตรตในต้นจูง่ายที่ได้รับปุ๋ยเคมี (CF) และปุ๋ยมูลไก่ (CM) ในอัตราที่แตกต่างกัน

กรรมวิธี	ปริมาณไนเตรต (มิลลิกรัม NO ₃ ⁻ ต่อ กิโลกรัม น้ำหนักสด)		
	การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 (42 วันหลังปลูก)	การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 (84 วันหลังปลูก)	การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 (126 วันหลังปลูก)
Control	14.23 ± 1.04 bc ^{1/}	2.68 ± 0.17 d	2.66 ± 0.43 d
CF 10.65 N	22.15 ± 2.41 a	8.79 ± 0.59 b	10.37 ± 0.25 ab
CF 21.30 N	23.09 ± 1.63 a	15.48 ± 2.62 a	12.10 ± 0.93 a
CM 10.65 N	10.97 ± 1.97 c	3.22 ± 1.61 d	2.74 ± 0.49 d
CM 21.30 N	12.10 ± 0.62 bc	6.12 ± 0.69 c	5.18 ± 1.82 c
CM 31.95 N	15.11 ± 3.30 b	15.14 ± 1.48 a	9.97 ± 1.01 b
F-test	**	**	**
C.V. (%)	12.47	16.82	13.58

^{1/} ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติโดยใช้วิธี DMRT

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 4.9 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในต้นจิงจูฉ่ายที่ได้รับปุ๋ยเคมี (CF) และปุ๋ยมูลไก่ (CM) ในอัตราที่แตกต่างกัน

กรรมวิธี	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม (มิลลิกรัม Gallic acid ต่อกรัมน้ำหนักสด)		
	การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1	การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2	การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3
	(42 วันหลังปลูก)	(84 วันหลังปลูก)	(126 วันหลังปลูก)
Control	9.42 ± 0.65 a ^{1/}	7.70 ± 0.38 bc	10.91 ± 0.50 a
CF 10.65 N	9.28 ± 0.44 a	8.41 ± 0.42 ab	8.22 ± 0.26 b
CF 21.30 N	8.29 ± 0.65 ab	7.15 ± 0.50 c	7.20 ± 1.15 b
CM 10.65 N	8.67 ± 0.81 ab	8.69 ± 0.33 a	11.33 ± 1.07 a
CM 21.30 N	7.77 ± 0.48 b	7.74 ± 0.38 bc	11.26 ± 0.41 a
CM 31.95 N	7.55 ± 0.58b	7.15 ± 0.77 c	11.77 ± 0.69 a
F-test	*	**	**
C.V. (%)	7.24	6.25	7.47

^{1/} ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติโดยใช้วิธี DMRT

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

4.5 ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 ซึ่งมีการลงทุนในด้านต้นพันธุ์ ระบบน้ำ และตาข่ายพรางแสง จึงทำให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจมีค่าติดลบอยู่ระหว่าง -13 ถึง -272 บาทต่อกิโลกรัม แต่สำหรับการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 และ 3 พบว่า ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจมีค่าเป็นบวกและมีค่ามากขึ้นตามระดับไนโตรเจนที่พืชได้รับ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 225-238 และ 226-235 บาทต่อกิโลกรัม ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 และ 3 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.10-4.12) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาถึงค่าเฉลี่ยของการเก็บเกี่ยวทั้ง 3 ครั้ง พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยอินทรีย์ที่ระดับไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลให้ต้นทุนต่อกิโลกรัมมีค่าลดลง และทำให้ผลตอบแทนด้านกำไรต่อกิโลกรัมมีค่าเพิ่มขึ้น โดยการใส่ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 31.95 กิโลกรัม N ต่อไร่ ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงสุด กล่าวคือ มีกำไรสุทธิ 153 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 10.65 กิโลกรัม N ต่อไร่ ถึงประมาณ 2 เท่า แต่สำหรับการใส่ปุ๋ยเคมีที่เพิ่มขึ้นไม่ทำให้กำไรต่อกิโลกรัมแตกต่างกันมากนัก (ตารางที่ 4.13) และหากพิจารณาราคาขายที่ 250 บาทต่อกิโลกรัม พบว่า เป็นราคาขายของจิงจูดายที่ได้รับมาตรฐานเกษตรอินทรีย์เรียบร้อยแล้ว ซึ่งไม่อนุญาตให้ใช้ปุ๋ยเคมีหรือสารเคมีชนิดใด โดยข้อมูลราคาขายของจิงจูดายตัดใบที่ขายในระดับราคาทั่วไป (มีการใช้สารเคมี) พบว่า มีค่าเฉลี่ย ตั้งแต่ 50-80 บาทต่อกิโลกรัม (<https://plus.google.com/113340488899462088681/posts>) และราคาของจิงจูดายตัดใบที่เป็นระดับปลอดสารพิษ มีราคาขายอยู่ประมาณ 100-130 บาทต่อกิโลกรัม (<http://www.hoangoc-samunpai.com/product/829506/ใบผักจิงจูดาย.html>) ซึ่งหากพิจารณาราคาขายของจิงจูดายที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี น่าจะมีความเป็นไปได้ว่า กำไรเฉลี่ยต่อกิโลกรัมจะมีค่าน้อยกว่าการปลูกจิงจูดายตามแนวทางเกษตรอินทรีย์ที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยมูลไก่ตามกรรมวิธี เนื่องจากหากพิจารณาผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ พบว่า เมื่อเปรียบเทียบการใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยมูลไก่ที่ระดับไนโตรเจนที่เท่ากัน ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่มีค่าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยในขณะที่ราคาขายมีค่าแตกต่างกันประมาณ 2 เท่า ดังนั้น การส่งเสริมการปลูกจิงจูดายตามแนวทางเกษตรอินทรีย์ที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์จึงถือเป็นทางเลือกหนึ่งที่ควรส่งเสริมให้เกษตรกรทำไปพิจารณาต่อไป

