

## บทที่ 2

### แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและรายงานทฤษฎีการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 กาแฟอาราบิก้า

กาแฟอาราบิก้าเป็นพืชชนิดหนึ่งที่ถือได้ว่ามีความพิเศษในตัวเอง เพราะรสชาติของกาแฟที่ปลูกในพื้นที่นั้น นั้นจะให้รสชาติที่แตกต่างกันไปตามปัจจัยด้านความอุดมสมบูรณ์ของดิน อากาศ และพืชผลที่ปลูกโดยรอบต้นกาแฟเป็นส่วนสำคัญที่ส่งเสริมให้เกิดรสชาติเฉพาะตัวของเมล็ดกาแฟ ซึ่งผู้ผลิตเรียกว่า “รสชาติเฉพาะพื้นที่นั่นเอง” จากความนิยมบริโภคกาแฟที่เพิ่มมากขึ้น จากคำสถิติผู้บริโภคกาแฟพบว่าจำนวนประชากร 1 ใน 4 ของโลกบริโภคกาแฟเป็นประจำ จะเห็นได้ว่า กาแฟสามารถกำหนดศภาวะทางเศรษฐกิจของประเทศผู้ผลิตและนำเข้าได้ไม่มากนัก

กาแฟค้นพบครั้งแรก ในศตวรรษที่ 5 ที่อาราเบีย (Arabia) แต่ไม่เป็นที่สนใจ ในศตวรรษที่ 9 คนเลี้ยงแพะชาวอาราเบียชื่อคาลดี (Caldi) ได้นำผลและใบกาแฟให้แพะกินแล้วเกิดอาการคึกคะนองผิดปกติ จึงได้เล่าให้นักบวชท่านหนึ่งฟัง ท่านหนึ่งฟัง ทำให้ท่านสนใจจึงเก็บผลกาแฟไปกะเทาะเปลือกและนำมาเมล็ดไปคั่วคั่วในน้ำร้อน แล้วจึงนำมาคั่วคั่วพบว่ากระปรี้กระเปร่าดี จึงเล่าต่อให้ผู้อื่นฟังหลังจากนั้นชาวอาราเบียจึงได้เริ่มรู้จักต้นกาแฟมากขึ้นและแพร่หลายเข้าสู่ชนชาวอิตาลี คัทซ์ เยอรมัน ฝรั่งเศส จากนั้นกาแฟจึงเป็นที่รู้จักมากขึ้นทั่วโลก

กาแฟเริ่มปลูกเมื่อใดที่ไหนไม่มีคำตอบที่แน่ชัดหลักฐานที่เชื่อกันอย่างกว้างขวางบอกว่าเป็นพื้นที่ในประเทศอาหรับบางประเทศแถบทะเลแดง (บ้างก็ว่าเป็นประเทศเอธิโอเปีย) ที่ปลูกกาแฟมาตั้งแต่ค.ศ. 657 แต่ขณะนั้นไม่เป็นที่แพร่หลายจนกระทั่ง 100 ปีต่อมากาแฟจึงเริ่มเป็นที่นิยมมีการปลูกที่ประเทศเยเมนและในบางประเทศของดินแดนในคาบสมุทรอาหรับ

ในค.ศ. 1583 เลโอนาร์โด เราคอล์ฟ แพทย์ชาวเยอรมัน ได้บรรยายถึง กาแฟหลังจากท่องเที่ยวในดินแดนตะวันออกไกลเป็นเวลาหลายปีไว้ดังนี้จากโลกมุสลิมกาแฟได้แพร่ขยายไปยังอิตาลี การค้าขายระหว่างเวนิชกับแอฟริกาเหนือ อียิปต์และตะวันออกกลางที่เจริญขึ้น ทำให้อิตาลีได้รับสินค้าใหม่ๆเข้ามาเป็นจำนวนมาก ซึ่งรวมไปถึงกาแฟด้วย หลังจากนั้นกาแฟก็ได้แพร่กระจายจากเมืองท่าเรือเวนิชไปทั่วยุโรป กาแฟได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายมากขึ้น หลังจากสมเด็จพระสันตะปาปาคลีเมนต์ที่ 8 ลงความเห็นว่างาแฟเป็นเครื่องดื่มสำหรับคริสเตียน ในปี ค.ศ. 1600 แม้ว่า

จะมีการเรียกร้องให้ยกเลิก “เครื่องคัมมุสลิม” ก็ตาม ร้านกาแฟแห่งแรกในทวีปยุโรปเปิดให้อิตาลีปี ค.ศ. 1645 ชาวดัตช์เป็นชนชาติแรกที่นำเข้ามาเป็นจำนวนมาก และฝ่าฝืนข้อห้ามของอาหรับเกี่ยวกับการส่งออกพืชและเมล็ดที่ยังไม่ได้คั่ว เมื่อ Pieter van den Broeck ลักลอบนำเข้ามาจาก เอเดนไปยังยุโรปในปี ค.ศ. 1657 และเข้าสู่ออสเตรียและโปแลนด์ หลังจากยุทธการเวียนนา เมื่อปี ค.ศ. 1616 ในภายหลังชาวดัตช์ยังได้นำไปปลูกในเกาะชวาและซีลอน ซึ่งผลผลิตกาแฟจากเกาะชวาสามารถส่งไปยังเนเธอร์แลนด์ได้ในปี ค.ศ. 1711 และด้วยความพยายามของบริษัทอินเดียตะวันออกของอังกฤษ ทำให้กาแฟได้รับความนิยมในประเทศอังกฤษเช่นเดียวกัน กาแฟเข้าสู่ประเทศฝรั่งเศสในปี ค.ศ. 1657 และเข้าสู่ออสเตรียและโปแลนด์ หลังจากยุทธการเวียนนา เมื่อปี ค.ศ. 1683 ซึ่งทหารสามารถยึดเสบียงของทหารอดโตมานเติร์กที่พ่ายแพ้ในการรบครั้งนั้น

เมื่อคริสต์ศตวรรษที่ 17 โดยชาวฮอลันดาได้นำเมล็ดพันธุ์กาแฟไปให้บรรดาเมืองขึ้นของตนเองปลูกและในประมาณปีคริสต์ศักราช 1714 ชาวฝรั่งเศสได้นำต้นกาแฟต้นหนึ่งเข้าไปปลูกบนเกาะมาร์ตีนิกในหมู่เกาะเวสต์อินดีสกาแฟต้นเดียวกันนั้นได้กลายเป็นต้นกำเนิดแห่งการปลูกกาแฟอันยิ่งใหญ่และเป็นลำเป็นสันของละตินอเมริกานับตั้งแต่นั้นมาจนถึงปัจจุบันประวัติทั่วไปในอังกฤษรัชสมัยของพระเจ้าชาร์ลส์ที่ 2 ยกข้ออ้างว่าพวกคัมกาแฟมักก่อความสงบและสร้างความสับสนทางการเมืองจึงทรงพยายามที่จะสั่งปิดร้านกาแฟในอังกฤษพระหรือนักบวชชาวอาหรับบางนิกายห้ามประชาชนทั่วไปดื่มกาแฟเพราะจะทำให้จิตใจฟุ้งซ่านส่วนในประเทศเยอรมันในอดีตผู้ที่คั่วกาแฟต้องได้รับอนุญาตจากรัฐบาลเสียก่อนคอฟฟี่ช็อปหรือร้านกาแฟแห่งแรกของโลกเกิดขึ้นที่เมืองฮิสตันบลูประเทศตุรกีและเมื่อคริสต์ศักราช 1453 (พุทธศักราช 1996) หลังจากนั้นไม่นานกาแฟก็กลายเป็นเครื่องดื่มที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางในยุโรปต่อมาปีคริสต์ศักราช 1624 (พุทธศักราช 2167) จึงเกิดร้านกาแฟอีกแห่งที่เมืองเวนิสประเทศอิตาลีร้านกาแฟแห่งแรกในประเทศอังกฤษเกิดขึ้นเมื่อคริสต์ศักราช 1652 (พุทธศักราช 2195) และภายในระยะเวลาไม่ถึง 25 ปีมหานครลอนดอนเพียงแห่งเดียวมีร้านกาแฟมากกว่า 3,000 แห่ง(Stabur วัฒนธรรมการดื่มกาแฟ, 2553)

กาแฟได้เข้าสู่ทวีปอเมริกาเหนือในช่วงยุคล่าอาณานิคม แต่ไม่ได้ได้รับความนิยมมากเท่ากับในทวีปยุโรป อย่างไรก็ตาม ในช่วงสงครามปฏิวัติอเมริกัน ปริมาณความต้องการกาแฟได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนพวกพ่อค้ากักตุนสินค้าเอาไว้และปั่นราคาขึ้นอย่างกะทันหัน ซึ่งบางส่วนเป็นผลมาจากการที่พ่อค้าชาวอังกฤษไม่สามารถนำเข้าชาได้มากนัก หลังจากสงครามปี 1812 ในช่วงที่อังกฤษงดการนำเข้าชาเป็นการชั่วคราว ชาวอเมริกันจึงหันมาดื่มกาแฟแทนและมีปริมาณความต้องการสูงมากในช่วงสงครามกลางเมืองอเมริกัน ไปพร้อมๆ กับการพัฒนาของเทคโนโลยีการต้มเหล้าทำให้กาแฟเป็นสินค้ายอดนิยมในสหรัฐอเมริกาจนถึงปัจจุบัน

### 2.1.1ชีววิทยากาแฟ

ต้นกาแฟเป็นพืชพื้นเขตร้อนแถบแอฟริกาและเอเชียใต้ กาแฟถูกจัดให้อยู่ร่วมกับพืชมีดอกของวงศ์ Rubiaceae ถูกจัดเป็นไม้ประเภทไม้ผลัดใบ ต้นกาแฟสามารถสูงได้ถึง 5 เมตรถ้าไม่เล็มออก ใบของต้นกาแฟมีสีเขียวเข้มและเป็นมัน ขนาดโดยเฉลี่ยยาว 10-15 เซนติเมตร และกว้าง 6 เซนติเมตร ดอกของต้นกาแฟมีสีขาว มีกลิ่นหอม และจะบานพร้อมกันทั้งต้น ผลกาแฟมีลักษณะรี ยาวประมาณ 1.5 เซนติเมตร ผลกาแฟอ่อนจะมีสีเขียว เมื่อสุก สีของเมล็ดจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง และเมื่อนำไปคั่วให้แห้ง สีของเมล็ดจะเปลี่ยนเป็นสีแดงเข้มและสีดำในที่สุด ผลกาแฟแต่ละผลจะมีเมล็ดอยู่สองเมล็ด แต่ผลกาแฟประมาณ 5-10 เปอร์เซ็นต์ จะมีเมล็ดเพียงเมล็ดเดียวเมล็ดจำพวกนี้จะเรียกว่า พีเบอร์รี่ โดยปกติแล้ว ผลกาแฟจะสุกภายในเจ็ดถึงเก้าเดือน

1. **ลำต้น (Stem)** ตามธรรมชาติของกาแฟมีลักษณะลำต้นตั้งตรงการเจริญเติบโตจะไม่แตกกิ่งแต่มีใบแตกกิ่งออกตรงข้อตรงข้ามกันเป็นคู่ๆต่อมาเมื่อเจริญขึ้นเรื่อยๆก็มีการแตกกิ่งออกจกลำต้นในลักษณะที่แยกออกจากกันเป็นคู่ๆกิ่งที่แตกออกใหม่จะมีใบแตกออกเป็นคู่ๆอยู่ตรงข้อเช่นเดียวกันกับลำต้นและกิ่งจะขนานไประดับพื้นดินหรือห้อยต่ำลงดินซึ่งเป็นที่เกิดของดอกและผลต่อไปนอกจากนี้ควรตัดแต่งทรงพุ่มไม่ให้หนาทึบเมื่อมีการแตกหน่อจากตาของลำต้น

2. **ดอก (Flowers)** กาแฟมีดอกสีขาวบริสุทธิ์กลิ่นหอมคล้ายดอกมะลิรูปร่างคล้ายดาวมีก้านสั้นอยู่รวมกันเป็นกลุ่มส่วนใหญ่จะออกดอกจากข้อของกาแฟเริ่มจากข้อที่อยู่ใกล้ลำต้นออกไปหาปลายกิ่งช่อดอกแต่ละกลุ่มของแต่ละข้ออาจมี 2-20 ดอกดอกกาแฟที่สมบูรณ์เพศมีทั้งเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียรวมอยู่ในดอกเดียวกันดอกจะออกหลังจากฝนตกประมาณ 1 เดือนขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำถ้าอากาศชุ่มชื้นตลอดทั้งปีกาแฟจะออกดอกสม่ำเสมอตลอดทั้งปีดอกกาแฟจะใช้เวลาในการบานต่อเนื่องกันในช่วง 8-12 วันโดยปกติดอกกาแฟจะบานในตอนเช้าที่มีอากาศสดใสดอกจะบานอยู่ 2 วันจึงเหี่ยวหลังจากนั้นกลีบดอกรวมทั้งส่วนอื่นๆจะร่วงหล่นไปคงเหลือแต่รังไข่ที่จะกลายเป็นผลต่อไป

