บทที่ 2
การผลิต เกรดสินค้า และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนของบทนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกจะกล่าวถึงขั้นตอนการผลิตและเกรดสินค้าของพืชทั้ง 4 ชนิดที่นำมาศึกษา ซึ่งได้แก่ ข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ถั่วเขียว ถั่วเหลือง และส่วนที่สองจะกล่าวถึงทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษาตัวแบบการพยากรณ์ พื้นที่เพาะปลูก ผลผลิต และราคาสินค้าเกษตร ดังนี้

2.1 การผลิตและเกรดสินค้า

2.1.1 ข้าว (Rice)

ข้าวได้ชื่อว่าเป็นพืชผลเกษตรกรรมที่สำคัญมากที่สุดพืชผลหนึ่ง เพราะนอกจากจะเป็นพืชหลักของเกษตรกรส่วนใหญ่ของประเทศแล้ว อาจกล่าวได้ว่า คนไทยกินข้าวเป็นอาหารหลัก สำหรับบริเวณที่มีการปลูกข้าวมากมักอยู่ทางภาคกลางของประเทศ การซื้อ-ขายข้าวเปลือกของชาวนานั้น เกษตรกรส่วนใหญ่จะขายผลผลิตให้กับพ่อค้าคนกลางที่มารับซื้อข้าวเปลือกจากชาวนาโดยตรง แล้วจะนำข้าวเปลือกมาจำหน่ายหรือแปรรูปเป็นข้าวสาร เพื่อใช้ในการบริโภคต่อไป และจากการสำรวจพบว่าข้าวที่ชาวนาขายในแต่ละฤดูกาลนั้น ส่วนใหญ่จัดอยู่ในเกรดสินค้าดังนี้ ข้าวนาปี จัดอยู่ในเกรดข้าวเปลือก 5% ส่วนข้าวนาปรังนั้น อยู่ในเกรดข้าวเปลือกความชื้น 14-15% ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกศึกษาราคาข้าวเปลือกเจ้านาปี 5% สำหรับตัวแบบพยากรณ์ราคาข้าวนาปี และเลือกศึกษาราคาข้าวเปลือกเจ้านาปรังความชื้น 14-15% สำหรับตัวแบบพยากรณ์ราคาข้าวนาปรัง

ลำดับต่อไปจะนำเสนอความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับข้าวโดยทั่วไป ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ข้าวเป็นธัญพืชที่อยู่ในตระกูล *Cramineae* มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Oryza sativa, L.*[4] ข้าวเป็นพืชเมืองร้อน ปลูกได้ดีในแถบที่มีอากาศร้อน และฝนตกชุก นอกจากนี้ ข้าวยังมีคุณลักษณะพิเศษ คือ สามารถงอกได้ในสภาพที่มีน้ำท่วม และเจริญได้ดีในสภาพน้ำขัง แต่ข้าวจะงอกได้ยาก ในกรณีที่มีดินกลบอยู่และน้ำท่วม ข้าวอาจปลูกได้ทั้งในบริเวณที่ต่ำมีน้ำขัง และในที่ดอน ซึ่งแต่ละประเทศจะต้องการเขตเกษตรกรรมที่แตกต่างกัน โดยในแต่ละประเทศจะมีระบบชลประทานสำหรับควบคุมน้ำที่แตกต่างกัน เพื่อความเหมาะสมในการเจริญเติบโตของข้าว

---

[4] อุดม โกสัยสุก. **การปลูกพืชไร่** 2. (กรุงเทพฯ : ม.ป.ป.), หน้า 1 – 6.

หมายเหตุ เขตเกษตรกรรม[5] หรือ เขตเกษตรเศรษฐกิจ คือ เขตที่มีลักษณะของปัจจัยการเกษตรและทางเศรษฐกิจคล้ายกัน เช่น มีชนิดของดิน น้ำฝน ชนิดของพืชเศรษฐกิจ ฯลฯ คล้ายกัน ซึ่งในประเทศไทยจะแบ่งเขต โดยใช้เส้นแบ่งเขตของจังหวัดเป็นหลัก

2.1.1.1 ชนิดของข้าว

ข้าวที่ปลูกเพื่อการบริโภค อาจจำแนกตามคุณลักษณะของข้าวได้ดังนี้

1. จำแนกตามลักษณะของข้าว

1.1 แบ่งตามชนิดของแป้งในเมล็ด ที่ใช้บริโภค

- ข้าวเจ้า
- ข้าวเหนียว

1.2 แบ่งตามความสัมพันธ์กับระดับน้ำ

- ข้าวไร่ เป็นข้าวที่ไม่ต้องการน้ำหล่อเลี้ยงในการเจริญเติบโต และมักตาย ถ้ามีน้ำขังอยู่นาน แต่ต้องการความชุ่มชื้นของดินในท้องเดียวกับพืชไร่อื่นๆ จึงนิยมปลูกกันบนที่ดอน หรือบนภูเขา มีปลูกมากในภาคเหนือ และภาคใต้

- ข้าวนาสวน เป็นข้าวที่ปลูกในที่ลุ่ม และมีระดับน้ำไม่เกิน 80 เซนติเมตร ส่วนมากปลูกแบบปักดำ ในประเทศไทยนิยมทำนาประเภทนี้มากที่สุด

- ข้าวนาเมือง หรือข้าวขึ้นน้ำ เป็นข้าวที่ปลูกกันในที่ลุ่ม และมีระดับน้ำเกิน 80 เซนติเมตรขึ้นไป ส่วนมากปลูกแบบหว่าน จะพบมากในภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

- ข้าวนาน้ำตม คือ การทำนาหว่านแผ่นใหม่ให้ได้ปีละ 3 ครั้ง มีการกำหนดขั้นตอนการเพาะปลูกไว้เป็นระยะเวลาที่แน่นอน สภาพพื้นที่จะต้องมีคันนา พื้นนาต้องปรับให้เสมอ และสามารถควบคุมน้ำได้ พบในจังหวัดสุพรรณบุรี อ่างทอง อยุธยา นครปฐม เป็นต้น แต่ยังมีปริมาณผลผลิตไม่มากนัก

---

[5] มณฑล เจียมเจริญ. **แบบจำลองทางเศรษฐมิติในการพยากรณ์ผลผลิตถั่วเหลืองในประเทศไทย.** (กรุงเทพฯ : 2538), หน้า 20.

1.3 แบ่งตามอายุข้าว

- ข้าวพันธุ์เบา คือ ข้าวที่ออกดอกให้เก็บเกี่ยวได้ เมื่อมีอายุประมาณ 90 – 120 วัน
- ข้าวพันธุ์กลาง คือ ข้าวที่ออกดอกให้เก็บเกี่ยวได้ เมื่อมีอายุประมาณ 130 – 160 วัน
- ข้าวพันธุ์หนัก คือ ข้าวที่ออกดอกให้เก็บเกี่ยวได้ เมื่อมีอายุประมาณ 180 – 210 วัน

1.4 แบ่งตามความไวต่อช่วงแสง คือ ระยะความยาวของกลางวันมีอิทธิพลต่อการออกดอกของต้นข้าว โดยถือเอาความไวต่อช่วงแสง หรือระยะความยาวของกลางวันเป็นหลัก

- ข้าวที่ไม่ไวต่อแสง การออกดอกของข้าวพวกนี้ไม่ขึ้นอยู่กับความยาวของกลางวัน เช่น พันธุ์ข้าว กข.1 จึงใช้ปลูกได้ผลดีทั้งในฤดูนาปรังและนาปี แต่มักจะให้ผลผลิตสูงเมื่อปลูกในฤดูนาปรัง
- ข้าวที่ไวต่อแสง ข้าวพวกนี้จะออกดอกในเดือนที่มีความยาวของกลางวันสั้น พันธุ์นี้จะออกดอกเฉพาะในเดือนที่มีความยาวของกลางวันประมาณ 11 ชั่วโมง 10 – 20 นาที จะนิยมปลูกในฤดูนาปี เพราะในนาปรังกลางวันมีความยาวมากกว่า 12 ชั่วโมง ได้แก่ ข้าวที่มีความไวต่อแสงน้อย จะออกดอกในเดือนกันยายน ตุลาคม เรียกว่า "ข้าวเบา" ข้าวที่ออกในเดือนพฤศจิกายน เรียกว่า "ข้าวกลาง" และข้าวที่ออกดอกในเดือนธันวาคม มกราคม เรียกว่า "ข้าวหนัก"