ในการวิจัยครั้งนี้ เมื่อพิจารณาถึงปริมาณและคุณภาพผลผลิต และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการปลูกจิงจูดายที่ใส่ปุ๋ยในกรรมวิธีต่างๆ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบการใส่ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยมูลไก่ที่ระดับ 10.65 และ 21.30 กิโลกรัม N ต่อไร่ ที่เท่ากัน พบว่า ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 การใส่ปุ๋ยมูลไก่ทำให้

ต้นจิงจูฉ่ายมีปริมาณผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่น้อยกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี แต่สำหรับการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 และ 3 พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่ทำให้ต้นจิงจูฉ่ายมีปริมาณผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่มากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี อีกทั้งยังพบว่า ผลผลิตของต้นจิงจูฉ่ายที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่มีคุณภาพมากกว่า กล่าวคือ มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระหรือปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมากกว่า อีกทั้งมีปริมาณการสะสมไนเตรตที่น้อยกว่า 2-4 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมี แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาทั้ง 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ปริมาณผลผลิต คุณภาพผลผลิต และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในทั้ง 3 ครั้งของการเก็บเกี่ยว พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่ที่ระดับ 31.95 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้จิงจูฉ่ายมีปริมาณผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงที่สุด อีกทั้งยังทำให้คุณภาพผลผลิต ได้แก่ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมมีค่าสูง และไม่ทำให้ปริมาณการสะสมไนเตรตในต้นจิงจูฉ่ายเกินค่าเฉลี่ยของมาตรฐานที่กำหนดโดยกลุ่มสหภาพยุโรป และจากผลการทดลองยังชี้ให้เห็นว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่หรือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตามแนวทางการผลิตในระบบเกษตรอินทรีย์ในปริมาณที่เพิ่มขึ้น จะทำให้ผลผลิตที่ได้มีปริมาณผลผลิตสูงขึ้น อีกทั้งยังทำให้ผลผลิตมีคุณภาพดีและอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน และที่สำคัญยังทำให้ดินมีสมบัติทางเคมี ได้แก่ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ มีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่การใส่ปุ๋ยเคมี ไม่ได้ทำให้ปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) อีกทั้งยังทำให้ผลผลิตมีการสะสมของสารไนเตรตสูงกว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่ในทุกระดับไนโตรเจน และพบว่า ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในผลผลิตมีแนวโน้มน้อยกว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่เมื่อเปรียบเทียบการใส่ปุ๋ยที่ระดับไนโตรเจนเดียวกัน

ตารางที่ 4.10 ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการปลูกจิงจูฉ่ายที่ได้รับปุ๋ยเคมี (CF) และ
ปุ๋ยมูลไก่ (CM) ในอัตราที่แตกต่างกันในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1

รายการ	ทริตเมนต์					
	Control	CF 10.65 N	CF 21.30 N	CM 10.65 N	CM 21.30 N	CM 31.95 N
1. ต้นทุน						
1.1 ค่าแรงงาน (ต่อไร่)						
1.1.1 การเตรียมดิน	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250
1.1.2 การปลูก	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
1.1.3 การดูแล รดน้ำ	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
1.1.4 การใส่ปุ๋ย	0	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
1.1.5 การเก็บเกี่ยว	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
1.2 ค่าวัสดุ (ต่อไร่)						
1.2.1 ตาข่ายพรางแสง	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500
1.2.2 ต้นพันธุ์	32,450	32,450	32,450	32,450	32,450	32,450
1.2.3 ค่าปุ๋ย						
1) ปุ๋ยเคมี	0	209	418	0	0	0
2) มูลไก่หมัก	0	0	0	227	454	676
1.2.4 ระบบน้ำ	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500
2. ต้นทุนรวม (บาท/ไร่)	55,700	57,409	57,618	57,427	57,654	57,876
3. ผลผลิต (กก./ไร่)	120	164	176	110	131	220
4. ต้นทุน (บาท/กก.)	464	350	327	522	440	263
5. ราคาผลผลิต (บาท/กก.)	250	250	250	250	250	250
6. รายได้ (บาท/ไร่)	30,000	41,000	44,000	27,500	32,750	55,000
7. กำไร (บาท/ไร่)	-25,700	-16,409	-13,618	-29,927	-24,904	-2,876
8. กำไรสุทธิ (บาท/กก.)	-214	-100	-77	-272	-190	-13

