

การวางแผนเพาะปลูกและจัดจำหน่ายพืชผลทางการเกษตรระยะสั้น ด้วยตัวแบบกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อเพิ่มรายได้ของเกษตรกร: กรณีศึกษาเกษตรกรอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

Cultivation and Agricultural Products Distribution Short-term Planning with Mathematical Schedule Model to Increase Farmers' Revenue: A Case Study of the Farmers in Kao Kho District, Phetchabun Province

นรตว์ รัตนวัย¹ และนราธิป สุพัฒน์ธนานนท์^{2*}

Narat Rattanawai¹ and Naratip Supattananon^{2*}

Received: September 2, 2019; Revised: October 24, 2019; Accepted: October 24, 2019

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอตัวแบบกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์สำหรับการวางแผนเพาะปลูกและการจัดจำหน่ายสินค้าทางการเกษตร เพื่อให้เกษตรกรมีรายได้มากขึ้น โดยพิจารณาด้วยรูปแบบปัญหาการมอบหมายงาน ซึ่งเกษตรกรแต่ละคนมีพื้นที่และต้นทุนสำหรับการเพาะปลูกสินค้าทางการเกษตรในแต่ละฤดูกาลอย่างจำกัด อีกทั้งยังมีทางเลือกในการจำหน่ายสินค้าให้กับผู้รับซื้อจำนวน 3 แห่ง ได้แก่ ตลาดกลางแห่งประเทศไทย สหกรณ์ และพ่อค้าคนกลาง จากการศึกษาวิจัยพบว่า ตัวแบบกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์ที่นำเสนอสามารถวางแผนการเพาะปลูกและการจัดจำหน่ายให้กับเกษตรกรในเขตพื้นที่กรณีศึกษาจำนวน 12 คน ได้อย่างเหมาะสม ด้วยการตัดสินใจให้เกษตรกรเพาะปลูกสินค้าทางการเกษตรชนิดต่าง ๆ และส่งไปขายยังตลาดกลางแห่งประเทศไทย ซึ่งทำให้เกษตรกรดังกล่าวมีรายได้รวมมากขึ้นร้อยละ 25.67 หรือคิดเป็นมูลค่าประมาณ 609,685 บาทต่อฤดูกาล

คำสำคัญ : การมอบหมายงาน; การวางแผนเพาะปลูก; ตัวแบบกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์

¹ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

² วิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน มหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาเขตขอนแก่น

¹ Faculty of Agricultural and Industrial Technology, Phetchabun Rajabhat University

² College of Logistics and Supply Chain, Sripatum Khonkaen University, Khonkaen

* Corresponding Author E - mail Address: ballnaratip007@gmail.com

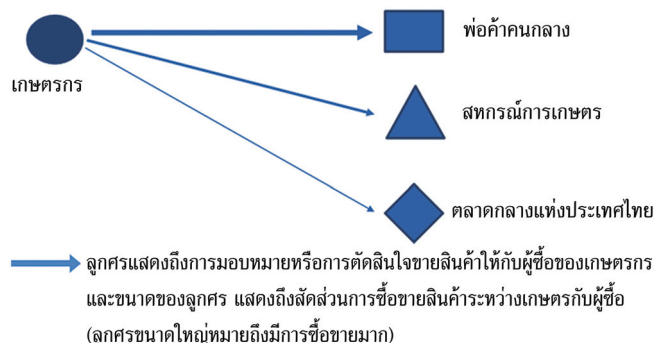
Abstract

This research aims to present the mathematical schedule model for cultivation and agricultural products distribution planning, to increase farmers' revenue by considered from assignment problem pattern. Each farmer has different area size and limit capital for agricultural cultivation in each season. Moreover, there are three options for products distribution to buyers, which are Central Market of Thailand, agricultural cooperative, and middleman. It has been found from the research that the presented mathematical schedule model could used for cultivation and agricultural products distribution planning to the 12 case study area farmers in appropriate level. The consideration was to let the farmers' cultivated different agricultural products and sold them to the Central Market of Thailand. The result was that the farmers' revenue had increased 25.67 %, or 609,685 baht per season.