3. **ใบ (Leaf)** ลักษณะของใบจะออกตรงข้ออยู่ตรงข้ามเป็นคู่ๆรูปร่างมีทั้งสี่เหลี่ยมผืนผ้าและรูปไข่แตกต่างกันไปตามชนิดสายพันธุ์ส่วนปลายใบของกาแฟจะมีคุณลักษณะเรียวยแหลมก้านใบอ่อนสั้นขอบใบเรียวยาวยาวประมาณ 4-6 นิ้วความกว้างของใบประมาณ 1-3 นิ้ว ใบกาแฟมีผิวมันตลอดปีมีสีเขียวพันธุ์กาแฟที่มีอายุของใบยาวกว่าย่อมมีผลดีกว่าพันธุ์ที่มีใบสั้นเนื่องจากใบมีเวลาในการสร้างอาหารได้นานซึ่งย่อมเป็นผลดีต่อต้นกาแฟ

4. **ผลกาแฟ (Fruits)** การสุกของผลกาแฟนั้นขึ้นอยู่กับความสูงของพื้นที่ที่ปลูกกาแฟด้วยฉะนั้นการติดผลจะมีเพียง 16-26 เปอร์เซ็นต์แม้ว่าดอกกาแฟจะออกดอกเป็นจำนวนมากมี

ลักษณะคล้ายลูกหว้าภายในแบ่งออกเป็นสองส่วนส่วนหนึ่งมีเมล็ดกาแฟ 1 เมล็ดลักษณะยาวๆ ส่วนเมล็ดที่สองจะมีรูปกลมยาวโค้งเป็นรูปกระบอกเมื่อสุกมีสีน้ำตาลปนแดงหนึ่งผลกาแฟจะมีสองเมล็ดกาแฟเมื่อปอกเปลือกผลกาแฟออกนำมาหมักแล้วตากแห้งเรียกว่ากาแฟกะลา (Parchment Coffee) เมื่อนำกะลาไปสีจะพบเมล็ดในลักษณะเป็นสีเขียวอมฟ้าเรียกว่าเมล็ดกาแฟหรือสารกาแฟ (Endosperm)

5. เมล็ดกาแฟ (Seed) มีรูปร่างค่อนข้างกลมรีความยาวประมาณ 8.5-12.5 มิลลิเมตร ผลกาแฟเมื่อสุกเต็มที่จะปอกเอาเปลือกและเนื้อทิ้งผลหนึ่งมีเมล็ด 2 เมล็ดประกบกันอยู่นำเมล็ดกาแฟทั้งกะลาไปตากแห้งทำให้สารกาแฟแห้งจะสูญเสียน้ำหนักประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์โดยทั่วไป ผลกาแฟสดประมาณ 5-6 กิโลกรัมจะเปลี่ยนเป็นสารกาแฟได้ 1 กิโลกรัม

### 2.1.2 สายพันธุ์ของกาแฟอาราบิก้า

กาแฟพันธุ์อาราบิก้ามีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Coffea Arabica* L. อยู่ในวงศ์ Rubiaceae เจริญเติบโตในอุณหภูมิ 17-22 องศาเซลเซียสและต้องการความชื้นของน้ำฝนเฉลี่ยในปริมาณ 1,500-2,300 มิลลิเมตรซึ่งบันทึกจอร์น วาฤทธิ์ (2542: 27) กล่าวว่ากาแฟเป็นต้นไม้พุ่มขนาดเล็กความสูงถึง 5 เมตรและเป็นต้นไม้ไม่ทิ้งใบหรือผลัดใบปกติจะมีใบเขียวติดต้นตลอดปี (Evergreen) นอกจากนี้สามารถศึกษาสถิติของชนชาติและอัตราการบริโภคกาแฟต่อคนต่อปีได้ดังนี้ (สัญญา เตชะ โคมล, 2550: 3)

#### ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงสถิติของประเทศและอัตราการบริโภคกาแฟต่อคนต่อปี

ประเทศ	อัตราการบริโภคกาแฟโดยเฉลี่ย/ คน/ปี
1. ประเทศ ฟินแลนด์	14 กิโลกรัม
2. ประเทศ อิตาลี	8 กิโลกรัม
3. ประเทศ สหรัฐอเมริกา	4.5 กิโลกรัม
4. ประเทศ ญี่ปุ่น	2.5 กิโลกรัม
5. ประเทศ	น้อยกว่าครึ่งกิโลกรัม

ไทย

ที่มา: ปรัชญา รัศมีธรรมวงศ์ อ้างถึงใน สัญญา เตชะ โกมล, 2550: 3

### 2.1.3 กาแฟอาราบิก้าในประเทศไทย

ประเทศปาวานิวกินี คือแหล่งที่มาของกาแฟอาราบิก้าสายพันธุ์แรกของไทยเนื่องจากเป็นกาแฟที่ให้รสชาติกลมกล่อมเมื่อดื่มแล้วอมไว้ในปากสักครู่แล้วค่อยกลืนจะให้รสชาติหวานเล็กน้อยในประเทศไทยมีบันทึกว่ามีการปลูกกาแฟตั้งแต่สมัยอยุธยาแต่แพร่หลายเป็นที่นิยมกันมากและดื่มอย่างกว้างขวางในสมัยรัตนโกสินทร์ประมาณรัชกาลที่ 3 หรือ 4 ประเทศไทยตามบันทึกของพระสารศาสตร์พลจันทร์ (นายเจริญชาวอิตาลี)เมื่อปีพุทธศักราช 2454 กล่าวว่าประเทศไทยปลูกกาแฟพันธุ์อาราบิก้าตั้งแต่ปีพุทธศักราช 2393 ส่วนพันธุ์โรบัสต่านั้นมีชาวไทยอิสลามผู้หนึ่งชื่อนายดิหมุนเป็นผู้นำเอามาปลูกเป็นคนแรกที่อำเภอสะบาย้อยจังหวัดสงขลาเมื่อปีพุทธศักราช 2447 แล้วจึงแพร่หลายไปตามจังหวัดต่างๆของประเทศไทยในปัจจุบันเดิมคนไทยเรียกกาแฟว่าข้าวแฝ (หนังสือสัตพะวันภาษาไทยของบาทหลวงปาเลอกัวพิมพ์พุทธศักราช 2461) ต่อมาเรียกกาแฟดังปรากฏในหนังสืออักษรภิธานศรับท์ของหมอบรัดเลย์พิมพ์พุทธศักราช 2416 ดังนี้“กาแฟ”ต้นไม้ อย่างหนึ่งมาแต่เมืองนอกเมื่อดมต้มน้ำร้อนกินคล้ายใบชา” เมืองไทยมีร้านกาแฟแห่งแรกเกิดขึ้นในกรุงเทพฯในสมัยรัชกาลที่ 6 ประมาณปีพุทธศักราช 2460 เชื่อกันว่าร้านกาแฟแห่งแรกอยู่บริเวณสี่กั๊กพระยาต่อมาได้มีร้านขายของชำชื่อตุงสุส ตรีขายกาแฟหือตุงสุสในสมัยรัชกาลที่ 6 โปรดเกล้าให้ตั้งร้านกาแฟขึ้นรสิงห์ขึ้นบริเวณริมถนนศรีอยุธยาริมลานพระบรมรูปทรงม้าต่อมามีการตั้งร้านกาแฟขึ้นอีกหลายร้านที่มีชื่อเสียงจนถึงปัจจุบันเช่นออนลือกหยุ่นเอี้ยแซ่เป็นต้น

กาแฟที่นิยมเป็นการค้าในประเทศไทยมี 2 ชนิดดังกล่าวข้างต้นในส่วนภาคเหนือตอนบนประกอบด้วย 9 จังหวัดได้แก่เชียงใหม่ เชียงราย พะเยาลำพูน ลำปางแพร่ น่านแม่ฮ่องสอนและตากลักษณะภูมิประเทศต่างๆไปประกอบด้วยภูเขาเทือกเขาสูงทอดแนวยาวเหนือ-ใต้มีแม่น้ำสายสำคัญที่เกิดจากเทือกเขาสูงไหลผ่านเช่นปิง วัง ยม น่าน กกก และสาขาแม่น้ำอื่นๆ

ดังนั้นศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่จึงได้ส่งเสริมให้เกษตรกรชาวไทยภูเขาในจังหวัดภาคเหนือได้ปลูกกาแฟอาราบิก้าทดแทนการปลูกฝิ่นมาตั้งแต่ปีพ.ศ. 2521 ซึ่งมีผลผลิตประมาณปีละ 1,500 ตันแต่ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาดส่งออกส่วนใหญ่ขายภายในประเทศโครงการหลวงรับซื้อกิโลกรัมละ 70 บาทและเป็นกาแฟเวลาที่เปลือกตากแห้งแล้วปัจจัยในการปลูกกาแฟต้องมีการตัดแปลงสภาพแวดล้อมของพื้นที่นั้นๆให้เหมาะสมกับความต้องการของกาแฟแต่ละสายพันธุ์ต้องการอุณหภูมิที่แตกต่างกันเนื่องจากกาแฟเป็นพืชที่ไม่ทนทานต่อสภาพอากาศที่ร้อนจัดและหนาวจัดได้ฉะนั้นจึงมีการสร้างร่มไม้ให้ร่มเงาแก่ต้นกาแฟเนื่องจากเป็นไม้ยืนต้นที่มีอายุยืนยาวปลูกและดูแลรักษาง่ายอีกทั้งเกือบจะไม่มีการใช้สารเคมีเลยนอกจากมีการใช้ปุ๋ยเคมีอยู่บ้างในปัจจุบันเกษตรกรผู้ปลูก 1,736 ครัวเรือนมีปริมาณผลผลิตจำนวน 214 ตัน/ปี(การผลิต 2548-2549) โดยมีศูนย์ป่าเมี่ยงอำเภอค้อยสะเกิดจังหวัดเชียงใหม่เป็นแหล่งปลูกที่ใหญ่ที่สุดและมีปริมาณผลผลิตมากที่สุดพันธุ์กาแฟอาราบิก้าที่ดีเป็นพันธุ์ที่ต้านทานต่อโรคราสนิมถ้าผลผลิตมีคุณภาพสูงสังเกตได้จากลักษณะต้นเตี้ยข้อสั้นผลผลิตสูงสม่ำเสมอกรมส่งเสริมการเกษตรได้คัดเลือกสายพันธุ์คาคิมอร์ (CIFIC 7963) ที่มีศูนย์ของกรมวิชาการเกษตรในภาคเหนือได้แก่

1. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงฯขุนวางจ.เชียงใหม่
2. สถานีทดลองเกษตรที่สูงวาวีอ.แม่สรวยจ.เชียงราย
3. สถานีทดลองเกษตรที่สูงเขาค้ออ.เขาค้อจ.เพชรบูรณ์
4. สถานีทดลองพืชสวนคอกมูเขอ.เมืองจ.ตาก

สายพันธุ์ของกาแฟที่นิยมปลูกในทางการค้ามีอยู่สองพันธุ์คือพันธุ์อาราบิก้านิยมปลูกภาคเหนืออาทิเชียงใหม่เชียงรายแม่ฮ่องสอนตากและพันธุ์โรบัสต์ด้านิยมปลูกภาคใต้อาทิระนองชุมพรกระบี่นครศรีธรรมราชสุราษฎร์ธานีเป็นต้นฉะนั้นการแปรรูปผลผลิตกาแฟมีความสำคัญต่อการผลิตสารกาแฟมีคุณภาพและรสชาติเป็นที่ยอมรับของตลาดทั้งภายในและต่างประเทศส่งออกไปยังประเทศมาเลเซียโปแลนด์เบลเยียม สหรัฐอเมริกาทั้งประเภทแปรรูปแล้วกับเป็นเมล็ดกาแฟ (หนังสืออ่านเพิ่มเติม วิชาการปลูกกาแฟ, 2550: 6)

