

บทที่ 4

แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ เป็นการแสดงให้เห็นระบบการผลิตพืชของชุมชนมั่ง และชุมชนปกากะญอที่อาศัยอยู่บนพื้นที่ตอนบนของกลุ่มน้ำแม่ศึก เนื่องจากระบบการผลิตพืชของชุมชนมั่งและชุมชนปกากะญอมีความแตกต่างกันมาก จึงต้องใช้แบบจำลองแยกกัน เป็นแบบจำลองระบบการผลิตพืชเชิงพาณิชย์ของชุมชนมั่งและแบบจำลองระบบการผลิตพืชกึ่งยังชีพกึ่งพาณิชย์ของชุมชนปกากะญอ การวิเคราะห์การวางแผนการผลิตเริ่มจากการใช้แบบจำลองเชิงเส้นที่มีวัตถุประสงค์เดียวก่อนซึ่งคือ วัตถุประสงค์ด้านรายได้ หลังจากนั้นแบบจำลองเชิงเส้นวัตถุประสงค์เดียวได้ถูกแปลงเป็นแบบจำลองหลายวัตถุประสงค์ (Goal programming) โดยการเพิ่มวัตถุประสงค์ เงื่อนไขและกิจกรรมเพิ่มเติม ดังรายละเอียดท้ายนี้

4.1 แบบจำลองเชิงเส้นวัตถุประสงค์เดียวของชุมชนมั่ง (Linear Programming)

สำหรับแบบจำลองเชิงเส้นที่สร้างขึ้นเพื่อการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วยกิจกรรมต่างๆ จำนวน 53 กิจกรรมและมีข้อจำกัดตลอดจนเงื่อนไขที่เป็นจำนวน 58 ข้อจำกัด ดังแสดงรายละเอียดในตาราง 4.6 แบบจำลองที่สร้างขึ้นมีวัตถุประสงค์เพื่อหาแผนการผลิตที่เหมาะสมสำหรับพืชอายุสั้น แผนการผลิตที่เหมาะสมจะเป็นแผนการผลิตที่ทำให้รายได้เหนือต้นทุนเงินสด สูงสุด ในการศึกษาครั้งนี้กำหนดให้ราคาผลผลิต ข้อจำกัดทางด้านที่ดิน แรงงานเงินทุน ปริมาณน้ำท่า และการใช้ปัจจัยการผลิตคงที่ในระยะเวลา 1 ปี

รูปทั่วไปของแบบจำลองเชิงเส้นที่มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการกำไรสูงสุด ประกอบด้วย ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective function) และสมการข้อจำกัดต่างๆ (Constraint) ดังนี้

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์

$$\text{Max}Z = \sum_{j=1}^{53} P_j X_j$$

ภายใต้ข้อจำกัด

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{58} \sum_{j=1}^{53} a_{ij} X_j &\leq b_i \\ X_j &\geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, 53) \end{aligned}$$

โดยกำหนดให้

Z = ผลรวมรายได้เหนือต้นทุนเงินสดจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ (X_j)

X_j = จำนวนกิจกรรมการผลิตหรือการจัดการชนิดที่ j

P_j = รายได้เหนือต้นทุนเงินสดต่อหน่วยของการทำกิจกรรมชนิดที่ j

a_{ij} = จำนวนปัจจัยหรือเงื่อนไขที่ต้องการหรือมีขึ้นเนื่องจากการทำกิจกรรม j

b_i = จำนวนจำกัดของข้อจำกัดปัจจัยหรือเงื่อนไขชนิดที่ i

กิจกรรมที่กำหนดในแบบจำลองประกอบด้วยกิจกรรมต่างๆ ดังนี้

$X_1 - X_6$ หมายถึง กิจกรรมการผลิตกะหล่ำปลี มันฝรั่ง มะเขือเทศ ข้าวไร่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และผักกาดขาว ตามลำดับ ในช่วงต้นฤดูฝน (หน่วย: ไร่)

$X_7 - X_{10}$ หมายถึง กิจกรรมการจ้างแรงงานในช่วงต้นฤดูฝน ตั้งแต่เดือนเมษายนถึงเดือนกรกฎาคม (หน่วย: วันทำงาน)

X_{11} หมายถึง กิจกรรมการใช้เงินทุนตนเองในการผลิตพืชช่วงต้นฤดูฝน (หน่วย: บาท)

$X_{11} - X_{13}$ หมายถึง กิจกรรมการกู้เงินเพื่อนำมาใช้ในการผลิต ถ้าหากเงินทุนภาคเกษตรไม่พอเพียง (หน่วย: บาท)

$X_{14} - X_{17}$ หมายถึง กิจกรรมการขายผลผลิตกะหล่ำปลี มันฝรั่ง มะเขือเทศและผักกาดขาว ตามลำดับ ในช่วงต้นฤดูฝน (หน่วย: กิโลกรัม)

$X_{18} - X_{20}$ หมายถึง กิจกรรมการโอนเงินทุนช่วงต้นฤดูฝนไปช่วงปลายฤดูฝน (หน่วย: บาท)

$X_{21} - X_{26}$ หมายถึง กิจกรรมการผลิตกะหล่ำปลี มันฝรั่ง มะเขือเทศ ข้าวไร่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และผักกาดขาว ตามลำดับ ในช่วงปลายฤดูฝน (หน่วย: ไร่)

$X_{27} - X_{30}$ หมายถึง กิจกรรมการจ้างแรงงานในช่วงปลายฤดูฝน ตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงเดือนพฤศจิกายน (หน่วย: วันทำงาน)

$X_{31} - X_{36}$ หมายถึง กิจกรรมการขายผลผลิตกะหล่ำปลี มันฝรั่ง มะเขือเทศ ข้าวไร่ ข้าวโพด
เลี้ยงสัตว์และผักกาดขาว ตามลำดับ ในช่วงปลายฤดูฝน (หน่วย: กิโลกรัม)

$X_{37} - X_{39}$ หมายถึง กิจกรรมการโอนเงินทุนช่วงปลายฤดูฝนไปช่วงฤดูแล้ง (หน่วย: บาท)

$X_{40} - X_{42}$ หมายถึง กิจกรรมการผลิตกะหล่ำปลี หอมแดงและผักกาดขาว ตามลำดับ ในช่วง
ฤดูแล้ง (หน่วย: ไร่)

$X_{43} - X_{46}$ หมายถึง กิจกรรมการจ้างแรงงานในช่วงฤดูแล้ง ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือน
เมษายน (หน่วย: วันทำงาน)

$X_{47} - X_{49}$ หมายถึง กิจกรรมการขายผลผลิตกะหล่ำปลี หอมแดงและผักกาดขาว ตามลำดับ
ในช่วงฤดูแล้ง (หน่วย: บาท)

$X_{50} - X_{53}$ หมายถึง กิจกรรมการชำระหนี้เมื่อสิ้นฤดูกาลผลิต (หน่วย: บาท)

สมการข้อจำกัด และเงื่อนไขในการทำกิจกรรมต่างๆ อธิบายได้ดังนี้

R_1 หมายถึง สมการข้อจำกัดของจำนวนที่ดินที่สามารถทำกิจกรรมการปลูกพืชในช่วง
ต้นฤดูฝนของเกษตรกรผู้ทำการเพาะปลูกในพื้นที่ (หน่วย: ไร่)

$R_2 - R_5$ หมายถึง สมการที่กำหนดจำนวนแรงงานครัวเรือนที่มีอยู่ของเกษตรกรในช่วง
เดือนเมษายนถึงเดือนกรกฎาคม โดยสามารถใช้แรงงานรวมทุกกิจกรรมได้ไม่เกินแรงงานที่มีอยู่
(หน่วย: วันทำงาน)

$R_6 - R_9$ หมายถึง สมการข้อจำกัดขั้นต่ำของการจ้างงาน กรณีที่แรงงานครัวเรือนไม่
เพียงพอสามารถจ้างได้ไม่จำกัด (หน่วย: วันทำงาน)

R_{10} หมายถึง ข้อจำกัดทางด้านเงินทุนของเกษตรกรที่สามารถนำไปใช้ในการลงทุนการผลิตพืชอายุสั้น ถ้าหากเงินทุนไม่พอต่อความต้องการสามารถที่จะกู้เงินเพื่อมาใช้ในภาคเกษตรได้ และเงินทุนที่เหลือในช่วงต้นฤดูฝนจะมีการโอนไปเป็นทุนในช่วงปลายฤดูฝน (หน่วย: บาท)

$R_{11} - R_{12}$ หมายถึง เงื่อนไขการกู้ยืมเงิน ในกรณีที่จำนวนเงินทุนของเกษตรกรที่มีอยู่ถูกใช้หมด สามารถที่จะขอกู้จากแหล่งเงินทุนภายนอกได้ (หน่วย: บาท)

$R_{13} - R_{16}$ หมายถึง แถวเชื่อมโยงปริมาณผลผลิตที่ได้จากกิจกรรมการผลิตพืชในช่วงต้นฤดูฝน กับกิจกรรมการขายผลผลิต (หน่วย: กิโลกรัม)

R_{17} หมายถึง แถวเชื่อมโยงเงินทุนที่ได้จากกิจกรรมการขายผลผลิตในช่วงต้นฤดูฝน โอนไปช่วงปลายฤดูฝน (หน่วย: บาท)

