

# การประยุกต์โปรแกรมเชิงเส้นตรงเพื่อหาสัดส่วนวัสดุธรรมชาติเพื่อทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีในการปลูกแห้ว

## Linear Programming Approach to Quantity Optimal for Chemical Fertilizer Substitution in Water Chestnut Farm

พิทยุตม์ คงพ่วง<sup>1\*</sup> และ สุธาทิพย์ เลิศวิวัฒน์ชัยพร<sup>2</sup>

Pittayut Kongpoung<sup>1\*</sup> and Sutathip Lerdwiwatchaiyaporn<sup>2</sup>

### ABSTRACT

The objective of this research is to analyze the optimal use of organic materials for chemical substitution in water chestnut farm. The linear programming was used to allocate natural materials in water chestnut farming in order to gain the lowest cost of using fertilizer. Five types of the natural materials used in this research were rice straw, chicken manure, pig manure, duck manure, and cow manure. The analysis was carried out, and the result showed that the suitable organic material proportion from the first to the second month was 0.57 tons of chicken manure integrated with 3.41 tons of duck manure, and the suitable organic materials proportion from the third to the sixth month was 10.5 tons of chicken manure integrated with 5 tons of rice straw. This reduced the fertilizer cost and could save 15.7 percent compared with using old-way chemicals.

**Keyword:** organic fertilizer, chemical fertilizer, linear programming, water chestnut, chemical fertilizers substitution

### บทคัดย่อ

การทำวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาปริมาณวัสดุธรรมชาติที่สามารถใช้เพื่อทดแทนปุ๋ยเคมีในการทำนาแห้ว เทคนิคโปรแกรมเชิงเส้นตรงถูกนำมาใช้เพื่อจัดสรรวัสดุธรรมชาติโดยมีเป้าหมายการได้ต้นทุนของปุ๋ยที่ต่ำที่สุด ซึ่งวัสดุธรรมชาติที่นำมาใช้ในการทดแทนปุ๋ยเคมีในการทำวิจัยครั้งนี้มี 5 ชนิด ได้แก่ 1. ฟางข้าว 2. มูลวัว 3. มูลไก่ 4. มูลเป็ด และ 5. มูลหมู ผลการวิจัยพบว่า ปริมาณของวัสดุธรรมชาติที่สามารถนำมาใช้ทดแทนปุ๋ยเคมีสำหรับช่วงเดือนที่ 1 ถึง เดือนที่ 2 ของการปลูกแห้ว คือ มูลไก่ 0.57 ตัน ผสมกับมูลเป็ด 3.41 ตัน และปริมาณของวัสดุธรรมชาติที่สามารถนำมาใช้ทดแทนปุ๋ยเคมีสำหรับช่วงเดือนที่ 3 ถึงเดือนที่ 6 คือ การใช้ฟางข้าวหมัก 5 ตัน ผสมกับมูลไก่ 10.5 ตัน ช่วยลดต้นทุนค่าปุ๋ยเมื่อเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมีแบบเดิมถึง 15.7 เปอร์เซ็นต์

**คำสำคัญ:** ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี โปรแกรมเชิงเส้นตรง

<sup>1,2</sup>สาขาการจัดการ คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี อำเภอสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี 72130

Department of Management, Faculty of Business Administration and Information Technology, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Suphan Buri Campus, Samchuk District, Suphan Buri Province, 72130, Thailand

