

บทที่ 3

วิธีการศึกษา

ในบทนี้จะกล่าวถึงแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วยแบบจำลองเชิงเส้นที่ใช้ในการศึกษา รายละเอียดของกิจกรรมที่ใช้ในแบบจำลอง เงื่อนไขและข้อจำกัดของกิจกรรม รวมทั้งการเก็บรวบรวมข้อมูล และ โครงสร้างของแบบจำลอง ดังต่อไปนี้

3.1 แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษารุ่นนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อหาแผนการผลิตที่เหมาะสมของเกษตรกรผู้ปลูกผักอินทรีย์ภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัดด้านทรัพยากรและการตลาด ซึ่งพิจารณาแผนการผลิตทั้งหมดเพื่อทำให้เกิดต้นทุนน้อยที่สุด (minimize) โดยใช้แบบจำลองการขนส่ง ซึ่งแบ่งแผนการผลิตพืชออกเป็น 3 อำเภอ คือ อำเภอแม่แตง อำเภอสันทราย และอำเภอแม่อน และแบ่งฤดูกาลผลิตออกเป็น 3 ฤดู เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพการผลิต โดยเริ่มจากฤดูที่ 1 คือฤดูฝน เริ่มตั้งแต่เดือน กรกฎาคม – ตุลาคม ฤดูที่ 2 คือฤดูหนาว ตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน – กุมภาพันธ์ และฤดูที่ 3 คือฤดูร้อน ตั้งแต่เดือน มีนาคม – มิถุนายน แต่แบบจำลองการขนส่งที่ใช้ในการศึกษานี้ยังไม่สะท้อนถึงผลตอบแทนและราคาผลผลิตที่แท้จริง ดังนั้นจึงได้นำแบบจำลองเชิงเส้นที่ให้ผลตอบแทนสุทธิสูงที่สุด โดยใช้แบบจำลองรูปแบบเดียวกับแบบจำลองการขนส่ง

วัตถุประสงค์

$$\text{Maximize } z = \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^r Z_{ki} Y_{ki} + \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^r -C_{kij} X_{kij} \quad (1)$$

ภายใต้ข้อจำกัด

$$\sum_{k=1}^r Y_{ki} \leq b_i \quad ; i = 1, \dots, m \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^m X_{kij} \geq D_{kj} \quad ; j = 1, \dots, n, k = 1, \dots, r \quad (3)$$

โดยที่

$$Z_{ki} = \text{ผลตอบแทนสุทธิไม่รวมค่าขนส่งของผักชนิดที่ } k \text{ ในแหล่งผลิต } i \\ (\text{หน่วย: บาท/ไร่})$$

- Y_{ki} = ที่ดินที่ปลูกผักชนิดที่ k ในแหล่งผลิต i (หน่วยเป็นไร่)
 X_{kij} = ผลผลิต k จากแหล่งผลิต i ไปยังตลาดที่ j (หน่วย: กิโลกรัม)
 C_{kij} = ค่าขนส่งผลผลิต k จากแหล่งผลิต i ไปยังตลาดที่ j (หน่วย: บาท/กิโลกรัม)
 D_{kj} = ความต้องการผลผลิตของตลาดรับผลผลิต k ในตลาด j (หน่วย: กิโลกรัม)
 b_i = ที่ดินรวมทั้งหมดในแหล่งผลิต i (หน่วย: ไร่)
 k = $1, \dots, r$ ชนิดของผักซึ่งมีอยู่ 9 ชนิด
 i = $1, \dots, m$ คือ แหล่งผลิต ซึ่งมีอยู่ทั้งหมด 3 จุด
 j = $1, \dots, n$ คือ ตลาดรับผลผลิต ซึ่งมีอยู่ทั้งหมด 3 ตลาด

สมการวัตถุประสงค์ คือ ผลตอบแทนสุทธิสูงสุดของการผลิตผักอินทรีย์ ซึ่งมาจากผลตอบแทนสุทธิจากการผลิตทั้งหมด หักออกด้วยต้นทุนการผลิตและต้นทุนค่าขนส่ง เป็นผลตอบแทนสุทธิของผลผลิตที่ส่งผลผลิตจากแหล่งผลิตต่างๆ ไปยังตลาดต่างๆ 3 รูปแบบ แบบจำลองของการศึกษาครั้งนี้แบ่งออกเป็น 3 แบบจำลอง ซึ่งแบ่งตามฤดูกาลผลิตออกเป็น 3 ฤดู คือ ฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน โดยที่ในสมการ (3) ให้อุปทานมากกว่าหรือเท่ากับอุปสงค์ โดยการผลิตสามารถมีผลผลิตเกินความต้องการได้เพื่อให้ได้ผลผลิตที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง

กิจกรรมในแบบจำลอง ประกอบด้วยกิจกรรม ดังนี้

- 1) กิจกรรมการใช้ที่ดินในการปลูกพืช
การใช้ที่ดินเพื่อผลิตผักอินทรีย์ของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 9 ชนิด ได้แก่ พริก บล๊อคโคลี่ กะหล่ำดอก กะหล่ำปลี ผักกาดขาว มะเขือเทศ ถั่วฝักยาว แตงกวา และคะน้า (หน่วย: ไร่)
- 2) กิจกรรมการกู้เงิน คือการกู้เงินในฤดูนั้นๆ เพื่อนำเงินก้อนนั้นมาใช้ในการผลิต (หน่วย: บาท)
- 3) กิจกรรมการขายผลผลิต คือการขายผลผลิตทั้งหมดที่เกษตรกรรวบรวมจากแปลง/จตุรวบรวมผลผลิตของตนส่งไปยังจุดรับผลผลิตหรือตลาดรับซื้อแต่ละที่ (หน่วย: บาท/กิโลกรัม)
- 4) กิจกรรมต้นทุนการขนส่ง คือการขนส่งผลผลิตเกษตรจากแหล่งผลิตไปยังแหล่งกระจายสินค้าต่างๆ (หน่วย: บาท/กิโลกรัม)