R_{18} หมายถึง สมการข้อจำกัดของจำนวนที่ดินที่สามารถทำกิจกรรมการปลูกพืชในช่วงปลายฤดูฝนของเกษตรกรผู้ทำการเพาะปลูกในพื้นที่ (หน่วย: ไร่)

$R_{19} - R_{20}$ หมายถึง แถวเชื่อมโยงการโอนที่ดินในการผลิตข้าวไร่และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในช่วงต้นฤดูฝนโอนมาช่วงปลายฤดูฝน (หน่วย: ไร่)

$R_{21} - R_{24}$ หมายถึง สมการที่กำหนดจำนวนแรงงานครัวเรือนที่มีอยู่ของเกษตรกรในช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนพฤศจิกายน โดยสามารถใช้แรงงานรวมทุกกิจกรรมได้ไม่เกินแรงงานที่มีอยู่ (หน่วย: วันทำงาน)

$R_{25} - R_{28}$ หมายถึง สมการข้อจำกัดขั้นต่ำของการจ้างงาน กรณีที่แรงงานครัวเรือนไม่เพียงพอสามารถจ้างได้ไม่จำกัด (หน่วย: วันทำงาน)

R_{29} หมายถึง ข้อจำกัดทางด้านเงินทุนของเกษตรกรที่สามารถนำไปใช้ในการลงทุนการผลิตพืชอายุสั้นในช่วงปลายฤดูฝน (หน่วย: บาท)

$R_{30} - R_{35}$ หมายถึง แถวเชื่อมโยงปริมาณผลผลิตที่ได้จากกิจกรรมการผลิตพืชในปลายฤดู
ฝนกับกิจกรรมการขายผลผลิต (หน่วย: กิโลกรัม)

R_{36} หมายถึง แถวเชื่อมโยงเงินทุนที่ได้จากกิจกรรมการขายผลผลิตในช่วงปลายฤดูฝน
โอนไปช่วงฤดูแล้ง (หน่วย: บาท)

R_{37} หมายถึง สมการข้อจำกัดของจำนวนที่ดินที่สามารถทำกิจกรรมการปลูกพืชในช่วง
ฤดูแล้งของเกษตรกรผู้ทำการเพาะปลูกพืชอายุสั้นในพื้นที่ (หน่วย: ไร่)

$R_{38} - R_{41}$ หมายถึง สมการที่กำหนดจำนวนแรงงานครัวเรือนที่มีอยู่ของเกษตรกรในช่วง
เดือนสิงหาคมถึงเดือนพฤศจิกายน โดยสามารถใช้แรงงานรวมทุกกิจกรรมได้ไม่เกินแรงงานที่มีอยู่
(หน่วย: วันทำงาน)

$R_{42} - R_{45}$ หมายถึง สมการข้อจำกัดขั้นต่ำของการจ้างงาน กรณีที่แรงงานครัวเรือนไม่
เพียงพอสามารถจ้างได้ไม่จำกัด (หน่วย: วันทำงาน)

R_{46} หมายถึง ข้อจำกัดทางด้านเงินทุนของเกษตรกรที่สามารถนำไปใช้ในการลงทุน
การผลิตพืชอายุสั้นในช่วงฤดูแล้ง (หน่วย: บาท)

$R_{47} - R_{51}$ หมายถึง ข้อจำกัดขั้นสูงของปริมาณน้ำที่ใช้ในการเพาะปลูกในช่วงเดือน
พฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน ตามลำดับ (หน่วย: ลูกบาศก์เมตร)

$R_{52} - R_{54}$ หมายถึง แถวเชื่อมโยงปริมาณผลผลิตที่ได้จากกิจกรรมการผลิตพืชในช่วงฤดูแล้ง
กับกิจกรรมการขายผลผลิต (หน่วย: กิโลกรัม)

$R_{55} - R_{58}$ หมายถึง แถวเชื่อมโยงการชำระหนี้หลังจากสิ้นสุดฤดูกาลผลิต (หน่วย: บาท)

4.2 แบบจำลองหลายวัตถุประสงค์ของชุมชนมั่ง

จากแบบจำลองเชิงเส้นวัตถุประสงค์เดียวข้างต้น เป็นวิธีการวิเคราะห์การวางแผนการผลิตที่มีวัตถุประสงค์ด้านรายได้เพียงอย่างเดียวและถือเป็นแบบจำลองพื้นฐานสำหรับการสร้างแบบจำลองหลายวัตถุประสงค์ โดยการศึกษาในครั้งนี้ได้เลือกใช้แบบจำลองหลายวัตถุประสงค์แบบถ่วงน้ำหนักวัตถุประสงค์ (Weighted goal programming, WGP) เป็นแบบจำลองในการวางแผนการผลิตที่ให้ความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมที่เท่ากัน โดยได้เพิ่มกิจกรรม (X) ขึ้นอีก 8 กิจกรรม และเพิ่มวัตถุประสงค์จำนวน 4 วัตถุประสงค์ กำหนดให้ค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละวัตถุประสงค์มีค่าเท่ากัน มีรายละเอียดดังนี้

รูปแบบทั่วไปของแบบจำลองเชิงเส้นหลายวัตถุประสงค์ที่ใช้ในการศึกษานี้แสดงได้ดังนี้

$$\text{Minimize } \sum_{g=1}^4 (w_g d_g^- + w_g d_g^+)$$

ภายใต้ข้อจำกัด

$$\begin{aligned} c_{gj} X_j + d_g^- - d_g^+ &= e_g \\ a_{ij} X_j &\leq b_i \\ X_j, d_g^-, d_g^+ &\geq 0 \quad (g \text{ คือจำนวนวัตถุประสงค์} = 1,2,3,4) \end{aligned}$$

กำหนดให้

d_g^- = ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ที่ g ที่ทำให้ต่ำกว่าค่าเป้าหมายที่แบบจำลองตั้งไว้

d_g^+ = ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ที่ g ที่ทำให้สูงกว่าค่าเป้าหมายที่แบบจำลองตั้งไว้

w_g = ค่าถ่วงน้ำหนักของวัตถุประสงค์ที่ g

X_j = จำนวนกิจกรรมการผลิตหรือการจัดการชนิดที่ j

a_{ij} = จำนวนปัจจัยหรือเงื่อนไข i ที่ต้องการหรือมีขึ้นเนื่องจากการทำกิจกรรม j กิจกรรม

b_i = จำนวนจำกัดของข้อจำกัดปัจจัยหรือเงื่อนไขชนิดที่ i

c_{gj} = จำนวนปัจจัยหรือเงื่อนไขของวัตถุประสงค์เป้าหมายที่ g

e_g = ค่าเป้าหมายของวัตถุประสงค์ที่ g ที่แบบจำลองตั้งไว้

โดยกิจกรรมที่เพิ่มจำนวน 8 กิจกรรม ได้แก่

N_1 คือ ตัวแปรความเบี่ยงเบนที่มีค่าเป็นลบของรายได้เหนือต้นทุนเงินสด

N_2 คือ ตัวแปรความเบี่ยงเบนที่มีค่าเป็นลบของการใช้น้ำเพื่อการเกษตรที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

- N_3 คือ ตัวแปรความเบี่ยงเบนที่มีค่าเป็นลบของผลกระทบของสารเคมีต่อสิ่งแวดล้อม
- N_4 คือ ตัวแปรความเบี่ยงเบนที่มีค่าเป็นลบของต้นทุนการใช้ที่ดิน
- P_1 คือ ตัวแปรความเบี่ยงเบนที่มีค่าเป็นบวกของรายได้เหนือต้นทุนเงินสด
- P_2 คือ ตัวแปรความเบี่ยงเบนที่มีค่าเป็นบวกของการใช้น้ำเพื่อการเกษตรที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
- P_3 คือ ตัวแปรความเบี่ยงเบนที่มีค่าเป็นบวกของผลกระทบของสารเคมีต่อสิ่งแวดล้อม
- P_4 คือ ตัวแปรความเบี่ยงเบนที่มีค่าเป็นบวกของต้นทุนการใช้ที่ดิน

วัตถุประสงค์จำนวน 4 วัตถุประสงค์ ได้แก่

วัตถุประสงค์ที่ 1 เป็นวัตถุประสงค์ด้านเศรษฐกิจ คือ ต้องการให้เกิดรายได้เหนือต้นทุนเงินสดสูงสุด แสดงในแบบจำลองแถวอนที่ g_1 ส่วนแถวตั้งที่ 54 มีค่าเป็น +1 และแถวตั้งที่ 58 มีค่าเป็น -1 ค่าที่ปรากฏในสมการวัตถุประสงค์ คือ N_1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ $(\text{ค่าถ่วงน้ำหนัก} \times 100) / e_1$ ในที่นี้กำหนดค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 0.5 ส่วนเมตริกซ์ [C] คือ ค่ารายได้เหนือต้นทุนที่เป็นเงินสด [W] คือ ค่าจ้างแรงงานจ้าง กำหนดไว้ที่ค่าจ้าง 100 บาทต่อคนต่อวัน [r] คือ อัตราดอกเบี้ยซึ่งเป็นต้นทุนที่เกิดจากค่าใช้จ่ายเงินกู้ วัตถุประสงค์นี้จะพยายามทำให้ได้ค่าเป้าหมายที่ใกล้เคียงกับค่าที่ตั้งไว้ในวัตถุประสงค์ ซึ่งค่าเป้าหมายของรายได้เหนือต้นทุนเงินสดนี้เป็นค่าที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้แบบจำลองเชิงเส้นวัตถุประสงค์เดียว คือ มีค่าเท่ากับ 535,100 บาท ถ้าค่าเป้าหมายมีการเบี่ยงเบนไปทางลบจะมีค่าเท่ากับ N_1 ซึ่งแผนการผลิตที่เหมาะสมจะพยายามทำให้มีค่า N_1 น้อยที่สุด กล่าวคือแผนการผลิตที่เหมาะสมจะพยายามก่อให้เกิดรายได้เหนือต้นทุนเงินสดใกล้เคียงกับค่า e_1 มากที่สุด