\*Corresponding author: Tel. 08-6618-9648, E-mail address: mrpittayut@gmail.com

## บทนำ

### 1. ความสำคัญและความเป็นมา

แห้วจีน (Water Chestnut) เป็นพืชที่คนไทยรู้จักกันมาอย่างยาวนานแต่บ่อยคนที่จะทราบว่ามีเพียงพื้นที่ในสองอำเภอของจังหวัดสุพรรณบุรีเท่านั้นที่สามารถปลูกแห้วได้ในประเทศไทย ในปี 2493 ได้มีผู้นำมาลองปลูกในอำเภอสามชุกผลปรากฏว่าแห้วสามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตดีมากในพื้นที่ซึ่งเป็นผลมาจากลักษณะของดินเฉพาะที่เรียกว่า “ดินชุดสระบุรีไฮเฟด” ซึ่งช่วยให้แห้วสามารถแตกรากและแพร่หัวได้ดีกว่าดินเหนียวชนิดอื่นๆ แห้วจึงกลายเป็นพืชทางเลือกที่เกษตรกรชาวนาในพื้นที่อำเภอศรีประจันต์และอำเภอสามชุกนิยมปลูกสลับรอบกับการทำนาในฤดูกาลปกติ จากการลงพื้นที่เก็บข้อมูลพบว่า ในปัจจุบันราคาของแห้วต่อเกวียนที่เกษตรกรได้รับอยู่ที่ระดับ 20,000-30,000 บาทซึ่งสูงกว่ารายได้จากการปลูกข้าวเกือบสามเท่าตัว ซึ่งแม้ว่าการทำนาแห้วจะได้รับผลตอบแทนที่สูงกว่าข้าวแต่ในการปลูกแห้วนั้นเกษตรกรจะมีค่าใช้จ่ายที่สูงมากโดยเฉพาะต้นทุนของปุ๋ยเคมีที่เกษตรกรต้องใช้เป็นจำนวนมาก ผลสืบเนื่องจากปัญหาการมีต้นทุนการปลูกแห้วที่สูงมากทำให้จำนวนเกษตรกรผู้ปลูกแห้วค่อยๆ ลดลงเพราะไม่สามารถแบกรับต้นทุนของปุ๋ยเคมีและยาฆ่าแมลงที่จำเป็นในการปลูกแห้วได้

ผู้วิจัยจึงเกิดแนวความคิดที่จะทำการประยุกต์เทคนิคตัวแบบโปรแกรมเชิงเส้นตรงมาเป็นเครื่องมือช่วยกำหนดสัดส่วนของวัสดุธรรมชาติที่สามารถทดแทนปุ๋ยเคมีในการปลูกแห้วของเกษตรกรซึ่งผลลัพธ์สามารถเป็นแนวทางที่ช่วยเกษตรกรชาวนาแห้วในการลดต้นทุนการปลูกแห้วได้

### 1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เทคนิคโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programing) เป็นเทคนิคเพื่อจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้ได้รับผลลัพธ์ที่ดีที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ภายใต้ข้อจำกัดต่างๆ เป็นเครื่องมือที่สร้าง

ประโยชน์ต่อการดำเนินงานขององค์กรเป็นอย่างมาก อาทิเช่น (ปรางประเสริฐ และ ชุมพล, 2560) ได้ประยุกต์ใช้เทคนิคโปรแกรมเชิงเส้นตรงแบบหลายวัตถุประสงค์เพื่อเลือกพื้นที่สร้างคลังสินค้าซึ่งทำให้เกิดต้นทุนในการดำเนินการทั้งการขนส่งและการเก็บสินค้าของบริษัทต่ำที่สุด ผลลัพธ์ที่ได้ช่วยให้บริษัทมีต้นทุนด้านคลังสินค้าที่ต่ำที่สุดส่งผลกระทบต่อความสามารถในการแข่งขันของบริษัท นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ (สุวิทย์ และคณะ, 2016) ได้นำโปรแกรมเชิงเส้นตรงมาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการตัดแกนกระดาษซึ่งเป็นวัสดุหลักของโครงสร้างหมึกพิมพ์บาร์โค้ด (Thermal Transfer Ribbon) ซึ่งช่วยลดเศษเหลือจากกระบวนการตัดที่เป็นความสูญเสียโดยตรงของบริษัท ให้เหลือความสูญเสียเฉลี่ยเพียง 0.51% ซึ่งลดลงถึง 87.9% ต่อเดือน และ (พินุช และคณะ, 2550) ได้นำโปรแกรมเชิงเส้นตรง มาเป็นเครื่องมือสำหรับบริหารจัดการสินค้าคงคลังของวัตถุดิบโรงงานอาหารสัตว์ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ดีกว่าผลลัพธ์จากวิธีการสั่งซื้อในปริมาณที่ประหยัดที่สุด (Economic Order of Quantity) เพราะสามารถหาค่าที่ดีที่สุดได้ในสถานการณ์จริงที่เกิดขึ้นกับบริษัท คือ กรณีที่ราคาของวัตถุดิบไม่คงที่

