

การประยุกต์ใช้ Linear Programming สำหรับการวางแผนการ
ผลิตทางการเกษตรและติดตามผลการดำเนินงาน
ตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

Applications of Linear Programming for agricultural
production planning and monitoring the implementation
of the philosophy of sufficiency economy.

พญ์สรศักดิ์ สุทธิไชยเมธี

บทคัดย่อ

การประยุกต์ใช้ Linear Programming สำหรับการวางแผนการผลิตทางการเกษตรและติดตามผลการดำเนินงาน ตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ประกอบด้วยกิจกรรมต่างๆ จำนวน 30 กิจกรรม และข้อจำกัด (Restriction) จำนวน 54 ข้อ โดยมีการแบ่งแบบจำลองออกเป็น 5 แบบจำลองตามจำนวนแรงงานที่มีในครอบครัว พบว่า การวางแผนการผลิตโดยใช้ Linear Programming จะส่งผลให้รายได้สุทธิเหนือต้นทุนเงินสดสูงกว่าการผลิตแบบดั้งเดิม ซึ่งรัฐบาลควรส่งเสริมให้เกษตรกรในพื้นที่อื่นๆ ได้นำไปประยุกต์ใช้ต่อไป โดยเฉพาะพื้นที่ที่อุดมสมบูรณ์อย่างภาคใต้ของประเทศไทย ทั้งนี้เกษตรกรจะต้องคำนึงถึงกิจกรรม และข้อจำกัดของแต่ละพื้นที่นั้นเป็นสำคัญ

คำสำคัญ : การวางแผนการผลิต/ข้อจำกัด/ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง/กิจกรรม

Abstracts

Applications of Linear Programming for agricultural production planning and monitoring the implementation of the philosophy of sufficiency economy consists of 30 events, activities and restrictions on number 54. The model is divided into five models based on the number of workers. Family planning is manufactured using Linear Programming. This will result in net income over cash cost of production which is higher than average. The government should encourage farmers in other areas to apply this to the very rich area of southern Thailand. The farmers will have to take into account the activities and restriction of each area. This is important.

Keywords : production planning / restrictions/philosophy of sufficiency economy /activity

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ประชากรส่วนใหญ่ของประเทศไทยมากกว่าร้อยละ 50 ประกอบอาชีพทางการเกษตร ส่วนผลิตเพื่อบริโภคในครัวเรือน และส่วนที่เหลือก็ส่งออกไปยังต่างประเทศ ร้อยละ 70 ของการผลิต (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553) อย่างไรก็ตาม พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีการทำการเกษตรแบบดั้งเดิม พึ่งพาธรรมชาติและอาศัยประสบการณ์ ในการวางแผนการตัดสินใจหรือจากการช่วยเหลือซึ่งกันและกันในกลุ่มชนนั้นๆ จนกระทั่ง ในปัจจุบันนี้ได้มีการนำหลักเศรษฐกิจพอเพียงมาปรับใช้ในการทำการผลิตทางการเกษตรกันอย่างแพร่หลายมากขึ้น ส่งผลให้เกิดความเข้มแข็ง พอประมาณ มีเหตุผลและมีภูมิคุ้มกัน นับว่ามีความสำคัญและมีประโยชน์อย่างมากต่อเกษตรกร กล่าวคือ เกษตรกรสามารถพึ่งพาตนเองได้ มีชีวิตที่พอเพียง

สำหรับอาชีพเกษตรกรนั้น การดำเนินงานจะต้องเผชิญกับสภาพแวดล้อมและสภาวะการที่ไม่แน่นอนมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เช่น การขึ้นลงของราคาปัจจัยการผลิตและราคาผลผลิต ต้นทุน เป็นต้น แม้กระทั่งการเปลี่ยนแปลงจากตัวเกษตรกรเองก็ตาม เช่น ถ้าหากเกษตรกรจำเป็นจะต้องทำการผลิตให้มีรายได้หรือมีกำไรสูงสุด เพื่อตอบสนองความต้องการที่เพิ่มขึ้นด้านค่าใช้จ่ายครัวเรือน การสร้างครอบครัวที่ใหญ่ขึ้น การส่งบุตรหลานเพื่อการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น เป็นต้น ส่งผลให้การตัดสินใจเกิดความยุ่งยากและสับสนซับซ้อนมากขึ้น การนำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาใช้นอกจากจะส่งผลให้เกิดความเข้มแข็ง พอประมาณ พอดี มีเหตุผล และมีภูมิคุ้มกันแล้ว

ประการสำคัญ คือ ความยั่งยืนและความเหมาะสม หรือเกิดประสิทธิภาพสูงสุดด้วย จึงจำเป็นต้องนำเครื่องมือทางด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical Method) มาช่วยสำหรับการวางแผนการตัดสินใจของเกษตรกรให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากที่สุดนั้น คือ Linear Programming เป็นโปรแกรมทางด้านคณิตศาสตร์ที่ใช้ประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะสามารถวางแผนการผลิตภายใต้เงื่อนไขที่ซับซ้อนมากขึ้นได้ อีกทั้งเกษตรกรสามารถจะดัดแปลงแบบจำลองได้เองตามแต่สถานการณ์ต่างๆ ส่งผลให้เกษตรกรสามารถสร้างดุลยภาพได้อย่างเหมาะสม

วัตถุประสงค์

วิเคราะห์หาแผนการผลิตที่เหมาะสมและยั่งยืน ตลอดจนติดตามผลการดำเนินงานตามแนวปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ภายใต้ข้อจำกัดด้านปัจจัยการผลิต ได้แก่ ที่ดิน ทุน แรงงาน และน้ำ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. งานวิจัยฉบับนี้จะช่วยในการวางแผนการผลิตสินค้าเกษตรที่เหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่งหน่วยงานของภาครัฐที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปประยุกต์ใช้ ในการกำหนดนโยบายและส่งเสริมการดำเนินงานด้านการเกษตรเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนต่อไป