รายละเอียดของกิจกรรมที่ใช้ในแบบจำลอง มีดังนี้

1.1 กิจกรรมที่ดิน จำนวน 27 กิจกรรม

- $X_1 - X_9$ หมายถึง ที่ดินของอำเภอแม่แตงที่ใช้ในการผลิต พริก บล๊อคโคลี่ กะหล่ำดอก กะหล่ำปลี ผักกาดขาว มะเขือเทศ ถั่วฝักยาว แดงกวา และคะน้า ตามลำดับ (หน่วย: ไร่)
- $X_{10} - X_{18}$ หมายถึง ที่ดินของอำเภอสันทรายที่ใช้ในการผลิต พริก บล๊อคโคลี่ กะหล่ำดอก กะหล่ำปลี ผักกาดขาว มะเขือเทศ ถั่วฝักยาว แดงกวา และคะน้า ตามลำดับ (หน่วย: ไร่)
- $X_{19} - X_{27}$ หมายถึง ที่ดินของอำเภอแม่ฮ่องสอนที่ใช้ในการผลิต พริก บล๊อคโคลี่ กะหล่ำดอก กะหล่ำปลี ผักกาดขาว มะเขือเทศ ถั่วฝักยาว แดงกวา และคะน้า ตามลำดับ (หน่วย: ไร่)

1.2 กิจกรรมการกู้เงิน จำนวน 9 กิจกรรม

- X_{28} หมายถึง กิจกรรมการกู้เงินจาก ธ.ก.ส. ของอำเภอแม่แตง (หน่วย: บาท)
- X_{29} หมายถึง กิจกรรมการกู้เงินจากสหกรณ์การเกษตรของอำเภอแม่แตง (หน่วย: บาท)
- X_{30} หมายถึง กิจกรรมการกู้เงินจากกลุ่มผักอินทรีย์ของอำเภอแม่แตง (หน่วย: บาท)
- X_{31} หมายถึง กิจกรรมการกู้เงินจาก ธ.ก.ส. ของอำเภอสันทราย (หน่วย: บาท)
- X_{32} หมายถึง กิจกรรมการกู้เงินจากสหกรณ์การเกษตร ของอำเภอสันทราย (หน่วย: บาท)
- X_{33} หมายถึง กิจกรรมการกู้เงินจากกลุ่มผักอินทรีย์ ของอำเภอสันทราย (หน่วย: บาท)
- X_{34} หมายถึง กิจกรรมการกู้เงินจาก ธ.ก.ส. ของอำเภอแม่ฮ่องสอน (หน่วย: บาท)
- X_{35} หมายถึง กิจกรรมการกู้เงินจากสหกรณ์การเกษตร ของอำเภอแม่ฮ่องสอน (หน่วย: บาท)
- X_{36} หมายถึง กิจกรรมการกู้เงินจากกลุ่มผักอินทรีย์ ของอำเภอแม่ฮ่องสอน (หน่วย: บาท)

1.3 กิจกรรมการผลิตพืชส่งตลาดที่ 1 จำนวน 27 กิจกรรม

- $X_{37} - X_{45}$ หมายถึง ผลผลิต พริก บล๊อคโคลี่ กะหล่ำดอก กะหล่ำปลี ผักกาดขาว มะเขือเทศ ถั่วฝักยาว แดงกวา และคะน้า ตามลำดับ จากอำเภอแม่แตง ส่งไปขายยังตลาดที่ 1 (หน่วย: กิโลกรัม)

$X_{46} - X_{54}$ หมายถึง ผลผลิต พริก บล๊อคโคลี่ กะหล่ำดอก กะหล่ำปลี ผักกาดขาว มะเขือเทศ ถั่วฝักยาว แดงกวา และคะน้า ตามลำดับ จากอำเภอสันทราย ส่งไปขายยังตลาดที่ 1 (หน่วย: กิโลกรัม)

$X_{55} - X_{63}$ หมายถึง ผลผลิต พริก บล๊อคโคลี่ กะหล่ำดอก กะหล่ำปลี ผักกาดขาว มะเขือเทศ ถั่วฝักยาว แดงกวา และคะน้า ตามลำดับ จากอำเภอแม่ฮ่องสอน ส่งไปขายยังตลาดที่ 1 (หน่วย: กิโลกรัม)

1.4 กิจกรรมการผลิตพืชส่งตลาดที่ 2 จำนวน 27 กิจกรรม

$X_{64} - X_{72}$ หมายถึง ผลผลิต พริก บล๊อคโคลี่ กะหล่ำดอก กะหล่ำปลี ผักกาดขาว มะเขือเทศ ถั่วฝักยาว แดงกวา และคะน้า ตามลำดับ จากอำเภอแม่แตงส่งไปขายยังตลาดที่ 2 (หน่วย: กิโลกรัม)

$X_{73} - X_{81}$ หมายถึง ผลผลิต พริก บล๊อคโคลี่ กะหล่ำดอก กะหล่ำปลี ผักกาดขาว มะเขือเทศ ถั่วฝักยาว แดงกวา และคะน้า ตามลำดับ จากอำเภอสันทรายส่งไปขายยังตลาดที่ 2 (หน่วย: กิโลกรัม)

$X_{82} - X_{90}$ หมายถึง ผลผลิต พริก บล๊อคโคลี่ กะหล่ำดอก กะหล่ำปลี ผักกาดขาว มะเขือเทศ ถั่วฝักยาว แดงกวา และคะน้า ตามลำดับ จากอำเภอแม่ฮ่องสอนส่งไปขายยังตลาดที่ 2 (หน่วย: กิโลกรัม)