นอกจากงานวิจัยที่กล่าวมาแล้วในข้างต้นซึ่งนำเทคนิคโปรแกรมเชิงเส้นตรงไปประยุกต์ใช้กับการดำเนินงานในภาคอุตสาหกรรม ยังมีการนำไปประยุกต์ใช้เพื่องานจัดสรรทรัพยากรด้านการเกษตรกรรม อาทิเช่น (สุภาภรณ์, 2554) การประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้นในการหาส่วนผสมหมักจากฟางข้าวเพื่อให้ได้ต้นแบบการผลิตที่ทำให้เกิดต้นทุนต่ำสุดและยังคงได้ปุ๋ยที่มีปริมาณธาตุอาหารครบถ้วนตามมาตรฐานของปุ๋ยอินทรีย์ ผลจากการวิจัยได้ช่วยให้ต้นทุนการผลิตของกลุ่มเกษตรกรลดลง และ (พลกฤษ, 2555) ได้มีการนำโปรแกรมเชิงเส้นไปช่วยในการวางแผนการผลิตทางการเกษตรตามแนวคิดเศรษฐกิจพอเพียงในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร โดยมีข้อจำกัดด้านแรงงานและที่ดิน นอกจากนี้ (จิรวัดน์, 2555) ได้

ประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้นมาเพื่อการจัดสรรพื้นที่เพื่อปลูกพืชชนิดอื่นๆ เพิ่มเติมลงในพื้นที่ซึ่งปัจจุบันเป็นพื้นที่ปลูกยางพารา ในตำบลเสี้ยว อำเภอเมือง จังหวัดเลย ผลการวิจัยให้ตัวแบบการปลูกพืชที่เพิ่มรายได้ให้เกษตรกรโดยปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และลูกเดือยเพิ่มในสัดส่วนร้อยละ 22.73 : 36.07 ของพื้นที่

### ระเบียบวิธีวิจัย

#### 1. ขั้นตอนการทำวิจัย

การเก็บรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

1. ทำการเก็บข้อมูลการใช้ปุ๋ยเคมีในการทำนาหัวของเกษตรกรตั้งแต่เริ่มต้นจนได้ผลผลิตที่สามารถจำหน่าย โดยเก็บข้อมูลสำคัญ คือ 1. ข้อมูลชนิดของปุ๋ยเคมีที่เกษตรกรใช้ในการปลูกข้าว 2. ปริมาณของปุ๋ยที่ใช้ในการปลูกข้าว 3. จำนวนครั้งที่ใส่ปุ๋ยแต่ละชนิด จากเกษตรกรจำนวน 30 ราย จากเกษตรกรผู้ปลูกข้าวทั้งหมด 100 รายในตำบลมดแดง และตำบลวังยาง อำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งเป็นพื้นที่ปลูกข้าวมากที่สุดในจังหวัดสุพรรณบุรี

2. ทำการคำนวณต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีและปริมาณธาตุอาหารที่หัวจะได้รับจากปุ๋ยเคมีที่เกษตรกรใช้

3. ทำการศึกษาข้อมูลเพื่อวัสดุธรรมชาติที่ศักยภาพและความเหมาะสมในการนำมาใช้แทนปุ๋ยเคมี

4. ศึกษาข้อมูลปริมาณธาตุอาหารหลักที่มีในวัสดุธรรมชาติแต่ละชนิด โดยใช้ข้อมูลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารจากกลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชไร่ กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร

5. ศึกษาข้อมูลราคาของวัสดุธรรมชาติแต่ละชนิดที่จะนำมาใช้ทดแทนปุ๋ยเคมี

6. สร้างตัวแบบโปรแกรมเชิงเส้นตรงเพื่อแทนปัญหาการจัดสรรปริมาณวัสดุธรรมชาติเพื่อทดแทนปุ๋ยเคมีทั้งในส่วนของสมการวัตถุประสงค์และอสมการเงื่อนไขของตัวแบบโปรแกรมเชิงเส้นตรง

7. ทำการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของตัวแบบโปรแกรมเชิงเส้นตรง

8. นำผลลัพธ์ที่ได้จากตัวแบบโปรแกรมเชิงเส้นตรงมาทำการสรุปผลการวิจัย

#### 2. ปริมาณปุ๋ยเคมีและวิธีการใส่ปุ๋ยให้กับหัว

เกษตรกรชาวนาหัวจะแบ่งช่วงเวลาการใส่ปุ๋ยให้กับหัวออกเป็น 2 ช่วงเวลา คือ

1. ช่วง 1 ถึง 2 เดือน
2. ช่วง 3 ถึง 6 เดือน

ช่วงที่ 1 ระยะเดือนที่ 1 และเดือนที่ 2 ของการปลูกปุ๋ยที่ใช้คือสูตร 16-20-0 จำนวนที่ใส่ 2 กระจอบต่อไร่ จำนวนครั้งที่ใส่ 4 ครั้ง รวมทั้งหมด 8 กระจอบ ราคาเฉลี่ยกระจอบละ 600 บาท คำนวณปริมาณธาตุอาหารจากปุ๋ยทั้งหมด ได้ดังนี้

- ธาตุไนโตรเจน N ปุ๋ยทั้งหมด 8 กระจอบ คิดเป็นน้ำหนัก 400 KG คิดเป็นธาตุ N จำนวน  $0.16 \times 400 = 64 \text{ KG}$
- ธาตุฟอสฟอรัส P ปุ๋ยทั้งหมด 8 กระจอบ คิดเป็นน้ำหนัก 400 KG คิดเป็นธาตุ P จำนวน  $0.20 \times 400 = 80 \text{ KG}$

ช่วงที่ 2 ระยะเดือนที่ 3 ถึงเดือนที่ 6 ของการปลูกหัว ปุ๋ยที่ใช้ คือ สูตร 9-24-24 จำนวน 4 กระจอบ ราคาเฉลี่ยกระจอบละ 1,000 บาท ผสมกับปุ๋ยสูตร 0-0-60 จำนวน 12 กระจอบ ราคาเฉลี่ยกระจอบละ 1,200 บาท อัตราส่วนการผสมปุ๋ยทั้งสองชนิด คือ 1:3 จำนวนของปุ๋ยหลังทำการผสมที่ใส่ 2 กระจอบต่อไร่ คำนวณปริมาณธาตุอาหารจากปุ๋ยทั้งหมด ได้ดังนี้

- ธาตุไนโตรเจน จากปุ๋ยสูตร 9-24-24 ทั้ง 4 กระจอบ ซึ่งมีน้ำหนัก น้ำหนัก 200 กิโลกรัม รวมมีปริมาณธาตุไนโตรเจน จำนวน  $0.09 \times 200 = 18 \text{ กิโลกรัม}$
- ธาตุฟอสฟอรัส จากปุ๋ยสูตร 9-24-24 ทั้ง 4 กระจอบ คิดเป็นน้ำหนัก 200 กิโลกรัม รวมมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัส จำนวน  $0.24 \times 200 = 48 \text{ กิโลกรัม}$
- ธาตุโพแทสเซียม จากปุ๋ยสูตร 9-24-24 ทั้ง 4 กระจอบ น้ำหนัก 200 กิโลกรัม มีปริมาณ ธาตุ