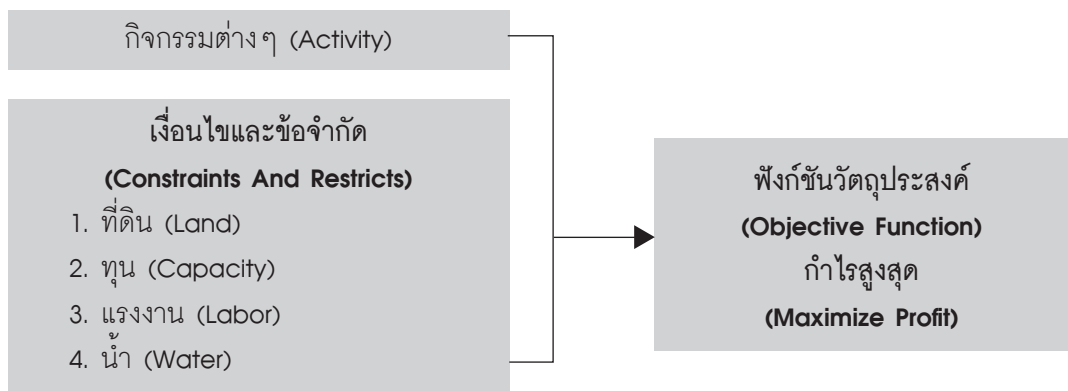
2. เผยแพร่ผลงานในวารสารงานวิจัย เพื่อเป็นองค์ความรู้ให้แก่เกษตรกร ตลอดจนผู้สนใจเป็นองค์ความรู้และนำไปประยุกต์ในการวิจัยต่อไปในอนาคต

ขอบเขตการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์เพื่อวางแผนการผลิตของเกษตรกรตลอดจนการติดตามการดำเนินงานที่ใช้หลักเศรษฐกิจพอเพียง ซึ่งในการวางแผนการผลิตนั้นจะเน้นกิจกรรมการผลิตพืชเศรษฐกิจล้มลุกที่มีอายุการเพาะปลูกตลอดจนการเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ไม่เกิน 1 ปี เป็นพืชเศรษฐกิจของจังหวัดที่ไม่

ยุ่งยากในการผลิต มีตลาด ประกอบกับผลผลิตก็สามารถนำมาบริโภคในครัวเรือนได้ และสำหรับแบบจำลองการวิจัยครั้งนี้จะไม่ได้คำนึงถึงพืชหรือสัตว์ที่ต้องใช้เวลา และพื้นที่ในการผลิตที่มากและกระบวนการผลิตที่ยุ่งยากซับซ้อน โดยจะทำการศึกษาในพื้นที่ ตำบลหนองบัว อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร

กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย



แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

สมการเป้าหมาย (Objective Function)

$$\text{Maximize } Z = \begin{bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \delta_3 \\ \vdots \\ \delta_n \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}$$

หรือ

$$\text{Maximize } Z = \delta_j x_j \quad j = 1, 2, 3, \dots, n$$

ข้อจำกัด (Constraints)

Subject to :

$$\begin{bmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \alpha_{13} & \dots & \alpha_{1n} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} & \alpha_{23} & & \alpha_{2n} \\ \alpha_{31} & \alpha_{32} & \alpha_{33} & & \alpha_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ \alpha_{m1} & \alpha_{m2} & \alpha_{m3} & \dots & \alpha_{mn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} \leq \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \\ \vdots \\ \beta_m \end{bmatrix}$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, m$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$\alpha_x \leq \beta_i$$

ข้อกำหนด (Restriction)

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} \geq 0 \quad \text{หรือ} \quad x_j \geq 0$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, n$$

โดยกำหนดให้

Z คือ มูลค่าของสมการเป้าหมาย เป็นดัชนีวัดประสิทธิภาพการตัดสินใจที่ทำให้ได้รับกำไรสูงสุด หรือผลรวมของรายได้เหนือต้นทุนเงินสดที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ

x_j คือ ตัวแปรการตัดสินใจ หรือ จำนวนหน่วยการผลิตของกิจกรรมชนิดที่ j ดังนี้

x_1 ถึง x_{18} คือ กิจกรรมที่สามารถเลือกได้ สำหรับการศึกษา ได้แก่ พืชผัก พืชไร่ที่มีระยะเวลาในการผลิตไม่เกิน 1 ปี โดยการศึกษาครั้งนี้ไม่รวมกิจกรรมการผลิตไม้ผล ไม้ยืนต้นเข้ามาในแบบจำลอง ดังนี้ x_1 แทนการผลิตข้าวนาปี x_2 แทนการผลิตข้าวนาปรัง x_3 แทนการผลิตข้าวโพด รุ่น 1 x_4 แทนการผลิตข้าวโพด รุ่น 2 x_5 แทนการผลิตผักกวางตุ้ง รุ่น 1 x_6 แทนการผลิตผักกวางตุ้ง รุ่น 2 x_7 แทนการผลิตผักกวางตุ้ง รุ่น 3 x_8 แทนการผลิตผักกวางตุ้ง รุ่น 4 x_9 แทนการผลิตถั่วฝักยาว รุ่น 1 x_{10} แทนการผลิตถั่วฝักยาว รุ่น 2 x_{11} แทนการผลิตพริก รุ่น 1 x_{12} แทนการผลิตพริก รุ่น 2 x_{13} แทนการผลิตแตงกวา รุ่น 1 x_{14} แทนการผลิตแตงกวา รุ่น 2 x_{15} แทนการผลิตคะน้า รุ่น 1 x_{16} แทนการผลิตคะน้า รุ่น 2 x_{17} แทนการผลิตคะน้า รุ่น 3 x_{18} แทนการ

ผลิตคะน้า รุ่น 4

x_{19} ถึง x_{30} คือ กิจกรรมการเคลื่อนย้ายเงินทุน ดังนี้ x_{19} แทนการเคลื่อนย้ายเงินทุนจากเดือน พ.ค. ไปเดือน มิ.ย. x_{20} แทนการเคลื่อนย้ายเงินทุนจากเดือน มิ.ย. ไปเดือน ก.ค. x_{21} แทนการเคลื่อนย้ายเงินทุนจากเดือน ก.ค. ไปเดือน ส.ค. x_{22} แทนการเคลื่อนย้ายเงินทุนจากเดือน ส.ค. ไปเดือน ก.ย. x_{23} แทนการเคลื่อนย้ายเงินทุนจากเดือน ก.ย. ไปเดือน ต.ค. x_{24} แทนการเคลื่อนย้ายเงินทุนจากเดือน ต.ค. ไปเดือน พ.ย. x_{25} แทนการเคลื่อนย้ายเงินทุนจากเดือน พ.ย. ไปเดือน ธ.ค. x_{26} แทนการเคลื่อนย้ายเงินทุนจากเดือน ธ.ค. ไปเดือน ม.ค. x_{27} แทนการเคลื่อนย้ายเงินทุนจากเดือน ม.ค. ไปเดือน ก.พ. x_{28} แทนการเคลื่อนย้ายเงินทุนจากเดือน ก.พ. ไปเดือน มี.ค. x_{29} แทนการเคลื่อนย้ายเงินทุนจากเดือน มี.ค. ไปเดือน เม.ย. x_{30} แทนการเก็บเงินทุนที่เหลือใช้จากเดือน เม.ย.