Keywords: Assignment Problem; Planting Planning; Mathematical Model

บทนำ

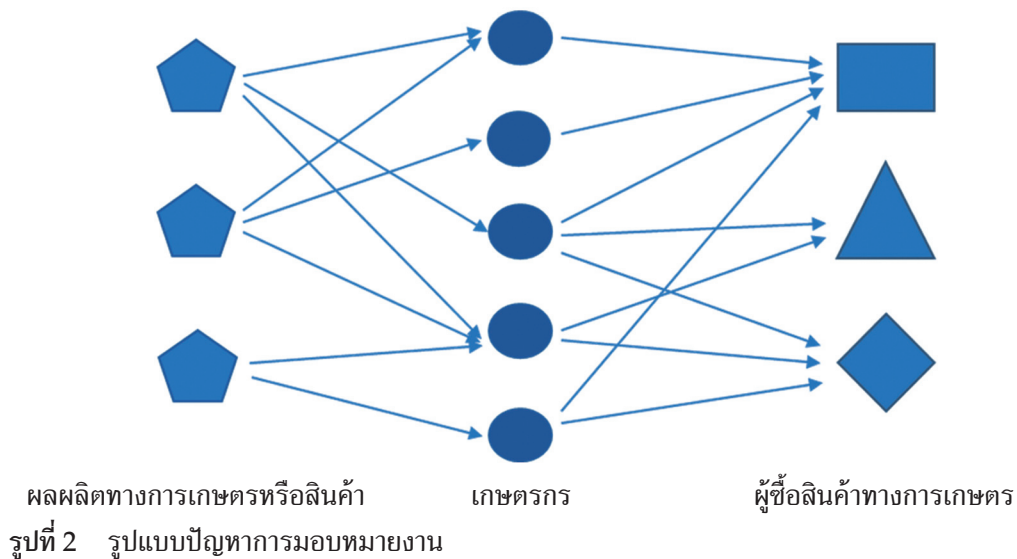
เกษตรกรเป็นอาชีพหลักของคนไทย [1] - [2] เป็นผลให้ภาครัฐเข้ามามีส่วนร่วมในการกำกับดูแลและให้ความช่วยเหลืออย่างต่อเนื่อง เพื่อลดปัญหาราคาสินค้าทางการเกษตรตกต่ำและปัญหาการถูกเอาเปรียบจากพ่อค้าคนกลาง เกษตรกรส่วนใหญ่ของประเทศไม่สามารถกำหนดราคาขายสินค้าทางการเกษตรของตนเองได้ [3] - [5] อีกทั้งยังช่วยหาวิธีเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร [6] เนื่องจากราคารับซื้อสินค้าทางการเกษตรของตลาดกลางแต่ละแห่งมีความแตกต่างกันอย่างมาก [3] ทำให้เกษตรกรต้องตัดสินใจเกี่ยวกับการเลือกส่งสินค้าทางการเกษตรไปขายยังจุดรับซื้อต่าง ๆ โดยคำนึงถึงผลกำไรที่คาดว่าจะได้รับต่อการส่งสินค้าไปขายหนึ่งรอบ จากการสำรวจและสัมภาษณ์เกษตรกรในเขตพื้นที่เขาค้อจังหวัดเพชรบูรณ์พบว่า เกษตรกรมีทางเลือกสำหรับการตัดสินใจขายสินค้าทางการเกษตร 3 ทางเลือก ได้แก่ ขายให้กับพ่อค้าคนกลางที่เดินทางมารับซื้อที่สวน นำสินค้าไปขายให้กับสหกรณ์ และนำสินค้าไปขายให้กับตลาดกลางแห่งประเทศไทยดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ทางเลือกสำหรับการตัดสินใจขายสินค้าทางการเกษตรของเกษตรกร

จากรูปที่ 1 พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ขายสินค้าทางการเกษตรให้กับพ่อค้าคนกลางหรือสหกรณ์ เนื่องจากมีความเข้าใจว่าสินค้าที่ตนผลิตมีปริมาณน้อยและถ้าส่งไปขายยังตลาดกลางแห่งประเทศไทย จะได้กำไรน้อยกว่าการขายด้วยทางเลือกดังกล่าว อีกทั้งเกษตรกรยังต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าขนส่งสินค้าด้วยตนเอง จากข้อมูลข้างต้นผู้วิจัยจึงศึกษาวิธีการที่จะช่วยให้เกษตรกรสามารถตัดสินใจได้ว่า เกษตรกรควรขายสินค้าให้กับผู้ซื้อสินค้าใด มากไปกว่านี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับการมอบหมายให้เกษตรกรเพาะปลูกสินค้าทางการเกษตรแต่ละชนิดในปริมาณที่เหมาะสมตามทรัพยากรที่มีอยู่ (เงินทุน พื้นที่ เวลา และแรงงาน) การดำเนินการดังกล่าวสามารถพิจารณาในรูปแบบเดียวกันกับการมอบหมายคนงานให้กับเครื่องจักรในงานอุตสาหกรรม [7] อย่างไรก็ตามการวางแผนการผลิตและจำหน่ายด้วยรูปแบบปัญหาการมอบหมายงานจะทำให้เกษตรกรมีรายได้หรือกำไรมากขึ้น [8]

การแก้ปัญหาด้วยการมอบหมายงานถูกประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมการผลิต [9] อุตสาหกรรมขนส่ง [9] - [10] และอุตสาหกรรมเกษตร [8], [11] - [13] เพื่อเพิ่มรายได้หรือผลกำไรให้กับองค์กรและผู้ประกอบการ โดยนักวิจัยจะพิจารณารูปแบบปัญหาดังกล่าวร่วมกับการสร้างตัวแบบกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถพิสูจน์ได้ว่าการแก้ไขปัญหา การสั่งผลิต การขนส่ง และการวางแผนเพาะปลูกสินค้าทางการเกษตรด้วยการมอบหมายงานสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ [9] - [13] ผู้วิจัยพิจารณาด้วยรูปแบบปัญหาการมอบหมายงานดังรูปที่ 2