โพแทสเซียม  $0.24 \times 200 = 48$  กิโลกรัมและ  
จาก ปุ๋ยสูตร 0-0-60 ทั้ง 12 กระสอบ น้ำหนัก  
600 กิโลกรัม มีปริมาณธาตุโพแทสเซียม 0.60

$\times 600 = 360$  กิโลกรัม รวมมีธาตุโพแทสเซียม  
ที่ได้จากปุ๋ยทั้ง 2 ชนิด  $48+360=408$  กิโลกรัม

**Table 1** The nutrient content per rai each time of chemical fertilizer used

Information	Period 1-2	Period 3-6
Nitrogen	64 KG	18 KG
Phosphorus	80 KG	48 KG
Potassium	0 KG	408 KG
Total Cost	4,800 Baht	18,400 Baht

การสร้างตัวแบบโปรแกรมเชิงเส้นตรง

### 1. สมการวัตถุประสงค์ (Objective Function)

การสร้างตัวแบบโปรแกรมเชิงเส้นตรงของ  
การทำวิจัยครั้งนี้จะกำหนดสมการวัตถุประสงค์เป็น

การได้ค่าน้อยที่สุด (Minimize) เพราะวัตถุประสงค์  
หลักของการทำวิจัย คือ การหาสัดส่วนวัตถุดิบ  
ธรรมชาติเพื่อสามารถใช้ทดแทนปุ๋ยเคมีที่ทำให้เกิด  
ต้นทุนการผลิตต่ำสุด ดังแสดงในสมการที่ 1

$$\text{Min } Z = C_i X_j \quad (1)$$

โดยที่

$Z$  = ต้นทุนรวมของวัตถุดิบธรรมชาติทุกชนิดที่ใช้

$C_i$  = ต้นทุนต่อตันของวัสดุธรรมชาติชนิดที่  $i$  (บาท/ตัน)

$X_j$  = ปริมาณวัสดุธรรมชาติชนิดที่  $j$  (ตัน)

$N_i$  = เปอร์เซ็นต์ของปริมาณธาตุไนโตรเจนในวัสดุธรรมชาติชนิดที่  $i$

$P_i$  = เปอร์เซ็นต์ของปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในวัสดุธรรมชาติชนิดที่  $i$

$K_i$  = เปอร์เซ็นต์ของปริมาณธาตุโพแทสเซียมในวัสดุธรรมชาติชนิดที่  $i$

### 2. สมการเงื่อนไข (Constraint)

สมการเงื่อนไขของวัตถุดิบที่ใช้ในการสร้างตัวแบบโปรแกรมเชิงเส้นตรงของช่วงเดือนที่ 1-2 ประกอบด้วย  
เงื่อนไขดังนี้

- ธาตุไนโตรเจนรวมของวัสดุธรรมชาติต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 64 กิโลกรัมต่อไร่ ดังสมการที่ 2

$$\sum X_j N_i \geq 64 \quad (2)$$

- ธาตุฟอสฟอรัสของวัสดุธรรมชาติต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 80 กิโลกรัม ต่อไร่ ดังสมการที่ 3

$$\sum X_j P_i \geq 80 \quad (3)$$

- ต้นทุนรวมของวัสดุน้อยกว่า 4800 บาท ต่อไร่ ดังสมการที่ 4

$$\sum X_j C_i \leq 4,800 \quad (4)$$

- ปริมาณฟางข้าวไม่เกิน 5 ตันต่อไร่ เป็นเงื่อนไขที่กำหนดขึ้นจากข้อมูลเพิ่มเติมที่ได้รับจากเกษตรกรว่าหากใช้  
ฟางข้าวปริมาณมากเกินไปจะทำให้ยากในการเตรียมดินปลูก ดังสมการที่ 5

$$\sum X_5 \leq 5 \quad (5)$$

สมการเงื่อนไขของวัตถุดิบที่ใช้ในการสร้างตัวแบบโปรแกรมเชิงเส้นตรงของช่วงเดือนที่ 3 ถึง 6 ประกอบด้วยเงื่อนไขดังนี้