#### 2.1.4 สายพันธุ์กาแฟอาราบิก้าที่พบในประเทศไทย

สายพันธุ์คาคิมอร์ CIFIC 7963-13-28 เป็นพันธุ์ลูกผสม ด้านทานโรคราสนิม มีลักษณะต้นเตี้ยข้อสั้น (Compact Tree size) ยอดสีเขียว ใบมีขนาดปานกลาง เส้นแขนงของใบ 9-11 คู่ ผลสุกสีแดงให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 500-900 กรัม/ต้น เมื่ออายุ 6-8 ปี ให้สารกาแฟเกรด A เฉลี่ย 70-75%/กิโลกรัม คุณภาพการชิม (Cup Test) อยู่ในระดับดีปานกลาง

สายพันธุ์เชียงใหม่ 80 เป็นพันธุ์ลูกผสม ให้ผลผลิตสูง สม่ำเสมอ ต้นเตี้ย ข้อสั้น ด้านทานโรคและแมลง เป็นกาแฟสายพันธุ์ล่าสุดที่ผ่านการคัดเลือกโดยกรมวิชาการเกษตร

### 2.1.5 ลักษณะพื้นที่และสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสม

กาแฟอาราบิก้าต้องการดินที่ร่วนซุย มีความอุดมสมบูรณ์สูง หน้าดินลึก ระบายน้ำได้ดี ดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 4.5-5.5 ต้องการความชื้นจากอากาศสูงตลอดปี ยกเว้นในช่วงออกผล กาแฟจะต้องการความชื้นลดน้อยลง เพื่อกระตุ้นการออกดอก และการสุกของผล

กาแฟอาราบิก้าเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดี ในแหล่งที่มีอากาศหนาวเย็นที่ อุณหภูมิโดยประมาณระหว่าง 20-25 องศาเซลเซียส ดังนั้นพื้นที่ที่เหมาะสม กับการปลูกจึงควรเป็นพื้นที่ที่สูงกว่าระดับน้ำทะเลปานกลางตั้งแต่ 800 เมตรขึ้นไป พื้นที่ปลูกกาแฟอาราบิก้า ควรหันไปทางทิศเหนือและทิศตะวันออก เพื่อไม่ให้ต้นกาแฟได้รับแสง หรือความร้อนจัดจนเกินไป

กาแฟอาราบิก้าเป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในอุณหภูมิค่า ภาคเหนือของไทยจึงเป็นพื้นที่ ที่เหมาะสมในการปลูกพืชชนิดนี้เป็นอย่างยิ่งเพราะกาแฟอาราบิก้าสามารถให้ผลผลิตได้ในปริมาณมากกว่าทางภาคใต้ของไทย แหล่งปลูกและผลิตกาแฟอาราบิก้าที่สำคัญของภาคเหนือ มีการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลผลิตในลักษณะที่เป็นผลสดรวมมีประมาณ 5 ล้านกิโลกรัม<sup>1</sup> จากพื้นที่ปลูกต้นกาแฟอาราบิก้าประมาณหนึ่งหมื่นไร่ สายพันธุ์ที่ได้รับความนิยมปลูกได้แก่สายพันธุ์คาร์ติมอร์ เป็นพันธุ์ลูกผสมด้านทานโรคราสนิมได้เป็นอย่างดี

### 2.1.6 การปลูกกาแฟและการดูแลรักษา

#### 2.1.6.1 การเตรียมพื้นที่

1. ในพื้นที่ป่าหรือพื้นที่มีต้นไม้ใหญ่ ไม่ต้องโค่นไม้ใหญ่ทิ้ง เพื่อเก็บไว้เป็นไม้บังร่ม

กาแฟเพียงตัดวางวัชพืชวัชระยะปลูก ปักหลัก และขุดหลุม

<sup>1</sup> ข้อมูลจากศูนย์วิจัยเกษตรพื้นที่สูงจังหวัดเชียงใหม่(2554)

2. หากเป็นพื้นที่ที่มีความลาดชัน ต้องปลูกตามแนวระดับ อาจทำเป็นขั้นบันได ระยะความกว้างของขั้นบันไดกว้าง 1 เมตร ห่างกันขั้นละ 2-3 เมตร
3. ในสภาพพื้นที่ใหม่ ก่อนปลูกกาแฟควรมีการปลูกพืชตระกูลถั่ว และไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสด เพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน และปลูกกล้วยเพื่อเป็นไม้ร่มเงา

### 2.1.6.2 การขยายพันธุ์กาแฟอาราบิก้า

#### 1. การคัดเลือกและการเตรียมเมล็ดพันธุ์

เมล็ดกาแฟที่นำมาทำพันธุ์ ควรเลือกจากต้นที่ให้ผลผลิตสูงติดต่อกันสม่ำเสมอ เป็นต้นที่มีการเจริญเติบโตแข็งแรงดี มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมและโรคแมลงได้ดี ผลกาแฟที่เก็บมาทำพันธุ์คัดจากผลที่สุกเต็มที่ ปอกเปลือก หัก ล้างให้สะอาด ผึ่งในร่มให้แห้ง

#### 2. การเตรียมต้นกล้ากาแฟ

1. เตรียมแปลงเพาะเมล็ด ใช้ทรายผสมขี้เถ้ากลบ อัตราส่วน 1:1 เกลี่ยในกระบะ หรือแปลงที่มีสามารถระบายน้ำได้ดี แปลงเพาะเมล็ดนี้ควรอยู่ในโรงเรือนที่มีหลังคาบังแดด ให้แสงเข้าได้ 50 เปอร์เซ็นต์และปราศจากสัตว์เลื้อยเข้าไปขุดคุ้ย รบกวน
2. เตรียมต้นกล้า โดยนำเมล็ดที่คัดเลือกไว้คลุกกับสารป้องกันเชื้อราอาจแช่ไว้ 1 คืน แล้วนำมาเพาะในกระบะหรือแปลงเพาะที่เตรียมไว้ ผึ่งเมล็ดลึกลับประมาณ 1 เซนติเมตร รดน้ำวันละ 1-2 ครั้ง เดือนมีนาคม-เมษายน เป็นช่วงที่เหมาะสมกับการเพาะเมล็ดเนื่องจากอุณหภูมิสูงทำให้เมล็ดงอกเร็วขึ้น
3. ย้ายต้นกล้าลงถุงเพาะชำ เมื่อต้นกล้าเจริญเติบโตในระยะหัวไม้ขีด หรือปักคี่เสื่อ ให้ย้ายชำลงถุงเพาะ ขนาด 7\*10 นิ้ว เาะรูโดยรอบใช้ดินที่ผสมปุ๋ยคอก หรือปุ๋ยหมักที่สลายตัวดี แล้วใส่ลงนำต้นกล้ามาชำลงในถุงตั้งไว้ในที่ร่มรำไรรดน้ำทุกวัน
4. นำต้นกล้ากาแฟไปปลูก เมื่อต้นกล้าสูงประมาณ 50 เซนติเมตร หรืออายุประมาณ 8 เดือน จึงย้ายไปปลูกในแปลงต่อไป

**3. ระยะปลูก** ระหว่างต้น-แถว 2\*2 เมตร หรือ 400 ต้น/ไร่ ขนาดหลุมปลูก 50\*50\*50 ซม. รองก้นด้วยหินฟอสเฟตหลุมละ 100-200 กรัมและปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยอินทรีย์



3-5 กก. /หลุม ปุ๋ยเคมี (สูตร 46-0-0, 15-15-15, 13-13-21) 50-100 กรัม/หลุม ควรปลูกต้น  
กาแฟช่วงเดือน พฤษภาคม-กรกฎาคม ซึ่งเป็นช่วงต้นฤดูฝนและคลุมโคนต้น ปลูกภายใต้  
สภาพ ร่มเงาในไม้โตเร็วและไม่ผล

#### 4. การใส่ปุ๋ย

1. ความสูงของพื้นที่ที่ระดับ 700-900 เมตร ใส่ปุ๋ยในเดือน  
พฤษภาคม กรกฎาคมและกันยายน (ติดผลจนผลสุก) และความสูงที่ระดับ 1,000 เมตรขึ้นไป  
ไป ใส่ปุ๋ยในเดือน พฤษภาคมสิงหาคมและ ตุลาคม (ติดผลจนผลสุก)ชนิดปุ๋ยที่ใช้ สูตร 46-0-0,  
15-15-15, 13-13-21 รองกันหลุมและปรับความเป็นกรด-ด่าง ของดินด้วย 0-3-0  
2. อายุของต้น 1 ปีใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0, 15-15-15 สูตรละ 100  
กรัม ต้นอายุ 2 ปี ใช้ปุ๋ยสูตร46-0-0, 15-15-15 สูตรละ 150 กรัม ต้นอายุ 3-5 ปี ใช้ปุ๋ยสูตร  
46-0-0(150กรัม)สูตร15-15-15 (200กรัม) และสูตร 13-13-21(200กรัม) ส่วนต้นที่มีอายุ 6 ปี  
ขึ้นไปใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 (200กรัม)ใส่ช่วงเดือนพฤษภาคมและสิงหาคม

5. วิธีปลูกอายุต้นกล้ากาแฟอาราบิก้าที่เหมาะสม ควรมีอายุ 8-12 เดือน หรือมีใบ  
จริง 6-8 คู่ วางต้นกล้าลงในหลุม กลบดิน กดดินให้แน่น ป้องกันการโยกคลอน คลุมด้วย  
หญ้าแห้ง ให้ห่างจากต้นประมาณ 10 เซนติเมตร อาจทำร่มเงาชั่วคราวช่วยบังแสงด้วย

#### 2.1.6.3 การดูแลรักษากาแฟอาราบิก้า

1. การตัดแต่งกิ่ง ควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ปลูกคั้งนี้กาแฟที่ปลูก  
กลางแจ้ง ควรใช้วิธีการตัดแต่งกิ่งแบบให้มีลำต้นเดี่ยว เนื่องจากกาแฟที่ปลูกกลางแจ้งจะติดผลมาก  
หากตัดแต่งกิ่งให้มีหลายลำต้น ต้นจะโทรมเร็ว และมีโอกาสเกิดลักษณะอาการปลายกิ่งแห้งตาย(die  
back) กาแฟที่ปลูกภายใต้ร่มเงา ควรจะมีการตัดแต่งให้ต้นกาแฟมี 2-3 ลำต้น เนื่องจากกาแฟที่ปลูก  
ภายใต้ร่มเงาจะให้ผลผลิตน้อยกว่า แต่มีอายุการให้ผลผลิตสม่ำเสมอ และยาวนานกว่า อีกทั้งการตัด  
แต่งจะทำให้ต้นกาแฟมีความแข็งแรง ติดผลสม่ำเสมอทุกปี ผลผลิตไม่ตกจนทำให้ต้นโทรมและตาย  
ในที่สุด

1. การตัดแต่งกิ่งสำหรับต้นใหม่ โดยเมื่อกาแฟอายุได้ 4 ปี หรือมีความสูงเกิน 180  
เซนติเมตร ให้ตัดยอดจนเหลือความสูงประมาณ 180 เซนติเมตรและตัดกิ่งแขนงที่1ที่อยู่  
บนสุดออก 1 กิ่ง และกิ่งแขนงที่อยู่ต่ำกว่า 25-30 เซนติเมตร เหนือระดับดินให้ตัดออกให้

หมด ส่วนกิ่งแขนงที่ 2, 3 และ 4 ที่ออกมาในทิศทางที่ไม่ขนานกับพื้นดิน ให้ตัดออก และมีการตัดหน่อที่ออกมาจากลำต้นทิ้งอย่างสม่ำเสมอ

2. การตัดแต่งกิ่งสำหรับต้นเก่า ในต้นกาแฟที่มีอายุมาก ต้นโทรม ให้ผลน้อย ควรมีการตัดแต่งกิ่งเพื่อให้ต้นกาแฟแตกลำต้นใหม่ ทำให้ต้นกาแฟเริ่มมีผลผลิตใหม่อีกครั้งดังนี้

2.1 ตัดแต่งกิ่งด้านตะวันออกทิ้งใหม่หมด เพื่อให้แสงเป็นตัวกระตุ้นให้เกิด การแตกหน่อ คัดเลือก 2-4 หน่อ ที่อยู่ในระดับความสูงไม่เกิน 45 เซนติเมตร เหนือระดับดินเมื่อหน่อใหม่เจริญเติบโตได้ระยะหนึ่ง จึงตัดลำต้นเก่าออก คัดหน่อที่แข็งแรงไว้เพียง 1-2 หน่อ เพื่อเลี้ยงให้เป็นลำต้นหลักต่อไป

2.2 ตัดแต่งลำต้นเดิมทิ้งทั้งหมด ให้สูงจากพื้นดิน 40-50 เซนติเมตร รอจนกระทั่งมีการแตกหน่อใหม่ขึ้นมา ก็เลือกที่แข็งแรงไว้ 2-4 หน่อเมื่อหน่อใหม่เจริญเติบโต ได้ระยะหนึ่งก็เลือกตัดหน่อที่สมบูรณ์ที่สุดไว้เพียง 1 หน่อ