δ_j คือ ต้นทุนต่อหน่วยของ x_j หรือรายได้เหนือต้นทุนเงินสดที่ได้รับจากการผลิตกิจกรรมนั้นๆ (หน่วย : บาท/ไร่)

α_{ij} คือ สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ หรือ สัมประสิทธิ์ตัวแปรตัดสินใจ (x_j) เป็นตัวแปรคงที่ (Fixed Variables) หรือ จำนวนปัจจัยการผลิตชนิดที่ i ซึ่งใช้ในการผลิตกิจกรรมที่ j เพื่อให้ได้ผลผลิตชนิดนั้นๆ หนึ่งหน่วย

β_j คือ ปัจจัยการผลิต j ชนิด หรือจำนวนปัจจัยการผลิตชนิดที่ i ที่มีอยู่จำกัด ประกอบด้วย ที่ดิน ทุน แรงงานและน้ำ โดยกำหนดข้อจำกัดและเงื่อนไขต่างๆ ดังนี้

1. ข้อจำกัดของที่ดิน (หน่วย : ไร่) คือ β_1 ถึง β_{12} แทนการใช้ที่ดินในรอบปีการเพาะปลูก ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนเมษายน ในการ

วิเคราะห์หาแผนการผลิตที่เหมาะสม และยั่งยืน ตามแนวเศรษฐกิจพอเพียง ภายใต้ข้อจำกัดด้านที่ดิน และจากการสำรวจประชากรที่เข้าร่วมโครงการแล้ว จึงกำหนดขนาดของที่ดินที่ใช้วิเคราะห์ 7 ขนาด คือ 2 ไร่, 3 ไร่, 6 ไร่, 8 ไร่, 10 ไร่, 12 ไร่ และ 15 ไร่

2. ข้อจำกัดของแรงงาน (หน่วย : ชั่วโมง) คือ β_{13} ถึง β_{14} แทนการใช้แรงงานในรอบปี การเพาะปลูก ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนเมษายน ในการวิเคราะห์หาแผนการผลิตที่เหมาะสมและยั่งยืน ตามแนวเศรษฐกิจพอเพียง ภายใต้ข้อจำกัดด้านแรงงาน ซึ่งแรงงานส่วนใหญ่คือแรงงานที่มีในครัวเรือนของตนเองเป็นหลัก ไม่มีการจ้างแรงงานจากภายนอก จึงได้กำหนดแรงงานที่ใช้วิเคราะห์ 5 ขนาด คือ 2 คน, 3 คน, 4 คน 5 คน และ 6 คน แรงงานแต่ละคนจะมีการทำงานเฉลี่ยวันละ 8 ชั่วโมง หยุดตามวันหยุดราชการและนักขัตฤกษ์

3. ข้อจำกัดของเงินทุน (หน่วย : บาท) คือ β_{25} ถึง β_{36} แทนการใช้เงินทุนในรอบปี การเพาะปลูก ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนเมษายน

4. ข้อจำกัดในการใช้น้ำ (หน่วย : ลูกบาศก์เมตร) คือ β_{37} ถึง β_{54} แทนการใช้น้ำทำการผลิตกิจกรรมที่ x_1 ถึง x_{18} รอบปี การเพาะปลูก ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนเมษายน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ได้คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากบัญชีรายชื่อเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Jean-Marc Boussard และ Michel Petit ได้ศึกษาเรื่องการแทนพฤติกรรมของชาวนาภายใต้สถานการณ์แห่งความไม่แน่นอน ด้วยตัวจำกัดจุดรวมแห่งการสูญเสีย (focus-loss constraint) ด้วยวิธีนี้ชาวนาจะทำการผลิตเพื่อจะให้ได้รับกำไรสูงสุดโดยที่โอกาสของความหายนะมีน้อยมาก จนกระทั่งสามารถตัดทิ้งไปได้ ความหายนะในที่นี้ได้ให้คำจำกัดความไปในรูปของค่าใช้จ่ายในการบริโภคและค่าใช้จ่ายคงที่อื่นๆ ที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ โอกาสที่จะเกิดความหายนะ มีความเกี่ยวข้องใกล้ชิดกับจุดรวมแห่งการสูญเสีย และจุดรวมแห่งการสูญเสีย และการจุดรวมแห่งการสูญเสียหมายถึงการสูญเสียที่จะยอมรับระดับหนึ่ง ซึ่งก็คือความแตกต่างระหว่าง รายได้เฉลี่ยและรายได้ขั้นต่ำเพื่อหลีกเลี่ยงความหายนะ และมีข้อสมมุติอีกว่า จุดรวมแห่งการสูญเสียของพืชชนิดใดๆ จะเป็นสัดส่วนกับการสูญเสียทั้งหมด สรุปได้ว่าลักษณะของ Linear Programming สำหรับปัญหานี้คือ ชาวนาจะทำการผลิตให้ได้รายได้เฉลี่ยสูงสุด ภายใต้ข้อจำกัดที่ว่า จุดรวมแห่งการสูญเสียทั้งหมดของแผนการปลูกพืชอย่างน้อยที่สุดจะเท่ากับ ความแตกต่างระหว่างรายได้เฉลี่ยของแผนนั้น กับรายได้ขั้นต่ำเพื่อหลีกเลี่ยงความหายนะ นอกจากข้อจำกัดดังกล่าวแล้ว ยังมีข้อจำกัดเกี่ยวกับทรัพยากรการผลิตรวมอยู่ในโมเดลด้วย

J. Hayer ทำการวิเคราะห์ผลผลิตฟาร์มของชาวนาในชนบทภายใต้สถานการณ์แห่งความไม่แน่นอน โดยใช้ลิเนียร์โปรแกรมมิ่ง นั่นคือ ได้แบ่งภาวะธรรมชาติออกเป็น 2 ภาวะคือ ภาวะธรรมชาติที่ดีและภาวะ