- ธาตุไนโตรเจนรวมของวัสดุธรรมชาติต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 18 กิโลกรัม ต่อไร่ ดังสมการที่ 6

$$\sum X_i N_i \geq 18 \quad (6)$$

- ธาตุฟอสฟอรัสของวัสดุธรรมชาติต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 48 กิโลกรัม ต่อไร่ ดังสมการที่ 7

$$\sum X_i P_i \geq 48 \quad (7)$$

- ธาตุโพแทสเซียมรวมของวัสดุธรรมชาติต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 408 กิโลกรัม ต่อไร่ ดังสมการที่ 8

$$\sum X_i K_i \geq 408 \quad (8)$$

- ต้นทุนรวมของวัสดุธรรมชาติต้องน้อยกว่า 18,400 บาท ต่อไร่ ดังสมการที่ 9

$$\sum X_i C_i \leq 18,400 \quad (9)$$

- ปริมาณฟางข้าวไม่เกิน 5 ตันต่อไร่ เป็นเงื่อนไขที่กำหนดขึ้นจากข้อมูลเพิ่มเติมที่ได้รับจากเกษตรกรว่าหากใช้ฟางข้าวปริมาณมากเกินไปในช่วงที่สองจะทำให้เกิดการเน่าเสียของหัวเหั่วเพราะฟางข้าวที่ใส่ลงไปจะเกิดการเน่าเสียก่อนจะสลายตัวเป็นปุ๋ย ดังสมการที่ 10

$$\sum X_5 \leq 5 \quad (10)$$

### 3. ปริมาณธาตุอาหารในวัสดุธรรมชาติ

วัสดุธรรมชาติที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้มี 5 ชนิด คือ มูลวัว มูลไก่ มูลเป็ด มูลหมู และ ฟางข้าว

หมัก ซึ่งมีข้อมูลราคาต่อตันซึ่งได้จากการเก็บข้อมูลจากแหล่งจำหน่ายในพื้นที่ใกล้เคียงกับพื้นที่ปลูกเหั่วในจังหวัดสุพรรณบุรีและมีปริมาณธาตุอาหารในวัสดุแต่ละชนิด ดังแสดงตาม Table 2 และ Table 3

**Table 2** Price of each organic material (Baht/Ton)

Material	Price/Ton
Cow manure	1,200
Chicken manure	1,000
Duck manure	1,000
Pig manure	1,300
Rice straw	1,000

**Table 3** The nutrient content from each organic material (kg/ton)

Material	Nitrogen	Phosphorus	Potassium
Cow manure	13.2	5.8	22.1
Chicken manure	39.1	11.4	25.2
Duck manure	12.2	21.5	20.5
Pig manure	16.8	26.9	13.4
Rice straw	7.6	1.1	28.4

Source: Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Cooperative

### ขอบเขตของการทำวิจัย

1. วัสดุธรรมชาติที่ใช้ในการทำวิจัย คือ 1. มูลวัว 2. มูลไก่ 3. มูลเป็ด 4. มูลหมู และ 5. ฟางข้าวหมัก
2. ปุ๋ยที่ใช้ในการปลูกแก้วจากการเก็บข้อมูลพบว่าเกษตรกรมีปุ๋ยที่ใช้อยู่หลักๆ 2 ชนิด คือ 1. ปุ๋ยเพื่อเร่งให้แก้วแตกกอขยายราก จะใส่ในช่วง 2 เดือนแรกที่ปลูก โดยใส่ทุก 15 วัน ปุ๋ยที่ใส่ คือ สูตร 16-20-0 และ 2. ปุ๋ยเพื่อเร่งให้แก้วออกหัวและเพิ่มขนาดหัว จะใส่ในช่วง 3-6 เดือนหลังที่ปลูก โดยใส่ทุก 15 วัน ปุ๋ยที่ใส่ คือ สูตร 9-24-24 และ สูตร 0-0-60

### ผลการศึกษา

1. ปริมาณของวัสดุธรรมชาติที่ใช้เป็นปุ๋ยสำหรับช่วงเดือน 1 กับ เดือน 2 ที่ทำให้เกิดต้นทุน