2. การให้น้ำปกติการให้น้ำกาแฟไม่ค่อยมีความจำเป็นมากนัก แต่ก็มีกรให้น้ำในช่วงของการปลูกในปีแรก ช่วงฤดูร้อน เพราะต้นกาแฟยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่ กรณีที่สวนมีระบบการให้น้ำสามารถให้น้ำได้ตลอดเวลาหรืออย่างน้อย 3-4 ครั้ง/สัปดาห์ แต่ในกรณีพื้นที่ปลูกไม่มีแหล่งน้ำให้ใช้เศษวัชพืชหรือฟางข้าวคลุมบริเวณ โคนต้นตั้งแต่หมดฤดูฝน โดยเฉพาะพื้นที่ปลูกกาแฟกลางแจ้ง

3. การคลุมโคนต้นกาแฟ เมื่อสิ้นสุดฤดูฝน ควรมีการคลุมโคนต้นให้หนาประมาณ 30 เซนติเมตร เพื่อรักษาความชื้นในดิน และช่วยป้องกันไม่ให้ต้นทรุดโทรมในช่วงภาวะแห้งแล้ง ป้องกันวัชพืช และการพังทลายของดิน

4. การจัดการร่มเงาไม้บังร่มจะช่วยลดความเข้มของแสง อุณหภูมิ ลมและอุณหภูมิของดิน ทำให้กาแฟมีผลผลิตสม่ำเสมอ คุณภาพกาแฟสูง ต้นกาแฟไม่โทรม มีอายุยืนยาว ใบที่ร่วงหล่นลงมาสามารถเป็นปุ๋ยและคลุมดินได้ นอกจากนี้พื้นที่บนที่สูงนอกจากจะมีสภาพอากาศหนาวเย็น และมีความเข้มของแสงแดดมาก จึงจำเป็นต้องอาศัยร่มเงาจากไม้บังร่มชนิดต่างๆนอกจากนี้ยังมีผลผลิตเสริมรายได้อีกด้วย ได้แก่

1. ไม้บั้งร่มชั่วคราว ควรเป็นไม้โตเร็ว และเป็นพืชตระกูลถั่ว เช่นทองหลวงไร้หนาม แคฝรั่งจีเหล็กอเมริกัน ควรใช้ในระยะเวลาปลูก 4\*6 หรือ 6\*6 เมตร และปลูกหลายชนิดสลับกันในแถวเดียวกัน
2. ไม้บั้งร่มถาวร ควรเป็นพุ่มใหญ่ ทรงพุ่มกว้างและให้ร่มเงาในระดับสูง เช่น ซิลเวอร์ไอ้ค พฤษภรณ์ ถ่อน กางหลวง ถั่วหูช้าง สะตอ เหลียง เป็นต้น ระยะเวลาปลูก 8\*10 เมตร และควรปลูกหลายชนิดสลับแถวกันกับไม้บั้งร่มชั่วคราว

5. การปลูกกาแฟอาราบิก้าแซมในสวนผลไม้กาแฟสามารถปลูกเป็นพืชแซมในสวนผลไม้ได้แก่ มะคาเดเมีย บัวย ท้อ ลิ้นจี่ พลับ พลัม และอื่นๆแม้ไม้ผลบางชนิดจะเป็นไม้ผลัดใบ แต่ก็ในช่วงระยะสั้นๆเพียง 1-2 เดือน

### 2.1.7 การป้องกันและกำจัดศัตรูพืช

1. โรคราสนิม (Coffee Leaf Rust) เกิดจากเชื้อรา *Hemileia vastatrix* เป็นได้ทั้งใบอ่อนและใบแก่ โดยจะเกิดสปอร์สีส้มใต้ใบส่วนบนในจะมีสีเหลือง ซึ่งตรงจุดเดียวกับที่เกิดสปอร์ใต้ใบ เมื่ออาการรุนแรงจุดนี้จะขยายไปทั่วทั้งใบ ทำให้ใบร่วง กิ่งแห้ง และผลผลิตลดลง ป้องกันได้โดยใช้สายพันธุ์ต้านทาน สายพันธุ์คาติมอร์ C1FC 7963-13-28 หรือใช้สายเคมีบอร์โดซ์ มิกเจอร์ (Alkaline Bordeaux Mixture) 0.5% คูปราวิท (Cupravit) 85% W.P. อัตรา 50 กรัม/น้ำ 20 ลิตร

2. โรคผลเน่าเกิดจากเชื้อรา จะทำให้ผลดำ เปลือกเหี่ยวยุบ เมล็ดลีบและแห้งคายน ใช้ประโยชน์ไม่ได้ ป้องกันและกำจัดโดย ให้ตัดกิ่งที่เป็นโรคเผาทำลายทิ้ง พร้อมตัดแต่งกิ่งให้โปร่งลมพัดผ่านและแสงส่องเข้าในทรงพุ่มได้ทั่วถึง

3. โรคแอนแทรคโนสเกิดจากเชื้อรา เข้าทำลายใบ กิ่ง ก้านดอก ก้านผล และผล พบเห็นได้ทั่วไปในสวนที่ขาดการดูแลเอาใจใส่ หรือแปลงที่ปลูกกลางแจ้ง ลักษณะอาการของโรคมียลักษณะตามส่วนที่เกิด เช่นเกิดกับใบ แผลเป็นจุดกลมสีน้ำตาล ขนาดเล็กแล้วขยายใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ หรือเกิดกับกิ่ง อาการเริ่มแรกใบกาแฟมีสีเหลืองทั้งที่ใบเหล่านั้นยังไม่แก่ที่จะเหลืองและร่วงตามธรรมชาติ

4. โรคเน่าดำทำให้ใบ กิ่ง และผลที่กำลังเจริญเติบโตเน่ามีสีดำ การป้องกันกำจัดนั้น ทำได้โดยการตัดกิ่งที่เป็นโรคออก และใช้สารป้องกันกำจัดโรคประเภท สารประกอบทองแดง

5. โรคเน่าคอดินทำให้เมล็ดก่อนงอกหรือต้นกล้าที่งอกแล้วเน่า ป้องกันได้โดยให้น้ำในปริมาณที่เหมาะสม ใช้สารกำจัดเชื้อราแมนโคเซบ

6. โรครากเน่าแห้งทำให้ใบเหลือง เหี่ยว ร่วง กิ่งแห้งตาย ป้องกันได้โดยถอนต้นที่เป็นโรครเผาไฟ และใส่ปูนขาวในหลุม

7. โรคใบจุดตากบใบมีจุดสีน้ำตาลทำให้ร่วง และผลมีสีดำทำให้เน่า ป้องกันและกำจัดได้โดยให้ร่มเงาเพียงพอ (ต้นกล้ากาแฟปลูกใหม่) และให้ปุ๋ยในโตรเจน (ระยะกล้า) สารป้องกันกำจัดโรคประเภทสารประกอบทองแดง

8. การป้องกันกำจัดวัชพืชทำได้โดยการใช้แรงงานและการใช้เครื่องตัดหญ้า ตัดระดับผิวดิน การปลูกพืชคลุมดิน การปลูกพืชแซม และการใช้สารกำจัดวัชพืช

### 9. แมลงศัตรูกาแฟ

9.1 เพลี้ยแป้ง(Pseudococcus sp.)เพลี้ยอ่อน (Toxoptera sp.) เพลี้ยหอยเขียว (Coccus Viridis Green) เพลี้ยหอยสีน้ำตาล (Saisatia Coffeae) เป็นแมลงปากดูดจะเข้าไปทำลายโดยดูดกินน้ำเลี้ยงใบอ่อน ยอดอ่อนและผลอ่อน การป้องกันกำจัด ทำได้โดยใช้โมนโครโทฟอส (Monocrotophos)หรือไดเมทโทเอต อัตราร้อยละ 5 ของสารออกฤทธิ์ ฉีดพ่นประมาณ 2-3 ครั้งทุก 10 วัน เมื่อพบการระบาด

9.2 หนอนกัดเปลือกและเจาะลำต้น (White Stem Borer) เป็นหนอนที่เกิดจากด้วงปีกแข็งหนวดยาว จะวางไข่บนเปลือกของลำต้นที่มีรอยแตก จะกัดกินเปลือกรอบบริเวณโคนต้นก่อนที่จะเจาะเข้าไปลำต้นกัดกินเนื้อไม้และถ่ายมูลออกมาตรงรูที่เจาะ ป้องกันและกำจัดได้โดยเมื่อพบต้นที่ถูกทำลายให้ตัดแล้วเผาทิ้ง หรือทาโคนต้นกาแฟด้วยซุมีโรออน 50% อีซี อัตรา 200 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

9.3 หนอนกาแฟสีแดงเป็นหนอนที่คอยกัดกินยอดทำให้ยอดเหี่ยวตาย การป้องกันและกำจัดทำได้โดย ดูแลรักษาแปลงปลูกให้สะอาด ตัดกิ่งที่ถูกทำลายเผาทิ้ง

9.4 มอดเจาะผลกาแฟเป็นแมลงปีกแข็งสีดำขนาด 1 มิลลิเมตร วางไข่ ขยายพันธุ์และกัดกินอยู่ใน ผลกาแฟที่มีขนาดโตตั้งแต่ 5 มิลลิเมตรขึ้นไป จนถึงผลสุกเริ่มสุก และสุกเป็นสีแดง มอดจะติดผลกาแฟไปถึงลานตาก และอาศัยอยู่ในผลกาแฟสุกจนแห้งค้ำที่ติดค้างบนกิ่งและผลที่หล่นใต้ต้น

**9.5 การเก็บเกี่ยวกาแฟอาราบิก้า** กาแฟจะเริ่มติดดอกออกผลหลังจากปลูกไปแล้วประมาณปีที่ 3 และการเก็บเกี่ยวผลกาแฟจะอยู่ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของต้นกาแฟและสภาพของพื้นที่ปลูก ในรอบปีหนึ่งๆจะมีการเก็บเกี่ยวประมาณ 4 ครั้งในแต่ละต้นคือ

ครั้งที่ 1 เมื่อผลกาแฟสุกประมาณ 50% ของต้น

ครั้งที่ 2 หลังจากการเก็บผลกาแฟครั้งแรก ประมาณ 2-3 สัปดาห์

ครั้งที่ 3 หลังจากการเก็บผลกาแฟครั้งที่สอง ประมาณ 2-3 สัปดาห์

ครั้งที่ 4 เก็บหลังจากครั้งที่สาม ประมาณ 2-3 สัปดาห์

### 2.1.8 การทำกาแฟกะลาและกาแฟเมล็ด<sup>2</sup>

การคัดเลือกผลกาแฟ ทำได้โดยการเทพลกาแฟลงในภาชนะบรรจุน้ำสะอาด คัดผลกาแฟที่ลอยน้ำทิ้ง เพราะเป็นผลฝ่อ ไม่มีเมล็ดหรือถูกมอดเจาะนำผลกาแฟที่จมน้ำซึ่งเป็นผลที่มีเมล็ดสมบูรณ์ไปผ่านกระบวนการผลิตมีสองแบบได้แก่แบบเปียก (สีสด) และแบบแห้ง (สีแห้ง)

**2.1.8.1 แบบเปียก**เป็นวิธีการที่สามารถควบคุมคุณภาพเมล็ดกาแฟได้ ต้นทุนการผลิตสูงกว่าวิธีแห้ง นิยมใช้กับกาแฟอาราบิก้า เริ่มจากการเก็บผลสุกมาปอกเปลือก นำผลกาแฟเข้าเครื่องปอกเปลือกใช้น้ำเป็นตัวช่วยในการปอกเปลือก นำเมล็ดที่ได้ไปกำจัดเมือกที่ติดอยู่ออกไปมี 3 วิธีคือ

1. หมักธรรมชาติในบ่อซีเมนต์ ใส่ระดับน้ำสูงกว่าเมล็ดกาแฟ แล้วคลุมด้วยผ้าหรือพลาสติกปิดปากบ่อทิ้งไว้ 24 ชั่วโมงขยี้ล้างน้ำเมือกออกให้หมด นำเมล็ดกาแฟออกทิ้งแดดบนลาน ซีเมนต์หรือบนตาข่ายพลาสติก บนแคร่ไม้ไผ่ ใช้เวลา 7-10 วัน ไม่ควรหนาเกิน 4-5 เซนติเมตร เมื่อเมล็ดแห้งสนิท นำไปกะเทาะเปลือก คัดเมล็ดแตกเมล็ดดำหรือเมล็ดที่มีเปลือกหุ้มออกให้หมด

<sup>2</sup> ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงป่าเมี่ยง (2554)