ธรรมชาติที่เลว และทำการแก้ปัญหาหาลิเนียร์โปรแกรมมิ่ง 3 แบบ คือ 1) Maximax โดยการทำค่ารายได้สุทธิให้สูงที่สุดภายใต้ภาวะธรรมชาติที่ดี 2) Maximin โดยการทำค่ารายได้สุทธิให้สูงที่สุดภายใต้ภาวะธรรมชาติที่เลว และ 3) Standard Solution เป็นการทำการค่ารายได้สุทธิให้สูงที่สุดโดยใช้ข้อมูลเฉลี่ยของภาวะธรรมชาติทั้งสอง แล้วทำการเปรียบเทียบผลจากทั้ง 3 วิธีนี้ผลของการศึกษาสรุปได้ว่าได้ข้อมูลตรงกันกับความเป็นจริงมากกว่าการวิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ยเพียงค่าเดียว

Mc Carl และ Tice (1982) ได้ทำการเปรียบเทียบการแก้ไขปัญหาควadratic โดยแบบจำลอง Quadratic Programming กับ Linear Programming ผลการศึกษาได้ข้อสรุป 3 ประการคือ 1) ความคลาดเคลื่อนของคำตอบที่ได้จากการคำนวณโดยตรงวิธีประมาณค่าโดยใช้ Quadratic programming ก็เป็นวิธีประมาณค่าของสถานการณ์ที่แท้จริงเช่นกัน เมื่อไม่ทราบคำตอบที่แท้จริงเป็นอย่างไรก็ย่อมไม่อาจระบุได้จากแบบจำลอง Linear programming ผิดพลาดมากกว่า Quadratic programming โดยตรง 2) แม้่วาวิธีการคำนวณโดยใช้ Linear programming จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีของ Quadratic programming แต่ขนาดแบบจำลองที่ใช้มีขนาดใหญ่กว่า ซึ่งในการคำนวณพบว่า แบบจำลองที่มีขนาดใหญ่กว่าย่อมผิดพลาดได้ง่ายกว่าเช่นกัน 3) อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้คำนวณและเครื่องมือที่ใช้คำนวณโดยตรงหาได้ยากกว่าส่วนการคำนวณด้วยวิธีประมาณค่า

Von Neuman และ Mogdenstern (1944) ซึ่งเป็นผู้พัฒนาทฤษฎีที่เป็นรากฐานใน ทฤษฎี Expected Utility Theory (the Bernoulli Principle) ได้ยืนยันถึงสมมุติฐานที่ว่าทำไมบุคคลแต่ละคนจึงต้องมีการจัดลำดับความเสี่ยง และเขายังได้พิจารณาต่อถึงการเกิดขึ้นของ Ordinal utility function $U(Y)$ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับรายได้ (Y) และถ้าหากมีการพิจารณาเพียง 2 ชนิดในการเพาะปลูกคือ X_1 , X_2 เมื่อใช้ทฤษฎีในการวิเคราะห์แล้วจะชอบ X_1 มากกว่า X_2 ก็ต่อเมื่อ $E(Y_1) > E(Y_2)$ โดยให้ E คือความคาดหวัง นั่นก็คือ จะชอบ X_1 มากกว่า X_2 ถ้าความคาดหวังของความพอใจจากรายได้ทั้งหมดของ X_1 มากกว่า X_2

ผลการวิเคราะห์

สำหรับผลการวิเคราะห์จะประกอบด้วยรายได้สุทธิเหนือต้นทุนเงินสดสูงสุด และจำนวนปัจจัยการผลิต ประกอบด้วย การใช้ที่ดิน การใช้แรงงาน การใช้เงินทุน และการใช้น้ำ ของแต่ละกิจกรรมการผลิต โดยแบ่งกรณีศึกษาออกเป็นกรณีที่มีที่ดินขนาด 2 ไร่, 3 ไร่, 6 ไร่, 8 ไร่, 10 ไร่, 12 ไร่ และ 15 ไร่ ตามขนาดจำนวนแรงงาน 2 คน, 3 คน, 4 คน, 5 คน, และ 6 คน สำหรับแผนการผลิตที่เหมาะสมที่ได้จากแบบจำลองลิเนียร์โปรแกรมมิ่ง (Linear Programming Model) แสดงได้ดังนี้

แบบจำลองที่ 1 กรณีมีแรงงานในครัวเรือน 2 คน

แบบจำลองที่ 2 กรณีมีแรงงานในครัวเรือน 3 คน

แบบจำลองที่ 3 กรณีมีแรงงานในครัวเรือน 4 คน

แบบจำลองที่ 4 กรณีมีแรงงานในครัวเรือน 5 คน

แบบจำลองที่ 5 กรณีมีแรงงานในครัวเรือน 6 คน

สำหรับการผลิตที่เหมาะสมจากแบบจำลองลิเนียร์โปรแกรมมิ่ง (Linear Programming Model) ในแต่ละแบบจำลอง (Model) ข้างต้น สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 1 และ 2

จากตารางที่ 1 และ 2 พบว่า แผนการผลิตที่เหมาะสม จากแบบจำลอง กรณีมีแรงงาน 2 คน ใช้พื้นที่เพาะปลูก 3 ไร่ ใช้เงินทุน 31,709 บาท ใช้แรงงาน 1,205 ชั่วโมง ใช้ในการเพาะปลูก 3,346 ลูกบาศก์เมตร ส่งผลให้เกษตรกรจะได้รับรายได้สุทธิเหนือต้นทุนเงินสูงสุดเท่ากับ 124,872 บาท จากแบบจำลอง กรณีมีแรงงาน 3 คน ใช้พื้นที่เพาะปลูก 6 ไร่ ใช้เงินทุน 40,608 บาท ใช้แรงงาน 1,333 ชั่วโมง ใช้ในการเพาะปลูก

5,040 ลูกบาศก์เมตร ส่งผลให้เกษตรกรจะได้รับรายได้สุทธิเหนือต้นทุนเงินสูงสุดเท่ากับ 220,838 บาท จากแบบจำลอง กรณีมีแรงงาน 4 คน ใช้พื้นที่เพาะปลูก 8 ไร่ ใช้เงินทุน 54,361 บาท ใช้แรงงาน 1,546 ชั่วโมง ใช้ในการเพาะปลูก 6,659 ลูกบาศก์เมตร ส่งผลให้เกษตรกรจะได้รับรายได้สุทธิเหนือต้นทุนเงินสูงสุดเท่ากับ 320,797 บาท จากแบบจำลอง กรณีมีแรงงาน 5 คน ใช้พื้นที่เพาะปลูก 10 ไร่ ใช้เงินทุน 56,022 บาท ใช้แรงงาน 1,686 ชั่วโมง ใช้ในการเพาะปลูก 10,728 ลูกบาศก์เมตร ส่งผลให้เกษตรกรจะได้รับรายได้สุทธิเหนือต้นทุนเงินสูงสุดเท่ากับ 368,333 บาท จากแบบจำลอง กรณีมีแรงงาน 6 คน ใช้พื้นที่เพาะปลูก 12 ไร่ ใช้เงินทุน 59,719 บาท ใช้แรงงาน 1,745 ชั่วโมง ใช้ในการเพาะปลูก 11,433 ลูกบาศก์เมตร ส่งผลให้เกษตรกรจะได้รับรายได้สุทธิเหนือต้นทุนเงินสูงสุดเท่ากับ 448,697 บาท