2. จำแนกตามวิธีการทำนา

การทำนา สามารถแบ่งออกได้ 5 วิธีการ [6] โดยขึ้นอยู่กับสภาพดิน และน้ำอันเป็นปัจจัยสำคัญ ดังนี้

2.1 การทำนาดำ เป็นวิธีการทำนาในที่ลุ่ม มีระดับน้ำลึกไม่เกิน 80 เซนติเมตร เป็นวิธีการปลูกข้าวที่แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนแรกได้แก่การตกกล้าในแปลงขนาดเล็ก และตอนที่สองได้แก่การถอนต้นกล้าเอาไปปักดำในนาผืนใหญ่ที่มีการไถดะ แปร และทำคราดเรียบร้อยแล้ว ดังนั้นการปลูกแบบปักดำ อาจเรียกว่า อินไดเรค สีดดิ้ง (Indirect seeding)

---

[6] กระทรวงพาณิชย์, กองควบคุมข้าว. **การผลิต และการตลาดข้าวของไทย.** (กองควบคุมข้าว กรมการค้าภายใน, กันยายน 2523), หน้า 1 – 5.

2.2 การทำนาหว่านข้าวหงอก เป็นการทำนาในที่ลุ่มที่ระดับน้ำลึก 80 – 300 เซนติเมตร วิธีการทำนาแบบนี้จะคล้ายๆ กับวิธีการทำนาดำ เพียงแต่ไม่มีการตกกล้า แต่นำเมล็ดข้าวที่นำไปแช่น้ำและหุ้มไว้จนมีรากยาวประมาณ 0.5 เซนติเมตร ไปหว่านบนเทือกที่เตรียมไว้สำหรับหว่าน ในการเตรียมดินนั้นจะต้องเตรียมให้ประณีตกว่านาดำเล็กน้อย ซึ่งวิธีทำนาแบบนี้จะให้ผลผลิตสูงกว่านาดำ

2.3 การทำนาหว่านข้าวสำรวย เป็นการทำนาในที่ดอนที่อาศัยน้ำฝนช่วยในการเพาะปลูก เป็นวิธีการทำนาที่ง่าย คือ ไถดะ หรือ แปรดิน แล้วนำเมล็ดไปหว่านเลยที่เดียว อาจมีการไถกลบเมล็ดข้าวหรือไม่ก็ได้ แล้วแต่แรงงานที่มีอยู่ จากนั้นก็ปล่อยให้ข้าวรอฝนสำหรับงอกเอง

2.4 การปลูกข้าวไร่ เป็นการปลูกข้าวแบบที่ปลูกป่าใหม่ๆ ซึ่งดินยังคงมีความสมบูรณ์ โดยการหยอดเมล็ดข้าวเป็นหลุมๆ ซึ่งมักจะปลูกในที่ดอนหรือตามเนินเขา ที่ไม่มีน้ำขัง

2.5 การทำนาหยอด มีวิธีการคล้ายการปลูกข้าวไร่ ต่างกันที่ว่าเปลี่ยนจากสภาพป่าที่เปิดใหม่ๆ มาเป็นการทำนาในแปลงนา แต่การหยอดจะใช้วิธีเดียวกับการปลูกข้าวไร่ นอกจากนี้การหยอดต้นข้าวจะหยั่งรากลงดินกว่านาหว่าน และจะทนต่อสภาพแห้งแล้งได้ดีกว่า

3. จำแนกตามระยะเวลาการเจริญเติบโตของต้นข้าว

ข้าวที่ปลูกทั่วไป สามารถแบ่งระยะการเจริญเติบโต ตั้งแต่การตกกล้าถึงการเก็บเกี่ยวได้เป็น 4 ระยะดังนี้

3.1 ระยะกล้า คือ ช่วงที่เพาะเมล็ดข้าวให้งอกแล้วนำมาตกกล้า เพื่อเลี้ยงกล้าให้เจริญเติบโตพอที่จะใช้ปักดำได้ ระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 20 – 30 วัน

3.2 ระยะแตกกอ คือ ช่วงระยะเวลาที่นำข้าวกล้ามาปักดำ แล้วส่งเสริมให้มีการแตกกอเต็มที่ จนถึงข้าวเริ่มตั้งท้อง หรือต้นกลม ใช้เวลาประมาณ 45 – 60 วัน

3.3 ระยะตั้งท้อง คือ ช่วงระยะเวลาที่ข้าวเริ่มตั้งท้อง โดยมีลักษณะภายนอกแสดงอาการ "ต้นกลม" และภายในที่ส่วนปลายยอดสุดของต้นข้าวเกิด "ช่อดอก" จนถึงช่อดอก ข้าวจะเจริญเติบโตเป็นช่อใหญ่ได้ ใช้เวลาประมาณ 30 วัน

3.4 ระยะสร้างเมล็ด คือ ช่วงระยะเวลาตั้งแต่รวงข้าวโผล่พ้นจากกาบใบจนเกิดการผสมพันธุ์กันขึ้นภายในดอกข้าว จนกลายเป็นเมล็ดเต็มเมล็ด ช่วงนี้จะใช้ระยะเวลาประมาณ 25 –30 วัน

2.1.1.2 ฤดูกาลปลูกข้าว

โดยทั่วไปฤดูกาลเพาะปลูกข้าว แบ่งออกได้ 2 ฤดู คือ ข้าวนาปีและข้าวนาปรัง

1. ข้าวนาปี เริ่มปลูกต้นฤดูฝนประมาณเดือนพฤษภาคม และเก็บเกี่ยวในระหว่าง เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม เนื่องจากประเทศไทยมีความแตกต่างกันในเรื่องของดินฟ้าอากาศของแต่ละภาค ดังนั้น ข้าวนาปีจะเริ่มปลูกในภาคเหนือก่อนแล้วค่อยไล่ลงมาในภาคตะวันออกเฉียงหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ ตามลำดับ

2. ข้าวนาปรัง จะเริ่มปลูกหลังจากเสร็จสิ้นการเก็บเกี่ยวข้าวนาปีแล้ว ประมาณเดือนมกราคม และจะปลูกในแหล่งที่มีการชลประทานพอเพียงเท่านั้น ซึ่งส่วนใหญ่จะทำกันในภาคกลาง และจะเก็บเกี่ยวก่อนที่ฤดูการเพาะปลูกข้าวนาปีในปีถัดไปจะเริ่มขึ้น ปัจจุบันข้าวนาปรังจะมีผลผลิตเพียงร้อยละ 10 ของข้าวนาปีเท่านั้น แต่มีความสำคัญมากในด้านของการเป็นแหล่งที่มาของข้าวเพื่อส่งออกไปขายยังต่างประเทศ

2.1.1.3 การตลาดของข้าว

1. โครงสร้างการตลาดของข้าว

ระบบการตลาดข้าวในประเทศจะประกอบด้วย 2 ระดับใหญ่ๆ ได้แก่ ตลาดรวมข้าวระดับท้องถิ่น และตลาดในระดับภูมิภาค/ปลายทาง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 ตลาดระดับท้องถิ่น เป็นตลาดตั้งแต่ระดับหมู่บ้าน ตำบล จนกระทั่งถึงในเมือง คือ เขตอำเภอต่างๆ อยู่กระจายตามเส้นทางคมนาคม เช่น ตลาดข้าว (ท่าข้าว) ผู้ผลิตกับพ่อค้ารวบรวมท้องถิ่นด้วยกัน คือ พ่อค้าขนาดเล็กจำหน่ายข้าวเปลือกให้แก่พ่อค้าขนาดใหญ่ แล้วจำหน่ายให้แก่โรงสีในที่สุด สำหรับการรวบรวมกักเก็บ หรือกักตุนข้าวจะมีเพื่อแสวงหาผลประโยชน์จากการขึ้นลงของราคาข้าวสาร รวมทั้งมีการแปรรูปเป็นข้าวสารก่อนที่จะนำมาจำหน่ายต่อยังตลาดปลายทาง