2. ใช้ด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 10% (ด่าง 1 กิโลกรัม ต่อน้ำ 10 ลิตร) ใช้เวลาไม่เกิน 1 ชั่วโมง เมื่อเมื่อกออกหมดแล้วล้างน้ำสะอาด 3-4 ครั้ง แล้วนำไปฝังลมหรือตากแดด
3. ใช้เครื่องกะเทาะเปลือก สามารถกะเทาะเปลือกนอกและกำจัดเมือกของเมล็ดในเวลาเดียวกัน ข้อเสียคือทำให้เมล็ดเกิดแผล

การล้างเมล็ดกาแฟหลังจากการกำจัดเมือกแล้ว นำเมล็ดมาล้างให้สะอาด ซึ่งจะได้เมล็ดกาแฟที่เรียกว่า “กาแฟกะลา” การทำให้แห้ง ทำโดยนำเมล็ดกาแฟไปตากแดดบนภาชนะหรือแคร่ไม้ไผ่ ที่ยกสูงเหนือดิน โดยตากตอนกลางวันและเก็บตอนกลางคืน ใช้เวลา 7-10 วัน และให้กาแฟกะลาแห้งสนิท สำหรับการเก็บกาแฟกะลาทำการเก็บกาแฟกะลาที่แห้งสนิทในกระสอบป่านที่สะอาด ไม่มีกลิ่น และเก็บในสถานที่ที่มีอากาศถ่ายเทดี ส่วนวิธีการที่จะได้มาซึ่งกาแฟเมล็ดนั้น ทำได้โดยการ การสีกาแฟกะลา เป็นการสีเอากะลาออกด้วยเครื่องนั่นเอง

**2.1.8.2 แบบแห้งหรือการตาก** วิธีการผลิตสารกาแฟแบบนี้นิยมใช้กับกาแฟโรบัสต้า เพราะสะดวกลงทุนน้อย แต่ควบคุมคุณภาพได้ยาก มีขั้นตอนดังนี้

1. ควรคัดเมล็ดกาแฟ ก่อนโดยนำเมล็ดกาแฟไปลอยน้ำ คัดเมล็ดกาแฟที่ลอยน้ำทิ้ง เพื่อให้ได้สารกาแฟที่มีคุณภาพ
2. นำเมล็ดกาแฟตากบนลานซีเมนต์ที่สะอาด อากาศถ่ายเทได้ดี ก่อนตากอาจรองด้วยตาข่ายสีฟ้า
3. ผลกาแฟที่ได้ในแต่ละวันจะต้องนำมาฟุ้งแดดทันทีในแต่ละวัน ควรกลับเมล็ดกาแฟ 2-3 ครั้ง
4. การตากแห้งแต่ละครั้งใช้เวลา 15-20 วัน เมล็ดกาแฟต้องแห้งสนิทก่อนนำไปสี
5. หลังจากสี ต้องเอาเมล็ดแตก เมล็ดดำ เมล็ดที่มีเปลือกหุ้มออกให้หมดห้ามเก็บกระสอบกาแฟใกล้สารเคมี

**2.1.9 การกะเทาะเปลือกและมาตรฐานเกรดกาแฟเมล็ด** ควรกะเทาะเปลือกทันทีหลังจากตากแห้ง ใช้เครื่องสีเปลือกกาแฟ สีผลกาแฟแห้งแล้วจะได้สัดส่วนของเมล็ดกาแฟแห้ง หลังจากนั้นจึงนำเมล็ดกาแฟแยกตามเกรดหรือมาตรฐานซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 3 เกรดได้แก่

**เกรดเอ(A)**ขนาดเมล็ดตั้งแต่ 5.5 มิลลิเมตรขึ้นไป สีเมล็ดเขียวอมฟ้า เมล็ดแตกหัก ไม่สมบูรณ์หรือขนาดเล็กกว่า 5.5 มิลลิเมตร ไม่เกิน 13 เปอร์เซ็นต์

**เกรดเอ็กซ์(X)**ขนาดเมล็ดตั้งแต่ 5.5 มิลลิเมตรขึ้นไป สีเมล็ดเขียวอมฟ้า เมล็ดแตกหัก ไม่สมบูรณ์หรือขนาดเล็กกว่า 5.5 มิลลิเมตร ไม่เกิน 13 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นสีเมล็ดจะมีสีน้ำตาลปนแดง

**เกรดวาย(Y)** ขนาดเมล็ดตั้งแต่ 5.5 มิลลิเมตรขึ้นไป สีเมล็ดเขียวอมฟ้า เมล็ดแตกหัก ไม่สมบูรณ์หรือขนาดเล็กกว่า 5.5 มิลลิเมตร ไม่เกิน 13 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นขนาดเมล็ดจะเล็กกว่า 5.5 มิลลิเมตรขึ้นไป สีเมล็ดเขียวอมฟ้า

**2.1.10 การเก็บรักษาผลผลิตและการบรรจุ** เพื่อรักษาสภาพเมล็ดกาแฟให้คงอยู่ควรตากเพื่อปรับให้ความชื้นในเมล็ดไม่เกิน 13% เก็บรักษาในรูปของกาแฟกะลา เพราะจะสามารถรักษาเนื้อกาแฟ และป้องกันความชื้นได้ดี เมล็ดกาแฟแห้งต้องบรรจุในกระสอบป่านที่สะอาด ใหม่และปราศจากกลิ่น โรคเก็บควรมีอากาศถ่ายเทได้สะดวก มีความชื้นสัมพัทธ์ไม่เกิน 60 เปอร์เซ็นต์วางกระสอบกาแฟบนชั้นที่มีความสูงจากพื้นดิน 15 เซนติเมตร ห่างจากฝาผนัง 50 เซนติเมตร และห่างจากหลังคา 100 เซนติเมตร

**2.1.11 การขนส่ง** รถที่ใช้บรรทุกกาแฟต้องสะอาด และเหมาะสมกับปริมาณผลผลิต ไม่ควรใช้รถบรรทุกดิน สัตว์ ฝุ่นและสารเคมี เพราะอาจมีการปนเปื้อนยกเว้น จะทำความสะอาดก่อนนำมาบรรทุก การขนกระสอบกาแฟขึ้นรถ ควรมีคนรับกระสอบ บนรถ ห้ามโยน และควรขนส่งในช่วงเวลากลางวัน และช่วงเวลาที่ไม่มีฝนตก เพราะจะมีผลต่อคุณภาพของเมล็ดกาแฟ

ในตารางที่ 2.2 ด้านบนแสดงถึงปริมาณกาแฟอาราบิก้าที่เกษตรกรสามารถ ผลิตได้ในแต่ละพื้นที่ซึ่งส่วนใหญ่่นั้นเป็นพื้นที่สูงหรืออำเภอที่ตั้งอยู่ในภาคเหนือของไทย จะเห็นได้ว่าปริมาณผลผลิตกาแฟอาราบิก้าจะโดดเด่น หรือมากเป็นพิเศษในพื้นที่ป่าเมี่ยง ซึ่งผลผลิตที่ได้ในปี 2552/2553 มีมากถึง 249,096 กิโลกรัม มากกว่าลำดับที่สอง บ้านแม่หลอดกว่า 200,000 กิโลกรัม เนื่องจากพื้นที่ป่าเมี่ยงมีผลผลิตกาแฟอาราบิก้าสูงมาก จึงเป็นพื้นที่ตัวอย่างที่ดีในการศึกษาการตัดสินใจเลือกปลูกกาแฟอาราบิก้ากับพืชต้นถั่วแมคคาเดเมียหรือพืชร่วมอื่นๆ ส่วนอีกพื้นที่คือขุนวาง หรือศูนย์ส่งเสริมการเกษตรบนพื้นที่สูงขุนวาง อำเภอจอมทองจังหวัดเชียงใหม่ เนื่องจากพื้นที่ขุนวางมีความน่าสนใจในพืชที่ปลูกร่วมกับต้นกาแฟอาราบิก้า หรือต้นถั่วแมคคาเดเมีย ด้วยสภาพภูมิอากาศที่เป็นภูเขาและอากาศที่ค่อนข้างเย็นตลอดปี พื้นที่ขุนวางจึงมีความเหมาะสมที่จะเป็นพื้นที่ตัวอย่างใน

การศึกษา ลำดับต่อไปคือรายละเอียดในพื้นที่ศึกษาคือ พื้นที่ขุนวาง อำเภोजอมทอง จังหวัด เชียงใหม่ และพื้นที่ป่าเมี่ยง อำเภอคอยสะเก็ด

ตารางที่ 2.2 ผลผลิตกาแฟกะลาและ เมล็ดกาแฟของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง

ลำดับ	ศูนย์	กาแฟกะลา(กก.)		เมล็ดกาแฟ(กก)	
		ผลผลิตปี	ประมาณการ	ผลผลิตปี	ประมาณการ
		2552/53	ผลผลิตปีการ	2552/53	ผลผลิตปีการ
			ผลิต2553/54		ผลิต 2553/54
1	ขุนแปะ	2,718	500	-	-
2	ป่าเมี่ยง	249,096	160,000	143	-
3	แม่โถ	1,113	600	-	-
4	แม่ปุ่นหลวง	229	200	-	-
5	แม่หลอด	8,503	6,300	-	-
6	ห้วยน้ำขุ่น	3,820	500	-	-
7	อินทนนท์	-	2,000	-	-
8	หนองเขียว	819	500	-	-
9	ห้วยโป่ง	1,602	1,200	-	-
10	แม่ลาน้อย	-	-	2,220	1,500
11	ปางตะ	133	-	-	-
12	หนองหอย	275	-	-	-
	<b>รวม</b>	<b>345,551</b>	<b>226,800</b>	<b>2,365</b>	<b>1,500</b>

ที่มา: มูลนิธิโครงการหลวง (2553)

## 2.2 ทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษา

### 2.2.1 ทฤษฎีการผลิต (Production Theory)

การผลิต (Production) หมายถึง การนำปัจจัยการผลิต (Input) ชนิดต่างๆมาเข้าสู่ กระบวนการแปรรูปเป็นผลผลิต (Output) ปัจจัยการผลิตนั้น ได้แก่ ที่ดินและทรัพยากรธรรมชาติ



ต่างๆ แรงงาน ทุน และผู้ประกอบการ ส่วนผลผลิตหมายถึงสินค้าหรือบริการที่เป็นเศรษฐกิจ (Economic Good and Services) ที่ผู้ผลิตผลิตขึ้นเพื่อจำหน่ายแก่ผู้บริโภคหรือหน่วยผลิตอื่นๆ ตลอดจนจำหน่ายให้กับภาครัฐบาล

ในการนำปัจจัยการผลิตชนิดต่างๆ มาผลิตสินค้าและบริการนั้น ปัจจัยการผลิตเหล่านั้นแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

1. **ปัจจัยการผลิตชนิดคงที่ (Fixed Factors)** ได้แก่ ปัจจัยการผลิตที่ถูกนำมาใช้ในการผลิตสินค้าหรือบริการ โดยมีการใช้ปัจจัยชนิดนั้น ในปริมาณที่คงที่ ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ปริมาณการใช้ไปตามจำนวนของผลผลิตที่ต้องการผลิตขึ้น ปัจจัยการผลิตที่สามารถจัดเป็นปัจจัยการผลิตชนิดคงที่ ได้แก่ ที่ดิน อาคาร โรงงาน โกดังเก็บสินค้า เครื่องจักร
2. **ปัจจัยการผลิตชนิดแปรผัน (Variable Factors)** ได้แก่ ปัจจัยการผลิตที่ถูกนำมาใช้ในการผลิตสินค้าหรือบริการในปริมาณที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงไปตามจำนวนของผลผลิตที่ต้องการผลิตขึ้น เช่น วัตถุดิบในการผลิต แรงงาน

การวิเคราะห์การผลิตทางด้านเศรษฐศาสตร์ จะแบ่งระยะเวลาของการผลิตออกเป็น 2 ลักษณะคือ การผลิตในระยะสั้นและการผลิตในระยะยาว ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. **การผลิตในระยะสั้น (Short-run Production)** หมายถึง ช่วงเวลาที่หน่วยการผลิตไม่สามารถเปลี่ยนแปลงระดับการใช้ปัจจัยการผลิตบางชนิดได้ตามความต้องการ กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ หน่วยผลิตไม่สามารถแปลงปัจจัยการผลิตทุกชนิดให้เป็นปัจจัยแปรผันได้ ดังนั้นในระยะสั้นจึงยังคงมีปัจจัยอย่างน้อยหนึ่งชนิดเป็นปัจจัยคงที่ ในขณะที่ปัจจัยชนิดอื่นๆ เป็นปัจจัยแปรผัน
2. **การผลิตในระยะยาว (Long-run Production)** หมายถึง ช่วงเวลาที่หน่วยการผลิตสามารถเปลี่ยนแปลงระดับการใช้ปัจจัยการผลิตทุกชนิดได้ตามความต้องการ กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ หน่วยผลิตสามารถแปลงปัจจัยการผลิตทุกชนิดให้เป็นปัจจัยแปรผันได้ทั้งหมด ดังนั้น ในระยะยาว จึงไม่มีปัจจัยคงที่ มีแต่เฉพาะปัจจัยแปรผันเท่านั้น