1.5 กิจกรรมการผลิตพืชส่งตลาดที่ 3 จำนวน 27 กิจกรรม

$X_{91} - X_{99}$ หมายถึง ผลผลิต พริก บล๊อคโคลี่ กะหล่ำดอก กะหล่ำปลี ผักกาดขาว มะเขือเทศ ถั่วฝักยาว แดงกวา และคะน้า ตามลำดับ จากอำเภอแม่แตงส่งไปขายยังตลาดที่ 3 (หน่วย: กิโลกรัม)

$X_{100} - X_{108}$ หมายถึง ผลผลิต พริก บล๊อคโคลี่ กะหล่ำดอก กะหล่ำปลี ผักกาดขาว มะเขือเทศ ถั่วฝักยาว แดงกวา และคะน้า ตามลำดับ จากอำเภอสันทรายส่งไปขายยังตลาดที่ 3 (หน่วย: กิโลกรัม)

$X_{109} - X_{117}$ หมายถึง ผลผลิต พริก บล๊อคโคลี่ กะหล่ำดอก กะหล่ำปลี ผักกาดขาว มะเขือเทศ ถั่วฝักยาว แดงกวา และคะน้า ตามลำดับ จากอำเภอแม่ฮ่องสอนส่งไปขายยังตลาดที่ 3 (หน่วย: กิโลกรัม)

1.6 กิจกรรมการใช้หนี้ จำนวน 9 กิจกรรม

X_{118} หมายถึง กิจกรรมการใช้หนี้ ธ.ก.ส. ของอำเภอแม่แตง (หน่วย: บาท)

X_{119} หมายถึง กิจกรรมการใช้หนี้สหกรณ์การเกษตรของอำเภอแม่แตง (หน่วย: บาท)

X ₁₂₀	หมายถึง	กิจกรรมการใช้พื้นที่กลุ่มผักอินทรีย์ของอำเภอแม่แตง (หน่วย: ไร่)
X ₁₂₁	หมายถึง	กิจกรรมการใช้พื้นที่ ธ.ก.ส. ของอำเภอสันทราย (หน่วย: ไร่)
X ₁₂₂	หมายถึง	กิจกรรมการใช้พื้นที่สหกรณ์การเกษตรของอำเภอสันทราย (หน่วย: ไร่)
X ₁₂₃	หมายถึง	กิจกรรมการใช้พื้นที่กลุ่มผักอินทรีย์ของอำเภอสันทราย (หน่วย: ไร่)
X ₁₂₄	หมายถึง	กิจกรรมการใช้พื้นที่ ธ.ก.ส. ของอำเภอแม่ฮ่องสอน (หน่วย: ไร่)
X ₁₂₅	หมายถึง	กิจกรรมการใช้พื้นที่สหกรณ์การเกษตรของอำเภอแม่ฮ่องสอน (หน่วย: ไร่)
X ₁₂₆	หมายถึง	กิจกรรมการใช้พื้นที่กลุ่มผักอินทรีย์ของอำเภอแม่ฮ่องสอน (หน่วย: ไร่)

รายละเอียดเกี่ยวกับกิจกรรม มีดังนี้

1) กิจกรรมการใช้ที่ดินในการผลิต การศึกษาครั้งนี้มีช่วงการผลิตแบ่งเป็น 3 ฤดู คือ ฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน ซึ่งโครงสร้างแบบจำลองจะเหมือนกันทุกฤดู แต่แตกต่างกันในสัมประสิทธิ์และปริมาณจำกัด โดยสำรวจข้อมูลการทำเกษตรของเกษตรกรกลุ่มตัวอย่างจาก 3 อำเภอ คือ อำเภอแม่แตง อำเภอสันทราย และอำเภอแม่ฮ่องสอน ในปีการเพาะปลูก 2554/2555 เป็นผักอินทรีย์จำนวน 9 ชนิด ได้แก่ พริก บล๊อคโคลี่ กะหล่ำดอก กะหล่ำปลี ผักกาดขาว มะเขือเทศ ถั่วฝักยาว แดงกวา และคะน้า (หน่วย: ไร่)

2) กิจกรรมการกู้เงิน คือการกู้เงินของเกษตรกรสามารถกู้ได้จากแหล่งที่เกษตรกรกู้ได้ มีกำหนดชำระคืนภายใน 1 ปี เช่น ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร สหกรณ์การเกษตร และกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตผักอินทรีย์ โดยคิดอัตราดอกเบี้ย ได้ดังนี้ อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร ร้อยละ 7 ต่อปี สหกรณ์การเกษตร ร้อยละ 3 ต่อปี และกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตผักอินทรีย์ ร้อยละ 2 ต่อปี

3) กิจกรรมการขายผลผลิต คือการขายผลผลิตในตลาดต่างๆ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบตลาด คือ ตลาดภายในชุมชน ตลาดในเมือง และศูนย์รวบรวมผลผลิต ซึ่งอาจจะมีราคาที่แตกต่างกันออกไปตามชนิด (หน่วย: บาท/กิโลกรัม)

4) กิจกรรมต้นทุนการขนส่ง คือต้นทุนการขนส่งผลผลิตเกษตรกรจากแหล่งผลผลิตทั้ง 3 อำเภอ คือ อำเภอแม่แตง สันทราย และแม่ฮ่องสอน ไปยังตลาดทั้ง 3 รูปแบบ คือ ตลาดในชุมชน ตลาดในเมือง และศูนย์รวบรวมผลผลิต (หน่วย: บาท/กิโลกรัม)