ตารางที่ 4.11 ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการปลูกจิงจูฉ่ายที่ได้รับปุ๋ยเคมี (CF) และ
ปุ๋ยมูลไก่ (CM) ในอัตราที่แตกต่างกันในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2

รายการ	ทรีตเมนต์					
	Control	CF 10.65 N	CF 21.30 N	CM 10.65 N	CM 21.30 N	CM 31.95 N
1. ต้นทุน						
1.1 ค่าแรงงาน (ต่อไร่)						
1.1.1 การเตรียมดิน	0	0	0	0	0	0
1.1.2 การปลูก	0	0	0	0	0	0
1.1.3 การดูแล รดน้ำ	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
1.1.4 การใส่ปุ๋ย	0	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
1.1.5 การเก็บเกี่ยว	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
1.2 ค่าวัสดุ (ต่อไร่)						
1.2.1 ตาข่ายพรางแสง	0	0	0	0	0	0
1.2.2 ต้นพันธุ์	0	0	0	0	0	0
1.2.3 ค่าปุ๋ย						
1) ปุ๋ยเคมี	0	209	418	0	0	0
2) มูลไก่หมัก	0	0	0	227	454	676
1.2.4 ระบบน้ำ	0	0	0	0	0	0
2. ต้นทุนรวม (บาท/ไร่)	7,000	8,709	8,918	8,777	8,954	9,176
3. ผลผลิต (กก./ไร่)	275	383	447	361	535	743
4. ต้นทุน (บาท/กก.)	26	23	20	24	17	12
5. ราคาผลผลิต (บาท/กก.)	250	250	250	250	250	250
6. รายได้ (บาท/ไร่)	68,655	95,613	111,828	90,288	133,768	185,793
7. กำไร (บาท/ไร่)	61,655	86,904	102,910	81,511	124,814	176,617
8. กำไรสุทธิ (บาท/กก.)	225	227	230	226	233	238

ตารางที่ 4.12 ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการปลูกจึงจูงย้ายที่ได้รับปุ๋ยเคมี (CF) และ
ปุ๋ยมูลไก่ (CM) ในอัตราที่แตกต่างกันในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3

รายการ	ทรีตเมนต์					
	Control	CF 10.65 N	CF 21.30 N	CM 10.65 N	CM 21.30 N	CM 31.95 N
1. ต้นทุน						
1.1 ค่าแรงงาน						
1.1.1 การเตรียมดิน	0	0	0	0	0	0
1.1.2 การปลูก	0	0	0	0	0	0
1.1.3 การดูแล รดน้ำ	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
1.1.4 การใส่ปุ๋ย	0	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
1.1.5 การเก็บเกี่ยว	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
1.2 ค่าวัสดุ						
1.2.1 ตาข่ายพรางแสง	0	0	0	0	0	0
1.2.2 ต้นพันธุ์	0	0	0	0	0	0
1.2.3 ค่าปุ๋ย						
1) ปุ๋ยเคมี	0	209	418	0	0	0
2) มูลไก่หมัก	0	0	0	227	454	676
1.2.4 ระบบน้ำ	0	0	0	0	0	0
2. ต้นทุนรวม (บาท/ไร่)	7,000	8,709	8,918	8,777	8,954	9,176
3. ผลผลิต (กก./ไร่)	294	463	472	474	561	613
4. ต้นทุน (บาท/กก.)	24	19	19	19	16	15
5. ราคาผลผลิต (บาท/กก.)	250	250	250	250	250	250
6. รายได้ (บาท/ไร่)	73,388	115,623	118,030	118,598	140,203	153,207
7. กำไร (บาท/ไร่)	66,388	106,914	109,112	109,821	131,249	144,032
8. กำไรสุทธิ (บาท/กก.)	226	231	231	232	234	235

ตารางที่ 4.13 บทสรุปต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเฉลี่ยของการปลูกจิงจู๋ายที่ได้รับปุ๋ยเคมี (CF) และปุ๋ยมูลไก่ (CM) ในอัตราที่แตกต่างกันทั้ง 3 ครั้งของการเก็บเกี่ยว