ตารางที่ 1 แสดงการใช้เงินทุน แรงงาน และน้ำ ในแผนการผลิตที่เหมาะสม

ขนาดพื้นที่	เงินทุน (บาท)					แรงงาน (ชั่วโมง)					น้ำ (ลูกบาศก์เมตร)				
	2 คน	3 คน	4 คน	5 คน	6 คน	2 คน	3 คน	4 คน	5 คน	6 คน	2 คน	3 คน	4 คน	5 คน	6 คน
2 ไร่	29,570	31,693	32,368	33,500	34,339	1,041	1,242	1,281	1,313	1,346	1,826	1,942	2,009	2,109	2,215
3 ไร่	31,709	41,641	42,556	44,045	45,147	1,205	1,268	1,320	1,360	1,431	3,346	3,668	3,843	4,074	4,286
6 ไร่	32,654	40,608	50,419	52,183	53,487	1,261	1,333	1,609	1,665	1,759	6,863	5,040	5,500	5,858	6,171
8 ไร่	37,596	46,647	54,361	56,264	57,669	1,333	1,353	1,546	1,603	1,643	9,446	8,539	6,659	7,099	7,453
10 ไร่	40,474	45,089	54,127	56,022	57,422	1,356	1,424	1,633	1,686	1,758	12,020	11,132	10,217	10,728	11,344
12 ไร่	42,498	46,667	56,022	58,543	59,719	1,407	1,477	1,694	1,749	1,745	12,199	11,410	10,370	10,887	11,433
15 ไร่	43,349	47,507	56,974	59,480	60,615	1,461	1,533	1,756	1,769	1,776	12,383	11,580	10,524	11,209	11,943

ที่มา : จากการคำนวณ

ตารางที่ 2 แสดงรายได้สุทธิเหนือต้นทุนเงินสดที่สร้างขึ้นจากแบบจำลองลิเนียร์โปรแกรมมิ่ง (Linear Programming Model)

(หน่วย : บาท)

ขนาดที่ดิน	จำนวนแรงงาน				
	2 คน	3 คน	4 คน	5 คน	6 คน
2 ไร่	88,791	95,215	95,815	105,397	110,667
3 ไร่	124,872	191,970	203,120	223,432	234,604
6 ไร่	130,169	220,838	275,339	305,626	336,187
8 ไร่	140,008	231,469	320,797	359,292	398,815
10 ไร่	143,019	234,516	325,957	368,333	416,215
12 ไร่	150,170	246,243	342,256	390,171	448,697
15 ไร่	157,678	258,554	359,368	413,274	483,530

ที่มา : จากการคำนวณ

การประยุกต์ใช้กับเกษตรกร

การนำแผนการผลิตทางการเกษตรตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง โดยใช้ Linear Programming มาประยุกต์ใช้กับเกษตรกรในตำบลหนองบัว อ.บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร ซึ่งผู้ที้นำแบบจำลองที่ได้จากการวิจัยไปทดลองใช้ โดยแบบจำลองประกอบด้วยกิจกรรมต่างๆ จำนวน 30 กิจกรรม และข้อจำกัด (Restriction) จำนวน 54 ข้อ เป็นแบบจำลองที่นำสินค้าทางการเกษตรประเภทพืชผักและพืชล้มลุก มีระยะเวลาในการผลิตในช่วง 1 ปี โดยสมมติให้ราคาสินค้าและปัจจัยการผลิตสินค้าคงที่ (Constant) ผลการทดลองนำแบบจำลอง Linear Programming ไปประยุกต์ใช้แสดงผลได้ดังนี้

1. เกษตรกรกลุ่มที่ 1 มีแรงงานในครัวเรือนจำนวน 2 คน พื้นที่จำนวน 3 ไร่

มีเงินทุนสำหรับการเพาะปลูกจำนวน 31,709 บาท โดยมีการปลูกพืชผักและพืชล้มลุก ได้แก่ ข้าวโพด รุ่น 1 ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน โดยใช้พื้นที่ 0.5 ไร่, ข้าวโพดรุ่น 2 ปลูกในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคม โดยใช้พื้นที่ 3 ไร่, กวางตุ้ง รุ่น 4 ในช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายน ใช้พื้นที่ 0.7 ไร่, ถั่วฝักยาว รุ่น 2 ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน ใช้พื้นที่ 1 ไร่, พริก รุ่น 2 ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน ใช้พื้นที่ 0.75 ไร่, แตงกวา รุ่น 1 ในช่วงเดือนธันวาคมถึงมกราคม ใช้พื้นที่ 0.5 ไร่ และคะน้า รุ่น 2 ในช่วงเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ ใช้พื้นที่ 0.5 ไร่ มีการใช้แรงงานทั้งหมด 1,205 ชั่วโมง ใช้น้ำ 3,346 ลูกบาศก์เมตร ส่งผลให้เกษตรกรจะได้รับรายได้สุทธิเหนือต้นทุนเงินสดเท่ากับ 124,872 บาท ซึ่งเมื่อเทียบกับแผนการผลิตแบบดั้งเดิมที่เกษตรกรได้ใช้ พบว่ามีรายได้สุทธิ

เหนือต้นทุนเงินสดเท่ากับ 98,250 บาท แสดงให้เห็นว่าเมื่อเกษตรกรนำแผนการผลิตทางการเกษตรตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง โดยใช้ Linear Programming มาประยุกต์ใช้ทำให้มีรายได้เพิ่มขึ้นจากเดิมเท่ากับ 31,875 บาท กล่าวคือมีรายได้เพิ่มขึ้นจากการผลิตแบบดั้งเดิมถึงร้อยละ 32.45