เงื่อนไขและข้อจำกัดของกิจกรรมต่างๆ มีดังนี้

1) เงื่อนไขและข้อจำกัดด้านที่ดิน เป็นที่ดินของเกษตรกรใน 3 อำเภอ ได้แก่ อำเภอแม่แตง อำเภอสันทราย และอำเภอแม่ออน ซึ่งจำนวนที่ดินแต่ละประเภทสามารถนำมาใช้ในการผลิตได้ไม่เกินจำนวนที่ดินรวมทั้งหมดที่กลุ่มเกษตรกรมีอยู่ (หน่วย: ไร่)

2) แหล่งที่ส่งผลผลิต (source) คือ จุดหรือที่ตั้งของแปลงปลูกผักอินทรีย์ของเกษตรกร ซึ่งจะส่งผลผลิตออกสู่ตลาดได้โดยมีปริมาณผลผลิตไม่เกินกว่าผลผลิตที่เกษตรกรผลิตได้ในช่วงนั้นๆ (หน่วย: กิโลกรัม)

3) แหล่งที่รับผลผลิต (destination) คือ แหล่งที่รับซื้อผลผลิตของเกษตรกร ได้แก่ ตลาดในชุมชน ตลาดในเมือง และศูนย์รวบรวมและจำหน่ายผลผลิต โดยจำนวนรับผลผลิตจะต้องไม่เกินกว่าจำนวนผลผลิตที่แหล่งนั้นต้องการ (หน่วย: กิโลกรัม)

4) ข้อจำกัดทางการตลาด ซึ่งเป็นข้อจำกัดด้านการตลาดของเกษตรกร คือ ปริมาณการรับซื้อผลผลิตแต่ละชนิดของตลาดรูปแบบต่างๆ ในจำนวนที่จำกัด (หน่วย: กิโลกรัม)

โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1.1 สมการข้อจำกัดที่ดิน จำนวน 3 สมการ

R_1 คือ สมการข้อจำกัดของจำนวนที่ดินของอำเภอแม่แตง ที่สามารถทำกิจกรรมการเพาะปลูกได้ ซึ่งการใช้ที่ดินในการเพาะปลูกต้องไม่เกินจำนวนทรัพยากรที่ดินที่มีอยู่ (หน่วย: ไร่)

R_2 คือ สมการข้อจำกัดของจำนวนที่ดินของอำเภอสันทราย ที่สามารถทำกิจกรรมการเพาะปลูกได้ ซึ่งการใช้ที่ดินในการเพาะปลูกต้องไม่เกินจำนวนทรัพยากรที่ดินที่มีอยู่ (หน่วย: ไร่)

R_3 คือ สมการข้อจำกัดของจำนวนที่ดินของอำเภอแม่ออน ที่สามารถทำกิจกรรมการเพาะปลูกได้ ซึ่งการใช้ที่ดินในการเพาะปลูกต้องไม่เกินจำนวนทรัพยากรที่ดินที่มีอยู่ (หน่วย: ไร่)

1.2 สมการโอบนผลผลิตจากการใช้ที่ดินเพาะปลูก จำนวน 27 สมการ

$R_4 - R_{12}$ คือ สมการโอบนผลผลิตจากการใช้ที่ดินเพาะปลูกของ พริก บล๊อคโกลี กะหล่ำดอก กะหล่ำปลี ผักกาดขาว มะเขือเทศ ถั่วฝักยาว แดงกวา คื่นฉ่าย ตามลำดับ ในอำเภอแม่แตง (หน่วย: กิโลกรัม)

$R_{13} - R_{21}$ คือ สมการโอบนผลผลิตจากการใช้ที่ดินเพาะปลูกของ พริก บล๊อคโกลี กะหล่ำดอก กะหล่ำปลี ผักกาดขาว มะเขือเทศ ถั่วฝักยาว แดงกวา คื่นฉ่าย

ตามลำดับ ในอำเภอสันทราย (หน่วย: กิโลกรัม)

R₂₂-R₃₀ คือ สมการโณผลผลิตจากการใช้ที่ดินเพาะปลูกของ พริก บล๊อคโกลี่
กะหล่ำดอก กะหล่ำปลี ผักกาดขาว มะเขือเทศ ถั่วฝักยาว แตงกวา คะน้า
ตามลำดับ ในอำเภอแม่ออน (หน่วย: กิโลกรัม)

1.3 สมการข้อจำกัดทุนและการกู้ยืม จำนวน 12 สมการ

R₃₁ คือ สมการข้อจำกัดการลงทุนการผลิตของเกษตรกรจากเงินทุนทุกแหล่งที่
สามารถนำไปใช้ในการเพาะปลูกของอำเภอแม่แตง (หน่วย: บาท)

R₃₂ คือ สมการข้อจำกัดที่กำหนดเงินกู้ที่เกษตรกรสามารถกู้ได้จาก ธ.ก.ส. ของ
อำเภอแม่แตง (หน่วย: บาท)

R₃₃ คือ สมการข้อจำกัดที่กำหนดเงินกู้ที่เกษตรกรสามารถกู้ได้จากสหกรณ์
การเกษตรของอำเภอแม่แตง (หน่วย: บาท)

R₃₄ คือ สมการข้อจำกัดที่กำหนดเงินกู้ที่เกษตรกรสามารถกู้ได้จากกลุ่มผัก
อินทรีย์ของอำเภอแม่แตง (หน่วย: บาท)

R₃₅ คือ สมการข้อจำกัดการลงทุนการผลิตของเกษตรกรจากเงินทุนทุกแหล่งที่
สามารถนำไปใช้ในการเพาะปลูกของอำเภอสันทราย (หน่วย: บาท)

R₃₆ คือ สมการข้อจำกัดที่กำหนดเงินกู้ที่เกษตรกรสามารถกู้ได้จาก ธ.ก.ส. ของ
อำเภอสันทราย (หน่วย: บาท)