1.2 ตลาดภูมิภาค/ปลายทาง เป็นตลาดที่รวบรวมข้าวในจังหวัดต่างๆ เพื่อส่งออกไปยังตลาดปลายทางที่กรุงเทพฯ หรือส่งจากตลาดปลายทางไปยังจังหวัดอื่นๆ

2. วิถีการตลาดข้าว

ในการสำรวจตลาดข้าวพบว่า ในปี 2535/36 การซื้อขายผลผลิตจากการเกษตรผ่านมือพ่อค้าระดับต่างๆ โดยมีวิถีการตลาดดังนี้

2.1 วิถีการตลาดข้าวเปลือก

ปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกเพื่อการจำหน่าย คิดเป็นร้อยละ 100 เกษตรกรผู้ปลูกข้าวจะจำหน่ายผลผลิตให้แก่พ่อค้าท้องถิ่นมากที่สุด เท่ากับร้อยละ 55.91 รองลง

ไปได้แก่ โรงสี พ่อค้าตัวแทนหรือนายหน้า สถาบันของรัฐ และสถาบันเกษตรกร ร้อยละ 18.97, 18.83, 3.95 และ 2.34 ตามลำดับ (ดูรูป 2.1)

พ่อค้าตัวแทนหรือนายหน้า รวบรวมข้าวเปลือกจากเกษตรกรโดยตรงหรือบางส่วนจากพ่อค้ารวบรวมท้องถิ่นรายย่อยคิดเป็นร้อยละ 19.13 แล้วนำส่งให้แก่โรงสี ร้อยละ 12.29 และ พ่อค้ารวบรวมท้องถิ่นร้อยละ 6.54

สถาบันเกษตรกร รวบรวมข้าวเปลือกจากเกษตรกรโดยตรงคิดเป็นร้อยละ 2.34 แล้วนำส่งโรงสีและสถาบันของรัฐร้อยละ 1.89 และ 0.45 ตามลำดับ

สถาบันของรัฐ รวบรวมผลผลิตจากเกษตรกรและสถาบันเกษตรกรคิดเป็นร้อยละ 4.40 แล้วนำส่งโรงสีร้อยละ 4.40 ตามลำดับ

2.2 วิถีตลาดข้าวสาร

หลังจากโรงสีแปรสภาพข้าวเปลือกเป็นข้าวสาร ซึ่งทั้งหมดมีประมาณร้อยละ 100 แล้วโรงสีจะจำหน่ายข้าวสารผ่านนายหน้ามากที่สุดเท่ากับร้อยละ 65.59 รองลงไปจะนำส่ง หรือจำหน่ายให้แก่สถาบันของรัฐ พ่อค้าส่งออก พ่อค้าขายส่ง พ่อค้าขายปลีก และผู้บริโภค ร้อยละ 13.60, 9.60, 9.38, 1.43 และ 0.40 ตามลำดับ (ดูรูป 2.1)

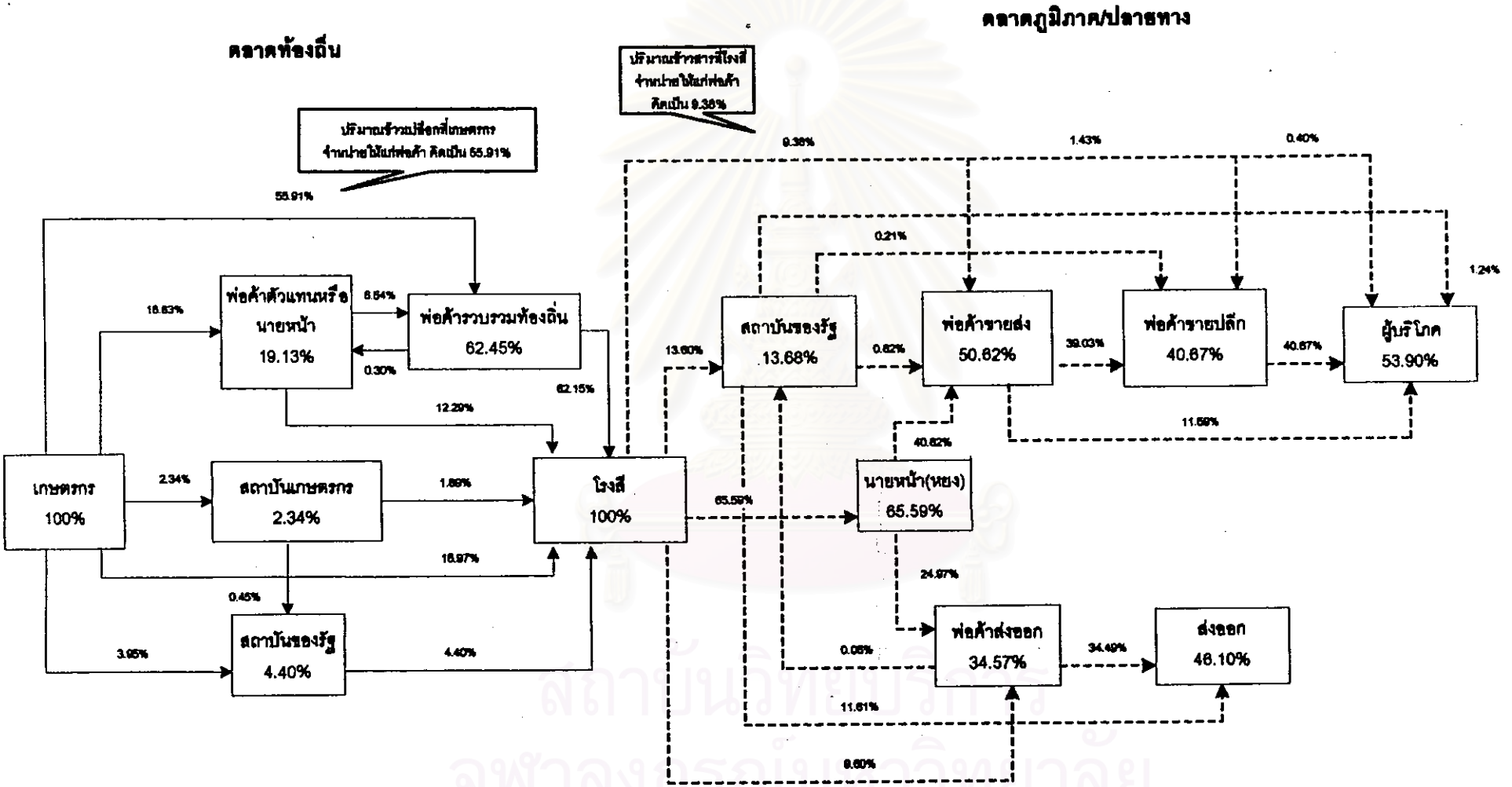
นายหน้า รวบรวมข้าวสารจากโรงสีโดยตรงคิดเป็นร้อยละ 65.59 แล้วทำหน้าที่เป็นตัวแทนให้แก่ พ่อค้าส่งออก และพ่อค้าขายส่ง โดยปริมาณข้าวสารที่ผ่านนายหน้านั้นเป็นข้าวสารที่ติดต่อจำหน่ายไปยังพ่อค้าขายส่งร้อยละ 40.62 จำหน่ายไปยังพ่อค้าส่งออกร้อยละ 24.97

สถาบันของรัฐ รวบรวมข้าวสารจากโรงสี และพ่อค้าส่งออกคิดเป็นร้อยละ 13.68 แล้วทำการส่งข้าวไปขายยังต่างประเทศมากที่สุด เท่ากับร้อยละ 11.61 รองลงไปจำหน่ายให้แก่ผู้บริโภค พ่อค้าขายส่ง และพ่อค้าขายปลีก ร้อยละ 1.24, 0.62 และ 0.21 ตามลำดับ