วัตถุประสงค์ที่ 2 เป็นวัตถุประสงค์ด้านสิ่งแวดล้อม คือ ต้องการให้มีการใช้น้ำเพื่อการเกษตรที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดภายใต้แผนการผลิตที่เหมาะสม แสดงในแบบจำลองแถวอนที่ g_2 ส่วนแถวตั้งที่ 55 มีค่าเป็น +1 และแถวตั้งที่ 59 มีค่าเป็น -1 ค่าที่ปรากฏในสมการวัตถุประสงค์ คือ P_2 ซึ่งมีค่าเท่ากับ $(\text{ค่าถ่วงน้ำหนัก} \times 100) / e_2$ ในที่นี้กำหนดค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 0.17 ส่วนเมตริกซ์ [F] คือ ปริมาณน้ำท่าที่พืชต้องการเพิ่มในแต่ละเดือน มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ค่าเป้าหมายในวัตถุประสงค์นี้ คือ ปริมาณน้ำท่าสำหรับใช้ในการผลิตพืชในพื้นที่การเกษตรเฉลี่ยต่อฟาร์มในช่วงฤดูแล้งของเกษตรกรรมชนมั่งในปีที่ทำการสำรวจ มีค่าเท่ากับ 15,410 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งวัตถุประสงค์นี้จะพยายามทำให้ค่าเบี่ยงเบนที่เป็นบวก (P_2) ซึ่งหมายถึง มีการใช้น้ำในการผลิตพืชมีค่าน้อยที่สุด กล่าวคือ แผนการผลิตที่เหมาะสมจะพยายามให้มีการใช้น้ำเพื่อการเกษตรน้อยกว่าหรือเท่ากับค่า e_2

วัตถุประสงค์ที่ 3 เป็นวัตถุประสงค์ด้านสิ่งแวดล้อม คือ ต้องการให้มีการใช้สารเคมีในระดับที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดภายใต้แผนการผลิตพืชที่เหมาะสม แสดงในแบบจำลองแถวอนที่ g_3 ส่วนแถวตั้งที่ 56 มีค่าเป็น +1 และแถวตั้งที่ 60 มีค่าเป็น -1 ค่าที่ปรากฏในสมการวัตถุประสงค์ คือ P_3 ซึ่งมีค่าเท่ากับ (ค่าถ่วงน้ำหนัก*100)/ e_3 ในที่นี้กำหนดค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 0.17 ส่วนเมตรริกซ์ [G] คือ ค่าใช้จ่ายด้านสารเคมีกำจัดวัชพืชและศัตรูพืชในการทำกิจกรรมการผลิตพืชแต่ละชนิด มีหน่วยเป็นบาทต่อไร่ ค่าเป้าหมายในวัตถุประสงค์นี้ คือ ค่าใช้จ่ายด้านสารเคมีกำจัดวัชพืชและศัตรูพืชโดยเฉลี่ยในการทำกิจกรรมการผลิตพืช มีค่าเท่ากับ 16,165 บาท วัตถุประสงค์นี้จะพยายามทำให้ค่าเบี่ยงเบนที่เป็นบวก (P_3) มีค่าน้อยที่สุด กล่าวคือ แผนการผลิตที่เหมาะสมจะพยายามทำให้ระดับการใช้สารเคมีในพื้นที่มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่า e_3

วัตถุประสงค์ที่ 4 เป็นวัตถุประสงค์ด้านสิ่งแวดล้อม คือ เพื่อลดผลกระทบต่อโครงสร้างดินให้น้อยที่สุดภายใต้แผนการผลิตพืชที่เหมาะสม แสดงในแบบจำลองแถวอนที่ g_4 แถวตั้งที่ 57 มีค่าเป็น +1 และแถวตั้งที่ 61 มีค่าเป็น -1 ค่าที่ปรากฏในสมการวัตถุประสงค์ คือ P_4 ซึ่งมีค่าเท่ากับ (ค่าถ่วงน้ำหนัก*100)/ e_4 ในที่นี้กำหนดค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 0.17 ส่วนเมตรริกซ์ [H] คือ ต้นทุนการใช้ที่ดินคำนวณได้จากมูลค่าของปุ๋ยเคมีที่เกษตรกรใช้เพื่อปรับปรุงคุณภาพดินให้ดีขึ้น ถ้าเกษตรกรใช้ปุ๋ยเคมีมากแสดงให้เห็นว่าการผลิตของเกษตรกรที่ผ่านมาทำให้ความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติของดินลดน้อยลงมาก มีหน่วยเป็นบาทต่อไร่ ค่าเป้าหมายในวัตถุประสงค์นี้ คือ มูลค่าของปุ๋ยเคมีที่เกษตรกรใช้โดยเฉลี่ยในการทำกิจกรรมการผลิตพืชทุกชนิด มีค่าเท่ากับ 34,132 บาท วัตถุประสงค์นี้จะพยายามทำให้ค่า (P_4) มีค่าน้อยที่สุด กล่าวคือ แผนการผลิตที่เหมาะสมจะพยายามทำให้ต้นทุนการใช้ที่ดินรวมของพื้นที่มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่า e_4 (รายละเอียดดังตาราง 4.1)

ตาราง 4.1 โครงสร้างโดยย่อของแบบจำลองหลายวัตถุประสงค์ (Goal Programming) ของชุมชนมิ่งที่ใช้ในการศึกษา

ชื่อจำกัด/กิจกรรมการผลิต		การผลิตพืช	การจ้างแรงงาน	การกู้เงิน	การโอนเงินทุน	กระจายผลผลิต	ชำระหนี้	โอนรายได้	ค่าเบี้ยเบน	ความสัมพันธ์	ปริมาณจำกัด
		$X_1 \dots X_{15}$	$X_{16} \dots X_{27}$	$X_{28} \dots X_{33}$	$X_{34} \dots X_{37}$	$X_{38} \dots X_{51}$	X_{52}	X_{53}	$X_{54} \dots X_{61}$		
วัตถุประสงค์									$N_1 \dots P_4$		
ที่ดิน	$R_1 \dots R_2$	$a_1 \dots a_m$								\leq	$b_1 \dots b_2$
แรงงานครัวเรือน	$R_3 \dots R_{14}$	$a_9 \dots a_m$	$-1 \dots -1$							\leq	$b_3 \dots b_{14}$
แรงงานจ้าง	$R_{15} \dots R_{26}$		$1 \dots 1$							\leq	$b_{15} \dots b_{26}$
ทุนตนเอง	R_{27}	$a_9 \dots a_m$		-1	$1 \dots 1$			1		\leq	b_{27}
เงินกู้	R_{28}			1			-1			\leq	b_{28}
การกระจายผลผลิต	$R_{29} \dots R_{34}$	[P]				-1				=	$b_{29} \dots b_{34}$
ชื่อจำกัดการใช้น้ำ	$R_{35} \dots R_{39}$	$a_9 \dots a_m$								=	$b_{35} \dots b_{39}$
การชำระหนี้	R_{40}						1			=	b_{40}
ด้านเศรษฐกิจ (กำไร)	g_1	[C]	[W]	[r]		$+p \dots +p$	$-r$	-1	$1 \dots -1$	=	c_1
ด้านสิ่งแวดล้อม (น้ำ)	g_2	[F]							$1 \dots -1$	=	c_2
ด้านสิ่งแวดล้อม (สารเคมี)	g_3	[G]							$1 \dots -1$	=	c_3
ด้านสิ่งแวดล้อม (ปุ๋ยเคมี)	g_4	[H]							$1 \dots -1$	=	c_4

[P]= ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ [C] =รายได้เหนือต้นทุนเงินสด [W]= ค่าจ้างแรงงาน [r]= อัตราดอกเบี้ย [F]= ปริมาณน้ำที่พืชต้องการ [G] = มูลค่าสารเคมีที่ใช้ผลิตพืชแต่ละชนิด [H]= มูลค่าปุ๋ยเคมีที่ใช้ผลิตพืชแต่ละชนิด

4.3 แบบจำลองเชิงเส้นวัตถุประสงค์เดียวของชุมชนปกครอง (Linear Programming)