R₃₇ คือ สมการข้อจำกัดที่กำหนดเงินกู้ที่เกษตรกรสามารถกู้ได้จากสหกรณ์
การเกษตรของอำเภอสันทราย (หน่วย: บาท)

R₃₈ คือ สมการข้อจำกัดที่กำหนดเงินกู้ที่เกษตรกรสามารถกู้ได้จากกลุ่มผัก
อินทรีย์ของอำเภอสันทราย (หน่วย: บาท)

R₃₉ คือ สมการข้อจำกัดการลงทุนการผลิตของเกษตรกรจากเงินทุนทุกแหล่งที่
สามารถนำไปใช้ในการเพาะปลูกของอำเภอแม่ออน (หน่วย: บาท)

R₄₀ คือ สมการข้อจำกัดที่กำหนดเงินกู้ที่เกษตรกรสามารถกู้ได้จาก ธ.ก.ส. ของ
อำเภอแม่ออน (หน่วย: บาท)

R₄₁ คือ สมการข้อจำกัดที่กำหนดเงินกู้ที่เกษตรกรสามารถกู้ได้จากสหกรณ์
การเกษตรของอำเภอแม่ออน (หน่วย: บาท)

R₄₂ คือ สมการข้อจำกัดที่กำหนดเงินกู้ที่เกษตรกรสามารถกู้ได้จากกลุ่มผัก
อินทรีย์ของอำเภอแม่ออน (หน่วย: บาท)

1.4 สมการข้อจำกัดการรับซื้อผลผลิตของตลาดที่ 1 จำนวน 27 สมการ

R₄₃–R₅₁ คือ สมการข้อจำกัดที่กำหนดการรับซื้อผลผลิต พริก บล๊อคโคลี่ กะหล่ำ
ดอก กะหล่ำปลี ผักกาดขาว มะเขือเทศ ถั่วฝักยาว แดงกวา และคะน้า
ตามลำดับ ของตลาดที่ 1 ในอำเภอแม่แตง (หน่วย: กิโลกรัม)

R₅₂–R₆₀ คือ สมการข้อจำกัดที่กำหนดการรับซื้อผลผลิต พริก บล๊อคโคลี่ กะหล่ำ
ดอก กะหล่ำปลี ผักกาดขาว มะเขือเทศ ถั่วฝักยาว แดงกวา และคะน้า
ตามลำดับ ของตลาดที่ 1 ในอำเภอสันทราย (หน่วย: กิโลกรัม)

R₆₁–R₆₉ คือ สมการข้อจำกัดที่กำหนดการรับซื้อผลผลิต พริก บล๊อคโคลี่ กะหล่ำ
ดอก กะหล่ำปลี ผักกาดขาว มะเขือเทศ ถั่วฝักยาว แดงกวา และคะน้า
ตามลำดับ ของตลาดที่ 1 ในอำเภอแม่ออน (หน่วย: กิโลกรัม)

1.5 สมการข้อจำกัดการรับซื้อผลผลิตของตลาดที่ 2 จำนวน 9 สมการ

R₇₀–R₇₈ คือ สมการข้อจำกัดที่กำหนดการรับซื้อผลผลิต พริก บล๊อคโคลี่ กะหล่ำ
ดอก กะหล่ำปลี ผักกาดขาว มะเขือเทศ ถั่วฝักยาว แดงกวา และคะน้า
ตามลำดับ ของตลาดที่ 2 (หน่วย: กิโลกรัม)

1.6 สมการข้อจำกัดการรับซื้อผลผลิตของตลาดที่ 3 จำนวน 9 สมการ

R₇₉–R₈₇ คือ สมการข้อจำกัดที่กำหนดการรับซื้อผลผลิต พริก บล๊อคโคลี่ กะหล่ำ
ดอก กะหล่ำปลี ผักกาดขาว มะเขือเทศ ถั่วฝักยาว แดงกวา และคะน้า
ตามลำดับ ของตลาดที่ 3 (หน่วย: กิโลกรัม)

1.7 สมการการชำระหนี้ จำนวน 9 สมการ

R₈₈ คือ สมการการชำระหนี้ ธ.ก.ส. ของเกษตรกรอำเภอแม่แตง
(หน่วย: บาท)

R₈₉ คือ สมการการชำระหนี้สหกรณ์การเกษตรของเกษตรกรอำเภอแม่แตง
(หน่วย: บาท)

R₉₀ คือ สมการการชำระหนี้กลุ่มฝักอินทรีย์ของเกษตรกรอำเภอแม่แตง
(หน่วย: บาท)

R₉₁ คือ สมการการชำระหนี้ ธ.ก.ส. ของเกษตรกรอำเภอสันทราย (หน่วย: บาท)

R₉₂ คือ สมการการชำระหนี้สหกรณ์การเกษตรของเกษตรกรอำเภอสันทราย
(หน่วย: บาท)

R₉₃ คือ สมการการชำระหนี้กลุ่มฝักอินทรีย์ของเกษตรกรอำเภอสันทราย (หน่วย: บาท)

- R₉₄ คือ สมการการชำระหนี้ ธ.ก.ส. ของเกษตรกรอำเภอแม่ออน (หน่วย: บาท)
- R₉₅ คือ สมการการชำระหนี้สหกรณ์การเกษตรของเกษตรกรอำเภอแม่ออน (หน่วย: บาท)
- R₉₆ คือ สมการการชำระหนี้กลุ่มพักอินทรีย์ของเกษตรกรอำเภอแม่ออน (หน่วย: บาท)