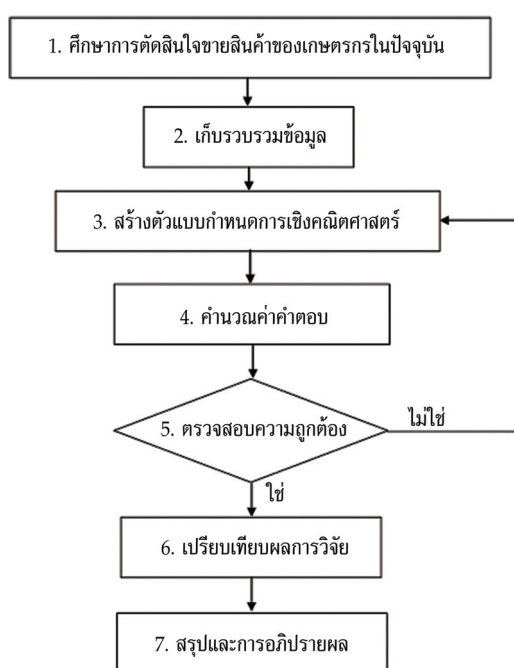


จากรูปที่ 2 สามารถอธิบายตามขั้นตอนการมอบหมายงาน คือ ผลผลิตทางการเกษตรหรือสินค้าถูกมอบหมายให้เกษตรกรเพาะปลูกตามข้อจำกัดที่เกษตรกรแต่ละคนมีอยู่ หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตเสร็จจึงพิจารณามอบหมายให้กับผู้ซื้อสินค้าทางการเกษตรต่าง ๆ ได้แก่ ตลาดกลางแห่งประเทศไทย สหกรณ์ และพ่อค้าคนกลาง โดยคำนึงถึงรายได้รวมที่สูงที่สุด

อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันปัญหาการวางแผนเพาะปลูกและจัดจำหน่ายสินค้าทางการเกษตรถูกแก้ไขโดยแยกพิจารณาเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1) การวางแผนเพาะปลูก เพื่อให้มีปริมาณการผลิตหรือผลผลิตสูงสุด [14] และ 2) การวางแผนจำหน่ายสินค้า ด้วยการเลือกจุดรับซื้อที่ทำให้ระยะทางการขนส่งต่ำที่สุด เพื่อลดต้นทุนค่าขนส่งสินค้า หรือการเลือกจุดรับซื้อที่ทำให้ผลประโยชน์ประกอบการหรือกำไรเพิ่มขึ้น [15] ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ปัญหาอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น จึงทำให้คำตอบที่ดีที่สุดอาจถูกปิดกั้นด้วยการตัดสินใจก่อนหน้า ดังนั้น ผู้วิจัยจึงรวมปัญหาทั้ง 2 ส่วน และนำเสนอวิธีการแก้ไขโดยสร้างตัวแบบกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์สำหรับการวางแผนเพาะปลูกและจัดจำหน่ายสินค้าทางการเกษตร เพื่อให้เกษตรกรมีรายได้มากขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้มีขั้นตอนหรือวิธีดำเนินการวิจัย เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ในการเพิ่มรายได้ให้เกษตรกร ด้วยวิธีการมอบหมายงาน ซึ่งเริ่มต้นจากการศึกษาการตัดสินใจขายสินค้าหรือเลือกผู้ซื้อสินค้าของเกษตรกร เก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง สร้างตัวแบบกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์ ตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์ ไปจนถึงการเปรียบเทียบผลการศึกษาวิจัย โดยในกระบวนการตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ใช้การเปรียบเทียบคำตอบกับเงื่อนไขของการดำเนินงาน ถ้าไม่ตรงตามเงื่อนไขจะต้องกลับไปแก้ไขในขั้นตอนของการสร้างตัวแบบกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์ก่อน จนกระทั่งคำตอบที่ได้มีความถูกต้องจึงจะพิจารณาเปรียบเทียบค่าผลการศึกษาวิจัย ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ขั้นตอนหรือวิธีดำเนินการวิจัย

เก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้สำหรับการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยข้อมูลดังต่อไปนี้

- ข้อมูลราคารับซื้อสินค้าทางการเกษตรของผู้รับซื้อทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ ราคารับซื้อที่ตลาดกลางแห่งประเทศไทย ราคารับซื้อที่สหกรณ์การเกษตร และราคารับซื้อของพ่อค้าคนกลาง ซึ่งแต่ละฤดูกาลผู้รับซื้อจะตั้งราคารับซื้อต่างกัน แม้สินค้านั้นจะเป็นสินค้าชนิดเดียวกัน [3] ดังนั้น ผู้วิจัยจึงศึกษาและเก็บข้อมูลราคารับซื้อสินค้าตัวอย่าง 3 ชนิด ที่เป็นสินค้าที่ใช้เวลาในการเพาะปลูกและเก็บเกี่ยวใกล้เคียงกัน อีกทั้งยังเป็นสินค้าที่ได้รับความนิยมในการเพาะปลูกมากที่สุด 3 ลำดับแรกในพื้นที่ภาคใต้ โดยแบ่งราคาสินค้าออกเป็น 3 ระดับ คือ ราคารับซื้อสินค้าสูงสุด ราคารับซื้อสินค้าต่ำสุด และราคารับซื้อสินค้าปกติหรือเฉลี่ยดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการนำเสนอตาราง

ชนิด สินค้าที่	ราคาสินค้าทางการเกษตร (บาท)					
	สูงสุด : ต่ำสุด			สถานะปกติ		
	ตลาดกลาง	สหกรณ์	พ่อค้าคนกลาง	ตลาดกลาง	สหกรณ์	พ่อค้าคนกลาง
1	90 : 72	40 : 14	28 : 10	80	20	15
2	20 : 10	12 : 3	5 : 2	13	5	3
3	32 : 18	20 : 9	12 : 3	24	12	5