ต่ำที่สุดและได้ธาตุอาหารเทียบเท่าการใช้ปุ๋ยเคมี คือ ใช้มูลไก่ 0.57 ตัน และ มูลเป็ด 3.41 ตัน จะได้ธาตุอาหารเทียบเท่ากับปุ๋ยเคมีที่ต้นทุน = 3,988 บาท ซึ่งเมื่อเทียบกับต้นทุนของวัสดุอินทรีย์พบว่าสามารถลดต้นทุนค่าปุ๋ยได้เท่ากับ 4,800 – 3,988 = 812 ซึ่งคิดเป็น 16% ของค่าปุ๋ยเคมีที่ใช้ในช่วงเดือนที่ 1 ถึง เดือนที่ 2

2. ปริมาณของวัสดุธรรมชาติสำหรับช่วงเดือน 3 กับ เดือน 6 ที่ทำให้เกิดต้นทุนต่ำที่สุดและได้ธาตุอาหารเทียบเท่าการใช้ปุ๋ยเคมี คือ ใช้ฟางข้าวหมัก 5 ตัน มูลไก่ 10.5 ตัน จะได้ธาตุอาหารเทียบเท่ากับปุ๋ยเคมีที่ต้นทุน 15,555 บาท ซึ่งเมื่อเทียบกับต้นทุนของวัสดุอินทรีย์พบว่าสามารถลดต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีได้เท่ากับ 2,845 บาทคิดเป็น 15% ของค่าปุ๋ยเคมีที่ใช้ในช่วงเดือนที่ 3 ถึง เดือนที่ 6

**Table 4** The research results, content of each organic material for replace chemical fertilizer in water chestnut farm

Material	Period 1-2	Period 3-6
Cow manure	0	0
Chicken manure	0.57	10.5
Duck manure	3.41	0
Pig manure	0	0
Rice straw	0	5

### อภิปรายผล

ผลการทำวิจัยบ่งชี้ว่าวัสดุธรรมชาติที่ให้ธาตุอาหารในปริมาณที่สามารถใช้แทนปุ๋ยเคมีและมีต้นทุนรวมของวัสดุธรรมชาติที่น้อยกว่าต้นทุนการใช้ปุ๋ยเคมีในการปลูกแก้ว คือ 1. ฟางข้าวหมัก 2. มูลไก่ 3. มูลเป็ด ซึ่งคำตอบที่ได้รับจากตัวแบบโปรแกรมเชิงเส้นตรงส่วนหนึ่งเป็นผลสืบเนื่องจากการวิจัยด้านราคาของวัสดุแต่ละชนิด ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ใช้ข้อมูลราคาของวัสดุในพื้นที่ของจังหวัดสุพรรณบุรีและใกล้เคียงซึ่งอาจแตกต่างกันในกรณีที่จัดหาวัสดุจากพื้นที่อื่นๆ นอกจากมุมมองด้าน

ปริมาณธาตุอาหารที่จะได้รับ ผู้วิจัยยังมีมุมมองว่าการใช้วัสดุธรรมชาติยังให้ผลดีกับพื้นที่ในระยะยาวสอดคล้องกับงานวิจัยระยะยาว (บุษบา และ รักษ์เกียรติ, 2560) ที่ให้ข้อมูลสนับสนุนการได้รับผลผลิตที่เพิ่มขึ้นจากการนำวัสดุธรรมชาติมาใช้ในการปลูกบัวบกซึ่งมีลักษณะการเติบโตในดินชุ่มน้ำคล้ายแก้ว และยังสอดคล้องกับ (อรประภา, 2560) ที่ทำการทดสอบการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ซึ่งส่งผลให้ได้รับผลผลิตและกำไรที่เพิ่มขึ้นในการปลูกจึงจูงจูง