ทางด้านสมการเงื่อนไขและข้อจำกัดของกิจกรรมต่างๆ มีดังนี้

1) เงื่อนไขและข้อจำกัดด้านที่ดิน

ในที่นี้ได้แบ่งขนาดของที่ดินแยกออกเป็นขนาดที่ดินในแต่ละอำเภอ คือ อำเภอแม่แตง อำเภอสันทราย และอำเภอแม่ออน โดยแต่ละอำเภอจะมีทรัพยากรที่ดินในการผลิตแต่ละฤดูไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ในการผลิต เช่น กำลังการผลิตของเกษตรกร ความต้องการผลผลิตของตลาด เป็นต้น ซึ่งจำนวนที่ดินของแต่ละอำเภอที่ทำการศึกษานี้เป็นเพียงส่วนหนึ่งของขนาดพื้นที่ของอำเภอทั้งหมดนี้ โดยสามารถนำมาใช้ในการผลิตได้ไม่เกินจำนวนที่ดินรวมทั้งหมดที่กลุ่มเกษตรกรมีอยู่ แบ่งออกเป็นฤดูฝน เป็นขนาดพื้นที่เพาะปลูกของอำเภอแม่แตง สันทราย และแม่ออน จำนวน 81.7 ไร่ 70.3 ไร่ และ 167.5 ไร่ ตามลำดับ ส่วนฤดูหนาว ขนาดพื้นที่เพาะปลูกจำนวน 54.5 ไร่ 51.7 ไร่ และ 139.5 ไร่ ตามลำดับ และฤดูร้อน ขนาดพื้นที่เพาะปลูกจำนวน 48.5 ไร่ 47.7 ไร่ และ 125 ไร่ ตามลำดับ (หน่วย: ไร่)

2) ข้อจำกัดทางด้านเงินทุนการผลิต

เป็นเงินทุนครัวเรือนที่มีอยู่ ซึ่งเกษตรกรสามารถนำมาใช้ในการผลิตผักได้ในแต่ละฤดู จากการสัมภาษณ์จากเกษตรกรในแต่ละอำเภอ พบว่าเกษตรกรในอำเภอแม่แตงมีเงินทุนในการผลิตรวมในฤดูฝน 454,730.56 บาท ฤดูหนาวมีเงินทุนผลิต 350,000 บาท และในฤดูร้อนมีเงินทุนผลิต 276,000 บาท ส่วนเกษตรกรในอำเภอแม่แตงมีเงินทุนในการผลิตในฤดูฝน 424,437.74 บาท ฤดูหนาวมีเงินทุนผลิต 270,000 บาท และฤดูร้อนมีเงินทุนผลิต 216,000 บาท และเกษตรกรในอำเภอแม่ออนมีเงินทุนในการผลิตในฤดูฝน 861,338.34 บาท ฤดูหนาวมีเงินทุนผลิต 540,000 บาท และในฤดูร้อน 507,000 บาท

3) ข้อจำกัดทางการตลาด

ซึ่งเป็นข้อจำกัดด้านการตลาดของเกษตรกร โดยดูจากขนาดของตลาดทั้ง 3 รูปแบบ คือ รูปแบบของตลาดเกษตรอินทรีย์ในชุมชน (ตลาดที่ 1) ตลาดนัดเกษตรอินทรีย์ในเมือง (ตลาดที่ 2) และศูนย์รวบรวมและจำหน่ายผลผลิตเกษตรอินทรีย์ (ตลาดที่ 3) ที่มีจำนวนผู้บริโภคมากน้อยต่างกัน

ส่งผลต่อปริมาณการรับซื้อผลผลิตแต่ละชนิดในจำนวนที่จำกัด แบ่งออกได้ ดังนี้ ในฤดูฝน ตลาดเกษตรกรอินทรีย์ในชุมชน ปริมาณการรับซื้อผลผลิตของอำเภอแม่แตง สันทราย และแม่ออน คือ 18,000 18,000 และ 26,000 กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนตลาดนัดเกษตรกรอินทรีย์ในเมืองปริมาณการรับซื้อผลผลิตจำนวน 180,000 กิโลกรัม และศูนย์รวบรวมและจำหน่ายผลผลิตเกษตรกรอินทรีย์มีข้อจำกัดรับซื้อจำนวน 270,000 กิโลกรัม ส่วนในฤดูแล้ง ตลาดเกษตรกรอินทรีย์ในชุมชน ปริมาณการรับซื้อผลผลิตของอำเภอแม่แตง สันทราย และแม่ออน คือ 18,000 16,700 และ 26,600 กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนตลาดนัดเกษตรกรอินทรีย์ในเมืองปริมาณการรับซื้อผลผลิตจำนวน 120,000 กิโลกรัม และศูนย์รวบรวมและจำหน่ายผลผลิตเกษตรกรอินทรีย์มีข้อจำกัดรับซื้อจำนวน 225,000 กิโลกรัม ทางด้านฤดูร้อนข้อจำกัดทางตลาด มีดังนี้ ตลาดเกษตรกรอินทรีย์ในชุมชน ปริมาณการรับซื้อผลผลิตของอำเภอแม่แตง สันทราย และแม่ออน คือ 13,500 13,500 และ 18,000 กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนตลาดนัดเกษตรกรอินทรีย์ในเมืองปริมาณการรับซื้อผลผลิตจำนวน 90,000 กิโลกรัม และศูนย์รวบรวมและจำหน่ายผลผลิตเกษตรกรอินทรีย์มีข้อจำกัดรับซื้อจำนวน 162,000 กิโลกรัม

นอกจากนี้ แบบจำลองปัญหาการขนส่งที่นำมาวิเคราะห์ มีกิจกรรมของการขนส่งผลผลิต ดังต่อไปนี้