สำหรับแบบจำลองเชิงเส้นของชุมชนปกครองที่สร้างขึ้นเพื่อการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วยกิจกรรมต่างๆ จำนวน 56 กิจกรรมและมีข้อจำกัดตลอดจนเงื่อนไขที่จำเป็นจำนวน 60 ข้อจำกัดดังแสดงรายละเอียดในตาราง 4.7 แบบจำลองที่สร้างขึ้นมีวัตถุประสงค์เพื่อหาแผนการผลิตที่เหมาะสมสำหรับพีชอายุสั้น แผนการผลิตที่เหมาะสมจะเป็นแผนการผลิตที่ทำให้รายได้เหนือต้นทุนเงินสดสูงสุด ในการศึกษานี้กำหนดให้ราคาผลผลิต ข้อจำกัดทางด้านที่ดิน แรงงาน เงินทุน ปริมาณน้ำท่า และการใช้ปัจจัยการผลิตคงที่ในระยะเวลา 1 ปี

รูปทั่วไปของแบบจำลองเชิงเส้นที่มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการกำไรสูงสุด ประกอบด้วย ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective function) และสมการข้อจำกัดต่างๆ (Constraint) ดังนี้

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์

$$MaxZ = \sum_{j=1}^{56} P_j X_j$$

ภายใต้ข้อจำกัด

$$\sum_{i=1}^{60} \sum_{j=1}^{56} a_{ij} X_j \leq b_i$$

$$X_j \geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, 56)$$

โดยกำหนดให้

Z = ผลรวมรายได้เหนือต้นทุนเงินสดจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ (X_j)

X_j = จำนวนกิจกรรมการผลิตหรือการจัดการชนิดที่ j

P_j = รายได้เหนือต้นทุนเงินสดต่อหน่วยของการทำกิจกรรมชนิดที่ j

a_{ij} = จำนวนปัจจัยหรือเงื่อนไขที่ต้องการหรือมีขึ้นเนื่องจากการทำกิจกรรม j

b_i = จำนวนจำกัดของข้อจำกัดปัจจัยหรือเงื่อนไขชนิดที่ i

กิจกรรมที่กำหนดในแบบจำลองประกอบด้วยกิจกรรมต่างๆ ดังนี้

$X_1 - X_6$ หมายถึง กิจกรรมการผลิตกะหล่ำปลี มันฝรั่ง มะเขือเทศ ข้าวไร่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และผักกาดขาว ตามลำดับ ในช่วงต้นฤดูฝน (หน่วย: ไร่)

$X_7 - X_{10}$ หมายถึง กิจกรรมการจ้างแรงงานในช่วงต้นฤดูฝน ตั้งแต่เดือนเมษายนถึงเดือนกรกฎาคม (หน่วย: วันทำงาน)

X_{11} หมายถึง กิจกรรมการใช้จ่ายเงินลงทุนเองในการผลิตพืชช่วงต้นฤดูฝน (หน่วย: บาท)

$X_{11} - X_{13}$ หมายถึง กิจกรรมการกู้เงินเพื่อนำมาใช้ในการผลิต ถ้าหากเงินลงทุนภาคเกษตรไม่พอเพียง (หน่วย: บาท)

$X_{14} - X_{17}$ หมายถึง กิจกรรมการขายผลผลิตกะหล่ำปลี มันฝรั่ง มะเขือเทศและผักกาดขาว ตามลำดับ ในช่วงต้นฤดูฝน (หน่วย: กิโลกรัม)

$X_{18} - X_{20}$ หมายถึง กิจกรรมการโอนเงินทุนช่วงต้นฤดูฝนไปช่วงปลายฤดูฝน (หน่วย: บาท)

$X_{21} - X_{26}$ หมายถึง กิจกรรมการผลิตกะหล่ำปลี มันฝรั่ง มะเขือเทศ ข้าวไร่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และผักกาดขาว ตามลำดับ ในช่วงปลายฤดูฝน (หน่วย: ไร่)

$X_{27} - X_{30}$ หมายถึง กิจกรรมการจ้างแรงงานในช่วงปลายฤดูฝน ตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงเดือนพฤศจิกายน (หน่วย: วันทำงาน)

$X_{31} - X_{36}$ หมายถึง กิจกรรมการขายผลผลิตกะหล่ำปลี มันฝรั่ง มะเขือเทศ ข้าวไร่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และผักกาดขาว ตามลำดับ ในช่วงปลายฤดูฝน (หน่วย: กิโลกรัม)

$X_{37} - X_{38}$ หมายถึง กิจกรรมการเก็บผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวไร่ ตามลำดับ ไว้ทำพันธุ์ (หน่วย: กิโลกรัม)

X_{31} หมายถึง กิจกรรมการเก็บผลผลิตข้าวไร่ไว้บริโภคในครัวเรือน (หน่วย: กิโลกรัม)

$X_{40} - X_{42}$ หมายถึง กิจกรรมการโอนเงินทุนช่วงปลายฤดูฝนไปช่วงฤดูแล้ง (หน่วย: บาท)

$X_{43} - X_{45}$ หมายถึง กิจกรรมการผลิตกะหล่ำปลี หอมแดงและผักกาดขาว ตามลำดับ ในช่วงฤดูแล้ง (หน่วย: ไร่)

$X_{46} - X_{49}$ หมายถึง กิจกรรมการจ้างแรงงานในช่วงฤดูแล้ง ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน (หน่วย: วันทำงาน)

$X_{50} - X_{52}$ หมายถึง กิจกรรมการขายผลผลิตกะหล่ำปลี หอมแดงและผักกาดขาว ตามลำดับ ในช่วงฤดูแล้ง (หน่วย: บาท)

$X_{53} - X_{56}$ หมายถึง กิจกรรมการชำระหนี้เมื่อสิ้นฤดูกาลผลิต (หน่วย: บาท)

สมการข้อจำกัดและเงื่อนไขในการทำกิจกรรมต่างๆ อธิบายได้ดังนี้

R_1 หมายถึง สมการข้อจำกัดของจำนวนที่ดินที่สามารถทำกิจกรรมการปลูกพืชในช่วงต้นฤดูฝนของเกษตรกรผู้ทำการเพาะปลูกในพื้นที่ (หน่วย: ไร่)

$R_2 - R_5$ หมายถึง สมการที่กำหนดจำนวนแรงงานครัวเรือนที่มีอยู่ของเกษตรกรในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนกรกฎาคม โดยสามารถใช้แรงงานรวมทุกกิจกรรมได้ไม่เกินแรงงานที่มีอยู่ (หน่วย: วันทำงาน)

$R_6 - R_9$ หมายถึง สมการข้อจำกัดขั้นต่ำของการจ้างงาน กรณีที่แรงงานครัวเรือนไม่เพียงพอสามารถจ้างได้ไม่จำกัด (หน่วย: วันทำงาน)

R_{10} หมายถึง ข้อจำกัดทางด้านเงินทุนของเกษตรกรที่สามารถนำไปใช้ในการลงทุนการผลิตพืชอายุสั้น ถ้าหากเงินทุนไม่พอต่อความต้องการสามารถที่จะกู้เงินเพื่อมาใช้ในภาคเกษตรได้ และเงินทุนที่เหลือในช่วงต้นฤดูฝนจะมีการโอนไปเป็นทุนในช่วงปลายฤดูฝน (หน่วย: บาท)

$R_{11} - R_{12}$ หมายถึง เงื่อนไขการกู้ยืมเงิน ในกรณีที่จำนวนเงินทุนของเกษตรกรที่มีอยู่ถูกใช้หมด สามารถที่จะขอกู้จากแหล่งเงินทุนภายนอกได้ (หน่วย: บาท)

$R_{13} - R_{16}$ หมายถึง แถวเชื่อมโยงปริมาณผลผลิตที่ได้จากกิจกรรมการผลิตพืชในช่วงต้นฤดูฝน กับกิจกรรมการขายผลผลิต (หน่วย: กิโลกรัม)

R_{17} หมายถึง แถวเชื่อมโยงเงินทุนที่ได้จากกิจกรรมการขายผลผลิตในช่วงต้นฤดูฝน โอนไปช่วงปลายฤดูฝน (หน่วย: บาท)

R_{18} หมายถึง สมการข้อจำกัดของจำนวนที่ดินที่สามารถทำกิจกรรมการปลูกพืชในช่วงปลายฤดูฝนของเกษตรกรผู้ทำการเพาะปลูกในพื้นที่ (หน่วย: ไร่)

$R_{19} - R_{20}$ หมายถึง แถวเชื่อมโยงการโอนที่ดินในการผลิตข้าวไร่และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในช่วงต้นฤดูฝนโอนมาช่วงปลายฤดูฝน (หน่วย: ไร่)

$R_{21} - R_{24}$ หมายถึง สมการที่กำหนดจำนวนแรงงานครัวเรือนที่มีอยู่ของเกษตรกรในช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนพฤศจิกายน โดยสามารถใช้แรงงานรวมทุกกิจกรรมได้ไม่เกินแรงงานที่มีอยู่ (หน่วย: วันทำงาน)

$R_{25} - R_{28}$ หมายถึง สมการข้อจำกัดขั้นต่ำของการจ้างงาน กรณีที่แรงงานครัวเรือนไม่เพียงพอสามารถจ้างได้ไม่จำกัด (หน่วย: วันทำงาน)