รายการ	ทรีตเมนต์					
	Control	CF 10.65 N	CF 21.30 N	CM 10.65 N	CM 21.30 N	CM 31.95 N
1. ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่)	230	337	365	315	409	525
2. ต้นทุนเฉลี่ย (บาท/ไร่)	23,233	24,942	25,151	24,993	25,187	25,409
3. ต้นทุนผลผลิตเฉลี่ย (บาท/กก.)	171	131	122	188	158	97
4. กำไรเฉลี่ย (บาท/ไร่)	34,114	59,136	66,135	53,802	77,053	105,924
5. กำไรสุทธิเฉลี่ย (บาท/กก.)	79	119	128	62	92	153

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาประสิทธิภาพของการใช้มูลไก่เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิตของจิงจูฉ่าย สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. การใส่ปุ๋ยมูลไก่ที่ระดับไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ทำให้ดินหลังปลูกมีสมบัติทางเคมีดีขึ้น โดยเฉพาะปริมาณอินทรีย์วัตถุ ไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

2. ความสูงและปริมาณผลผลิตของจิงจูฉ่ายแปรผันตรงกับการให้ปุ๋ยที่ระดับไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบการใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยมูลไก่ที่ระดับไนโตรเจนที่เท่ากัน พบว่า ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 การใส่ปุ๋ยเคมีทำให้จิงจูฉ่ายมีความสูงและน้ำหนักสดมากกว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่ แต่สำหรับการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่ทำให้จิงจูฉ่ายมีน้ำหนักสดไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมี ในขณะที่ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 การใส่ปุ๋ยมูลไก่ทำให้น้ำหนักสดของจิงจูฉ่ายมีแนวโน้มมากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี

3. ผลของการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกันต่อปริมาณคลอโรฟิลล์รวมแสดงผลเด่นชัดที่การเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 โดยพบว่า การใส่ปุ๋ยทั้งปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยมูลไก่ที่ระดับไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

4. การใส่ปุ๋ยที่ระดับไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ทำให้การสะสมไนเตรตในใบจิงจูฉ่ายมีค่ามากขึ้น ในขณะที่ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่า ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 การใส่ปุ๋ยมูลไก่ที่อัตรา 31.95 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมมีค่ามากที่สุด คือ 11.77 มิลลิกรัม Gallic acid ต่อกรัมน้ำหนักสด

5. เมื่อเปรียบเทียบผลของการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกันต่อผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 31.95 กิโลกรัม N ต่อไร่ ทำให้การปลูกจิงจูฉ่ายได้กำไรสุทธิมากที่สุด คือ 153 บาทต่อกิโลกรัม

จากบทสรุปผลการทดลองข้างต้น ชี้ให้เห็นว่า อัตราการใส่ปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการผลิตจิงจูฉ่ายที่ปลอดภัยและยั่งยืน คือ การใส่ปุ๋ยมูลไก่ที่อัตรา 31.95 กิโลกรัม N ต่อไร่ ซึ่งทำให้ต้นจิงจูฉ่ายมีปริมาณผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเฉลี่ยมากที่สุดในการเก็บเกี่ยวทั้ง 3 ครั้ง นอกจากนี้ยังทำให้จิงจูฉ่ายมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมที่ถือเป็นสารต้านอนุมูลอิสระมีค่าสูง อีกทั้งยังทำให้ต้นจิงจูฉ่ายมีการสะสมของสารไนเตรตในปริมาณที่น้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานปริมาณ

ในเตรตที่กำหนดโดยกลุ่มสหภาพยุโรป จึงถือได้ว่าเป็นอัตราการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการผลิตจึงจูง่ายที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภคและมีความยั่งยืนทางเศรษฐกิจ

ข้อเสนอแนะ

ในการปลูกจึงจูง่ายที่ได้มาตรฐานตามระบบการผลิตแบบเกษตรอินทรีย์ ควรเริ่มจากการเตรียมดิน โดยควรทำการตากดินไว้ประมาณ 7 วัน จากนั้นยกร่องให้สูงประมาณ 15-20 เซนติเมตร และควรทำแนวกันบริเวณขอบแปลงเพื่อป้องกันการไหลของหน้าดินและการชะล้างของปุ๋ยที่ใส่ จากนั้นในการเตรียมต้นกล้า ควรเลือกต้นกล้าที่สมบูรณ์ มีอายุประมาณ 20-30 วัน ซึ่งควรทำการปลูกที่ระยะ 25 x 25 เซนติเมตร โดยควรขุดหลุมปลูกลึกประมาณ 15-20 เซนติเมตร และรองกันหลุมด้วยปุ๋ยมูลไก่เพียงเล็กน้อยเนื่องจากปุ๋ยมูลไก่มักมีความเค็มสูง จึงไม่ควรใส่รองกันหลุมในปริมาณมาก จากนั้นทำการกลบดินและใส่ปุ๋ยมูลไก่บริเวณรอบๆ โคนต้น ซึ่งอัตราการใช้ปุ๋ยมูลไก่ที่เหมาะสมซึ่งได้จากงานวิจัยในครั้งนี้ คือ อัตรา 31.95 กิโลกรัม N ต่อไร่ หรือใส่ปุ๋ยมูลไก่ประมาณ 1,600 กิโลกรัมต่อไร่ ในการดูแลรักษา ควรให้น้ำอย่างสม่ำเสมอและกำจัดวัชพืชโดยการถอน และหากในบางฤดูกาลที่มีอุณหภูมิสูงหรือมีปริมาณแสงแดดจัดมากเช่น ในช่วงเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม ควรมีการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงที่สามารถกรองแสงได้ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ เพื่อช่วยให้จึงจูง่ายไม่ได้รับผลกระทบจากแสงแดดที่ร้อนจัด แต่อย่างไรก็ตาม จึงจูง่ายมักไม่ค่อยมีแมลงรบกวน แต่อาจพบศัตรูพืช เช่น หนอนคืบโดยเฉพาะในช่วงต้นฤดูฝน หรือเพลี้ยแป้งที่มักพบในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งควรทำการป้องกันกำจัดโดยใช้สมุนไพรไล่แมลง เช่น น้ำหมักที่ได้จากการหมักข่า ตะไคร้ ใบมะกรูด สะเดา หางไหล บอระเพ็ด และพริกรวมกัน ซึ่งมีประสิทธิภาพในการป้องกันการระบาดของศัตรูพืชดังกล่าวได้ดี โดยควรทำการฉีดพ่นทุกๆ 7-10 วัน ร่วมกับการใช้น้ำส้มควันไม้ เพื่อป้องกันก่อนการระบาดของศัตรูพืชดังกล่าว