- 1) จุดที่ส่งผลผลิต (source) คือ ส่วนของเกษตรกรทั้ง 3 อำเภอ คือ อำเภอแม่แตง อำเภอสันทราย และอำเภอแม่ออน ซึ่งเป็นที่ตั้งของแปลงปลูกผักอินทรีย์ของเกษตรกร
- 2) จุดที่รับผลผลิต (destination) คือ ตลาดที่รับซื้อผลผลิตผักอินทรีย์ของเกษตรกร ได้แก่ ตลาดเกษตรกรอินทรีย์ในชุมชน ตลาดนัดเกษตรกรอินทรีย์ในเมือง และศูนย์รวบรวมและจำหน่ายผลผลิตเกษตรกรอินทรีย์
- 3) จำนวนผลผลิต คือ ผลผลิตผักอินทรีย์ทั้งหมดที่เกษตรกรทั้ง 3 อำเภอ รวบรวมจากสวนส่งไปยังตลาดเกษตรกรอินทรีย์ในชุมชน ตลาดนัดเกษตรกรอินทรีย์ในเมือง และศูนย์รวบรวมและจำหน่ายผลผลิตเกษตรกรอินทรีย์ (หน่วย: กิโลกรัม)
- 4) ค่าขนส่ง คือ ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงหรือต้นทุนค่าขนส่งต่อหน่วยจากสวนของเกษตรกรไปยังตลาดเกษตรกรอินทรีย์ในชุมชน ตลาดนัดเกษตรกรอินทรีย์ในเมือง และศูนย์รวบรวมและจำหน่ายผลผลิตเกษตรกรอินทรีย์ โดยคำนวณจากต้นทุนค่าขนส่งต่อปริมาณผลผลิตของผักอินทรีย์แต่ละชนิด (หน่วย: บาท/กิโลกรัม) ซึ่งจะแสดงในบทที่ 4
- 5) กำลังการผลิตของจุดส่งผลผลิต คือ ปริมาณผักอินทรีย์ที่เกษตรกรสามารถผลิตได้ในแต่ละช่วงฤดูต่างๆ คือ ฤดูฝน ฤดูแล้ง และฤดูร้อน (หน่วย: กิโลกรัม)

6) ความต้องการผลผลิตของตลาดต่างๆ ที่รับผลผลิต คือ ปริมาณผลผลิตฝักอินทรีรี่ที่แต่ละตลาดต้องการหรือปริมาณที่มากที่สุดที่ตลาดสามารถรับได้ แต่ในที่นี่ไม่สามารถคำนวณปริมาณผลผลิตที่ตลาดต้องการได้ จึงใช้ปริมาณผลผลิตที่มากที่สุดที่เกษตรกรผลิตได้ (หน่วย: กิโลกรัม)

รวมแบบจำลองในการศึกษารุ่นนี้ มีตัวแปรซึ่งแยกแบบจำลองออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน โดยที่แบบจำลองในแต่ละฤดูนั้น มีตัวแปรตัดสินใจทั้งหมด 126 ตัวแปร และมีข้อจำกัดทั้งหมด 96 ข้อจำกัด ซึ่งสามารถสรุปได้ในตารางที่ 3.1

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลของต้นทุนและผลตอบแทน ทั้งด้านการผลิตและการตลาด รวมทั้งต้นทุนการขนส่งไปจำหน่ายในแหล่งต่างๆ เพื่อนำมาอธิบายลักษณะทั่วไปของเกษตรกร และนำมาวิเคราะห์เพื่อหาแผนการผลิตพืชที่เหมาะสม รวมถึงปัญหาการขนส่งในแง่ของต้นทุนต่างๆ เพื่อให้สอดคล้องกับข้อจำกัดทางการตลาดและทรัพยากรของเกษตรกร ซึ่งการศึกษานี้ทำการศึกษาจากกลุ่มเกษตรกรที่ปลูกฝักอินทรีรี่ในจังหวัดเชียงใหม่ โดยเลือกเกษตรกรที่ทำเกษตรอินทรีรี่จาก 3 อำเภอ ได้แก่ อำเภอสันทราย อำเภอแม่ฮอน และอำเภอแม่แตง จำนวน 80 ราย ที่ผลิตฝักอินทรีรี่และนำไปจำหน่ายยังตลาด 3 รูปแบบ ได้แก่ ตลาดเกษตรอินทรีรี่ในชุมชน ตลาดนัดเกษตรอินทรีรี่ในเมือง และศูนย์รวบรวมและจำหน่ายผลผลิตเกษตรอินทรีรี่โดยแบ่งเกษตรกรเพื่อเก็บแบบสอบถาม ได้ดังนี้

- เกษตรกรผู้ผลิตฝักอินทรีรี่จากอำเภอสันทราย จำนวน 18 ราย
 - เกษตรกรผู้ผลิตฝักอินทรีรี่จากอำเภอแม่แตง จำนวน 23 ราย
 - เกษตรกรผู้ผลิตฝักอินทรีรี่จากอำเภอแม่ฮอน จำนวน 39 ราย
- รวมจำนวนเกษตรกรตัวอย่างทั้งหมด 80 ราย