2. เกษตรกรกลุ่มที่ 2 มีแรงงานในครัวเรือนจำนวน 4 คน พื้นที่จำนวน 8 ไร่ มีเงินทุนสำหรับการเพาะปลูกจำนวน 54,361 บาท โดยมีการปลูกพืชผักและพืชล้มลุก ได้แก่ ข้าวโพด รุ่น 2 ปลูกในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคม โดยใช้พื้นที่ 8 ไร่, กวางตุ้ง รุ่น 4 ในช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายน ใช้พื้นที่ 0.8 ไร่, ถั่วฝักยาว รุ่น 2 ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน ใช้พื้นที่ 2 ไร่, แตงกวา รุ่น 1 ในช่วงเดือนธันวาคมถึงมกราคม ใช้พื้นที่ 0.75 ไร่, คื่นหะ รุ่น 2 ในช่วงเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ ใช้พื้นที่ 1 ไร่ มีการใช้แรงงานทั้งหมด 1,546 ชั่วโมง ใช้น้ำ 6,659 ลูกบาศก์เมตร ส่งผลให้เกษตรกรจะได้รับรายได้สุทธิเหนือต้นทุนเงินสดเท่ากับ 320,797 บาท ซึ่งเมื่อเทียบกับแผนการผลิตแบบดั้งเดิมที่เกษตรกรได้ใช้ พบว่ามีรายได้สุทธิเหนือต้นทุนเงินสดเท่ากับ 220,700 บาท แสดงให้เห็นว่าเมื่อเกษตรกรนำแผนการผลิตทางการเกษตรตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง โดยใช้ Linear Programming มาประยุกต์ใช้ทำให้มีรายได้เพิ่มขึ้นจากเดิมเท่ากับ 100,097 บาท กล่าวคือมีรายได้เพิ่มขึ้นจากการผลิตแบบดั้งเดิมถึงร้อยละ 45.35

สรุปผลการวิจัย

ในการวิเคราะห์การวางแผนการผลิตทางการเกษตรและติดตามผลการดำเนินงานตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง โดยใช้ Linear Programming เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด จากผลการวิจัย พบว่า เมื่อใช้ Linear Programming มาช่วยสำหรับการวางแผนการผลิตทางการเกษตรส่งผลให้เกษตรกรในตำบลหนองบัว อ.บ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร มีรายได้สูงกว่าการผลิตแบบดั้งเดิม ซึ่งแบบจำลองดังกล่าวได้ให้ความสำคัญกับเรื่องของที่ดิน แรงงานในครัวเรือน เงินทุน และปริมาณน้ำที่มีจำกัด ซึ่งสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

แบบจำลองที่ 1 กรณีมีแรงงานในครัวเรือน 2 คน

การวางแผนการผลิตที่เหมาะสมที่ได้จากแบบจำลองลิเนียร์โปรแกรมมิง (Linear Programming Model) พบว่า แบบจำลองกรณีแรงงานในครัวเรือน 2 คน มีการใช้ที่ดินขนาด 3 ไร่ มีการปลูกพืชผักและพืชล้มลุก ได้แก่ ข้าวโพด รุ่น 1 ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน โดยใช้พื้นที่ 0.5 ไร่, ข้าวโพด รุ่น 2 ปลูกในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคม โดยใช้พื้นที่ 3 ไร่, กวางตุ้ง รุ่น 4 ในช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายน ใช้พื้นที่ 0.7 ไร่, ถั่วฝักยาว รุ่น 2 ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน ใช้พื้นที่ 1 ไร่, พริก รุ่น 2 ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน ใช้พื้นที่ 0.75 ไร่, แตงกวา รุ่น 1 ในช่วงเดือนธันวาคมถึงมกราคม ใช้พื้นที่ 0.5 ไร่ และคื่นหะ รุ่น 2 ในช่วงเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ ใช้พื้นที่ 0.5 ไร่ ใช้เงินทุน 31,709 บาท ใช้แรงงาน 1,205 ชั่วโมง ใช้น้ำ 3,346 ลูกบาศก์เมตร ส่งผลให้เกษตรกรจะได้รับรายได้สุทธิเหนือต้นทุนเงินสดเท่ากับ 124,872 บาท

แบบจำลองที่ 2 กรณีมีแรงงานในครัวเรือน 3 คน

การวางแผนการผลิตที่เหมาะสมที่ได้จากแบบจำลองลิเนียร์โปรแกรมมิ่ง (Linear Programming Model) พบว่า แบบจำลองกรณีแรงงานในครัวเรือน 3 คน มีการใช้ที่ดินขนาด 6 ไร่ มีการทำการเพาะปลูกข้าวโพด รุ่น 1 ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน โดยใช้พื้นที่ 0.5 ไร่, ข้าวโพดรุ่น 2 ปลูกในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคม โดยใช้พื้นที่ 6 ไร่, กวางตุ้ง รุ่น 4 ในช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายน ใช้พื้นที่ 0.7 ไร่, ถั่วฝักยาว รุ่น 2 ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน ใช้พื้นที่ 1 ไร่, พริก รุ่น 2 ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน ใช้พื้นที่ 0.75 ไร่, แตงกวา รุ่น 1 ในช่วงเดือนธันวาคมถึงมกราคม ใช้พื้นที่ 0.5 ไร่, คะน้า รุ่น 2 ในช่วงเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ ใช้พื้นที่ 0.5 ไร่ ใช้เงินทุน 40,608 บาท ใช้แรงงาน 1,333 ชั่วโมง ใช้น้ำ 5,040 ลูกบาศก์เมตร ส่งผลให้เกษตรกรจะได้รับรายได้สุทธิเหนือต้นทุนเงินสดเท่ากับ 220,838 บาท

แบบจำลองที่ 3 กรณีมีแรงงานในครัวเรือน 4 คน

การวางแผนการผลิตที่เหมาะสมที่ได้จากแบบจำลองลิเนียร์โปรแกรมมิ่ง (Linear Programming Model) พบว่า แบบจำลองกรณีแรงงานในครัวเรือน 4 คน มีการใช้ที่ดินขนาด 8 ไร่ มีการทำการเพาะปลูก ข้าวโพดรุ่น 2 ปลูกในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคม โดยใช้พื้นที่ 8 ไร่, กวางตุ้ง รุ่น 4 ในช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายน ใช้พื้นที่ 0.8 ไร่, ถั่วฝักยาว รุ่น 2 ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน ใช้พื้นที่ 2 ไร่, แตงกวา รุ่น 1 ในช่วงเดือนธันวาคมถึงมกราคม ใช้พื้นที่ 0.75 ไร่, คะน้า รุ่น 2 ในช่วงเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ ใช้พื้นที่ 1 ไร่ ใช้เงินทุน