พ่อค้าส่งออก หลังจากรวบรวมข้าวสารจากนายหน้าและโรงสีคิดเป็นร้อยละ 34.57 แล้วทำการส่งออกแก่ต่างประเทศทั้งหมดร้อยละ 34.49 ส่วนที่เหลือจะทำการจำหน่ายให้แก่สถาบันของรัฐร้อยละ 0.08

พ่อค้าขายส่ง เมื่อรวบรวมข้าวสารจากโรงสี (ทั้งโดยตรงและผ่านนายหน้า) และสถาบันของรัฐคิดเป็นร้อยละ 50.62 แล้วจำหน่ายให้แก่ พ่อค้าขายปลีก และผู้บริโภค ร้อยละ 39.03 และ 11.59 ตามลำดับ

พ่อค้าขายปลีก จะซื้อข้าวผ่านพ่อค้าขายส่ง นายหน้า โรงสี และสถาบันของรัฐ แล้วจำหน่ายปริมาณทั้งหมดแก่ผู้บริโภค คือ เท่ากับร้อยละ 42.31



รูป 2.1 แสดงวิถีการตลาดข้าว ปี 2535/36

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1.2 ข้าวโพด (Maize)

ข้าวโพดเป็นพืชพวกหญ้า นิยมปลูกแพร่หลายในประเทศไทยและต่างประเทศ คนไทยนิยมรับประทานข้าวโพดในรูปของฝักสด (ข้าวโพดอ่อน) ต้ม หรือ ปิ้ง โดยเฉพาะข้าวโพดหวานและข้าวโพดเหนียว นอกจากนี้ฝักอ่อนข้าวโพดสามารถนำมาใช้ปรุงอาหารได้คล้ายๆ กับหน่อไม้ และใช้เป็นอาหารสัตว์ โดยข้าวโพดที่ใช้เป็นอาหารสัตว์นั้น ประเทศไทยยังไม่สามารถผลิตได้เพียงพอกับความต้องการทั้งภายในและภายนอกประเทศ ศูนย์สารสนเทศการเกษตรได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จึงได้มีการสำรวจและพยากรณ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพื่อใช้ประกอบการกำหนดนโยบายและแผนงานต่างๆ ต่อไป ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีการซื้อขายเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์นั้น พบว่าผลผลิตส่วนใหญ่ที่ตลาดมีความต้องการสูง คือ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เมื่อใช้เครื่องวัดความชื้นแล้วมีความชื้นไม่เกิน 14% ฉะนั้นในการวิจัยครั้งนี้ จะศึกษาราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ความชื้นไม่เกิน 14% สำหรับตัวแบบพยากรณ์ราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ลำดับต่อไปจะนำเสนอความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับข้าวโพดโดยทั่วไป โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ข้าวโพดเป็นพืชที่อยู่ในตระกูล *Gramineae* มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mays L.*[7] ข้าวโพดสามารถขึ้นได้ในดินแทบทุกชนิด แต่จะขึ้นได้ดีในดินร่วน ที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินสูง มีความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) เหมาะสมประมาณ 5.5 - 6.8 และมีความชื้นสูงพอเหมาะ

2.1.2.1 ชนิดของข้าวโพด

ข้าวโพดอาจจำแนกได้ดังนี้[8]

1. การจำแนกทางพฤกษศาสตร์ : การจำแนกแบบนี้จะถือเอาลักษณะของแป้งและเปลือกหุ้มเมล็ดเป็นหลัก อาจจำแนกออกเป็น 7 ชนิด

1.1 ข้าวโพดไร่ชนิดหัวบุบ (Dent corn)

เป็นข้าวโพดที่ เมล็ดตอนบนมีรอยบุบสีขาว เนื่องจากตอนบนของเมล็ดเป็นแป้งชนิดอ่อน (Soft starch) และตอนข้างๆ ของเมล็ดเป็นแป้งชนิดแข็ง (Corneous starch)

---

[7] อุดม โกสัยสุก, **การปลูกพืชไร่ 1**, (กรุงเทพฯ : ม.ป.ป.), หน้า 6 – 10.

[8] ลุทัศน์ ศรีวัฒนพงษ์, "ข้าวโพด," **สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน** 3 (2520) : หน้า 60 – 61.

1.2 ข้าวโพดไร่ชนิดหัวแข็ง (Flint corn)

เป็นชนิดที่มีลักษณะของเมล็ดค่อนข้างแข็งแกร่ง กลม เรียบ หัวไม่บุบ เพราะมีแป้งชนิดอ่อนอยู่ตรงกลาง แต่ด้านนอกถูกหุ้มด้วยแป้งชนิดแข็ง

1.3 ข้าวโพดชนิดหวาน (Sweet corn)

เมล็ดเมื่ออ่อนอยู่มีลักษณะใสโปร่งแสง และมีรสหวาน แต่เมล็ดแก่จะหดตัวและเหี่ยวย่น

1.4 ข้าวโพดคั่ว (Pop corn)

เมล็ดมีขนาดค่อนข้างเล็ก มีแป้งประเภทแข็งอยู่ภายใน ส่วนภายนอกจะถูกห่อหุ้มด้วยสารที่ค่อนข้างเหนียวและยืดตัวได้

1.5 ข้าวโพดข้าวเหนียว (Waxy corn)

มีลักษณะเมล็ดเหนียวคล้ายขี้ผึ้ง ซึ่งเป็นแป้งที่มีลักษณะคล้ายแป้งมันสำปะหลัง

1.6 ข้าวโพดแป้ง (Flour corn)

เมล็ดประกอบด้วยแป้งชนิดอ่อนมาก มีรูปร่างและลักษณะคล้ายข้าวโพดไร่ชนิดหัวแข็งมาก แต่หัวไม่บุบ หรือบุบเล็กน้อยโดยสม่ำเสมอทั่วเมล็ด

1.7 ข้าวโพดป่า (Pod corn)

เป็นข้าวโพดที่มีลักษณะแปลก ใกล้เคียงไปในทางพืชป่า เมล็ดมีเปลือกหุ้มทุกเมล็ด และยังมีเปลือกฝักอีกชั้นหนึ่ง ส่วนเมล็ดมีลักษณะต่างๆ กัน คือมีทั้งพวกหัวบุบ หัวแข็ง ข้าวโพดแป้ง ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดคั่ว เป็นต้น พันธุ์ที่มีอยู่จะไม่ใช่พันธุ์แท้ เมื่อปลูกช่วงต่อไปจะสามารถแยกแยะออกไปเป็นทั้งพวก ข้าวโพดป่า และข้าวโพดธรรมดา ปัจจุบันมีปลูกไว้เพื่อศึกษาและปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเท่านั้น

2. การจำแนกตามวัตถุประสงค์ของการปลูก

อาจจำแนกออกเป็น 4 ชนิด คือ

2.1 ข้าวโพดใช้เมล็ด (Grain corn)

ปลูกเพื่อเก็บเมล็ดแก่ ซึ่งใช้เป็นอาหารสัตว์และมนุษย์ หรืออาจทำอุตสาหกรรมอื่นๆ

2.2 ข้าวโพดหมัก (Silage corn)

ปลูกเพื่อตัดต้นสดมาหมัก ซึ่งใช้เป็นอาหารสัตว์

2.3 ข้าวโพดอาหารสัตว์ (Fodder corn)

ปลูกเพื่อตัดทั้งต้นสด เพื่อนำไปใช้เลี้ยงสัตว์

2.4 ข้าวโพดฝักอ่อน (Baby corn)

ในประเทศไทยนิยมปลูกเพื่อเก็บฝักอ่อนไปใช้ในการปรุงอาหาร

สำหรับข้าวโพดที่ปลูกในประเทศไทยอาจจำแนกออกได้เป็น 7 ชนิด คือ

1. ข้าวโพดไร่ชนิดหัวแข็ง (Flint corn)

เป็นพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูกมาก เพราะเป็นข้าวโพดที่มีน้ำหนักดี อายุสั้น เมื่อแห้งจัดไม่ค่อยดูดความชื้น พันธุ์ที่นิยมปลูก คือ พันธุ์สุวรรณ 1, ไทยดีเอ็มอาร์ 6, ไทยดีเอ็มอาร์ 2002