- ข้อมูลเงินลงทุนและขนาดพื้นที่ทำกินที่เกษตรกรตัวอย่างมี โดยเกษตรกรตัวอย่างถูกกำหนดด้วยวิธีการสุ่มเลือกแบบคำนึงถึงการกระจายตำแหน่งทั่วทั้งบริเวณที่ทำเกษตรของตำบลหนองแม่นา อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ และครอบคลุมเกษตรกรทุกระดับจำนวน 12 คน จากเกษตรกรที่เพาะปลูกสินค้าทางการเกษตรระยะสั้นจำนวน 227 คน ซึ่งแบ่งจากขนาดการครอบครองที่ดินทำกินตั้งแต่ 3 - 12 ไร่ (ไม่มีการพิจารณาเกษตรกรที่เป็นนายทุนขนาดกลางหรือใหญ่ เนื่องจากงานวิจัยนี้มีความต้องการช่วยเหลือเกษตรกรให้มีรายได้ที่มากที่สุด) ข้อมูลเงินลงทุนและขนาดพื้นที่ทำกินที่เกษตรกรตัวอย่างมีสามารถแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เงินลงทุนและขนาดพื้นที่ทำกินของเกษตรกรตัวอย่าง

เกษตรกร ตัวอย่างที่	เงินลงทุนที่มี (บาท)	ขนาดพื้นที่ทำกิน (ไร่ : ตารางเมตร)	เกษตรกร ตัวอย่างที่	เงินลงทุนที่มี (บาท)	ขนาดพื้นที่ทำกิน (ไร่ : ตารางเมตร)
1	21,000	3 : 4,800	7	43,000	6 : 9,600
2	24,000	3 : 4,800	8	43,000	6 : 9,600
3	26,000	3 : 4,800	9	43,000	6 : 9,600
4	38,000	6 : 9,600	10	43,000	12 : 19,200
5	39,000	6 : 9,600	11	43,000	12 : 19,200
6	39,000	6 : 9,600	12	43,000	12 : 19,200

- ข้อมูลต้นทุนค่าขนส่งสินค้าทางการเกษตรไปยังผู้รับซื้อต่าง ๆ จะพิจารณาจากต้นทุนค่าเผาผลาญพลังงานเชื้อเพลิงเท่านั้น เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่ขับรถขนส่งสินค้าด้วยตนเองจึงไม่คิดต้นทุนค่าจ้างพนักงานขับรถและโหลดสินค้า ซึ่งงานวิจัยนี้เกษตรกรใช้รถปิกอัพที่มีอัตราการเผาผลาญพลังงานเชื้อเพลิงเท่ากับ 11 กิโลเมตรต่อลิตร และค่าน้ำมันเชื้อเพลิงประเภทดีเซลมีราคาเท่ากับ 26.09 บาทต่อลิตร ในการขนส่งสินค้า ดังนั้น ต้นทุนค่าขนส่งสินค้าจากตำแหน่งที่ตั้งของเกษตรกรไปยังผู้รับซื้อเท่ากับค่าเผาผลาญพลังงานเชื้อเพลิง 2.37 บาทต่อกิโลเมตร คูณกับระยะทางระหว่างเกษตรกรกับผู้รับซื้อ (หน่วยเป็นกิโลเมตร) อย่างไรก็ตามในกรณีที่เกษตรกรขายสินค้าให้กับพ่อค้าคนกลาง จะไม่คิดต้นทุนค่าขนส่งสินค้า (ต้นทุนค่าขนส่งสินค้าเท่ากับ 0 บาท) เนื่องจากพ่อค้าคนกลางจะเดินทางมารับสินค้าด้วยตนเองดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ต้นทุนค่าขนส่งสินค้าทางการเกษตรไปยังผู้รับซื้อ

เกษตรกร ตัวอย่าง	ผู้รับซื้อ			เกษตรกร ตัวอย่าง	ผู้รับซื้อ		
	ตลาดกลาง (บาท)	สหกรณ์ (บาท)	พ่อค้าคนกลาง (บาท)		ตลาดกลาง (บาท)	สหกรณ์ (บาท)	พ่อค้าคนกลาง (บาท)
1	829.50	94.80	0	7	805.80	151.68	0
2	817.65	106.65	0	8	810.54	144.57	0
3	836.61	101.91	0	9	820.02	177.75	0
4	853.20	92.43	0	10	865.05	173.01	0
5	869.79	142.20	0	11	857.94	168.27	0
6	888.75	146.94	0	12	848.46	182.49	0

- ข้อมูลต้นทุนค่าเพาะปลูกหรือค่าผลิตและปริมาณการใช้พื้นที่เพาะปลูกต่อกิโลกรัมของสินค้าแต่ละชนิด ผู้วิจัยสำรวจและสัมภาษณ์จากเกษตรกรตัวอย่างแล้วใช้ค่าต้นทุนที่สูงที่สุด เพราะจะทำให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษาวิจัยนี้มีแนวโน้มที่ดี ในกรณีที่ใช้ค่าต่ำสุดหรือค่าเฉลี่ยในการพิจารณา ถ้าผลิตผลทางการเกษตรต่ำกว่าค่าคาดหมายจะทำให้เกษตรกรสูญเสียรายได้และไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้ ดังนั้น ข้อมูลต้นทุนค่าเพาะปลูกและปริมาณการใช้พื้นที่เพาะปลูกสินค้าแต่ละชนิดสามารถแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ต้นทุนค่าเพาะปลูกและปริมาณการใช้พื้นที่เพาะปลูกสินค้า

ชนิดสินค้า	ต้นทุนค่าเพาะปลูก (บาทต่อกิโลกรัม)	ปริมาณการใช้พื้นที่เพาะปลูก (ตารางเมตรต่อกิโลกรัม)
1	10.3	0.533
2	0.6	0.750
3	1.5	0.150

สร้างตัวแบบกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์

ตัวแปร:

I	คือ จำนวนเกษตรกร
J	คือ จำนวนจุดรับซื้อสินค้าทางการเกษตร
P	คือ จำนวนชนิดของสินค้าทางการเกษตร
i	คือ เกษตรกร เมื่อ $i \in \{1, 2, 3, \dots, I\}$
j	คือ จุดรับซื้อสินค้าทางการเกษตร เมื่อ $j \in \{1, 2, 3, \dots, J\}$
p	คือ ชนิดสินค้าทางการเกษตร เมื่อ $p \in \{1, 2, 3, \dots, P\}$

พารามิเตอร์:

$PRICE_{j,p}$	คือ ราคาของสินค้าทางการเกษตร p ที่จุดรับซื้อ j เสนอซื้อ (บาทต่อกิโลกรัม)
$NETWORKCOST_{i,p}$	คือ ต้นทุนค่าขนส่งสินค้าระหว่างเกษตรกร i ไปยังจุดรับซื้อ j (บาทต่อกิโลกรัม)
$PROCOST_p$	คือ ต้นทุนค่าเพาะปลูกสินค้าทางการเกษตร p (บาทต่อกิโลกรัม)
$AREA_i$	คือ พื้นที่เพาะปลูกที่เกษตรกร i มีอยู่ (ตารางเมตร)
$USEAREA_p$	คือ พื้นที่เพาะปลูกที่สินค้าทางการเกษตร p ต้องการ (ตารางเมตรต่อกิโลกรัม)
$FARCOST_i$	คือ เงินลงทุนที่เกษตรกร i มีอยู่ (บาท)
$MAXLOAD$	คือ ความสามารถในการขนส่งสูงสุดต่อเที่ยว ; $MAXLOAD = 4,000$ กิโลกรัม [16]
M	คือ Big Number; $M=9,999$ หรือมากกว่าค่า $VOLUME_{i,j,p}$ ที่สามารถเป็นไปได้ [17] - [19]

ตัวแปรตัดสินใจ: เป็นตัวแปรที่ใช้ในการตัดสินใจมอบหมายการเพาะปลูกให้กับเกษตรกรแต่ละคนและมอบหมายให้ส่งสินค้าทางการเกษตรไปขายยังจุดรับซื้อสินค้าต่าง ๆ ซึ่งตัวแปรตัดสินใจมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

$X_{i,j}$	คือ เกษตรกร i ตัดสินใจส่งสินค้าทางการเกษตรไปยังจุดรับซื้อ j ซึ่งเป็นตัวแปรแบบไบนารี กล่าวคือ $X_{i,j}$ เท่ากับ 1 เมื่อเกษตรกร i ตัดสินใจขนส่งสินค้าทางการเกษตรไปขายยังจุดรับซื้อ j หรือ $X_{i,j}$ เท่ากับ 0 เมื่อเกษตรกร i ตัดสินใจไม่ส่งสินค้าทางการเกษตรไปขายยังจุดรับซื้อ j
$VOLUME2_{i,p}$	คือ ตัวแปรตัดสินใจด้านปริมาณการเพาะปลูกสินค้าทางการเกษตร p ของเกษตรกร i (กิโลกรัม)
$VOLUME_{i,j,p}$	คือ ตัวแปรตัดสินใจด้านปริมาณการส่งสินค้าทางการเกษตร p ที่เกษตรกร i เพาะปลูกไปขายยังจุดรับซื้อ j (กิโลกรัม)

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์: เป็นเป้าหมายของการดำเนินการของตัวแบบกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งงานวิจัยนี้พิจารณาถึงค่าตอบแทนที่เกษตรกรจะได้รับจากการลงทุนเพาะปลูกสินค้าทางการเกษตร ที่มากที่สุด [11] - [13] ดังสมการที่ (1)

$$\begin{aligned} MAX = & \sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I VOLUME_{i,j,p} \cdot PRICE_{j,p} - \sum_{p=1}^P \sum_{i=1}^I VOLUME2_{i,p} \cdot PROCOST_p \\ & - \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I X_{i,j} \cdot NETWORKCOST_{i,j} \end{aligned} \quad (1)$$

ข้อจำกัดหรือเงื่อนไข: คือสมการที่กำหนดค่าคำตอบของตัวแปรตัดสินใจที่เป็นไปได้ สามารถเรียกอีกนัยหนึ่งว่าขอบเขตของค่าคำตอบ ซึ่งสมการเงื่อนไขมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

$$\sum_{p=1}^P VOLUME2_{i,p} \cdot USEAREA_p \leq AREA_i \quad \forall_i \quad (2)$$

$$\sum_{p=1}^P VOLUME2_{i,p} \cdot PROCOST_p + \sum_{j=1}^J X_{i,j} \cdot NETWORKCOST_{i,j} \leq FARCOST_i \quad \forall_i \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^I VOLUME_{i,j,p} \leq MAXLOAD \quad \forall_{j,p} \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^J VOLUME_{i,j,p} = VOLUME2_{i,p} \quad \forall_{i,p} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^J VOLUME_{i,j,p} \cdot PRICE_{j,p} \geq & 3 \cdot \left(\sum_{p=1}^P VOLUME2_{i,p} \cdot PROCOST_p \right. \\ & \left. + \sum_{j=1}^J X_{i,j} \cdot NETWORKCOST_{i,j} \right) \end{aligned} \quad \forall_i \quad (6)$$

$$\sum_{p=1}^P VOLUME_{i,j,p} \leq X_{i,j} \cdot M \quad \forall_{i,j} \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^J X_{i,j} \leq 1 \quad \forall_i \quad (8)$$