54,361 บาท ใช้แรงงาน 1,546 ชั่วโมง ใช้น้ำ 6,659 ลูกบาศก์เมตร ส่งผลให้เกษตรกรจะได้รับรายได้สุทธิเหนือต้นทุนเงินสดเท่ากับ 320,797 บาท

แบบจำลองที่ 4 กรณีมีแรงงานในครัวเรือน 5 คน

การวางแผนการผลิตที่เหมาะสมที่ได้จากแบบจำลองลิเนียร์โปรแกรมมิ่ง (Linear Programming Model) พบว่า แบบจำลองกรณีแรงงานในครัวเรือน 5 คน มีการใช้ที่ดินขนาด 10 ไร่ มีการทำการเพาะปลูกข้าวโพด รุ่น 1 ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน โดยใช้พื้นที่ 0.5 ไร่, ข้าวโพดรุ่น 2 ปลูกในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคม โดยใช้พื้นที่ 10 ไร่, กวางตุ้ง รุ่น 4 ในช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายน ใช้พื้นที่ 0.5 ไร่, ถั่วฝักยาว รุ่น 2 ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน ใช้พื้นที่ 0.5 ไร่, พริก รุ่น 2 ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน ใช้พื้นที่ 0.35 ไร่, แตงกวา รุ่น 1 ในช่วงเดือนธันวาคมถึงมกราคม ใช้พื้นที่ 2 ไร่, คะน้า รุ่น 2 ในช่วงเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ ใช้พื้นที่ 0.5 ไร่ ใช้เงินทุน 56,022 บาท ใช้แรงงาน 1,686 ชั่วโมง ใช้น้ำ 10,728 ลูกบาศก์เมตร ส่งผลให้เกษตรกรจะได้รับรายได้สุทธิเหนือต้นทุนเงินสดเท่ากับ 368,333 บาท

แบบจำลองที่ 5 กรณีมีแรงงานในครัวเรือน 6 คน

การวางแผนการผลิตที่เหมาะสมที่ได้จากแบบจำลองลิเนียร์โปรแกรมมิ่ง (Linear Programming Model) พบว่า แบบจำลองกรณีแรงงานในครัวเรือน 6 คน มีการใช้ที่ดินขนาด 12 ไร่ ทำการเพาะปลูกข้าวโพด รุ่น 1 ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน โดยใช้พื้นที่ 1 ไร่, ข้าวโพดรุ่น 2 ปลูกในช่วงเดือนพฤษภาคมถึง

กรกฎาคม โดยใช้พื้นที่ 12 ไร่, กวางตุ้ง รุ่น 4 ในช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายน ใช้พื้นที่ 0.5 ไร่, ถั่วฝักยาว รุ่น 2 ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน ใช้พื้นที่ 0.5 ไร่, พริก รุ่น 2 ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน ใช้พื้นที่ 4 ไร่, แตงกวา รุ่น 1 ในช่วงเดือนธันวาคมถึงมกราคม ใช้พื้นที่ 4 ไร่, คะน้า รุ่น 2 ในช่วงเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ ใช้พื้นที่ 0.5 ไร่ ใช้เงินทุน 59,719 บาท ใช้แรงงาน 1,745 ชั่วโมง ใช้น้ำ 114,333 ลูกบาศก์เมตร ส่งผลให้เกษตรกรจะได้รับรายได้สุทธิเหนือต้นทุนเงินสดเท่ากับ 448,697 บาท

ข้อเสนอแนะ

1. รัฐบาลควรส่งเสริมให้เกษตรกรทุกๆ พื้นที่ทำการเพาะปลูกพืชหมุนเวียนตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง โดยใช้ Linear Programming เพื่อให้เกษตรกรมีรายได้หมุนเวียนตลอดทั้งปี

2. รัฐบาลควรมีการช่วยเหลือด้านแหล่งน้ำให้แก่เกษตรกรในแต่ละพื้นที่ หรืออาจจะขุดบ่อเก็บน้ำให้เกษตรกรอย่างเพียงพอต่อการเพาะปลูก

3. รัฐบาลควรส่งเสริมสำหรับพื้นที่ที่สามารถปลูกพืชผักและพืชล้มลุกให้ได้ประโยชน์สูงสุด และพื้นที่ที่น่าสนใจมากที่สุดน่าจะเป็นภาคใต้ซึ่งมีการปลูกปาล์มน้ำมันจำนวนมาก อาจจะทำแผนการผลิตที่เหมาะสมดังกล่าวไปประยุกต์ใช้

4. รัฐบาลควรส่งเสริมให้ในแต่ละพื้นที่มีตลาดสินค้ารองรับ และมีการประกันราคาสินค้าให้เหมาะสม ซึ่งจะทำให้เกษตรกรไม่ต้องเผชิญกับความเสี่ยงที่เกิดขึ้นประกอบกับเกษตรกรจะได้มีรายได้ที่แน่นอน อันจะนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน

5. สำหรับพื้นที่ที่รัฐบาลได้จัดสรรที่ดินให้เกษตรกรนั้น จะต้องทำควบคู่กับการให้ความรู้และการประยุกต์ใช้เรื่องการวางแผนการผลิตตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง โดยใช้ Linear Programming ทดแทนการผลิตแบบดั้งเดิม