2. ข้าวโพดไร่ชนิดหัวบุบ (Dent corn)

เป็นพันธุ์ที่มีปริมาณแป้งมาก รับความชื้นได้ง่าย พวกแมลงชอบทำลายข้าวโพดชนิดนี้ จึงไม่เป็นที่นิยมปลูกในประเทศไทย

3. ข้าวโพดข้าวเหนียว (Waxy corn)

เป็นข้าวโพดที่คนไทยได้รู้จักและรับประทานกันมาช้านาน ปัจจุบันมีปลูกในทุกภาค เช่น พันธุ์เทียน พันธุ์ข้าวเหนียว หรือพันธุ์ตาไล้ในภาคกลาง พันธุ์เทียนเชียงตุงในภาคเหนือ และพันธุ์แขนอ่อนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นต้น

4. ข้าวโพดน้ำมัน (High oil corn)

เป็นข้าวโพดที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงกว่าข้าวโพดธรรมดา มีประโยชน์ในการใช้ประกอบอาหาร และกากที่เหลือใช้ได้ดีกับกิจการปศุสัตว์ ดังนั้นน้ำมันข้าวโพดจึงเป็นผลพลอยได้ที่สำคัญของข้าวโพด

5. ข้าวโพดชนิดหวาน (Sweet corn)

เป็นข้าวโพดที่ปลูกเพื่อรับประทานฝักสดโดยเฉพาะ โดยจะเลือกเก็บในระยะที่ฝักมีน้ำตาลมากที่สุด ไม่อ่อนหรือแก่เกินไป น้ำตาลในเมล็ดข้าวโพดหวานนั้น จะเปลี่ยนเป็นแป้งโดยง่าย เมื่อได้รับความร้อน ดังนั้น การปลูกข้าวโพดหวานในบ้านเราจะปลูกได้ดีในฤดูที่มีอากาศหนาว

6. ข้าวโพดฝักอ่อน (Young ear corn)

เป็นการปลูกข้าวโพดเพื่อเก็บฝักอ่อนขายสด หรือขายให้แก่โรงงานอุตสาหกรรมเพื่อนำไปบรรจุกระป๋อง จะเก็บฝักอ่อนทันทีที่ไหมโผล่ออกจากฝัก หรือมีอายุประมาณ 40 - 55 วัน ทั้งนี้แล้วแต่พันธุ์หนัก – เบาของข้าวโพด และไม่ควรปล่อยให้ไหมยาวเกิน 1 นิ้ว เพราะฝักอ่อนจะแก่เกินไป

7. ข้าวโพดคั่ว (Pop corn)

มีลักษณะเมล็ดแก่ ผิวภายนอกแข็งแกร่ง ส่วนภายในเป็นแป้งและอุ้มความชื้นได้มาก เมื่อถูกความร้อน ความชื้นภายในจะขยายตัวเบ่งระเบิดออก ทำให้เนื้อภายในพองออกกว่าเดิมหลายเท่า ข้าวโพดคั่วตามทัศนะของคนอเมริกันกล่าวไว้ว่า "ข้าวโพดคั่วที่ดีนั้น เมื่อคั่วจะต้องมีเมล็ดแตกไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 จึงจะรับประทานอร่อย" แต่ข้าวโพดคั่วพื้นบ้านของไทยนั้น ไม่ใช่พันธุ์ข้าวโพดคั่วอย่างแท้จริง ส่วนใหญ่จะเป็นพวกข้าวโพดไร่ชนิดหัวแข็ง ข้าวโพดคั่วมักนิยมปลูกในภาคกลางแถบจังหวัดสระบุรี ลพบุรี นครสวรรค์ พิจิตร เป็นต้น

2.1.2.2 พันธุ์ข้าวโพด

ข้าวโพดที่นิยมปลูกอาจจำแนกพันธุ์ได้เป็น 2 พวกใหญ่ๆ คือ

1. พันธุ์ลูกผสม (Hybrids)

พันธุ์ลูกผสมจะนิยมปลูกในประเทศที่มีวิทยาการเกษตรเจริญมากแล้ว ทั้งนี้เนื่องจากข้าวโพดพวกนี้มีการปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมไม่ดี หรือจะเปลี่ยนไปตามสภาพแวดล้อม นอกจากนั้น การใช้ข้าวโพดลูกผสมจะต้องซื้อเมล็ดใหม่มาปลูกทุกปี เพราะถ้าใช้เมล็ดเก่าที่เก็บจากไร่จะกลายพันธุ์

ข้าวโพดลูกผสมอาจเป็นพวก :

- ลูกผสมเดี่ยว (Single cross)
- ลูกผสมคู่ (Double cross)
- ลูกผสมสามทาง (Three cross)

พันธุ์ลูกผสมเดี่ยวโดยทั่วไปจะให้ผลผลิตสูงที่สุด แต่มีข้อเสียตรงที่ต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูงในการผลิตเมล็ด

2. พันธุ์ผสมปล่อย (Open – Pollinated variety)

พันธุ์ผสมปล่อยนี้ เป็นพันธุ์ที่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดีในทุกสถานการณ์ แม้ว่าดิน ฟ้า อากาศ จะแปรเปลี่ยนอย่างไร ก็ยังให้ผลผลิตพอใช้ได้ นอกจากนั้น ชาวไร่ยังสามารถเก็บเมล็ดไว้ทำพันธุ์ต่อไปได้อีกอย่างน้อย 2 - 3 ปี หรือถ้ารู้จักคัดเลือกพันธุ์เอง อาจไม่ต้องซื้อเมล็ดใหม่อีกก็เป็นได้

พันธุ์ข้าวโพดพวกนี้อาจแยกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. พันธุ์ผสมรวม (Composite)

เป็นการรวมพันธุ์หรือสายพันธุ์ต่างๆ เข้าด้วยกัน โดยนำเอาเมล็ดจำนวนเท่าๆ กัน ในแต่ละสายพันธุ์มารวมกัน แล้วนำไปปลูกในแปลงเพาะอิสระ ปล่อยให้ผสมเองตามธรรมชาติ จากนั้นเก็บเกี่ยวเมล็ดเพื่อไว้ปลูกเป็นพันธุ์ต่อไป

2. พันธุ์สังเคราะห์ (Synthetics)

เป็นพันธุ์ที่ได้จากการรวมสายพันธุ์ที่ได้รับการทดสอบการรวมตัว (Combining ability) มาแล้ว วิธีการรวมสายพันธุ์อาจทำเช่นเดียวกันกับพันธุ์ผสมรวม

2.1.2.3 ฤดูกาลปลูก

การปลูกข้าวโพดของไทยต้องอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก ดังนั้นอาจแบ่งระยะเวลา การปลูกและการเก็บเกี่ยวออกเป็นช่วงดังนี้

1. ข้าวโพดต้นฤดูฝน ปลูกระหว่างเดือนพฤษภาคม – มิถุนายน จะเก็บเกี่ยวในเดือนธันวาคม – กันยายน

2. ข้าวโพดปลายฤดูฝน ปลูกระหว่างเดือนกันยายน – ตุลาคม จะเก็บเกี่ยวในเดือนธันวาคม – มกราคม

2.1.2.4 การเก็บเกี่ยว

ปกติข้าวโพดแก่เต็มที่แป้งในเมล็ด จะเปลี่ยนเป็นแป้งแข้ง เมล็ดก็จะแข็งและประมาณ 1 ใน 4 ของเมล็ดทั้งหมดเริ่มปุ่ม หรือสังเกตที่กาบหุ้มฝักจะแห้งเป็นสีฟาง ใบก็จะแห้ง โดยปกติข้าวโพดจะแก่และเก็บเกี่ยวได้ที่ อายุประมาณ 90 - 120 วัน ขึ้นอยู่กับพันธุ์ ถ้าจะเก็บเกี่ยวเพื่อรับประทานฝัก ควรเก็บฝักขณะยังอ่อน อายุ 3 - 4 สัปดาห์ หลังจากออกไหม