รายการอ้างอิง

หนังสือและบทความในหนังสือ

- กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2548. การจัดการเขตศักยภาพการผลิตข้าวจังหวัดปทุมธานี. โรงพิมพ์ดอกเบญจ, กรุงเทพฯ. 73 หน้า.
- เกศศิริรินทร์ แสงมณี ชัยนาม ดิสถาพร และ นพมณี สุวรรณัง. 2556. การจัดการดินด้วยเทคโนโลยีชีวภาพและถ่านชีวภาพในการผลิตผักคะน้า. หน้า 276-283. ใน การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 3. วันที่ 25-27 เมษายน 2556. คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- คำนิง แสงขำ ฤกษ์ภู ภัทรดิลก และอัจฉรา จิตตลดากร. 2555. ผลการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ปุ๋ยชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมี ต่อผลผลิตทางเศรษฐกิจของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2. หน้า 1-11. ใน การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 2. วันที่ 4-5 กันยายน 2555. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, กรุงเทพฯ.
- จงรักษ์ จันท์เจริญสุข. 2541. ปุ๋ยอินทรีย์และวัสดุเหลือใช้. หน้า 487-497. ใน ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ดารี ถาวรมาศ และองอาจ ชังธาดา. 2520. ศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยมูลสัตว์ต่อข้าวฟ่างที่ปลูกในดินชุดปากช่อง. รายงานผลการวิจัยดิน-ปุ๋ยพืชไร่ เล่ม 1. กองพืชไร่, กรมวิชาการเกษตร. 125-128 หน้า.
- ทิพวรรณ สิทธิรังสรรค์. 2542. ปุ๋ยหมัก ดินหมัก และปุ๋ยน้ำชีวภาพ: เพื่อการปรับปรุงดินโดยวิธีธรรมชาติ. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 72 หน้า.
- ธัญพรรณพร พัฒนเจริญ. 2551. ประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักจากเศษผักและผลไม้ของเทศบาลตำบลพลับพลาณารายณ์ จังหวัดจันทบุรี ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตผักกาดหอม (*Lactuca sativa* L.). หน้า 600-603. ใน การประชุมทางวิชาการระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 2. วันที่ 29 สิงหาคม 2551. ศูนย์มนุษยวิทยาสรินทร, ตลิ่งชัน, กรุงเทพฯ.
- พัชรภรณ์ ภูไพบูลย์ ศิริวัลย์ สร้อยกล่อม และวาสนา บัวงาม. 2552. การวิเคราะห์การสะสมไนเตรทในผักสด. หน้า 289-298. ใน รายงานการวิจัยสาขาพืช การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- ภานุมาศ ฤทธิไชย และ นภาพร ยังวิเศษ. 2551. อิทธิพลของการพรางแสงและการให้ปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตและการสะสมไนเตรตของผักชีฝรั่ง (*Eryngium foetidum* L.). รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปทุมธานี. 49 หน้า.
- มุกดา สุขสวัสดิ์. 2544. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 344 หน้า.
- มุกดา สุขสวัสดิ์. 2545. ปุ๋ยอินทรีย์. บ้านและสวน, กรุงเทพฯ. 216 หน้า.
- ยงยุทธ โอสดสภา. 2552. ธาตุอาหารพืช. พิมพ์ครั้งที่ 3, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 529 หน้า.
- ยงยุทธ โอสดสภา อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชวลิต ฮงประยูร. 2554. ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน, พิมพ์ครั้งที่ 2, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 519 หน้า.
- สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2544. สรีรวิทยาของพืช. พิมพ์ครั้งที่ 3, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 237 หน้า.
- สุภา บริกำปกุล เกษมสุข ศรีแย้ม และอภันตรี พลกษพงศ์. 2555. การใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีผลต่อผลผลิตและคุณภาพของแก้วมังกรในจังหวัดจันทบุรี. รายงานวิจัยประจำปีงบประมาณ 2552-2554. กรมพัฒนาที่ดิน. 27 หน้า.
- โสฬส แซ่ลิ้ม. 2556. ศึกษาอัตราการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินและผลผลิตมันสำปะหลัง. หน้า 498-502. ใน การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติ ครั้งที่ 3. วันที่ 25-27 เมษายน 2556. คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- โอภา วัชรคุปต์ ปรีชา บุญจง จันทนา บุญยะรัตน์ และมาลีนีร์กษ อัดต์สินทอง. 2549. สารต้านอนุมูลอิสระ. พี.เอส.พรินท์, กรุงเทพฯ. 200 หน้า.
- Muramoto, J. 1999. Comparison of nitrate content in leafy vegetables from organic and conventional farms in California. Center for Agroecology and Sustainable Food Systems. University of California, Santa Cruz. 66 p.