สมการที่ (2) หมายถึง เกษตรกรสามารถใช้พื้นที่เพาะปลูกสินค้าทางการเกษตรทุกชนิดรวมกันได้ไม่เกินพื้นที่ที่มีอยู่

สมการที่ (3) หมายถึง การเพาะปลูกแต่ละรอบจะต้องใช้เงินลงทุนรวมกับค่าขนส่งได้ไม่เกินเงินทุนที่เกษตรกรแต่ละคนมีอยู่

สมการที่ (4) หมายถึง เกษตรกรสามารถส่งสินค้าทางการเกษตรไปขายยังจุดรับซื้อได้ไม่เกินความสามารถในการขนส่งสูงสุดต่อเที่ยว

สมการที่ (5) หมายถึง เกษตรกรที่เพาะปลูกสินค้าทางการเกษตรทุกคนต้องส่งสินค้าทั้งหมดไปขายยังจุดรับซื้อใดจุดรับซื้อหนึ่ง

สมการที่ (6) เป็นสมการที่ยืนยันว่าเกษตรกรแต่ละรายจะมีรายได้มากกว่าหรือเท่ากับสองเท่าของการลงทุนในแต่ละรอบ

สมการที่ (7) เป็นสมการที่ยืนยันว่าเกษตรกรที่ส่งสินค้าไปขายยังจุดรับซื้อต่าง ๆ ต้องได้รับการพิจารณาต้นทุนค่าขนส่งสินค้าไปยังจุดรับซื้อนั้น

สมการที่ (8) หมายถึง เกษตรกรแต่ละคนส่งสินค้าทางการเกษตรไปขายยังจุดรับซื้อใดจุดรับซื้อหนึ่ง (ตลาดกลางหรือสหกรณ์) ได้ไม่เกินฤดูกาลละ 1 เทียวเท่านั้น เนื่องจากเกษตรกรทุกคนจะส่งสินค้าไปขายยังจุดรับซื้อต่าง ๆ ฤดูกาลละ 1 เทียว และสินค้าที่เหลือเกษตรกรดังกล่าวจะตัดสินใจขายให้กับพ่อค้าคนกลาง ($j = 3$)

ผลการวิจัย

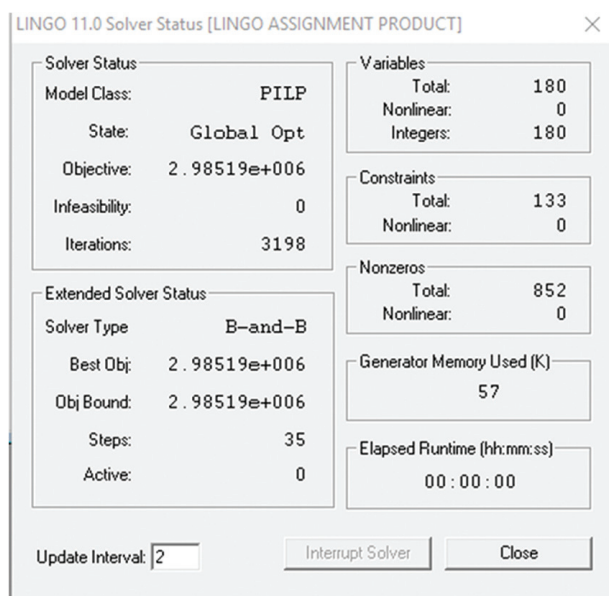
จากการศึกษาข้อมูลข้างต้นพบว่า เกษตรกรมีการวางแผนเพาะปลูกสินค้าทางการเกษตรแบบเชิงเดียว นั่นคือในแต่ละฤดูกาลเกษตรกรแต่ละคนจะปลูกสินค้าชนิดเดียวเท่านั้น และจะขายสินค้าให้กับพ่อค้าคนกลางหรือสหกรณ์เท่านั้น ซึ่งเกษตรกรคนที่ 1 - 6 จะเพาะปลูกสินค้าชนิดที่ 1 และขายให้กับพ่อค้าคนกลาง ส่วนเกษตรกรคนที่ 7 - 12 จะเพาะปลูกสินค้าชนิดที่ 2 และ 3 ในสัดส่วนหนึ่งต่อหนึ่ง และส่งไปขายยังสหกรณ์ ทำให้มีรายได้รวมประมาณ 2,375,500 บาทต่อฤดูกาล ผู้วิจัยจึงศึกษาและดำเนินการตามวิธีดำเนินการวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น โดยสร้างตัวแบบกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์และหาผลลัพธ์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Lingo บนเครื่องคอมพิวเตอร์รุ่น Lenovo B4400 หน่วยประมวลผล Intel Core i3-4000M CPU 2.39 GHz หน่วยความจำ 8 GB ซึ่งค่าคำตอบของโปรแกรมสำเร็จรูป Lingo แสดงดังตารางที่ 5 และรูปที่ 4

ตารางที่ 5 ผลลัพธ์สำหรับการวางแผนเพาะปลูกของเกษตรกรแต่ละคนที่ได้จากโปรแกรม Lingo

เกษตรกร ที่	จำนวนที่ต้องเพาะปลูก สินค้าที่ (กิโลกรัม)			ใช้พื้นที่ในการเพาะปลูก สินค้าที่ (ตารางเมตร)			ตัดสินใจ ขายให้กับ ตลาดกลาง (กิโลกรัม)	รายได้ (บาท)
	1	2	3	1	2	3		
1	1,610.0	0	0	858.1	0	0	1,610.0	165,162.5
	0	0	2,390.0	0	0	358.5	2,390.0	
2	1,952.0	0	0	1,040.4	0	0	1,952.0	181,316.8
	0	0	2,048.0	0	0	307.2	2,048.0	
3	2,178.0	0	0	1,160.9	0	0	2,178.0	191,924.6
	0	4	0	0	3.0	0	4.0	
	0	0	1,818.0	0	0	272.7	1,818.0	
4	3,539.0	0	0	1,886.3	0	0	3,539.0	256,187.6
	0	0	461.0	0	0	69.2	461.0	
5	3,651.0	0	0	1,946.0	0	0	3,651.0	261,457.4
	0	0	349.0	0	0	52.4	349.0	