2.1.2.5 การตลาดข้าวโพด

1. ลักษณะการซื้อและการจำหน่ายทั่วไป

การซื้อและการจำหน่ายข้าวโพด จะเริ่มตั้งแต่เดือนกรกฎาคม – มิถุนายน ของทุกปี เกษตรกรจะขายผลผลิตมากที่สุดในเดือนพฤศจิกายนและเดือนกันยายนคือ ขายถึงร้อยละ 23.61 และ 18.09 ตามลำดับ เนื่องจากผลผลิตจะออกมามากในช่วงเวลาดังกล่าวและขายน้อยที่สุดในเดือนมีนาคม เท่ากับ 0.40

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. วิถีการตลาดข้าวโพด

จากการศึกษาพบว่าในปี 2530/31 ปริมาณผลผลิตข้าวโพดเพื่อการจำหน่ายคิดเป็นร้อยละ 100 เกษตกรผู้ปลูกข้าวโพดจะขายผลิตผลให้แก่พ่อค้ารวบรวมท้องที่มากที่สุด คือ ร้อยละ 39.08 รองลงไปจะจำหน่ายให้แก่ พ่อค้าตัวแทนหรือนายหน้า พ่อค้ารวบรวมท้องถิ่น และสถาบันของรัฐร้อยละ 31.12, 20.41, และ 2.39 ตามลำดับ นอกจากนั้นเป็นการใช้ภายในประเทศได้แก่ เลี้ยงสัตว์ และทำพันธุ์ ร้อยละ 7.00 (ดูรูป 2.2)

พ่อค้ารวบรวมท้องที่ หรือพ่อค้าประจำท้องที่ รวบรวมข้าวโพดจากเกษตรกรโดยตรงคิดเป็นร้อยละ 39.08 แล้วจำหน่ายให้แก่พ่อค้ารวบรวมท้องถิ่น โรงงานแปรรูป พ่อค้ากรุงเทพฯ (หยง) พ่อค้าอำเภอท่าเรือ และสถาบันของรัฐ ร้อยละ 25.27, 7.25, 5.21, 1.34, และ 0.01 ตามลำดับ

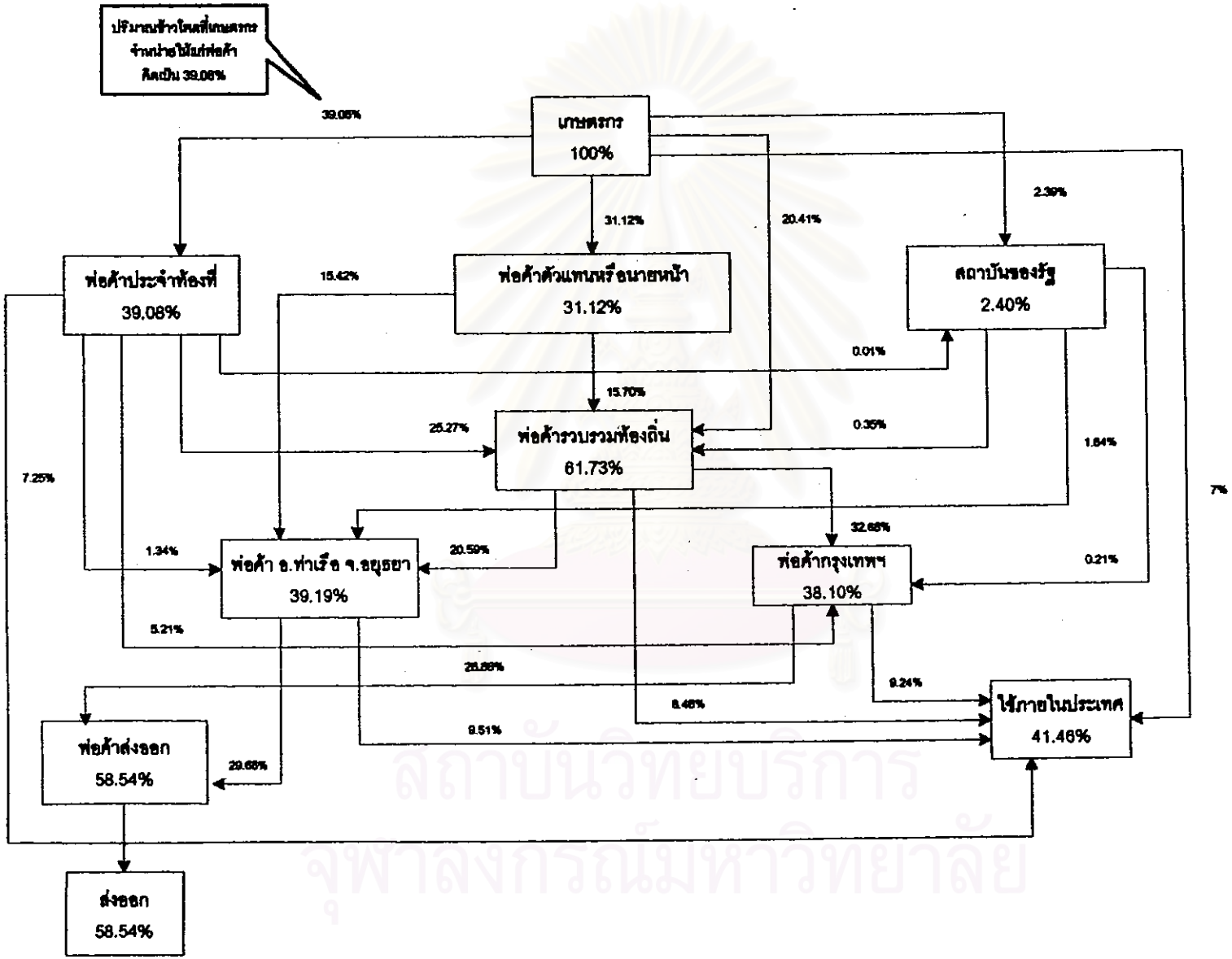
พ่อค้าตัวแทนหรือนายหน้า รวบรวมผลิตผลจากเกษตรกรคิดเป็นร้อยละ 31.12 แล้วส่งให้แก่พ่อค้าท้องถิ่น และพ่อค้าอำเภอท่าเรือ ร้อยละ 15.70 และ 15.42 ตามลำดับ

สถาบันของรัฐ รวบรวมข้าวโพดจากเกษตรกรและพ่อค้ารวบรวมท้องที่คิดเป็นร้อยละ 2.40 แล้วส่งขายให้แก่ พ่อค้าอำเภอท่าเรือ พ่อค้ากรุงเทพฯ และพ่อค้าท้องถิ่น ร้อยละ 1.84, 0.21 และ 0.35 ตามลำดับ

พ่อค้ารวบรวมท้องถิ่น รวบรวมข้าวโพดจากเกษตรกร พ่อค้าตัวแทนหรือนายหน้า พ่อค้ารวบรวมท้องที่ และสถาบันของรัฐ คิดเป็นร้อยละ 61.73 แล้วส่งไปขายให้แก่พ่อค้าอำเภอท่าเรือ พ่อค้ากรุงเทพฯ และโรงงานแปรรูปเพื่อใช้ภายในประเทศ ร้อยละ 20.59, 32.68 และ 8.46 ตามลำดับ

พ่อค้าอำเภอท่าเรือ จ.อยุธยา รับซื้อข้าวโพดจากพ่อค้ารวบรวมท้องที่ พ่อค้าตัวแทนหรือนายหน้า พ่อค้ารวบรวมท้องถิ่น และสถาบันของรัฐ คิดเป็นร้อยละ 39.19 แล้วจำหน่ายให้แก่โรงงานแปรรูปเพื่อใช้ภายในประเทศ ร้อยละ 9.51 นอกจากนั้นทำหน้าที่เป็นพ่อค้าส่งออกเพื่อส่งจำหน่ายแก่ต่างประเทศ ร้อยละ 29.68