บทความวารสาร

- สัญญา เล่ห์สิงห์ และอรประภา อนุกุลประเสริฐ. 2559. ประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของคะน้า. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 24(2): 320-332.

- อัญชลี น่วมมี กนกวรรณ เสรีภาพ สร้อยนภา ญาณวัฒน์ และ ต่อศักดิ์ สีลานันท์. 2555. พฤษศาสตร์พื้นบ้านของชาวม้ง บ้านปางช้าง ตำบลพงษ์ อำเภอสันติสุข จังหวัดน่าน. วารสาร พฤษศาสตร์ไทย 4(2): 177-211.
- อรประภา อนุกุลประเสริฐ และ ภาณุมาศ ฤทธิไชย. 2558. ผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงต่อการให้ผลผลิตและคุณภาพของผักกาดหอม. Thai Journal of Science and Technology 4(1): 81-94
- Ainika, L.N., W.B. Amans, C.O. Olonitola, P.C. Okutu and E.Y. Dodo. 2012. Effect of organic and inorganic fertilizer on growth and yield of *Amaranthus caudatus* L. in northern Guinea savanna of Nigeria. WJEPAS 2(2): 26-30.
- Amkha, S., T. Michiko, C. Sagwansupyakorn, S. Sukprakan and I. Kazuyuki. 2006. Effect of amount of nitrogen fertilizer on early growth of leafy vegetables in Thailand. Jpn. J. Trop. Agr. 50(3): 127-132.
- Asami, D.K., Y.J. Hong, D.M. Barrett and A.E. Mitchell. 2003. Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and air-dried marionberry, strawberry and corn grown using conventional, organic and sustainable agricultural practices. Journal of Agricultural and Food Chemistry 51: 1237-1241.
- Bryant, J.P., F.S. Chapin and D.R. Klein. 1983. Carbon / nutrient balance of boreal plants in relation to vertebrate herbivory. Oikos 40: 357-368.
- Chang, E.H., C.H. Wang, C.L. Chen and R.S. Chung. 2014. Effects of long-term treatments of different organic fertilizers complemented with chemical N fertilizer on the chemical and biological properties of soils. Soil Science and Plant Nutrition 60: 499-511.
- Chao, P.Y., S.Y. Lin, K.H. Lin, Y.F. Liu, J.I. Hsu, C.M. Yang and J.Y. Lai. 2014. Antioxidant activity in extracts of 27 indigenous Taiwanese vegetables. Nutrients 6: 2115-2130.
- Ferreira, J.E.S. 2007. Nutrient deficiency in the production of artemisinin, dihydroartemisinic acid, and artemisinic acid in *Artemisia annua* L. Journal of Agricultural and Food Chemistry 55(5): 1686-1694.
- Frankow-Lindberg, B.E. 1997. Assimilate partitioning in three white clover cultivars in autumn, and the effect of defoliation. Annals of Botany 79: 83-87.