ตารางที่ 5 ผลลัพธ์สำหรับการวางแผนเพาะปลูกของเกษตรกรแต่ละคนที่ได้จากโปรแกรม Lingo (ต่อ)

เกษตรกร ที่	จำนวนที่ต้องเพาะปลูก สินค้าที่ (กิโลกรัม)			ใช้พื้นที่ในการเพาะปลูก สินค้าที่ (ตารางเมตร)			ตัดสินใจ ขายให้กับ ตลาดกลาง (กิโลกรัม)	รายได้ (บาท)
	1	2	3	1	2	3		
6	3,649.0	0	0	1,944.9	0	0	3,649.0	261,344.1
	0	0	351.0	0	0	52.7	351.0	
7	4,000.0	0	0	2,132.0	0	0	4,000.0	277,994.2
8	4,000.0	0	0	2,132.0	0	0	4,000.0	277,989.5
9	4,000.0	0	0	2,132.0	0	0	4,000.0	277,980.0
10	4,000.0	0	0	2,132.0	0	0	4,000.0	277,935.0
11	4,000.0	0	0	2,132.0	0	0	4,000.0	277,942.1
12	4,000.0	0	0	2,132.50	0	0	4,000.0	277,951.5
รวม								2,985,185.0



รูปที่ 4 ผลลัพธ์จากโปรแกรม Lingo

จากตารางที่ 5 พบว่า เมื่อเรารับซื้อสินค้าทางการเกษตรอยู่ในสภาวะปกติเกษตรกรควรส่งผลผลิตไปขายยังตลาดกลางแห่งประเทศไทย เพราะจะทำให้เกษตรกรมีรายได้รวมมากที่สุดเท่ากับ 2,985,185 บาท ทั้งนี้ เพื่อยืนยันความเหมาะสมและความถูกต้องของการตัดสินใจดังกล่าว ผู้วิจัยจะพิจารณาเพิ่มเติมในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงของเรารับซื้อผลผลิตทางการเกษตรของผู้รับซื้อแต่ละราย โดยออกแบบการทดลองที่มีการเปลี่ยนแปลงเรารับซื้อสินค้าทางการเกษตรเป็น 2 ระดับ คือ เรารับซื้อต่ำสุดและสูงสุด แล้วหาค่าคำตอบ ซึ่งผลลัพธ์มีค่าเท่ากับ 2,616,051 และ 3,450,339 บาท ตามลำดับ

แต่เกษตรกรยังคงตัดสินใจส่งผลผลิตทางการเกษตรทั้งหมดไปขายที่ตลาดกลางแห่งประเทศไทย เพราะทำให้มีรายได้สูงที่สุด จากรูปที่ 4 แสดงว่าค่าคำตอบที่ได้จากโปรแกรมสำเร็จรูป Lingo เป็นค่าคำตอบที่ดีที่สุดของปัญหา เนื่องจากค่าคำตอบอยู่ในรูปของ Global Optimum

สรุปผลและการอภิปรายผล

จากผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรคนที่ 1 และ 2 ควรเลือกเพาะปลูกสินค้าทางการเกษตรชนิดที่ 1 และ 3 ในสัดส่วนหนึ่งต่อหนึ่ง เกษตรกรคนที่ 3 - 6 ควรเลือกเพาะปลูกสินค้าทางการเกษตรชนิดที่ 1 และ 3 เช่นเดียวกัน แต่เพาะปลูกในสัดส่วนประมาณ 10 ต่อ 1 และเกษตรกรคนที่ 7 - 12 ควรเลือกเพาะปลูกสินค้าทางการเกษตรชนิดที่ 1 เท่านั้น ทั้งนี้สินค้าทางการเกษตรของเกษตรกรทุกคนจะต้องส่งไปขายยังตลาดกลางแห่งประเทศไทย เพื่อให้เกษตรกรมีรายได้มากที่สุดตามวัตถุประสงค์ ไม่ว่าจะเป็นการรับซื้อสินค้าทางการเกษตรจะมีการเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งถ้าเกษตรกรวางแผนการเพาะปลูกและจัดจำหน่ายตามแผนของงานวิจัยนี้ เกษตรกรจะมีรายได้รวมเพิ่มขึ้นร้อยละ 25.67 หรือคิดเป็นมูลค่าประมาณ 609,685 บาท ต่อฤดูกาล ทั้งนี้เนื่องจากตลาดกลางแห่งประเทศไทยมีราคาซื้อสินค้าทางการเกษตรสูงที่สุด เพราะได้รับการสนับสนุนและกวาดล้างจากรัฐบาลอย่างต่อเนื่อง สรุปว่า ตัวแบบกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นสำหรับปัญหาการวางแผนเพาะปลูกและจัดจำหน่ายสินค้าทางการเกษตร ด้วยรูปแบบปัญหาการมอบหมายงานจึงมีความถูกต้องและทำให้เกษตรกรมีรายได้มากขึ้น