R_{29} หมายถึง ข้อจำกัดทางด้านเงินทุนของเกษตรกรที่สามารถนำไปใช้ในการลงทุน การผลิตพืชอายุสั้นในช่วงปลายฤดูฝน (หน่วย: บาท)

$R_{30} - R_{35}$ หมายถึง แถวเชื่อมโยงปริมาณผลผลิตที่ได้จากกิจกรรมการผลิตพืชในปลายฤดูฝนกับกิจกรรมการขายผลผลิต (หน่วย: กิโลกรัม)

$R_{37} - R_{38}$ หมายถึง ข้อจำกัดการเก็บผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวไร่ไว้ทำพันธุ์ (หน่วย: กิโลกรัม)

R_{38} หมายถึง แลวเชื่อมโยงเงินทุนที่ได้จากกิจกรรมการขายผลผลิตในช่วงปลายฤดูฝน โอนไปช่วงฤดูแล้ง (หน่วย: บาท)

R_{39} หมายถึง สมการข้อจำกัดของจำนวนที่ดินที่สามารถทำกิจกรรมการปลูกพืชในช่วง ฤดูแล้งของเกษตรกรผู้ทำการเพาะปลูกพืชอายุสั้นในพื้นที่ (หน่วย: ไร่)

$R_{40} - R_{43}$ หมายถึง สมการที่กำหนดจำนวนแรงงานครัวเรือนที่มีอยู่ของเกษตรกรในช่วง เดือนสิงหาคมถึงเดือนพฤศจิกายน โดยสามารถใช้แรงงานรวมทุกกิจกรรมได้ไม่เกินแรงงานที่มีอยู่ (หน่วย: วันทำงาน)

$R_{44} - R_{47}$ หมายถึง สมการข้อจำกัดขั้นต่ำของการจ้างงาน กรณีที่แรงงานครัวเรือนไม่ เพียงพอสามารถจ้างได้ไม่จำกัด (หน่วย: วันทำงาน)

R_{48} หมายถึง ข้อจำกัดทางด้านเงินทุนของเกษตรกรที่สามารถนำไปใช้ในการลงทุน การผลิตพืชอายุสั้นในช่วงฤดูแล้ง (หน่วย: บาท)

$R_{49} - R_{53}$ หมายถึง ข้อจำกัดขั้นสูงของปริมาณน้ำที่ใช้ในการเพาะปลูกในช่วงเดือน พฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน ตามลำดับ (หน่วย: ลูกบาศก์เมตร)

$R_{54} - R_{56}$ หมายถึง แลวเชื่อมโยงปริมาณผลผลิตที่ได้จากกิจกรรมการผลิตพืชในช่วงฤดูแล้ง กับกิจกรรมการขายผลผลิต (หน่วย: กิโลกรัม)

$R_{57} - R_{60}$ หมายถึง แลวเชื่อมโยงการชำระหนี้หลังจากสิ้นสุดฤดูกาลผลิต (หน่วย: บาท)

4.4 แบบจำลองหลายวัตถุประสงค์ของชุมชนปากะญอ

จากแบบจำลองเชิงเส้นข้างต้น เป็นวิธีการวิเคราะห์การวางแผนการผลิตที่มีวัตถุประสงค์ด้านรายได้เพียงอย่างเดียว และถือเป็นแบบจำลองพื้นฐานสำหรับการสร้างแบบจำลองหลายวัตถุประสงค์ โดยการศึกษานี้ได้เลือกใช้แบบจำลองหลายวัตถุประสงค์แบบถ่วงน้ำหนักวัตถุประสงค์ (Weighted goal programming, WGP) เป็นแบบจำลองในการวางแผนการผลิตที่ให้ความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมที่เท่ากัน โดยได้เพิ่มกิจกรรม (X) ขึ้นอีก 10 กิจกรรม และเพิ่มวัตถุประสงค์จำนวน 5 วัตถุประสงค์ กำหนดให้ค่าถ่วงน้ำหนักวัตถุประสงค์แต่ละด้านมีค่าเท่ากัน มีรายละเอียดดังนี้

รูปแบบทั่วไปของแบบจำลองเชิงเส้นหลายวัตถุประสงค์ที่ใช้ในการศึกษานี้แสดงได้ดังนี้

$$\text{Minimize } \sum_{g=1}^5 (w_g d_g^- - w_g d_g^+)$$

ภายใต้ข้อจำกัด

$$\begin{aligned} c_{gj} X_j + d_g^- - d_g^+ &= e_g \\ a_{ij} X_j &\leq b_i \\ X_j, d_g^-, d_g^+ &\geq 0 \quad (g \text{ คือจำนวนวัตถุประสงค์} = 1,2,3,4,5) \end{aligned}$$

กำหนดให้

d_g^- = ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ที่ g ที่ทำให้ต่ำกว่าค่าเป้าหมายที่แบบจำลองตั้งไว้

d_g^+ = ค่าเบี่ยงเบนของวัตถุประสงค์ที่ g ที่ทำให้สูงกว่าค่าเป้าหมายที่แบบจำลองตั้งไว้

w_g = ค่าถ่วงน้ำหนักของวัตถุประสงค์ที่ g

X_j = จำนวนกิจกรรมการผลิตหรือการจัดการชนิดที่ j

a_{ij} = จำนวนปัจจัยหรือเงื่อนไขที่ต้องการหรือมีขึ้นเนื่องจากการทำกิจกรรม j กิจกรรม

b_i = จำนวนจำกัดของข้อจำกัดปัจจัยหรือเงื่อนไขชนิดที่ i

c_{gj} = จำนวนปัจจัยหรือเงื่อนไขของวัตถุประสงค์เป้าหมายที่ g

e_g = ค่าเป้าหมายของวัตถุประสงค์ที่ g ที่แบบจำลองตั้งไว้

โดยกิจกรรมที่เพิ่มจำนวน 10 กิจกรรม ได้แก่

N_1 คือ ตัวแปรความเบี่ยงเบนที่มีค่าเป็นลบของรายได้เหนือต้นทุนเงินสด

N_2 คือ ตัวแปรความเบี่ยงเบนที่มีค่าเป็นลบของการผลิตข้าวให้เพียงพอแก่การบริโภคในครัวเรือนของเกษตรกรชุมชนปกากะญอ

N_3 คือ ตัวแปรความเบี่ยงเบนที่มีค่าเป็นลบของการใช้น้ำเพื่อการเกษตรที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

N_4 คือ ตัวแปรความเบี่ยงเบนที่มีค่าเป็นลบของผลกระทบของสารเคมีต่อสิ่งแวดล้อม

N_5 คือ ตัวแปรความเบี่ยงเบนที่มีค่าเป็นลบของต้นทุนการไ้ที่ดิน

P_1 คือ ตัวแปรความเบี่ยงเบนที่มีค่าเป็นบวกของรายได้เหนือต้นทุนเงินสด

P_2 คือ ตัวแปรความเบี่ยงเบนที่มีค่าเป็นบวกของการผลิตข้าวให้เพียงพอแก่การบริโภคในครัวเรือนของเกษตรกรชุมชนปกากะญอ

P_3 คือ ตัวแปรความเบี่ยงเบนที่มีค่าเป็นบวกการใช้น้ำเพื่อการเกษตรที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

P_4 คือ ตัวแปรความเบี่ยงเบนที่มีค่าเป็นบวกของผลกระทบของสารเคมีต่อสิ่งแวดล้อม

P_5 คือ ตัวแปรความเบี่ยงเบนที่มีค่าเป็นบวกของต้นทุนการไ้ที่ดิน

วัตถุประสงค์จำนวน 5 วัตถุประสงค์ ได้แก่

วัตถุประสงค์ที่ 1 เป็นวัตถุประสงค์ด้านเศรษฐกิจ คือ ต้องการให้เกิดรายได้เหนือต้นทุนเงินสดสูงสุด แสดงในแบบจำลองแถวอนที่ g_1 ส่วนแถวตั้งที่ 54 มีค่าเป็น +1 และแถวตั้งที่ 58 มีค่าเป็น -1 ค่าที่ปรากฏในสมการวัตถุประสงค์ คือ N_1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ $(\text{ค่าถ่วงน้ำหนัก} \times 100) / e_1$ ในที่นี้กำหนดค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 0.25 ส่วนเมตริกซ์ [C] คือ ค่ารายได้เหนือต้นทุนที่เป็นเงินสด [W] คือ ค่าจ้างแรงงานจ้าง กำหนดไว้ที่ค่าจ้าง 100 บาทต่อคนต่อวัน [R] คือ อัตราดอกเบี้ยซึ่งเป็นต้นทุนที่เกิดจากค่าใช้จ่ายเงินกู้ วัตถุประสงค์นี้จะพยายามทำให้ได้ค่าเป้าหมายที่ใกล้เคียงกับค่าที่ตั้งไว้ในวัตถุประสงค์ ซึ่งค่าเป้าหมายของรายได้เหนือต้นทุนเงินสดนี้เป็นค่าที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้แบบจำลองเชิงเส้นวัตถุประสงค์เดียว คือ มีค่าเท่ากับ 298,908 บาท ถ้าค่าเป้าหมายมีการเบี่ยงเบนไปทางลบจะมีค่าเท่ากับ N_1 ซึ่งแผนการผลิตที่เหมาะสมจะพยายามทำให้มีค่า N_1 น้อยที่สุด กล่าวคือแผนการผลิตที่เหมาะสมจะพยายามก่อให้เกิดรายได้เหนือต้นทุนเงินสดใกล้เคียงกับค่า e_1 มากที่สุด