- Hamouz, K., J. Lachman, B. Vokal and V. Pivec. 1999. Influence of environmental conditions and way of cultivation on the polyphenol and ascorbic acid content in potato tubers. *Rostlinna Vyroba* 45: 293-298.
- Kipkosgei, L.K., L.S.M. Akundabweni and M.J. Hutchinson. 2003. The effect of farmyard manure and nitrogen fertilizer on vegetative growth, leaf yield and quality attributes of *Solanum villosum* (black nightshade) in Keiyo district, Rift Valley. *African Crop Science Conference Proceedings* 6: 514-518.
- Mackinney, G. 1941. Absorption of light by chlorophyll solutions. *Journal of Biological Chemistry*. 140: 315-322.
- Maizura, M., A. Aminah and W.M. Wan Aida. 2011. Total phenolic content and antioxidant activity of kesum (*Polygonum minus*), ginger (*Zingiber officinale*) and turmeric (*Curcuma longa*) extract. *International Food Research Journal* 18: 529-534.
- Malik, A.A., S. Suryapani, J. Ahmad, S. Umar, M.Z. Abdin and S.R. Mir. 2013. An attempt to enhance select secondary metabolite of *Artemisia annua* L. *Journal of Biological Sciences* 13(6): 499-506.
- Mitchell, A.E., Y.J. Hong, E. Koh, D.M. Barrett, D.E. Bryant, R.F. Denison and S. Kaffka. 2007. Ten-year comparison of the influence of organic and conventional crop management practices on the content of flavonoids in tomatoes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55: 6154-6159.
- Nakamura, Y., Y. Ohto, A. Murakami, S. Jiwajinda and H. Ohigashi. 1998. Isolation and identification of acetylenic spiroketal enol ethers from *Artemisia lactiflora* as inhibitors of superoxide generation induced by a tumor promoter in differentiated HL-60 Cells. *J. Agric. Food Chem.* 46: 5031-5036.
- Nakamura, Y., A. Murakami and H. Ohigashi. 2000. Search for naturally-occurring antioxidative chemopreventors on the basis of the involvement of leukocyte-derived reactive oxygen species in carcinogenesis. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention* 1: 115-120.

- Nashrin, S.A., A.M. Farooque, M.K. Siddiqua, M.M. Rahman and M.R. Khanam. 2002. Effect of nitrogen and spacing on the growth and yield of Gimakalmi, *Ipomoea reptans* Poir. Online J. Biol. Sci. 2: 170-174.
- Ngetich, O.K., J.N. Aguyoh and J.O. Ogweno. 2012. Effects of composted farmyard manure on growth and yield of spider plant (*Cleome gynandra*). Int. J. Sci. Nat. 3: 514-520.
- Nguanchoo, V., P. Srisanga, S. Swangpol, S. Prathanturarug and T. Jenjittikul. 2014. Food plants in Hmong cuisine in Northern Thailand. Thai Journal of Botany 6(2): 131-145.
- Nik, S.M.M., M.H.B. Keshavarzi, M. Heidari and G.R. Yarahmadi. 2011. Studies of changes in chlorophyll content in *Artemisia annua* L. under the effects of biological and chemical fertilizers. Annals of Biological Research 2(5): 196-202.
- Paudel, P.K., S. Sukprakarn, K. Sidathani and Y. Osotsapar. 2004. Effects of organic manures on production of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in reference to chemical fertilizer. Kasetsart Journal (Natural Science) 38: 31-37.
- Omer, E.A., E.A. Abou Hussein, S.F. Hendawy, A.A. Ezz El-din and A.G. El-Gendy. 2014. Effect of nitrogen and potassium fertilizers on growth, yield, essential oil and artemisinin of *Artemisia Annu*a L. plant. International Research Journal of Horticulture 2(2): 11-20.
- Rajasheker, C.B., M.M. Oh and E.E. Carey. 2012. Organic crop management enhances chicoric acid content in lettuce. Food and Nutrition Sciences 3: 1296-1302.
- Ren, H., H. Bao, H. Endo and T. Hayashi. 2001. Antioxidative and antimicrobial activities and flavonoid contents of organically cultivated vegetables. Nippon Shokuhin Kagaku Kaishi 48: 246-252.
- Rice-Evans, C.A., N.J. Miller and G. Paganga. 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. Trends in Plant Science 2: 152-159.
- Roni, M.S., M. Zakaria, M.M. Hossain and M.N. Siddiqui. 2014. Effect of plant spacing and nitrogen levels on nutritional quality of broccoli (*Brassica oleracea* L.). Bangladesh J. Agril. Res. 39(3): 491-504.