#### 2.2.2 การวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์

การวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจในปัจจุบันสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธี หลัก คือ การวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจโดยใช้พารามิเตอร์ (Parametric Approach) และการวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจโดยไม่ใช้พารามิเตอร์ (Non-parametric Approach) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### 1. การวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจโดยใช้พารามิเตอร์ (Parametric Approach)

การวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจโดยใช้พารามิเตอร์ (Parametric Approach) หมายถึงการศึกษาและวิเคราะห์ประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจที่ใช้แนวคิดทางเศรษฐมิติมาใช้ในการวิเคราะห์ (Economics Approach) มาวิเคราะห์และประมาณค่าสัมประสิทธิ์ เพื่อให้หาเส้นพรมแดนการผลิต ซึ่งแนวคิดดังกล่าวจำเป็นต้องกำหนดแบบจำลองซึ่งเป็นแบบจำลองทางด้านการผลิต หรือด้านต้นทุนก็สามารถทำได้โดยกำหนดรูปแบบสมการ เช่น สมการเส้นตรง สมการ Cobb-Douglas สมการ Transcendental Logarithmic (Translog) เป็นต้น จากนั้นนำค่าสัมประสิทธิ์ที่คำนวณได้มาประมาณหาเส้นพรมแดนการผลิต โดยหน่วยการผลิตที่อยู่บนเส้นพรมแดนการผลิตเป็นจุดที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ส่วนหน่วยการผลิตที่อยู่ต่ำกว่าเส้นพรมแดนการผลิตเป็นหน่วยการผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพ การวัดประสิทธิภาพโดยการใชพารามิเตอร์เป็นวิธีที่มีความเชื่อถือและได้รับการยอมรับทางสถิติมากกว่าวิธีอื่น แต่อาจจะเกิดปัญหาขึ้นได้ในกรณีที่มีข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์มีน้อย ส่งผลให้การวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้ขาดความน่าเชื่อถือ โดยการวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ โดยใช้พารามิเตอร์แบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ การวิเคราะห์เส้นพรมแดนการผลิตด้วยวิธีการถดถอย (Regression Approach) และ การวิเคราะห์เส้นพรมแดนแบบเชิงเส้นสุ่ม (Stochastic Production Frontier) ซึ่งในงานวิจัยเล่มนี้เลือกใช้เฉพาะการวิเคราะห์เส้นพรมแดนการผลิตแบบเชิงเส้นสุ่มเท่านั้น (อัมพร ถิ่นนัค, 2551)

#### 1.1 การวิเคราะห์เส้นพรมแดนการผลิตด้วยวิธีการถดถอย (Regression Approach)

การวิเคราะห์เส้นพรมแดนการผลิตด้วยวิธีการถดถอย (Regression Approach) เป็นการวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจโดยใช้พารามิเตอร์วิธีหนึ่ง เพื่อทำการประมาณค่าสัมประสิทธิ์แล้วนำมาหาเส้นสมการพรมแดนการผลิต โดยมีข้อสมมุติดังนี้ รูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวคลาดเคลื่อน  $U$  เป็นตัวแปรสุ่มที่แท้จริงและมีการแจกแจงปกติ ค่าเฉลี่ยของ  $U$  จะต้องมิตค่าเท่ากับ

ศูนย์ ค่าความแปรปรวนของ  $U$  คงที่ สำหรับค่าสังเกตทุกค่าของ  $x$  หรือ  $E(U^2) = \sigma^2$  ตัวแปรสุ่ม  $U_i$  และ  $U_j$  เป็นอิสระต่อกัน สำหรับค่า  $i \neq j$  หรือ  $E(U_i U_j) = 0$  ตัวแปร  $x$  เป็นกลุ่มค่าคงที่ นั่นคือ  $x$  มีได้หลายค่า ขนาดของตัวอย่าง ( $n$ ) จะต้องมีมากกว่าจำนวนตัวแปรอิสระที่จะนำมาใช้ ( $k$ ) และตัวแปรอิสระทุกตัวต้องไม่มีความสัมพันธ์กันในทางใดทางหนึ่ง (No Multicollinearity)

ดังนั้น การวัดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจด้วยวิธีนี้จึงมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ทางวิทยาศาสตร์ คือการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ สามารถใช้ได้กับตัวแปรอิสระจำนวนหรือประเภทใดก็ได้ และยังเป็นวิธีที่ใช้วิธีการสถิติหลายทางในการพิจารณาแปรความหมายข้อมูล เช่น วัดความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในข้อมูลระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามค่า  $R^2$  ใช้ในการคาดคะเนอัตราส่วนของความแปรปรวนในตัวแปรตาม นอกจากนี้การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ F-test ช่วยให้ศึกษาความแตกต่างในค่าของ  $R^2$  เป็นต้น แต่วิธีนี้มีข้อเสียที่อาจเกิดความไม่เที่ยงของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย เมื่อมีการนำตัวแปรอิสระเข้ามาในสมการถดถอยจะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยดังกล่าวไม่คงที่และเปลี่ยนแปลงไปตามขนาดของกลุ่มตัวอย่างและจำนวนตัวแปรอิสระ นอกจากนี้แล้วยังเกิดปัญหาตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กัน (Multicollinearity) ปัญหาค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนไม่คงที่ (Heteroscedasticity) ซึ่งปัญหานี้มักเกิดกับข้อมูลภาคตัดขวาง รวมทั้งปัญหาสหสัมพันธ์ของตัวคลาดเคลื่อน (Autocorrelation) ซึ่งมักเกิดกับข้อมูลอนุกรมเวลา โดยสาเหตุเกิดจากการละเว้นตัวแปรอิสระบางตัว กำหนดแบบจำลองผิดและการนำเอาตัวแปรในอดีตมาใช้

## 1.2 การวิเคราะห์พรมแดนการผลิตด้วยวิธี Deterministic Frontier Method

Aigner and Chu (1968) อ้างถึงในชัยนันท์ใจวังเย็น (2551) กำหนดให้ขอบเขตการผลิต (Frontier Production Function) เป็นแบบ Cobb-Douglas และทุกข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงอาจอยู่บนหรือใต้ขอบเขตการผลิตแบบจำลองลักษณะนี้ถูกเรียกว่า "Deterministic Parametric Frontier" ดังต่อไปนี้

$$Y_i = f(X_i; \beta) - U_i, U_i \geq 0 \quad (3.1)$$

โดยที่  $Y_i$  คือเวกเตอร์ของผลผลิต  $X_i$  คือเวกเตอร์ของปัจจัยการผลิต  $\beta$  คือพารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณและ  $U_i$  คือความผิดพลาดแบบทางเดียว (One-Side Error Term) ที่สะท้อนถึงความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคและการที่  $U_i \geq 0$  แสดงว่าทุกข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงอาจจะอยู่บนหรือใต้ขอบเขตการผลิต โดยอัตราส่วนของผลผลิตที่เกิดขึ้นจริงที่หน่วยผลิตสามารถผลิตได้ทัดเทียมกับ

ระดับผลผลิตที่มีประสิทธิภาพซึ่งคำนวณได้จากขอบเขตการผลิต (โดยกำหนดปัจจัยการผลิต) แสดงถึงความมีประสิทธิภาพทางเทคนิคของหน่วยธุรกิจดังนี้

$$TE = \frac{\exp[f(x_i; \beta)] - U_i}{\exp f(x_i; \beta)} = \exp(-U_i) \quad (3.2)$$

จากสมการที่ (2) เป็นการวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคจากทางด้านผลผลิตซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ซึ่งได้เปรียบของวิธีนี้เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีที่ไม่ใช้พารามิเตอร์คือสามารถที่จะกำหนดลักษณะของขอบเขตการผลิตในรูปแบบทางคณิตศาสตร์และสามารถกำหนดให้ผลได้ต่อขนาดไม่คงที่ (VRS) ได้นอกจากนี้เวกเตอร์ของพารามิเตอร์สามารถประมาณได้ด้วยโปรแกรมเชิงเส้นอย่างไรก็ตามปัญหาของการประมาณแบบนี้คือการไม่มีคุณสมบัติทางสถิติหรืออีกนัยหนึ่งการประมาณโดยใช้โปรแกรมเชิงคณิตศาสตร์ไม่ให้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าสถิติ T (T-ratio) นอกจากนี้ภายใต้แนวคิดของวิธีการประมาณแบบไม่ใช้พารามิเตอร์พบว่าการหาขอบเขตการผลิตมาจากข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงทำให้อ่อนไหวต่อข้อมูลที่ผิดปกติ

อย่างไรก็ตามข้อจำกัดภายใต้แนวคิดของ Deterministic Frontier ความเบี่ยงเบนทั้งหมดจากขอบเขตการผลิต ซึ่งเป็นผลมาจากความไม่มีประสิทธิภาพ ( $U_i$ ) เพียงประการเดียวนั้นยังขัดกับความเป็นจริงอยู่มาก ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว ความไม่มีประสิทธิภาพของหน่วยการผลิตถูกระทบจากปัจจัยภายนอก เช่น วิกฤตการณ์น้ำมัน วิกฤตเศรษฐกิจ เป็นต้น และปัจจัยภายใน เช่น ความไม่มีประสิทธิภาพของหน่วยผลิต ซึ่งข้อจำกัดดังกล่าวนี้ถูกแก้ไขโดยแบบจำลองเส้นพรมแดนเชิงเส้นสุ่ม (Stochastic Frontier Method)

### 1.1.2 แบบจำลองเส้นพรมแดนเชิงเส้นสุ่ม (Stochastic Frontier Method)

การวิเคราะห์เส้นพรมแดนการผลิตแบบเส้นสุ่ม (Stochastic Frontier Method) เป็นการวัดประสิทธิภาพเศรษฐกิจที่ใช้พารามิเตอร์อีกวิธีหนึ่ง ซึ่งประกอบไปด้วยสองส่วนคือ ส่วนแรกเป็น ค่าความคลาดเคลื่อนจากการสุ่ม (Random Error ,  $V_i$ ) ที่มีลักษณะสมมาตรเบี่ยงเบนรอบๆ ขอบเขตการผลิตของหน่วยการผลิตสะท้อนให้เห็นถึงความผิดพลาดในการวัด (Measurement Error) ความผิดพลาดทางสถิติ (Statistic Noise) และ ความผิดพลาดอื่นๆ (Random Shock) ที่อยู่นอกการควบคุมของหน่วยธุรกิจ ส่วนที่สอง ความคลาดเคลื่อนที่สะท้อนความไม่มีประสิทธิภาพในการผลิตอันเกิดจากปัจจัยภายในของหน่วยธุรกิจนั่นเอง ( $U_i$ ) การประมาณแบบขอบเขตการผลิตลักษณะนี้ถูกเสนอในงานวิจัยครั้งแรกโดย Aigner, Lovell and Schmidt (1977 อ้างถึงใน อัมพร ลีม

นัค, 2551) โดยที่แบบจำลองเบื้องต้นใช้ข้อมูลภาคตัดขวาง (Cross-section Data) ซึ่งตามวิธีการนี้ทำให้การหาความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคประมาณจากขอบเขตการผลิตโดยที่แบบจำลองเส้นพรมแดนเชิงเส้นมีลักษณะดังนี้

$$\ln(Y_i) = X_i\beta + V_i - U_i \quad (3.3)$$

โดย	$i = 1, 2, \dots, N$	คือ หน่วยการผลิตที่ $i$
	$Y_i$	คือ ผลผลิตที่เกิดจากกระบวนการผลิต (Output)
	$X_i$	คือ ปัจจัยการผลิต (Input)
	$B$	คือ พารามิเตอร์ (Parameter)
	$v$	คือ ความคลาดเคลื่อนที่ไม่สามารถควบคุมได้ และมีลักษณะการแจกแจงแบบสองด้าน ( <i>Two-side</i> ; $v$ ); $v \sim N(0, \sigma_v^2)$
	$U$	คือ ความคลาดเคลื่อนที่สามารถควบคุมได้ และมีลักษณะการแจกแจงแบบด้านเดียว ( <i>One-side</i> ; $v$ ); $v \sim N(0, \sigma_u^2)$