วัตถุประสงค์ที่ 2 เป็นวัตถุประสงค์ด้านเศรษฐกิจ คือ ต้องการให้มีความขาดแคลนข้าวเพื่อการบริโภคน้อยที่สุด ปริมาณข้าวเป้าหมายที่ต้องผลิต (e_2) ขึ้นอยู่กับจำนวนสมาชิกในครัวเรือน แสดงในแบบจำลองแถวอนที่ g_2 ส่วนแถวตั้งที่ 55 มีค่าเป็น +1 และแถวตั้งที่ 59 มีค่าเป็น -1 ค่าที่ปรากฏในสมการวัตถุประสงค์ คือ N_2 ซึ่งมีค่าเท่ากับ $(\text{ค่าถ่วงน้ำหนัก} \times 100) / e_2$ ในที่นี้กำหนดค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 0.25 ส่วนเมตริกซ์ [E] คือ ปริมาณผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อไร่ มีหน่วยเป็นกิโลกรัม ค่า

เป้าหมายในวัตถุประสงค์นี้ คือ ค่าเฉลี่ยของปริมาณผลผลิตข้าวที่เพียงพอแก่การบริโภคในครัวเรือน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1,638 กิโลกรัม วัตถุประสงค์นี้จะพยายามทำให้ค่าเบี่ยงเบนไปทางลบ (N_2) ซึ่งเกษตรกรผลิตข้าวไม่เพียงพอกับความต้องการบริโภคให้มีค่าน้อยที่สุด

วัตถุประสงค์ที่ 3 เป็นวัตถุประสงค์ด้านสิ่งแวดล้อม คือ ต้องการให้มีการใช้น้ำเพื่อการเกษตรที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดภายใต้แผนการผลิตพืชที่เหมาะสม แสดงในแบบจำลองแถวอนที่ g_3 ส่วนแถวตั้งที่ 56 มีค่าเป็น +1 และแถวตั้ง ที่ 60 มีค่าเป็น -1 ค่าที่ปรากฏในสมการวัตถุประสงค์ คือ P_3 ซึ่งมีค่าเท่ากับ $(\text{ค่าถ่วงน้ำหนัก} \times 100) / e_3$ ในที่นี้กำหนดค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 0.17 ส่วนเมตริกซ์ [F] คือ ปริมาณน้ำท่าที่พืชต้องการเพิ่มในแต่ละเดือน มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ค่าเป้าหมายในวัตถุประสงค์นี้ คือ ปริมาณน้ำท่าสำหรับใช้ในการผลิตพืชในพื้นที่การเกษตรเฉลี่ยต่อฟาร์มในช่วงฤดูแล้งของเกษตรกรชุมชนปกากะญอในปีที่ทำการสำรวจ มีค่าเท่ากับ 8,326 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งวัตถุประสงค์นี้จะพยายามทำให้ค่าเบี่ยงเบนที่เป็นบวก (P_3) ซึ่งหมายถึง มีการใช้น้ำในการผลิตพืชมีค่าน้อยที่สุด กล่าวคือ แผนการผลิตที่เหมาะสมจะพยายามให้มีการใช้น้ำเพื่อการเกษตรน้อยกว่าหรือเท่ากับค่า e_3

วัตถุประสงค์ที่ 4 เป็นวัตถุประสงค์ด้านสิ่งแวดล้อม คือ ต้องการให้มีการใช้สารเคมีในระดับที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดภายใต้แผนการผลิตพืชที่เหมาะสม แสดงในแบบจำลองแถวอนที่ g_4 ส่วนแถวตั้งที่ 57 มีค่าเป็น +1 และแถวตั้งที่ 61 มีค่าเป็น -1 ค่าที่ปรากฏในสมการวัตถุประสงค์ คือ P_4 ซึ่งมีค่าเท่ากับ $(\text{ค่าถ่วงน้ำหนัก} \times 100) / e_4$ ในที่นี้กำหนดค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 0.17 ส่วนเมตริกซ์ [G] คือ ค่าใช้จ่ายด้านสารเคมีกำจัดวัชพืชและศัตรูพืชในการทำกิจกรรมการผลิตพืชแต่ละชนิด มีหน่วยเป็นบาทต่อไร่ ค่าเป้าหมายในวัตถุประสงค์นี้ คือ ค่าใช้จ่ายด้านสารเคมีกำจัดวัชพืชและศัตรูพืชโดยเฉลี่ยในการทำกิจกรรมการผลิตพืช มีค่าเท่ากับ 14,360 บาท วัตถุประสงค์นี้จะพยายามทำให้ค่า P_4 มีค่าน้อยที่สุด กล่าวคือ แผนการผลิตที่เหมาะสมจะพยายามทำให้ระดับการใช้สารเคมีในพื้นที่มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่า e_4

วัตถุประสงค์ที่ 5 เป็นวัตถุประสงค์ด้านสิ่งแวดล้อม คือ เพื่อลดผลกระทบต่อโครงสร้างดินให้น้อยที่สุดภายใต้แผนการผลิตพืชที่เหมาะสม โดยต้นทุนการใช้ที่ดินคำนวณได้จากมูลค่าของปุ๋ยเคมีที่เกษตรกรใช้เพื่อปรับปรุงคุณภาพดินให้ดีขึ้น แสดงในแบบจำลองแถวอนที่ g_5 แถวตั้งที่ 58 มีค่าเป็น +1 และแถวตั้งที่ 62 มีค่าเป็น -1 ค่าที่ปรากฏในสมการวัตถุประสงค์ คือ P_5 ซึ่งมีค่าเท่ากับ $(\text{ค่าถ่วงน้ำหนัก} \times 100) / e_5$ ในที่นี้กำหนดค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 0.17 ส่วนเมตริกซ์ [H] คือ

มูลค่าของปุ๋ยเคมีที่เกษตรกรใช้เพื่อปรับปรุงคุณภาพดินให้ดีขึ้น มีหน่วยเป็นบาทต่อไร่ ค่าเป้าหมายในวัตถุประสงค์นี้ คือ มูลค่าเฉลี่ยของปุ๋ยเคมีที่เกษตรกรใช้โดยเฉลี่ยในการทำกิจกรรมการผลิตพืชทุกชนิด มีค่าเท่ากับ 34,583 บาท วัตถุประสงค์นี้จะพยายามทำให้ค่า P_5 มีค่าน้อยที่สุด กล่าวคือแผนการผลิตที่เหมาะสมจะพยายามทำให้ต้นทุนการใช้ที่ดินรวมของพื้นที่มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่า e_5 (รายละเอียดดังตาราง 4.2)



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.2 โครงสร้างโดยย่อของแบบจำลองหลายวัตถุประสงค์ (Goal Programming) ของชุมชนปกครองท้องถิ่นในการศึกษา

ชื่อจำกัดกิจกรรมการผลิต	การผลิตพืช	การจ้างแรงงาน	การกู้เงิน	การโอนเงินทุน	กระจายผลผลิต	ชำระหนี้	โอนรายได้	ค่าเบี่ยงเบน	ความสัมพันธ์	ปริมาณจำกัด	
	$X_1 \dots X_{15}$	$X_{16} \dots X_{27}$	$X_{28} \dots X_{33}$	$X_{34} \dots X_{37}$	$X_{38} \dots X_{52}$	X_{53}	X_{54}	$X_{55} \dots X_{62}$			
วัตถุประสงค์								$N_1 \dots P_5$			
ที่ดิน	$R_1 \dots R_2$	$a_y \dots a_m$							\leq	$b_1 \dots b_2$	
แรงงานครัวเรือน	$R_3 \dots R_{14}$	$a_y \dots a_m$	$-1 \dots -1$						\leq	$b_3 \dots b_{14}$	
แรงงานจ้าง	$R_{15} \dots R_{26}$		$1 \dots 1$						\leq	$b_{15} \dots b_{26}$	
ทุนตนเอง	R_{27}	$a_y \dots a_m$		-1	$1 \dots 1$		1		\leq	b_{27}	
เงินกู้	R_{28}			1		-1			\leq	b_{28}	
การกระจายผลผลิต	$R_{29} \dots R_{34}$	[P]			-1				$=$	$b_{29} \dots b_{34}$	
ข้อจำกัดการใช้น้ำ	$R_{35} \dots R_{40}$	$a_y \dots a_m$							$=$	$b_{35} \dots b_{39}$	
การชำระหนี้	R_{40}					1			$=$	b_{40}	
ด้านเศรษฐกิจ (กำไร)	g_1	[C]	[W]	[r]		$+p \dots +p$	$-r$	-1	$1 \dots -1$	$=$	e_1
ด้านเศรษฐกิจ (ข้าวบริโภค)	g_2	[E]							$1 \dots -1$	$=$	e_2
ด้านสิ่งแวดล้อม (น้ำ)	g_3	[F]							$1 \dots -1$	$=$	e_3
ด้านสิ่งแวดล้อม (สารเคมี)	g_4	[G]							$1 \dots -1$	$=$	e_4
ด้านสิ่งแวดล้อม (ปุ๋ยเคมี)	g_5	[H]							$1 \dots -1$	$=$	e_5