- Santamaria, P. 2006. Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 86: 10-17.
- Savci, S. 2012. An agricultural pollutant: Chemical fertilizer. *International Journal of Environmental Science and Development* 3(1): 77-80.
- Scanes, C.G., G. Brant and M.E. Ensminger. 2004. *Poultry Science* 4th edition. Pearson Prentice Hall. New Jersey. 105-106.
- Shimada, Y. and S. Ko. 2004. Nitrate in vegetables. *Chugokugakuen Journal* 3: 7-10.
- Sims, J.T. and D.C. Wolf. 1994. Poultry waste management: Agricultural and environmental issues. *Advances in Agronomy* 52: 1-83.
- Soltfoft, M., J Nielsen, K.H. Laursen, S. Husted, U. Halekoh and P. Knuthsen. 2010. Effect of organic and conventional growth systems on the content of flavonoids in onions and phenols in carrot. *J. Agric. Food Chem.* 58: 10323-10329.
- Sumeet, G., U. Shahid and S. Suryapani. 2009. Nitrate accumulation, growth and leaf quality of spinach beet (*Beta vulgaris* Linn.) as affected by NPK fertilization with special reference to potassium. *Indian Journal of Science and Technology* 2(2): 35-40.
- Stratil, P., B. Klejdus and V. Kuban. 2006. Determination of total content of phenolic compounds and their antioxidant activity in vegetables-Evaluation of spectrophotometric methods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54: 607-616.
- Tazoe, Y., K. Noguchi and I. Terashima. 2006. Effects of growth light and nitrogen nutrition on the organization of the photosynthetic apparatus in leaves of a C₄ plant, *Amaranthus cruentus*. *Plant, Cell and Environment* 29: 691-700.
- Thomson, L.M., and F.R. Trich. 1975. *Soil and soil fertility* 3rd TNH Publishing. New Delhi.
- Umar, A.S. and M. Iqbal. 2007. Nitrate accumulation in plants, factors affecting the process, and human health implications. *Agronomy for Sustainable Development* 27: 45-57.

Yano, K. 1983. Insect antifeeding phenylacetylenes from growing buds of *Artemisia capillaris*. J Agric. Food Chem. 31: 667-668.

วิทยานิพนธ์

ชุตินมณฑน์ ชูพุดชา. 2553. ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการปลดปล่อยไนโตรเจนจากปุ๋ยอินทรีย์กับการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักคะน้า (*Brassica oleracea*) ในระบบเกษตรอินทรีย์. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 86 หน้า.

สื่ออิเล็กทรอนิกส์

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2559. สถิติอากาศปราจีนบุรี. http://www.tmd.go.th/province_weather_stat.php?StationNumber=48430 (4 กรกฎาคม 2559).

ปราณี สีหพันธ์ โสฬส แซ่ลิ้ม พรพนา โปธินาม และสุดสงวน เทียมไรสงค์. 2551. ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่เหมาะสมต่อการปลูกพืชผักในชุดดินชุมพวง จังหวัดขอนแก่น กรณีศึกษาผักคะน้า. ส่วนวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน. สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 5, ขอนแก่น. http://www.r05.ldd.go.th/technical/re_bio_2551_01.html (8 มีนาคม 2559).

EFSA (European Food Safety Authority). 2006. Guidance of the Scientific Committee on a request from EFSA related to Uncertainties in Dietary Exposure Assessment. EFSA Journal 438, 1-54. http://www.efsa.europa.eu/EFSA/Scientific_Opinion/sc_op_uncertainty%20exp_en,5.pdf. (4 July 2015).

Kopke, U. 2003. Influence of organic and conventional farming systems on the nutritional quality of food. In: Cakmak, I. and Welch, R.M. (eds.), Impact of Agriculture on Human Health and Nutrition in Encyclopaedia of Life Support Systems (EOLSS). Developed under the auspices of the UNESCO, EOLSS Publisher, Oxford, UK. <http://www.eolss.net> (7 June 2014).

Mecozzi, M. 2009. White mugwort information. http://203.64.245.61/fulltext_pdf/ebook1/10-6%20white%20mugwort.pdf (2 February 2015).

http://www.ttiitn.com/artemisia/a_lactiflora.html (2 กุมภาพันธ์ 2559).

<http://www.rakbankerd.com/agriculture/page.php?id=4256&s=tblplant> (2 กุมภาพันธ์ 2559).

<https://plus.google.com/113340488899462088681/posts> (15 มีนาคม 2559).

<http://www.hoanngoc-samunpai.com/product/829506/ใบผักจิงจูฉ่าย.html> (15 มีนาคม 2559).



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นาย สัญญา เล่ห์สิงห์
วันเดือนปีเกิด	6 กันยายน 2506
ตำแหน่ง	ผู้จัดการ บริษัทบ้านสวนทอง จำกัด
ผลงานทางวิชาการ	สัญญา เล่ห์สิงห์ และ อรประภา อนุกุลประเสริฐ. 2559. ประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงต่อการ เจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของคะน้า. วารสาร วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 24(2):
ประสบการณ์ทำงาน	2555-2559 ประธานกลุ่มเกษตรกรทำสวนแก่งดินสอ อ. นาดี จ.ปราจีนบุรี 2556-2559 ประธานเครือข่ายผักอินทรีย์ อภัยภูเบศร ปราจีนบุรี 2556-2559 ผู้ทรงคุณวุฒิ(ด้านพืช) สภาเกษตรกรจังหวัดปราจีนบุรี 2546-2547ได้รับรางวัลชนะเลิศ เกษตรกรก้าวหน้าดีเด่น ระดับประเทศ ปี 2546 2540-ปัจจุบัน เป็นผู้จัดการบริษัทบ้านสวนทอง จำกัด ผลิตผักและผลไม้อินทรีย์ ส่งร้านค้าชุมชน อภัยภูเบศร และTops Market โรบินสัน สาขาปราจีนบุรี