บรรณานุกรม

- นกน คติการ และ ไพฑูรย์ อนุพันธ์. การวิเคราะห์เศรษฐกิจพอเพียงโดยใช้แบบจำลอง (Model) การลดความเสี่ยงของครัวเรือนเกษตรกร: กรณีศึกษาอำเภอกุสุมาลย์ จังหวัดสกลนคร, วารสารเศรษฐศาสตร์ธรรมศาสตร์, 16, (3)(2541) : 103-130
- ขั้วพล สายะพันธ์. “การวางแผนการผลิตพืชภายใต้สถานการณ์แห่งความเสี่ยงสำหรับจังหวัด พิษณุโลก ปีการเพาะปลูก 2541/42”, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, (2544)
- ขั้วพล สายะพันธ์. “รูปแบบฟาร์มแก๊จน สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร”, กระทรวงเกษตร และสหกรณ์, (2547)
- ชูศักดิ์ จันทรพศิริ. “การวางแผนการผลิตเพื่อให้มีการใช้ทรัพยากรที่เหมาะสมภายใต้เป้าหมาย ในการผลิตของเกษตรกร ต.บางแพ อ.บางแพ จ.ราชบุรี”, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร มหาบัณฑิต สาขาเศรษฐศาสตร์เกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, (2525)
- นุกูล บำรุงไทย. “การประยุกต์ลิเนียร์โปรแกรมมิ่งสำหรับการวางแผนการเพาะปลูกพืชหมุนเวียน ภายใต้ สถานการณ์แห่งความไม่แน่นอนในนิคมสร้างตนเอง พระพุทธบาท จังหวัด สระบุรี พ.ศ. 2517”, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, (2519)
- ศรัณย์ วรรณนัจจริยา. “การวิเคราะห์แผนการผลิตทางการเกษตร”, ภาควิชาเศรษฐศาสตร์ เกษตรและทรัพยากร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, (2532)
- ศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์, “รายงานการวางแผนระบบการเกษตรแบบยั่งยืนบนพื้นที่ สูงทางภาคเหนือของประเทศไทย”, คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, (2545)
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. “รายงานผลการศึกษาภาวะเศรษฐกิจสังคมครัวเรือน และ แรงงานเกษตร ปีเพาะปลูก 2552/2553”, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ, (2553)
- Agrawal, R.C. and Earl O. Heady. “Operations Research Methods for Agricultural Decisions”, The Iowa State University Press, Ames, Iowa, (1972)
- Beneke, R.S. and Ronald Winerboer. “Linear Programming: Application to Agriculture”, The Iowa State University Press, Ames, Iowa, (1973)
- Boonma, Chamnien. “Socio-Economic Conditions of Farmer in the Phra Buddhachat Self-Help Land Settlement, 1974”, Research Report No.13, Department of Agricultural Economics, Faculty of Economics and Business Administration, Kasetsart University, (1975)

- Boonma, Chamnien; Sopin Tongpan and Chaiwat Konjing. **"Socio-Economic Conditions and Agricultural Planning of Phra Buddhabat Land Settlement, Sara Buri"**, Research Report No.3, Department of Agricultural Economics, Faculty of Economics and Business Administration, Kasetsart University, (1972)
- Boussard, Jean-Marc and Michel Petit. Representation of Farmer's Behavior Under Uncertainty with a Focus-Loss Constraint, "Journal of Farm Economics". 49, (4)(1967) : 869-880
- Caroll P. Streeter. Multiple-Cropping Hope for Hungry Asia, "Reader's Digest", 29(116), (1972) : 42-44
- Chasombuti, Pradit and Melvin M. Wagner. **"Estimates of the Thai Population, 1947-1969, and Some Agricultural Implication"**, Kasetsart Economic Report No.31, Prachandra Printing Press, Bangkok, (1969)
- Chiange, A.C. **"Fundamental Methods of Mathematical Economics"**, McGraw-Hill Book Co., Singapore, (1984)
- Dillon, J.L. and P. Seandizzo. Risk attitudes of subsistence farms in northeast Brazil: A Sampling approach , **"American Journal of Agriculture Economics"**, 60, (8)(1978) : 425-235
- Doll, John P.; Jame V. Ahodes and Jerry G. West. **"Economics of Agricultural Production, Markets and Policy"**, First Printing, Richard D, Irwin, Inc., USA, (1968)
- Ester, Boserup. The Condition of Agricultural Growth, **"The Economic of Agrarian Change Under Population Pressure"**, Fourth Impression, George Allen & Unwin Ltd. London, (1970)
- Hardaker, P.B.R. Huirne and J.R. Anderson. **"Coping with Risk in Agriculture"**, Biddles Ltd., Guildford, (1997)
- Hazell, P.B.R. A Linear Alternative to Quadratic and Semivariance Programming of Farm Planning under Uncertainty, **"American Journal of Agriculture Economics"**, 53, (2)(1971) : 53-62
- Hazell, P.B.R. and R.D. Norton. **"Mathematical Programming for Economic Analysis in Agriculture"**, Macmillan Publishing Company, New York, (1986)
- Heady, O. Earl. **"Economic Models and Quantitative Methods for Decisions and Planning in Agriculture"**, Proceeding for an East-West Seminar, The Iowa State University Press, Ames, (1971)

- Heyer, J. **"An Analysis of Peasant Farm Production Under Conditions of Uncertainty"**, Journal of Agricultural Economics, 23, (2)(1972) : 135-145
- Horowitz, Ira. **"An Introduction to Quantitative Business Analysis"**, 2nd, International Student Edit, McGraw-Hill Kogakusha, Ltd., (1972)
- Horowitz, Ira. **"Decision Making and the Theory of the Firm"**, Holt, Rinehart and Winston, Inc., New York, (1970)
- Irrigated and Agriculture Branch Operation and Maintenance Division. **"Crop Coefficient and Pan Coefficient"**, (1997)
- Knight, F.H. **"Risk Uncertainty and Profit"**, Houghton Mifflin, Boston, (1921)
- Loomba, N.P. and E. Tuban. **"Applied Programming for Management"**, United State of America: Holt, Rinchart and Winston, Inc, (1927)
- Low, A.R.C. Decision Making Under Uncertainty Linear Programming Model of Peasant Farmer Behavior, **"Journal of Agricultural Economics"**, 25, (3) (1974) : 313
- Markowitz,H. Portfolio Selection, **"J.Finance"**, 12, (3)(1952) : 77-91
- McCarl, B.A. and T.Tice. Should Quadratic Programming Problems be Approximated, **"Am.J.Agr.Econ"**, 64, (8)(1982) : 585-589.
- Myint, H. **"Southeast Asia's Economy: Development Policies in the 1970's"**, Penquin Modern Economics, Made and Printed in Great Britain by Richard Clay, (The Chaucer Press), Ltd., Bungay, Suffolk, (1972)
- Tadros, Mahfouz E. and George L. Casler. **"A Game Theoretic Model for Farm Planning Under Uncertainty"**. American Journal of Agricultural Econimics, 51, (5) (1969) : 1164-1167
- Valdu, L. Novak and Duffy. **"Optimal Crop Insurance Options for Alabama Cotton-Peanut Producers: A Target-MOTAD Analysis"**, Southern Agricultural Economics Association: Auburn University, (2004)
- Vasuvat, B. **"Land Development in Thailand"**, Technical Paper No.103, Division of Land Policy, Department of Land Development, Ministry of Agriculture and Cooperatives, (1974)
- Von Neuman, J. and O. Morgenstern. **"Theory of Games and Economic Behavior"**, Princeton University Press, Princeton, NJ, (1944)