ส่วนพ่อค้ากรุงเทพฯ หรือ หยง เมื่อรวบรวมข้าวโพดจากพ่อค้ารวบรวมท้องถิ่น พ่อค้ารวบรวมท้องที่ และสถาบันของรัฐ คิดเป็นร้อยละ 38.10 แล้วจะส่งเข้าโรงงานแปรรูปเพื่อใช้ภายในประเทศ ร้อยละ 9.24 ที่เหลือส่งให้แก่พ่อค้าส่งออก ร้อยละ 28.86



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1.3 ถั่วเขียว (Mungbean)

ถั่วเขียวผิวมันเป็นพืชในตระกูลถั่วเขียวอีกชนิดหนึ่งที่ทำรายได้ให้แก่ประเทศไทยเป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาดภายในประเทศและต่างประเทศ ตลาดที่ซื้อถั่วเขียวที่สำคัญๆ ของไทยคือ ญี่ปุ่น มาเลเซีย ไต้หวัน สิงคโปร์ และฮ่องกง ถั่วเขียวเจริญได้ดีในเขตร้อนและเขตอบอุ่น ทนทานต่อความแห้งแล้ง ได้ดีกว่าถั่วเหลือง และถั่วลิสง โดยเมล็ดของถั่วเขียวสามารถนำมาประกอบอาหารและแปรรูปได้หลายอย่าง เช่น ทำขนมหวาน วุ้นเส้น เป็นต้น ปัจจุบันการผลิตถั่วเขียวยังไม่พอกับความต้องการของตลาด ดังนั้นการขยายเนื้อที่ปลูกจึงไม่ค่อยมีปัญหา เนื้อที่ปลูกถั่วเขียวแหล่งใหญ่ของไทยอยู่ที่จังหวัดเพชรบูรณ์ ลพบุรี พิษณุโลก นครสวรรค์ กำแพงเพชร สุโขทัย และพิจิตร เป็นต้น ในการผลิตถั่วเขียวนั้นผลผลิตส่วนใหญ่ที่ออกสู่ตลาดและเป็นที่ต้องการของตลาดคือ ถั่วเขียวผิวมัน ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงเลือกศึกษาราคาถั่วเขียวผิวมันเมล็ดใหญ่ชนิดคละ สำหรับตัวแบบพยากรณ์ราคาถั่วเขียว

ลำดับต่อไปจะนำเสนอความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับถั่วเขียวโดยทั่วไป โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ถั่วเขียวเป็นพืชที่อยู่ในตระกูล *Leguminosae* มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Phaseolus aureus, Roxb* [๑] ถั่วเขียวสามารถขึ้นได้ดีในดินแทบทุกชนิด ที่มีความเป็นกรดด่างของดิน (pH) ประมาณ 6.5 - 7 ดินที่เหมาะสำหรับถั่วเขียวควรเป็นดินร่วนซุยไม่มีน้ำขัง มีความอุดมสมบูรณ์ของดินพอสมควร ถั่วเขียวเป็นพืชที่ต้องการน้ำน้อย ดังนั้น เกษตรกรส่วนใหญ่จึงปลูกถั่วเขียวในปลายฤดูฝนหรือในฤดูแล้งมากกว่าต้นฤดูฝน ซึ่งถ้าเกิดฝนตกหนักในขณะออกดอก จะทำให้ติดฝักน้อย

2.1.3.1 ชนิดของถั่วเขียว

ถั่วเขียวที่ปลูกในประเทศไทย อาจจำแนกได้เป็น 2 ชนิดดังนี้

1. ถั่วเขียวผิวมัน เป็นถั่วเขียวที่นิยมปลูกมากในประเทศไทย พันธุ์ที่นิยมปลูกได้แก่ พันธุ์อู่ทอง 1 พันธุ์กำแพงแสน 1 และ 2 พันธุ์ชัยนาท 60 และ 36 ซึ่งผลผลิตที่มีการซื้อขายกันส่วนใหญ่ คือ ถั่วเขียวผิวมันเมล็ดใหญ่ชนิดคละ (เป็นเมล็ดถั่วเขียวที่สีออกจากฝักถั่วแล้วมีความชื้นอยู่ประมาณ 15% โดยที่ยังไม่ได้คัดเกรดของสินค้า)

---

[๑] อุดม โกสัยสุก, การปลูกพืชไร่ 1, (กรุงเทพฯ : ม.ป.ป.), หน้า 21 - 25

2. ถั่วเขียวผิวดำ เป็นถั่วเขียวที่นิยมปลูกในช่วงหลังการเก็บเกี่ยวข้าวแล้ว พันธุ์ที่นิยมปลูกได้แก่ พันธุ์ตู่ทอง 2 เนื่องจากการปลูกถั่วเขียวในช่วงนี้มีอากาศหนาว จึงทำให้ถั่วเขียวชะงักการเจริญเติบโต และผลผลิตที่ได้จึงมีความชื้นสูง จึงทำให้ราคาไม่ดีเท่าที่ควร ฉะนั้นเกษตรกรส่วนใหญ่จึงนิยมปลูกถั่วเขียวผิวมันมากกว่า

2.1.3.2 ฤดูกาลปลูก

โดยทั่วไปถั่วเขียวสามารถปลูกได้ 3 ครั้ง คือ ต้นฤดูฝน ปลายฤดูฝน และในนาหลังเก็บเกี่ยวข้าวแล้ว ทั้งนี้ต้องพิจารณาถึงสภาพดิน ฟ้า อากาศ ในแต่ละท้องที่ด้วย

1. ต้นฤดูฝน เริ่มปลูกประมาณเดือนพฤษภาคม และมิถุนายน ถั่วเขียวที่ปลูกในฤดูนี้ จะมีการเจริญเติบโตแตกกิ่งก้านสาขามากเพราะได้รับน้ำฝนจำนวนมาก และติดต่อกันนาน แต่ถั่วเขียวที่ปลูกในช่วงนี้จะเก็บเกี่ยว ประมาณเดือนกันยายนหรือตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงที่ฝนกำลังตกชุก เมล็ดและฝักจะถูกน้ำฝนถ้าไม่สามารถตากให้แห้งได้ทัน จะทำให้เมล็ดบวมเน่า มีราขึ้น สีไม่สวยขายได้ราคาต่ำ

2. ปลูกกลางฤดูฝน เริ่มปลูกประมาณเดือนกรกฎาคม และสิงหาคม ซึ่งจะได้เก็บเกี่ยวในเดือนพฤศจิกายนหลังฝนหมดไปแล้ว เมล็ดถั่วที่ได้มีคุณภาพดี สีสวย ขายได้ราคาดี แต่ผลผลิตต่อไร่อาจต่ำลงไปบ้าง

3. ปลูกในนาหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวแล้ว เริ่มปลูกในเดือนมกราคม หรือ กุมภาพันธ์ ในเขตที่มีการชลประทานช่วย หรือสามารถได้น้ำเป็นครั้งคราว โดยจะเก็บเกี่ยวประมาณเดือนเมษายน หรือต้นพฤษภาคม ซึ่งการปลูกถั่วเขียวในช่วงนี้เป็นช่วงที่อากาศหนาว จะทำให้ถั่วเขียวชะงักการเจริญเติบโตลงไปบ้าง เนื่องจากถั่วเขียวไม่สามารถทนต่อสภาพอากาศหนาวจัดได้

2.1.3.3 การปลูก

การปลูกถั่วเขียวมี 3 วิธี คือ

1. ปลูกแบบหว่าน วิธีนี้จะใช้เมล็ดมากประมาณ 8 –10 กิโลกรัมต่อไร่ โดยจะหว่านให้ทั่วและสม่ำเสมอ วิธีนี้สามารถทำได้ง่าย และรวดเร็ว แต่มีข้อเสีย คือ การกำจัดวัชพืชทำได้ลำบาก และมีผลผลิตต่ำกว่าวิธีอื่นๆ

2. ปลูกเป็นหลุม ใช้ระยะห่างระหว่างแถว 50 เซนติเมตร ระยะระหว่างหลุม 25 เซนติเมตร ให้หยอดเมล็ดลงหลุมละ 4 – 5 เมล็ด เมื่อถั่วงอกได้ 15 วัน ให้ถอนแยกเหลือหลุมละประมาณ 3 ต้น วิธีนี้ใช้เมล็ดพันธุ์ 4 – 5 กิโลกรัมต่อไร่