[P]= ผลผลิตพืชเฉลี่ยต่อไร่ [C]=รายได้เหนือต้นทุนเงินสด [W]=ค่าจ้างแรงงาน [r]=อัตราดอกเบี้ย [E]=ผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อไร่ [F]=ปริมาณน้ำที่พืชต้องการ [G]=มูลค่าสารเคมีที่ใช้ผลิตพืชแต่ละชนิด [H]=มูลค่าปุ๋ยเคมีที่ใช้ผลิตพืชแต่ละชนิด

4.5 รายละเอียดของข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลองที่ศึกษา

เนื่องจากแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาเป็นแบบจำลองระบบการผลิตในรอบหนึ่งปี การศึกษาครั้งนี้จึงสมมติให้รอบปีของการผลิตพืชของเกษตรกรบนพื้นที่สูง เริ่มต้นตั้งแต่เดือน พฤษภาคมของปีและทำการผลิตจนถึงเดือนเมษายนของปีถัดไป ซึ่งข้อสมมติดังกล่าวเป็นข้อสมมติ ที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง โดยพิจารณาข้อมูลจากการสำรวจในปีการผลิต 2550/51

4.5.1 ข้อจำกัดด้านที่ดิน

ในพื้นที่ศึกษาระบบการผลิตในรอบหนึ่งปีได้แบ่งการผลิตพืชออกเป็น 2 ฤดู คือ การผลิต พืชช่วงฤดูฝน (เดือนพฤษภาคมถึงเดือนพฤศจิกายน) และการผลิตพืชช่วงฤดูแล้ง (เดือนธันวาคมถึง เดือนเมษายน) ขนาดของที่ดินที่เกษตรกรแต่ละชุมชนสามารถใช้ทำการเกษตรได้มีความแตกต่างกันตามฤดูกาล ดังนี้

ครัวเรือนตัวอย่างชุมชนม้งมีที่ดินที่สามารถการเกษตรที่สามารถเพาะปลูกในช่วงฤดูฝนได้ โดยเฉลี่ย 17.3 ไร่ต่อครัวเรือน ในขณะที่ในช่วงฤดูแล้ง ขนาดของที่ดินจะน้อยลงเนื่องจากข้อจำกัด ด้านน้ำ ทำให้มีที่ดินทำการเกษตรในฤดูแล้งซึ่งเป็นพื้นที่ชลประทานเพียง 10.7 ไร่

ส่วนครัวเรือนตัวอย่างชุมชนปกากะญอมีที่ดินทำการเกษตรในช่วงฤดูฝนโดยเฉลี่ย 16.81 ไร่ต่อครัวเรือน เนื่องจากเกษตรกรชาวปกากะญอมีเงินทุนจำกัดทำให้การเข้าถึงน้ำในช่วงฤดูแล้งมี จำกัดกว่าชาวม้ง จากการสำรวจ พบว่า ชาวปกากะญอมีที่ดินทำการเกษตรในช่วงฤดูแล้งซึ่งเป็น พื้นที่ชลประทานเพียง 5.8 ไร่ต่อครัวเรือน (ดังตาราง 4.3)

ตาราง 4.3 ข้อจำกัดที่ดินที่ใช้ปลูกพืชอายุสั้นของพื้นที่ตอนบนลุ่มน้ำแม่ศึก

(หน่วย: ไร่)

พื้นที่	ม้ง	ปกากะญอ
พื้นที่ทำเกษตรทั้งหมด	17.3	16.8
พื้นที่ทำเกษตรช่วงฤดูฝน	17.3	16.8
พื้นที่ทำเกษตรช่วงฤดูแล้ง	10.7	5.8

ที่มา: จากการสำรวจ

4.5.2 ข้อจำกัดของแรงงานครัวเรือน

จากการศึกษาของสุวรรณและเอื้อ (2548) และสตีลย์พงศ์ (2546) ได้กำหนดให้แรงงานสามารถทำงานได้เดือนละ 20 วัน ดังนั้น ครัวเรือนตัวอย่างชุมชนมั่งซึ่งมีสมาชิกที่เป็นแรงงานเกษตรในครัวเรือนโดยเฉลี่ย 4.08 คนต่อครัวเรือน ใน 1 เดือน ครัวเรือนตัวอย่างชุมชนมั่งจึงมีแรงงานครัวเรือนทำการเกษตรทั้งหมด 81.6 วันทำงานในแต่ละเดือน

ส่วนครัวเรือนตัวอย่างชุมชนปกากะญอมีสมาชิกที่เป็นแรงงานเกษตรโดยเฉลี่ย 2.94 คนต่อครัวเรือน ดังนั้น ใน 1 เดือน ครัวเรือนตัวอย่างชุมชนปกากะญอทำการเกษตรทั้งหมด 58.8 วันทำงานในแต่ละเดือน

สำหรับค่าสัมประสิทธิ์การใช้แรงงานในการผลิตพืชแต่ละชนิดแยกเป็นรายเดือนในการผลิตพืชแต่ละชนิดเฉลี่ยต่อไร่ ของเกษตรกรทั้งสองชุมชน ได้แสดงไว้ในตาราง 4.4 และตาราง 4.5

4.5.3 ข้อจำกัดแรงงานจ้างและค่าจ้างแรงงาน

จากการสำรวจข้อมูลด้านการจ้างแรงงานเพื่อการเกษตร พบว่า แรงงานจ้างที่ทำงานในพื้นที่ศึกษามีทั้งจากแรงงานภายในและภายนอกหมู่บ้านรวมถึงแรงงานต่างด้าวที่เข้ามารับจ้างทำการเกษตรภายในหมู่บ้านด้วย ดังนั้นจึงกำหนดให้แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษานี้ สามารถจ้างแรงงานเพิ่มได้ไม่จำกัดและสามารถจ้างได้ตลอดทั้งปีทั้งแบบจำลองของชุมชนมั่งและปกากะญอ

ส่วนอัตราค่าจ้างแรงงาน จากการสำรวจพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ของทั้งสองชุมชนจ่ายค่าจ้างในอัตราเฉลี่ย 100 บาทต่อวัน ดังนั้น จึงใช้อัตราค่าจ้างนี้เป็นอัตราค่าจ้างเดียวในแบบจำลองที่ศึกษาโดยไม่แบ่งแยกตามกิจกรรม

4.5.4 ข้อจำกัดของเงินทุน

ข้อจำกัดด้านเงินทุนที่ใช้เพื่อการเกษตร คำนวณจากรายได้เหนือต้นทุนที่เป็นเงินสดทั้งในฟาร์มและนอกฟาร์ม หักด้วยค่าใช้จ่ายในครัวเรือนต่อปีและการเก็บเงินส่วนหนึ่งไว้เป็นเงินออม ซึ่งเกษตรกรนำเงินส่วนที่เหลือมาใช้เป็นเงินทุนเริ่มต้นในการทำการเกษตรของครัวเรือน จากการศึกษา พบว่า ชุมชนมั่งมีเงินทุนสำหรับใช้ในการทำการเกษตร เท่ากับ 40,472 บาทต่อครัวเรือนต่อปี ส่วนครัวเรือนตัวอย่างชุมชนปกากะญอ มีเงินทุน เท่ากับ 27,287 บาทต่อครัวเรือนต่อปี

4.5.5 ข้อจำกัดเงินกู้

เมื่อเกษตรกรเกิดการขาดแคลนเงินทุน แหล่งเงินทุนที่สามารถกู้ยืมเงินได้ ได้แก่ กองทุนหมู่บ้าน สหกรณ์การเกษตร และธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธ.ก.ส.) ซึ่งจากการ

สำรวจ พบว่า เกษตรกรสามารถกู้ยืมเงินกองทุนหมู่บ้านได้ไม่เกิน 20,000 บาทต่อครัวเรือนต่อปี อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 6 บาทต่อปี จึงกำหนดให้ข้อจำกัดด้านเงินกู้จากกองทุนหมู่บ้านเท่ากับ 20,000 บาท ขณะที่ พบว่า เกษตรกรสามารถกู้ยืมเงินจากสหกรณ์การเกษตรหรือธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธ.ก.ส.) แหล่งใดแหล่งหนึ่งได้สูงสุดไม่เกิน 200,000 บาท อัตราดอกเบี้ยเฉลี่ยร้อยละ 8 บาทต่อปี จึงกำหนดให้ข้อจำกัดด้านเงินกู้จากสหกรณ์การเกษตรหรือธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธ.ก.ส.) เท่ากับ 20,000 บาท