References

- [1] Kananit, S., Prapatigul, P., and Wongsamun, C. (2017). Farmers' Needs for Agricultural Development from Wathong Subdistrict Administrative Organization Phuwiang District, Khon Kaen Province. **Khon Kaen Agriculture Journal**. Vol. 45, SUPPL. 1, pp. 1515-1521
- [2] Thippo, W. (2018). Logistics and Supply Chain Management of Shallot to Enhance and Increasing Efficiency for Groups of Farmer in Sisaket Province. **Journal of Industrial Technology Ubon Ratchathani Rajabhat University**. Vol. 8, No. 1, pp. 99-111
- [3] Phonsing, R. (2009). 2 Agricultural Product Market Center: Thailand's largest. **Kasikorn Newspaper**. Vol. 82, No. 3, pp. 51-75
- [4] Supsongskuk, V. (2016). **Journal of Cooperative**. Bangkok: Cooperative Promotion Department Publishers
- [5] Tanangsnakool, C. and Sutthinarakorn, W. (2016). Solutions to a Career Stability of Rubber Plantation's Farmers. **Kasetsart Educational Review**. Vol. 31, No. 1, pp. 57-62
- [6] Nuppenau, E. A. (2019). Eco-System Services in Agrarian Value Chains: Value Detection of Bio-Diversity as Public Good Provision, Problems, and Institutional Issues. **Sustainability**. Vol. 11, No. 1, pp. 1-20

- [7] Aalaei, A., Kayvanfar, V., and Davoudpour, H. (2019). Integrating Multi-Dynamic Virtual Cellular Manufacturing Systems into Multi-Market Allocation and Production Planning. **Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part B-Journal of Engineering Manufacture**. Vol. 233, Issue 2, pp. 643-664. DOI: 10.1177/0954405417731465
- [8] You, P. S. and Hsieh, Y. C. (2018). A Study of Production and Harvesting Planning for the Chicken Industry. **Agricultural Economics-Zemledelska Ekonomika**. Vol. 64, No. 7, pp. 316-327. DOI: 10.17221/255/2016-AGRICECON
- [9] Vahdani, B., Niaki, S. T. A., and Aslanzade, S. (2017). Production-Inventory-Routing Coordination with Capacity and Time Window Constraints for Perishable Products: Heuristic and Metaheuristic Algorithms. **Journal of Cleaner Production**. Vol. 161, pp. 598-618. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.05.113
- [10] Rafael, A. M. and Laurence, A. W. (2012). MIP Formulations and Heuristics for Two-Level Production-Transportation Problems. **Computers & Operations Research**. Vol. 39, No. 11, pp. 2776-2786. DOI: 10.1016/j.cor.2012.02.011
- [11] You, P. S. and Hsieh, Y. C. (2018). A Study of Production and Harvesting Planning for the Chicken Industry. **Agric. Econ. - Czech**. Vol. 64, No. 7, pp. 316-327. DOI: 10.17221/255/2016-AGRICECON
- [12] Praseeratasang, N., Pitakaso, R., Sethanan, K., Kosacka-Olejnisk, M., Kaewman, S., and Theeraviriya, C. (2019). Adaptive Large Neighborhood Search to Solve Multi-Level Scheduling and Assignment Problems in Broiler Farms. **Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity**. Vol. 5, Issue 3, p. 37. DOI: 10.3390/joitmc5030037
- [13] Praseeratasang, N., Pitakaso, R., Sethanan, K., Kaewman, S., and Golinska-Dawson, P. (2019). Adaptive Large Neighborhood Search for a Production Planning Problem Arising in Pig Farming. **Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity**. Vol. 5, Issue 2, p. 26. DOI: 10.3390/joitmc5020026
- [14] Sethanan, K. and Neungmarcha, W. (2016). Multi-Objective Particle Swarm Optimization for Mechanical Harvester Route Planning of Sugarcane Field Operations. **European Journal of Operational Research**. Vol. 252, Issue 3, pp. 969-984. DOI: 10.1016/j.ejor.2016.01.043
- [15] Ketsripongse, U., Pitakaso, R., Sethanan, K., and Srivaraopongse, T. (2018). An Improved Differential Evolution Algorithm for Crop Planning in the Northeastern Region of Thailand. **Mathematical and Computational Applications**. Vol. 23, No. 3, DOI: 10.3390/mca23030040
- [16] Office of Commercial Affairs Phetchabun. (2019). **Phetchabun Central Fruit and Vegetable Market (Santisuk Market)**. Phetchabun: Office of Commercial Affairs Phetchabun
- [17] Chokanat, P., Pitakaso, P., and Sethanan, K. (2019). Methodology to Solve a Special Case of the Vehicle Routing Problem: A Case Study in the Raw Milk Transportation System. **AgriEngineering** 2019. Vol. 1, Issue 1, pp. 75-93. DOI: 10.3390/agriengineering1010006

- [18] Arkararungraingkul, R., Supattananon, N., Pitakaso, R., and Supattananon, P. (2019). Transportation Problem Solving for Various Trucks Size using Mixed Integer Programming Model: A Case Study of Beverage Distribution Firm. **Journal of Industrial Technology Ubon Ratchathani Rajabhat University**. Vol. 9, No. 1, pp. 69-82
- [19] Arkararungruangku, R., Supattananon, N., and Pimpatchim, A. (2019). The Mixed Integer Programming Model for Outbound Truck Arrangement A Case Study of Beverage Distribution Firm. **Journal of Industrial Technology Ubon Ratchathani Rajabhat University**. Vol. 9, No. 1, pp. 41-54