ตารางที่ 3.1 โครงสร้างแบบจำลองในหนึ่งฤดูกาล

ชื่อจำกัด/กิจกรรมการผลิต	ที่ดิน อำเภอ แม่แตง	ที่ดิน อำเภอ สันทราย	ที่ดิน อำเภอ แม่ฮ่องสอน	การกู้เงิน	ตลาดรับ ผลผลิต 1 อำเภอ แม่แตง	ตลาดรับ ผลผลิต 1 อำเภอ สันทราย	ตลาดรับ ผลผลิต 1 อำเภอ แม่ฮ่องสอน	ตลาดรับ ผลผลิต 2	ตลาดรับ ผลผลิต 3	ใช้หนี้ (ตามแหล่ง แยกตาม อำเภอ)	ความ สัมพันธ์	ปริมาณ จำกัด
					$X_1 \dots X_9$	$X_{10} \dots X_{18}$	$X_{19} \dots X_{27}$	$X_{28} \dots X_{36}$	$X_{37} \dots X_{45}$			
วัตถุประสงค์	Z				$C_{37} \dots C_{45}$	$C_{46} \dots C_{54}$	$C_{55} \dots C_{63}$	$C_{64} \dots C_{90}$	$C_{91} \dots C_{117}$	$R_{118} \dots R_{126}$		
ที่ดินอำเภอแม่แตง	R_1	1...1									\leq	b_1
ที่ดินอำเภอสันทราย	R_2		1...1								\leq	b_2
ที่ดินอำเภอแม่ฮ่องสอน	R_3			1...1							\leq	b_3
โอนผลผลิตอำเภอแม่แตง	$R_4 \dots R_{12}$	$-a_{ij} \dots -a_{in}$			1...1	1...1	1...1				\leq	0
โอนผลผลิตอำเภอสันทราย	$R_{13} \dots R_{21}$		$-a_{ij} \dots -a_{in}$								\leq	0
โอนผลผลิตอำเภอแม่ฮ่องสอน	$R_{22} \dots R_{30}$			$-a_{ij} \dots -a_{in}$							\leq	0
ทุนการผลิตอำเภอแม่แตง	R_{31}	$d_j \dots d_n$			-1... -1						\leq	b_{31}
เงินกู้ยืม กส. อำเภอแม่แตง	R_{32}				1...1						\leq	b_{32}
เงินกู้ยืม สหกรณ์อำเภอแม่แตง	R_{33}				1...1						\leq	b_{33}
เงินกู้ยืม กลุ่มอินทรีย์อำเภอแม่แตง	R_{34}				1...1						\leq	b_{34}
ทุนการผลิตอำเภอสันทราย	R_{35}		$d_j \dots d_n$		-1... -1						\leq	b_{35}
เงินกู้ยืม กส. อำเภอสันทราย	R_{36}				1...1						\leq	b_{36}
เงินกู้ยืม สหกรณ์อำเภอสันทราย	R_{37}				1...1						\leq	b_{37}
เงินกู้ยืม กลุ่มอินทรีย์อำเภอสันทราย	R_{38}				1...1						\leq	b_{38}

ชื่อจำกัด/กิจกรรมการผลิต	ที่ดิน อำเภอ แม่แตง	ที่ดิน อำเภอ สันทราย	ที่ดิน อำเภอ แม่ฮ่องสอน	การกู้เงิน	ตลาดรับ ผลผลิต 1	ตลาดรับ ผลผลิต 1	ตลาดรับ ผลผลิต 1	ตลาดรับ ผลผลิต 2	ตลาดรับ ผลผลิต 3	ใช้หนี้ (ตามแหล่ง แยกตาม อำเภอ)	ความ สัมพันธ์	ปริมาณ จำกัด
					อำเภอ แม่แตง	อำเภอ สันทราย	อำเภอ แม่ฮ่องสอน	ตลาดรับ ผลผลิต 2	ตลาดรับ ผลผลิต 3			
	$X_1 \dots X_9$	$X_{10} \dots X_{18}$	$X_{19} \dots X_{27}$	$X_{28} \dots X_{36}$	$X_{37} \dots X_{45}$	$X_{46} \dots X_{54}$	$X_{55} \dots X_{63}$	$X_{64} \dots X_{90}$	$X_{91} \dots X_{117}$	$X_{118} \dots X_{126}$		
ทุนการผลิตอำเภอแม่ฮ่องสอน	R_{39}		$d_j \dots d_n$	$-1 \dots -1$							\leq	b_{39}
เงินกู้ธกส. อำเภอแม่ฮ่องสอน	R_{40}			$1 \dots 1$							\leq	b_{40}
เงินกู้สหกรณ์อำเภอแม่ฮ่องสอน	R_{41}			$1 \dots 1$							\leq	b_{41}
เงินกู้กลุ่มอินทรีย์อำเภอแม่ฮ่องสอน	R_{42}			$1 \dots 1$							\leq	b_{42}
ตลาดรับผลผลิต 1 อำเภอแม่แตง	$R_{43} \dots R_{51}$				$1 \dots 1$						\geq	$b_{43} \dots b_{51}$
ตลาดรับผลผลิต 1 อำเภอสัน ทราย	$R_{52} \dots R_{60}$					$1 \dots 1$					\geq	$b_{52} \dots b_{60}$
ตลาดรับผลผลิต 1 อำเภอแม่ ฮ่องสอน	$R_{61} \dots R_{69}$						$1 \dots 1$				\geq	$b_{61} \dots b_{69}$
ตลาดรับผลผลิต 2	$R_{70} \dots R_{78}$							$1 \dots 1$			\geq	$b_{70} \dots b_{78}$
ตลาดรับผลผลิต 3	$R_{79} \dots R_{87}$								$1 \dots 1$		\geq	$b_{79} \dots b_{87}$
ใช้หนี้ (ตามแหล่ง แยกตาม อำเภอ)	$R_{88} \dots R_{96}$				$1 \dots 1$					$-1 \dots -1$	$=$	$b_{88} \dots b_{96}$

โดย a_{ij} เป็น ผลผลิตของพืชต่อไร่
 b_i เป็น ต้นทุนการผลิตพืชต่อไร่
 C_{ij} เป็น ต้นทุนค่าขนส่ง / ต้นทุนดอกเบี้ย
 X_{ij} เป็น กิจกรรม
 d_{ij} เป็น ต้นทุนการผลิตพืชต่อไร่