### สรุปผลการวิจัย

ปริมาณของวัสดุธรรมชาติที่ให้ธาตุอาหารในปริมาณที่สามารถใช้แทนปุ๋ยเคมีสำหรับพื้นที่ปลูกหัวขนาด 1 ไร่ช่วงเดือนที่ 1 ถึงเดือนที่ 2 คือ มูลไก่ 0.57 ตัน และ มูลเป็ด 3.41 ตัน ซึ่งสามารถลดต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีได้เท่ากับ 812 บาท คิดเป็น 16% ของต้นทุนการใช้ปุ๋ยเคมีในการปลูกหัวปกติ และปริมาณของวัสดุธรรมชาติที่ใช้เป็นปุ๋ยสำหรับช่วงเดือนที่ 3 ถึงเดือนที่ 6 ปริมาณของวัสดุธรรมชาติที่ให้ธาตุอาหารในปริมาณที่สามารถใช้แทนปุ๋ยเคมี คือ ฟางข้าว 5 ตัน และ มูลไก่ 10.5 ตัน ซึ่งสามารถลดต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีได้เท่ากับ 2,845 บาท คิดเป็น 15% ของต้นทุนการใช้ปุ๋ยเคมีในการปลูกหัวปกติ

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยองค์ความรู้ด้านการทำวิจัยตลอดจนแนวคิดและหลักการวิเคราะห์ข้อมูลที่ผู้วิจัยได้รับมาจากคำสั่งสอนและคำแนะนำสั่งสอนจากท่าน ผศ.ดร. รัชชานา สินธวาลัย และท่าน ผศ.ดร. นภิสกร มีมงคล จึงขอกราบขอบพระคุณทั้งสองท่านเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

### เอกสารอ้างอิง

จิรวัดณ์ เจริญสถาพรกุล. 2555. การวางแผนระบบฟาร์มยางพาราในตำบลเสี้ยว อำเภอเมืองจังหวัดเลย. วารสารแก่นเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 40:109-118.

บุษบา บัวคำ และ รักเกียรติ แสนประเสริฐ. 2560. การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิตบัวบก (*Centella asiatica* (L.) Urb.) ที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 19(1):101-110.

ปรางประเสริฐ น้อยสังข์ และ ชุมพล มณฑาทิพย์กุล. การเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าภูมิภาคในประเทศไทย โดยการวิเคราะห์

ปัจจัยเชิงปริมาณร่วมกับปัจจัยเชิงคุณภาพด้วยฟังก์ชันหลายวัตถุประสงค์. วารสารไทยการวิจัยดำเนินงาน. 5 (1):60-70.

พลกฤษ ตันติญาณกุล. 2555. การวางแผนการผลิตทางการเกษตรโดยใช้แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้น ตามแนวคิดเศรษฐกิจพอเพียง ในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร. วารสารวิจัย มสค สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์. 8(1):161-174.

พีรณัฐ สอนเย็น, วิศิษฐ์ ลิ้มสมบุญ และวินัย พุทธิกุล. 2550. การบริหารจัดการวัตถุดิบคงคลังของโรงอาหารสัตว์. วารสารเศรษฐศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 14(1):61-69.

สุภาภรณ์ พวงชมพู. 2554. การประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้นในการหาส่วนผสมปุ๋ยหมักจากฟางข้าวแบบต้นทุนต่ำสุด. วารสารวิจัย มข มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 16(5):485-492.

สุวิทย์ สงเคราะห์, ศักดิ์ชาย รักการ, อรรถกร กลั่นความดีและ ธนาคม สกุลไทย. 2560. การเพิ่มประสิทธิภาพในการตัดแทนกระดาษด้วยโปรแกรมเชิงเส้นตรง กรณีศึกษา: บริษัท บาร์โค้ด ทีทีอาร์ จำกัด. วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต. 7(2):45-59.

อรประภา เทพศิลป์วิสุทฐ. 2560. การศึกษาเปรียบเทียบผลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีต่อความสามารถในการผลิตจิงจูฉ่าย. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 25(4):615-626.

Received 27 August 2018

Accepted 28 December 2018