4.5.7 ข้อจำกัดด้านปริมาณน้ำ

ข้อจำกัดด้านปริมาณน้ำในแบบจำลองถูกกำหนดเฉพาะในช่วงฤดูแล้งเท่านั้น เนื่องจากปริมาณน้ำท่าที่ใช้สำหรับการปลูกพืชจะมีจำกัดในช่วงฤดูแล้ง คือ ตั้งแต่ในช่วงเดือนพฤศจิกายน จนถึงเดือนเมษายนของปีถัดไปทุกปี ซึ่งข้อมูลในส่วนนี้ได้รับความอนุเคราะห์จากโครงการชลประทานในเขตสำนักชลประทานที่ 1 กรมชลประทาน จังหวัดเชียงใหม่ จากการศึกษาข้อมูลปริมาณน้ำท่า พบว่า พื้นที่รับน้ำบนพื้นที่สูงของกลุ่มน้ำแม่ศึกมีขนาด 75.75 ตารางกิโลเมตร หรือ 47,343.75 ไร่ ทำให้ทราบว่าปริมาณน้ำท่าในเขตพื้นที่รับน้ำในแต่ละเดือนมีปริมาณเท่าใด และสมมติให้มีการนำไปใช้เพื่ออุปโภคบริโภคภายในหมู่บ้านร้อยละ 10 ของปริมาณน้ำท่าในแต่ละเดือนได้เท่าไร นำปริมาณน้ำท่าที่ได้นี้มาเฉลี่ยต่อไร่ และคูณด้วยขนาดพื้นที่ทำการเกษตรในช่วงฤดูแล้งจะได้ข้อจำกัดปริมาณน้ำในระดับครัวเรือน ดังนี้

ครัวเรือนตัวอย่างชุมชนม้ง มีพื้นที่ชลประทานทำการเกษตรในฤดูแล้ง 10.68 ไร่ ทำให้มีปริมาณน้ำท่าที่ใช้เพื่อการเกษตรในเดือนพฤศจิกายน 2,600 ลูกบาศก์เมตร เดือนธันวาคม 1,594 ลูกบาศก์เมตร เดือนมกราคม 3,548 ลูกบาศก์เมตร เดือนกุมภาพันธ์ 4,327 ลูกบาศก์เมตร เดือนมีนาคม 2,380 ลูกบาศก์เมตร และเดือนเมษายน 2,556 ลูกบาศก์เมตร

ครัวเรือนตัวอย่างชุมชนปกากะญอ มีพื้นที่ชลประทานทำการเกษตรในฤดูแล้ง 5.77 ไร่ ทำให้มีปริมาณน้ำท่าที่ใช้เพื่อการเกษตรในเดือนพฤศจิกายน 1,405 ลูกบาศก์เมตร เดือนธันวาคม 861.3 ลูกบาศก์เมตร เดือนมกราคม 1,917 ลูกบาศก์เมตร เดือนกุมภาพันธ์ 2,338 ลูกบาศก์เมตร เดือนมีนาคม 1,286 ลูกบาศก์เมตร และเดือนเมษายน 1,381 ลูกบาศก์เมตร (รายละเอียดดังตาราง 4.6)

ตาราง 4.4 กิจกรรมการใช้แรงงานของเกษตรกรชุมชนมั่งในการปลูกพืชอายุสั้นของพื้นที่ตอนบนลุ่มน้ำแม่ศึก

(หน่วย: วันทำงาน)

พืช	เดือน												รวม	
	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.		
กะหล่ำปลี รุ่น 1	5.45	1.90	4.60											11.95
กะหล่ำปลี รุ่น 2					6.72	0.49	6.06							13.27
กะหล่ำปลี รุ่น 3									6.19	2.53	1.59			10.31
มันฝรั่ง รุ่น 1	1.25	0	2.25									1.53		3.50
มันฝรั่ง รุ่น 2				6.64	2.0	0.14	5.22							15.53
มะเขือเทศ รุ่น 1	2.38	1.75	8.91									10.15		23.19
มะเขือเทศ รุ่น 2				7.75	0.17	6.08	8.08							22.08
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์		4.79	0.49	0.04	0	0	4.62							9.94
ข้าวไร่	7.78	1.0	0.08	0	0	6.44								15.3
ผักกาดขาว รุ่น 1	13.18	1.22	2.91											17.31
ผักกาดขาว รุ่น 2					32.0	3.33	10.0							45.33
ผักกาดขาว รุ่น 3									25.5	3.0	2.50			31.00
หอมแดง									7.96	5.94	4.64	2.11		20.65

ที่มา: จากการสำรวจ

ตาราง 4.5 กิจกรรมการใช้แรงงานของเกษตรกรชุมชนปกกะญอในการปลูกพืชอายุสั้นของพื้นที่ตอนบนน้ำแม่ศึก

(หน่วย: วันทำงาน)

พืช	เดือน												รวม	
	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.		
กะหล่ำปลี รุ่น 1	7.06	3.04	13.52											23.62
กะหล่ำปลี รุ่น 2					13	0.5	9.75							23.25
กะหล่ำปลี รุ่น 3									8.19	2.53	10.02			20.74
มันฝรั่ง รุ่น 1	2.22	0.81	2.25									2.4		7.68
มันฝรั่ง รุ่น 2				4.35	1.5	1.23	5.54							12.62
มะเขือเทศ รุ่น 1	3.34	2.19	9.76									8.23		23.52
มะเขือเทศ รุ่น 2				7.75	2.16	5.59	9.12							24.62
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์		5.59	1.7	1.8	0	0	4.62							13.71
ข้าวไร่	4.58	1.7	3.43	0	1.42	5.54								16.67
ผักกาดขาว รุ่น 1	10.63	2.33	7.93											20.89
ผักกาดขาว รุ่น 2					10.2	3.33	10.0							23.53
ผักกาดขาว รุ่น 3									10.15	4.64	8.92			23.71
หอมแดง									8.23	3.89	4.64	5.78		22.54

ที่มา: จากการสำรวจ

สำหรับในการผลิตทางการเกษตร น้ำที่ใช้ในการผลิตพืชเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญมาก เนื่องจากพืชบางชนิดถ้าได้รับน้ำไม่เพียงพอก็จะส่งผลกระทบต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิต โดยปริมาณการใช้น้ำของพืชขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญ 4 อย่างด้วยกัน คือ สภาพภูมิอากาศ รอบๆ ต้นพืช ชนิดและอายุของพืชเอง จำนวนความชื้นและคุณสมบัติของดิน และองค์ประกอบอื่นๆ การที่จะวัดการใช้น้ำของพืชแต่ละชนิดในทุกสภาพภูมิอากาศ ดิน ฯลฯ ซึ่งเป็นสิ่งที่ทำได้ยาก นักวิทยาศาสตร์จึงได้พยายามหาวิธีที่ง่ายกว่า โดยสามารถคำนวณได้ดังสมการ (วิบูลย์, 2526) (รายละเอียดดังตาราง 4.7)

การใช้น้ำของพืช (ET) = $K_c \cdot ET_p$		
โดยกำหนดให้		
ET	หมายถึง	การใช้น้ำของพืช
K_c	หมายถึง	ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช
ET_p	หมายถึง	การใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Potential Evapotranspiration)

สำหรับค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (K_c) และค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET_p) ได้ใช้ข้อมูลจากการคำนวณของกลุ่มงานวิจัยการใช้น้ำชลประทาน ส่วนการใช้น้ำชลประทาน สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน

ตัวอย่าง การคำนวณการใช้น้ำของมะเขือเทศในสัปดาห์ที่ 1

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (K_c) ของมะเขือเทศในสัปดาห์ที่ 1 มีค่าเท่ากับ 0.59 ค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET_p) ในเดือนเมษายนมีค่าเท่ากับ 41.86 มิลลิเมตร/สัปดาห์/ไร่

$$\begin{aligned}
 ET &= K_c \cdot ET_p \\
 &= (0.59 \times 41.86) \times 1.6 \\
 \text{ดังนั้น การใช้น้ำของมะเขือเทศในสัปดาห์ที่ 1} &= 39.5 \text{ ลูกบาศก์เมตรต่อไร่}
 \end{aligned}$$

ตาราง 4.6 ข้อจำกัดปริมาณน้ำท่าที่ใช้ปลูกพืชอายุสั้นของพื้นที่ตอนบนลุ่มน้ำแม่ศึก

เดือน	ปริมาณน้ำท่า (ลูกบาศก์เมตร)	
	ชุมชนม้ง	ชุมชนปกากะญอ
พฤศจิกายน	2,600.2	1,404.9
ธันวาคม	1,594.2	861.3
มกราคม	3,547.5	1,916.7
กุมภาพันธ์	4,326.8	2,337.7
มีนาคม	2,379.9	1,285.8
เมษายน	2,555.5	1,380.7

ที่มา: โครงการชลประทานในเขตสำนักชลประทานที่ 1 กรมชลประทาน จังหวัดเชียงใหม่

ตาราง 4.7 ความต้องการใช้น้ำของพืชในฤดูแล้ง พื้นที่ตอนบนลุ่มน้ำแม่ศึก

(หน่วย: ลูกบาศก์เมตรต่อไร่)

พืช	เดือน					รวม
	พ.ย.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	
มันฝรั่ง รุ่น 1					179.0	179.0
มันฝรั่ง รุ่น 2	168.4					168.4
มะเขือเทศ รุ่น 1					233.2	233.2
มะเขือเทศ รุ่น 2	178.0					178.0
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	140.0					140.0
หอมแดง		154.2	232.2	231.4	195.0	812.8
กะหล่ำปลี รุ่น 3		151.2	252.3	271.6		675.1
ผักกาดขาว รุ่น 3		104.7	210.3	225.1		540.1

ที่มา: จากการคำนวณ