ดังนั้น ประสิทธิภาพทางเทคนิคหาจากสัดส่วนของปริมาณผลผลิตที่เกิดขึ้นจริงต่อปริมาณผลผลิตที่อยู่บนเส้นพรมแดนการผลิต และเนื่องจากส่วนต่างระหว่างผลผลิตที่เกิดขึ้นจริงกับผลผลิตที่อยู่บนเส้นพรมแดนการผลิตจะมีค่าความคลาดเคลื่อน  $U_i$  และ  $V_i$  แต่ Jondrow, et al. ได้แสดงวิธีการแยกความคลาดเคลื่อน  $U_i$  ออกจาก  $V_i$  ด้วยการคำนวณค่าจากความคาดหวัง (Expected Value) ของ  $U_i$  ภายใต้เงื่อนไข  $\varepsilon_i$  หรือ  $E[U_i/\varepsilon_i]$  โดยที่  $\varepsilon_i = V_i + U_i$  เมื่อได้ค่า  $U_i$  แล้วนำไปคิดคำนวณหาค่าความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค โดยการหา  $\exp(-U_i)$  ดังนั้น ประสิทธิภาพทางเทคนิคของหน่วยการผลิตที่  $i$  สามารถหาได้จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 โดยมีสูตรในการหาดังนี้

$$TE = E \left\{ \exp \left( \frac{U_i}{V_i + U_i} \right) \right\} = \exp \left\{ -\frac{\sigma_u \sigma_v}{\sigma} \left( \frac{\phi \left( \frac{\gamma \varepsilon_i}{\sigma} \right)}{1 - \theta \left( \frac{\gamma \varepsilon_i}{\sigma} \right)} \right) - \left( \frac{\gamma \varepsilon_i}{\sigma} \right) \right\} \quad (3.4)$$

โดยที่  $TE$  คือ Technical Efficiency

$E$  คือ Expectations Operator

$\phi(\cdot)$  คือค่าของ Standard Normal Density Function

$\theta(\cdot)$  คือค่าของ Cumulative Standard Normal Distribution Function

$\sigma$  คือค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Error) ของ  $\varepsilon_i$

โดยที่  $\sigma = (\sigma_v^2 + \sigma_u^2)^{1/2}$  และ  $\gamma = \frac{\sigma_u}{\sigma_v}$

อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันสามารถหาประสิทธิภาพทางเทคนิคได้ โดยใช้โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ เช่น โปรแกรม Limdepversion 7.0 และ 8.0 โปรแกรม Frontier 4.1 หรือ Stata เป็นต้น ซึ่งโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ทั้งสองนี้ให้ผลวิเคราะห์ที่ใกล้เคียงกันมาก แต่วิธีการใช้ของโปรแกรม Frontier 4.1 ง่ายกว่าโปรแกรม Limdep ในการที่จะทราบรูปแบบสมการและตัวแปรที่แน่นอนแต่ถ้าไม่สามารถระบุรูปแบบสมการและตัวแปรได้นั้นได้ (อัครพงศ์ อันทอง, 2552 และ Coelli, 1988)

## 2. แนวคิดการวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติ กรณีข้อมูลภาคตัดขวาง (Cross-Sectional Data)

### 2.1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลภาคตัดขวาง (Cross-Sectional Data)

Cross-sectional studies คือการศึกษาที่จุดเวลาหรือช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง เป็นการศึกษาสถานการณ์ โดยที่ไม่มีการติดตามไปข้างหน้าหรือย้อนกลับไปในช่วงเวลาในอดีต จึงต่างจากข้อมูลแบบพาแนล (Panel Data) เนื่องจากมีมิติของเวลาเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ข้อมูลภาคตัดขวาง (Cross-Sectional Data) เป็นข้อมูลของตัวแปรที่เก็บขึ้นโดยคำนึงถึงหน่วยพฤติกรรมในช่วงเวลาที่กำหนดตัวอย่างเช่นการใช้จ่ายในการซื้อสินค้าของครัวเรือนในรอบ 1 ปี การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลภาคตัดขวาง (Cross-Sectional Data)

การศึกษานิต Cross-Sectional Data มี 2 ลักษณะ ได้แก่ การศึกษาที่เป็นแบบ Descriptive Cross-Sectional Studies และ Cross-Sectional Analyze Studies

1. Descriptive Cross-Sectional Studies จุดประสงค์ของการศึกษาในลักษณะนี้เพื่อ เป็นการศึกษาอย่างคร่าวของตัวแปรต่างๆในลักษณะการบรรยายให้เห็นภาพ หรือการนำข้อมูลภาคตัดขวางที่ได้มาสร้างเป็นแผนภูมิ ร้อยละ โดยไม่มีการวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร
2. Analyze Cross-Sectional Data มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาหาความสัมพันธ์ของตัวแปร หรือปัจจัยต่างๆ ทั้งในแง่ของทิศทางและขนาดขนาดความสัมพันธ์ของตัวแปรนั้น ข้อดีและข้อด้อยของการใช้ข้อมูลแบบภาคตัดขวาง (Cross-Sectional Data)

ข้อดีของการใช้ข้อมูลแบบภาคตัดขวางคือ ศึกษาง่าย ใช้เวลาน้อยเนื่องจากไม่มีความเกี่ยวเนื่องทางด้านเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง อย่างที่สองคือให้ผลตรงตามวิเคราะห์ได้ เพราะเมื่อเป็นข้อมูลเดี่ยวความผิดพลาดในการวิเคราะห์ข้อมูลก็ลดลงตาม ท้ายสุดคือสามารถพิสูจน์ได้ว่าตัวแปรทั้งสองมีความเป็นอิสระต่อกันหรือไม่ (Test of independence for discrete variable)

ข้อเสียของการใช้ข้อมูลแบบภาคตัดขวางคือเป็นการศึกษาหาความชุก (Prevalence) ไม่สามารถหาอุบัติการณ์ (Incidence) ได้เนื่องจากข้อมูลบางส่วนได้หายไป เนื่องจากตัดความเกี่ยวเนื่องทางด้านเวลา จึงไม่สามารถลำดับได้ว่าข้อมูลอันใดมาก่อนหรือหลัง ควรจะมีวิธีเลือกตัวอย่างที่ดี เพื่อให้ทุกหน่วยมีโอกาสถูกเลือกเท่ากัน

### 3. แนวคิดการวิเคราะห์แบบจำลองถดถอยสลับเปลี่ยน (Switching Regression Models)

ในการศึกษาทางเศรษฐศาสตร์และเศรษฐศาสตร์เกษตรพบว่าเรามีความจำเป็นที่ต้องใช้การศึกษาและงานวิจัยที่มีตัวอย่างของการใช้แบบจำลองที่เรียกว่าแบบจำลองถดถอยสลับเปลี่ยน หรือ (Switching Regression Model) เป็นจำนวนไม่น้อยตัวอย่างเช่น Jon Pycroft (2008) The Adoption and Productivity of Modern Agricultural Technologies in the Ethiopian Highlands: A Cross-Sectional Analysis of Maize Production in the West Gojam Zone และการศึกษาของทรงศักดิ์ศรีบุญจิตต์และ Sanzidur Rahman, Aree Wiboonpongse, Yaovarate Chaovanapoonphol (2540) เรื่องการศึกษาดีมานด์สำหรับปัจจัยการผลิตและการเลือกพันธุ์ข้าวด้วยสมการสลับสับเปลี่ยน (Switching Regression) ซึ่งการศึกษาแต่ละเรื่องที่กำลังกล่าวมานี้ต่างก็มีแบบจำลองที่ประกอบไปด้วยสมการ 2 สมการพร้อมกันนั้นก็จะมีส่วนที่เป็นเกณฑ์ที่เรียกว่า Criterion Function ซึ่งจะทำหน้าที่กำหนดว่าปัจเจกบุคคลหรือรัฐวิสาหกิจหรือเกษตรกรจะเลือกทำตามสมการใดในสองสมการดังกล่าวผลการศึกษาพบว่าฟังก์ชันเกณฑ์หรือฟังก์ชันการตัดสินใจ Criterion Function ก็จะกำหนดว่าเกษตรกรจะเลือกปลูกข้าวหอมมะลิหรือปลูกข้าวเหนียวทรงศักดิ์ศรีบุญจิตต์ (2540)

จากสมการการถดถอยแบบธรรมดา (Usual Linear Regression)

$$y = X\beta + U \quad (3.8)$$

โดยที่	$y$	คือ $n$ เมตริก
	$X$	คือ $k \times n$ เมตริก
	$B$	คือค่าพารามิเตอร์
	$u$	คือค่าความคลาดเคลื่อน

หลังจากนั้น เราสามารถแยกสมการออกเป็น 2 แบบ

$$Y_i = \sum_{j=1}^k \beta_j X_{ji} + u_{1i} = X'_i \beta_1 + u_{1i} \quad (3.9)$$

$$Y_i = \sum_{j=1}^k \beta_j X_{ji} + u_{2i} = X_i' \beta_2 + u_{2i} \quad (3.10)$$

โดยที่  $X_{1i}$  และ  $X_{2i}$  เป็นค่าที่ได้จากการสังเกตซึ่งขึ้นอยู่กับ  $X_h$  ความคลาดเคลื่อน  $u_{1i}$  และ  $u_{2i}$  สมมุติให้มีการกระจายแบบปกติ (Normal) และแบบอิสระ (Independently) ซึ่งค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์และความแปรปรวนคงที่ ความแปรปรวนในสมการที่ (9) นั่นคือ  $\sigma_1^2$  และ ความแปรปรวนในสมการที่ (10) คือ  $\sigma_2^2$  ถ้า  $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$  และ  $\beta_1 \neq \beta_2$  จะทำให้สมการที่คำนวณออกมาได้นั้นมีการสลับเปลี่ยนอยู่ระหว่างสมการทั้งสอง

ปัญหาของการประมาณ  $\beta_1, \beta_2, \sigma_1, \sigma_2$  ซึ่งปราศจากลำดับหรือความสำคัญของตัวแปรอิสระ  $x$  และ  $y$  สมการสามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบดังที่กล่าวไว้ข้างต้นหากแต่เราทราบความสำคัญซึ่งกรค่าที่ได้นั้นตรงกับสมการไหนจากการทดสอบโดย Chow สามารถทำได้โดย

$$\sigma_1^2 = \sigma_2^2 \quad \text{และ} \quad \beta_1 \neq \beta_2$$

หากใช้ทฤษฎีของ Goldfeld and Quandt สำหรับสมการสลับสับเปลี่ยน (Switching Regression Model) เราสามารถหาวิธีแก้ไขปัญหานี้ได้ดังนี้ สมมุติให้ค่าตัวแปรภายนอกบางตัว  $Z_{1i}, Z_{2i}, \dots, Z_{pi}$  เมื่อ ค่า  $z$  วัดได้จากสองสมการดังนี้

$$Y_i = X_i' \beta_1 + u_{1i}, \text{ if } \sum_{j=1}^p \pi_j z_{ji} \leq 0 \quad (3.11)$$

$$Y_i = X_i' \beta_2 + u_{2i}, \text{ if } \sum_{j=1}^p \pi_j z_{ji} > 0 \quad (3.12)$$

#### 4. ทฤษฎีการประเมินค่าแบบจำลองถดถอยที่มีตัวแปรเป็นตัวแปรเชิงหุ่น (Estimation of Regression Model Dummy Dependent Variable)

ในการทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรโดยใช้สมการถดถอยนั้นในบางลักษณะจะพบว่าตัวแปรตาม (Dependent Variable) จะมีลักษณะเป็นตัวแปรเชิงคุณภาพ (Qualitative) ซึ่งประกอบด้วย 2 ทางเลือกหรือมากกว่านั้นเช่นการเลือกตั้งการยอมรับเทคโนโลยีของเกษตรกรการเลือกการเดินทางไปทำงาน เป็นต้นแบบจำลองที่มีตัวแปรตามเป็นลักษณะเช่นนี้สามารถใช้วิธีการประมาณค่าได้ 3 วิธีคือแบบจำลองความน่าจะเป็นเชิงเส้น (Linear Probability Model) แบบจำลองโพรบิต (Probit Model) แบบจำลองโลจิต (Logit Model) แต่เนื่องจากงานวิจัยเรื่องนี้เลือกใช้แบบจำลองโพรบิต (Probit Model) ในการวิเคราะห์ดังนั้นก็จึงเลือกเฉพาะเนื้อหาในส่วนที่เกี่ยวข้องมานำเสนอ



#### 4.1 แนวคิดการวิเคราะห์แบบจำลอง การวิเคราะห์การถดถอยโพรบิต

##### (ProbitRegression)และโลจิส (Logit)

แบบจำลองโพรบิต (Probit) และ โลจิส (Logit) เป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับแทนแบบจำลองความน่าจะเป็นเชิงเส้นคือแบบจำลองโพรบิตซึ่งไม่มีจุดอ่อนอย่างแบบจำลองความน่าจะเป็นเชิงเส้นเป็นการนำตัวแปรอิสระหลายตัวมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์พร้อมๆกันกับตัวแปรตัวแปรตามที่อยู่ในระดับนามบัญญัติเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ถดถอย โลจิสติกแต่แตกต่างกันที่รูปแบบของโมเดลจะอยู่ในรูปแบบโลจิทมาตรฐานการวิเคราะห์ในรูปแบบนี้ใช้เมื่อฟังก์ชันการกระจายสะสม(Cumulative Distribution Function) ของตัวแปรสุ่มมีการกระจายแบบปกติNormal Distribution

$$Y_i = \alpha + \beta_i X_i + u_i \quad (3.13)$$

เมื่อ  $Y_i = 1$  ถ้ามีประสิทธิภาพในกลุ่มที่  $i$  ขึ้น ( $i=1, 2$ )

$= 0$  ถ้าไม่มีประสิทธิภาพ

$X_i =$  ตัวแปรอิสระต่างๆ

$\mu_i =$  ตัวคลาดเคลื่อน (ค่าเฉลี่ย = 0, ความแปรปรวน = 1)

เพื่ออธิบายสมการข้างต้นเราจะให้มีค่าคาดหวัง(Expected) ของตัวแปรตาม ( $Y_i$ ) และสมมติว่า  $E(\mu_i) = 0$  ดังนั้นจะได้

$$E(Y_i | X_i) = \alpha + \beta_i X_i \quad (3.14)$$

โดยให้  $P_i$  เท่ากับความน่าจะเป็นที่  $Y_i = 1$  และ  $1 - P_i$  เท่ากับความน่าจะเป็นที่  $Y_i = 0$  ดังนั้นจะได้ตัวแปรที่  $Y_i$  มีการแจกแจงดังต่อไปนี้

ดังนั้นโดยการกำหนดให้เป็นค่าคาดหวัง(expectation) จะได้

$$E(Y_i) = 0(1 - P_i) + 1P_i = P_i$$

#### 2.3 รายงานทฤษฎีการวิจัยและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การที่จะวัดความมีประสิทธิภาพการผลิตและการตัดสินใจเลือกชนิดของพืช(กาแฟอาราบิก้าและถั่วแมคคาเดเมีย)นั้นควรคำนึงถึงเส้นผลผลิตก่อนเนื่องจากว่าพืชแต่ละชนิดต้องการการ

คุณลักษณะอากาศและพื้นที่การปลูกที่ต่างกันดังนั้นก่อนที่เกษตรกรจะตัดสินใจที่จะเลือกปลูกพืชชนิดใดนั้นจำเป็นต้องศึกษาข้อมูลให้ดีเสียก่อนจึงจะทำการตัดสินใจเพราะการปลูกพืชหลากหลายชนิดนั้นอาจเป็นการป้องกันความเสี่ยงจากการผันผวนของราคาสินค้าเกษตรได้แต่หากว่าเกษตรกรไม่ศึกษาอย่างถ่องแท้แล้วอาจมีการตัดสินใจที่ผิดพลาดทำให้เสียเงินทุนและเวลาในการเพาะปลูกอย่างเปล่าประโยชน์มีการศึกษาของกรีน(William H Greene, 2003: p.665) กล่าวว่ากรณีที่มิใช่สองตัวเลือก(Binary Choice) หรือการตัดสินใจอย่างใดอย่างหนึ่งนั้นเราสามารถประมาณการได้โดยสมการความน่าจะเป็นถดถอยดังนี้

$$E(y|x) = 0[1 - F(x'\beta)] + 1[F(x'\beta)] = F(x'\beta) \quad (3.15)$$

หลังจากนั้นค่าประมาณที่ได้จะมีค่าอยู่ในช่วง 0-1 โดยมีโครงสร้างสมการดังนี้  $y^* = x'\beta + \varepsilon$  ซึ่งผลที่ได้จะมีอยู่สองประเภทนั้นคือ

$$y = 1 \text{ if } y^* > 0 \quad (3.16)$$

$$y = 0 \text{ if } y^* \leq 0 \quad (3.17)$$

หรือเรียกได้ว่าแบบจำลองโพรบิตซึ่งยังมีอีกโมเดลหนึ่งที่มีความคล้ายคลึงกันนั้นคือสมการสลับสับเปลี่ยนของแฮกแมน(Heckman Switching Regression Model) Greene (2006)กล่าวอ้างถึงในอารีย์ (2008) ว่าวิธีดังกล่าวไม่เหมาะสมหลายประการในโมเดลโพรบิตและโอบิตที่ไม่เป็นสมการเชิงเส้นดังนั้นโมเดลการหาเส้นผลผลิตเชิงพื้นที่สัมพันธ์กับการตัดสินใจเลือกนั้นมีดังนี้

$$d_i^* = \alpha'z_i + w_i, d_i = 1(d_i^* > 0) \quad (3.18)$$

$$y_i = \beta'x_i + \sigma_i v_i - u_i \quad (3.19)$$

$$u_i = |\sigma_i U_i| \text{ with } U_i \sim N[0,1]$$

$$(v_i, w_i) \sim \text{เป็นการกระจายแบบปกติสองตัวแปร โดย } [(0,0), (1, \rho, 1)]$$

$$(y_i, x_i) \text{ เป็นค่าสังเกตเฉพาะเมื่อ } d_i = 1$$

ให้สมการที่ (18) คือสมการโพรบิตและสมการที่ (19)คือฟังก์ชันเส้นผลผลิตเชิงพื้นที่สัมพันธ์ซึ่งการเสนอในรูปแบบนี้มีข้อจำกัดบางอย่างเช่นต้องมีการกระจายแบบกึ่งปกติ (Half-Normal) โดยไม่มีการตัดทอนของข้อมูลหรือไม่มีค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนและโมเดลนี้ไม่สามารถใช้กับข้อมูลแบบพาแนลได้ (Panel Data)

สมการที่ถูกพัฒนาโดย (Greene, 2006) โดยเขียน  $w$  ในรูปฟังก์ชัน  $v$  ได้เป็น

$$w|v = \rho v + h \text{ where } h \sim N[0, (1 - \rho^2)] \quad (3.20)$$

$$\text{ดังนั้น} \quad d^*|v = \alpha'z + \rho v + h, d = 1(d^* > 0|v) \quad (3.21)$$

$$\text{และความน่าจะเป็นคือ} \text{prob}[d = 1 \text{ or } 0|z, v] = \Phi \left[ (2d - 1) \left( \frac{\alpha'z + \rho v}{\sqrt{1 - \rho^2}} \right) \right] \quad (3.22)$$

ซึ่งงานวิจัยที่ได้มีการนำโมเดลเหล่านี้มาปรับใช้ได้แก่ Jon Pycroft (2008) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการตัดสินใจเลือกใช้เมล็ดข้าวโพด โมเดลที่คล้ายคลึงกันนั้นคือการตัดสินใจเลือกพันธุ์ใหม่ และปัจจัยการผลิตข้าวโพดที่ส่งผลในการเพิ่มผลผลิตในพื้นที่เวสต์โกแจม(West Gojam) ประเทศเอธิโอเปียซึ่งข้อมูลที่ใช้มีทั้งแบบปฐมภูมิและแบบหตุยภูมิประการแรกใช้ข้อมูลปฐมภูมิที่ได้จากการสำรวจฟาร์มขนาดใหญ่และครัวเรือนที่ทำไร่ข้าวโพดในพื้นที่เวสต์โกแจม(West Gojam) 6,375 ครัวเรือนประการที่สองข้อมูลที่ใช้คือข้อมูลหตุยภูมิที่ได้จากสำมะโนการเกษตรของเขตเวสต์โกแจม (West Gojam) การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลในการตัดสินใจใช้เมล็ดข้าวโพดพันธุ์ใหม่นั้นเริ่มจากการนำข้อมูลปฐมภูมิที่เก็บได้มาวิเคราะห์โดยใช้โทบิทเซ็นเซอร์ (Tobit Censored) และแบบจำลองโพรบิต (Probit Model)

ในส่วนที่สองนั้นจะใช้ข้อมูลเดียวกันเพื่อทดสอบประโยชน์ว่าประโยชน์ที่ได้รับในแง่ของกำไรที่ได้รับจากการผลิตโดยใช้การวิเคราะห์ 2 แบบเปลี่ยนเทียบกันนั้นคือการวิเคราะห์แบบสลับเปลี่ยนปัจจัยแบบถดถอย(Switching Regression Model) และการวิเคราะห์ตามระดับความพึงพอใจ(P propensity Score Matching Model) ซึ่งผลการศึกษาพบว่าการวิเคราะห์ทั้งสองแบบให้ผลที่ค่อนข้างคล้ายคลึงกันนั้นคือครัวเรือนที่มีการทดลองใช้เมล็ดข้าวโพดพันธุ์ใหม่นั้นมีแนวโน้มที่จะได้รับผลกำไรเพิ่มขึ้นมากกว่าการใช้เมล็ดพันธุ์ชนิดเดิมแต่จากการสอบถามเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดยังไม่มีความเชื่อมั่นที่จะเปลี่ยนมาใช้ข้าวโพดพันธุ์ใหม่แต่อย่างใดส่วนผลการศึกษาโทบิทเซ็นเซอร์ (Tobit Censored) และโพรบิตโมเดล(Probit Model) พบว่าผลกระทบในรูปแบบโพรบิตมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องสะท้อนให้เห็นความจริงที่ว่าโพรบิตโมเดลเป็นการประมาณความพึงพอใจมากกว่าช่วงจำกัด (ระหว่าง 0 และ 1) ตรงข้ามกับค่าสัมประสิทธิ์ในโทบิทเซ็นเซอร์จากการประมาณทำให้ตั้งข้อสังเกตได้ว่าหัวหน้าครัวเรือนที่เป็นชายมีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนมาใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดชนิดใหม่คิดเป็น 8.6 เปอร์เซ็นต์ซึ่งค่อนข้างคล้ายคลึงกับงานวิจัยของ Sanzidur, Songsak, Aree (2009) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาดำเนินการสำหรับปัจจัยการผลิตและการเลือกพันธุ์ข้าวด้วยวิธีสมการสลับสับเปลี่ยน (Switching Regression Model) แต่กลวิธีที่เด่นในงานวิจัยนี้คือ

ในสภาพความเป็นจริงเกษตรกรจำเป็นต้องมีการตัดสินใจก่อนที่จะเลือกพืชชนิดใด มาปลูกปัจจัยเหล่านั้นก็ขึ้นอยู่กับสภาพเศรษฐกิจและสังคมดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำสมการสลับ สับเปลี่ยนมาใช้ซึ่งผลการประมาณค่าที่ได้รับนั้นค่อนข้างละเอียดกว่าการประมาณค่าด้วยโพรบิต โมเดลมากกว่านั้นในปี 2551 Aree, Songsak, Sanzidur, Peter, Thanet ได้ทำวิจัยเรื่องการปลูกมันฝรั่ง ในฤดูและนอกฤดูมีความเหมือนหรือต่างกันอย่างไรเกษตรกรมีการตัดสินใจที่จะปลูกในฤดูกาล หรือนอกฤดูกาลมากกว่ากันอีกทั้งการปลูกมันฝรั่งทั้งในและนอกฤดูการนี้มีประสิทธิภาพการผลิต มากน้อยเพียงใดระเบียบวิจัยในงานวิจัยเรื่องนี้มีความเหมือนกับสองเรื่องแรกโดยที่จะมีการใช้ โพรบิตโมเดลในการแบ่งแยกว่าเกษตรกรตัดสินใจปลูกหัวมันฝรั่งในหรือนอกฤดูมากกว่ากันแล้ว จึงนำข้อมูลที่ได้มาสร้างสมการหาเส้นผลผลิตเชิงเส้นสุ่ม (Stochastic Production Frontier) หากแต่ ว่าไม่ใช่แค่การวัดความมีประสิทธิภาพเชิงเส้นสุ่มจากระเบียบวิจัยเดียวแต่เป็นการเปรียบเทียบความ มีประสิทธิภาพจากแนวคิดของสองนักเศรษฐศาสตร์ระดับแนวหน้านั้นคือการเปรียบเทียบระหว่าง ความมีประสิทธิภาพการผลิตและ โมเดลการตัดสินใจเลือกของกรีนและสมการสลับสับเปลี่ยนของ แสกแมน (Switching Regression Model)