3. ปลูกแบบแถว วิธีนี้เกษตรกรต้องไถพรวนดินให้ร่วนซุย แล้วแหวก

ร่องสำหรับโรยเมล็ด ระยะห่างระหว่างร่องประมาณ 60 เซนติเมตร โดยเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวตามร่องที่แหวกไว้นี้ระยะห่างระหว่างเมล็ดประมาณ 7 เซนติเมตร ใช้เมล็ดพันธุ์ 5 กิโลกรัมต่อไร่ การปลูกวิธีนี้มีความสะดวกที่จะใช้เครื่องมือเข้าไปพรวนดินได้ง่าย

2.1.3.4 การเก็บเกี่ยว

ถั่วเขียวจะเริ่มแก่เมื่ออายุประมาณ 60 – 70 วันหลังจากงอก ฝักจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีดำ ในระยะที่ฝักถั่วประมาณ 2 ใน 3 ของจำนวนฝักทั้งหมดเปลี่ยนสีดำต้องทำการเก็บเกี่ยว มิฉะนั้นฝักจะเริ่มแตก ทำให้เมล็ดร่วงเสียหายได้

ฝักถั่วเขียวที่เก็บได้ต้องนำมาตากให้แห้งเสียก่อน แล้วเก็บฝักที่ตากแห้งแล้วนี้ใส่กระสอบทุบด้วยไม้ไผ่ เมล็ดถั่วจะหลุดจากฝักอยู่ในกระสอบนั้นเอง จากนั้นจึงนำมาฝัดด้วยกระด้ง หรือเครื่องสีฝัก เมล็ดที่ได้นำไปตากให้แห้งเสียก่อน แล้วจึงนำมาเก็บใส่กระสอบเพื่อรอจำหน่ายต่อไป

2.1.3.5 การตลาดถั่วเขียว

1. โครงสร้างการตลาดของถั่วเขียว

ระบบการตลาดถั่วเขียวจะประกอบด้วย 3 ระดับ ได้แก่ ตลาดท้องที่ ตลาดท้องถิ่น และตลาดปลายทาง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

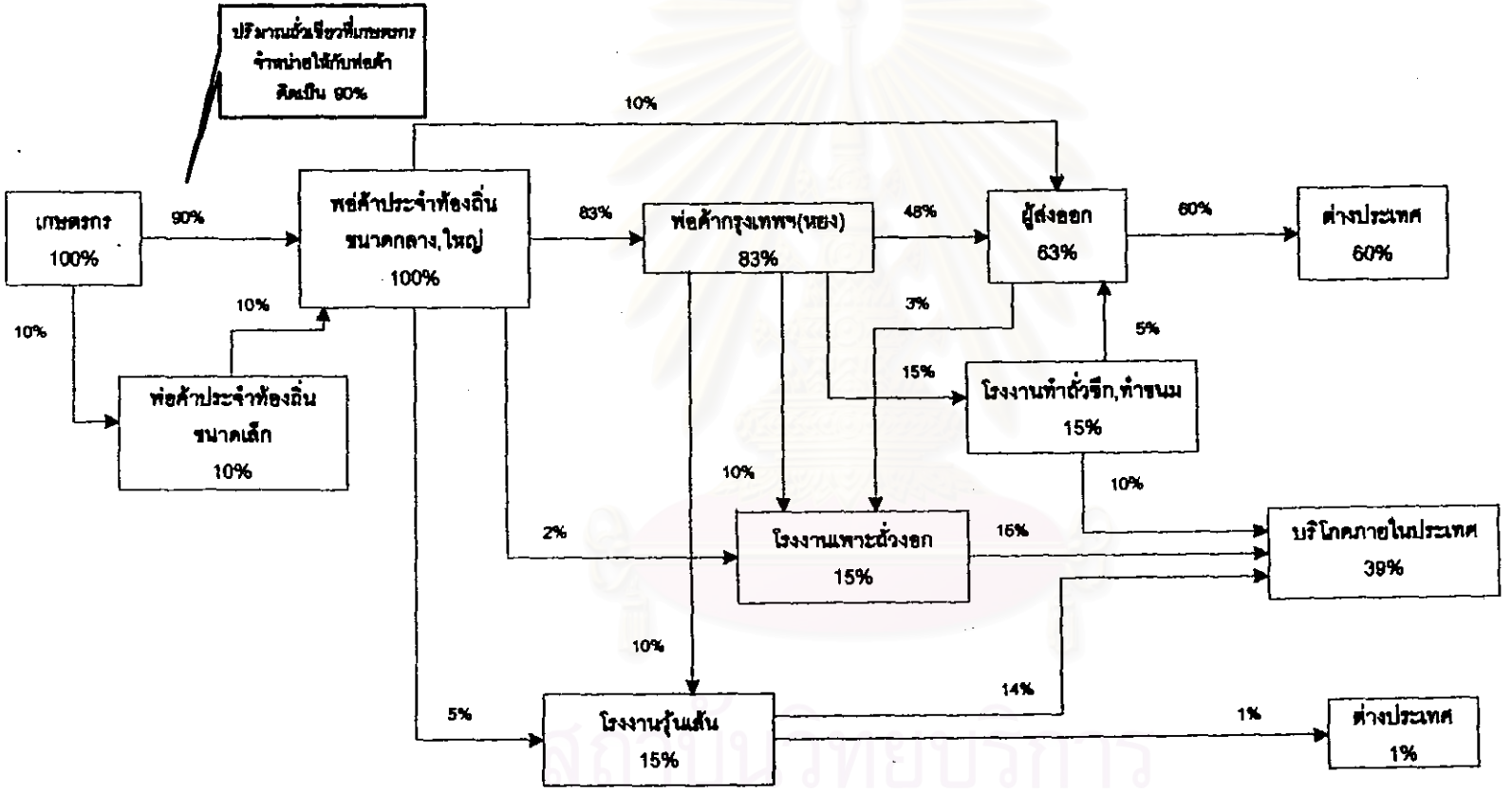
1.1 ตลาดท้องที่ ตลาดประเภทนี้จะอยู่ใกล้แหล่งผลิตมากที่สุดมีการคมนาคมไม่ค่อยสะดวก ปริมาณการซื้อขายในตลาดนี้จะน้อยกว่าตลาดในระดับอื่นๆ บริเวณการติดต่อซื้อขายค่อนข้างจำกัดในบริเวณเขตหมู่บ้าน ตำบล และอำเภอ

1.2 ตลาดท้องถิ่น ตลาดประเภทนี้อยู่ในแหล่งรวมการค้า ซึ่งมีการคมนาคมสะดวก โดยมีปริมาณการซื้อขายถั่วเขียวจำนวนมากกว่าพ่อค้าในตลาดท้องที่ บริเวณการซื้อขายกว้างขวาง มีการติดต่อซื้อขายระหว่างจังหวัด

1.3 ตลาดปลายทาง เป็นตลาดที่จำหน่ายเมล็ดถั่วเขียวให้แก่ผู้บริโภค พ่อค้าส่งออก และโรงงานแปรรูปต่างๆ

2. วิถีการตลาดถั่วเขียว

จากการศึกษาพบว่าในปี 2531/32 ปริมาณผลผลิตถั่วเขียวเพื่อการจำหน่ายคิดเป็นร้อยละ 100 เกษตรกรผู้ปลูกถั่วเขียวจะขายผลิตผลให้แก่พ่อค้าประจำท้องถิ่นรายใหญ่มากที่สุด คือ ร้อยละ 90 ที่เหลือจะขายให้กับพ่อค้าประจำท้องถิ่นรายย่อย ร้อยละ 10 (ดูรูป 2.3)



รูป 2.3 แสดงวิถีการตลาดถั่วเขียวผิวมัน ปี 2531/32

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ่อค้าประจำท้องถิ่นขนาดเล็ก หรือพ่อค้าประจำท้องถิ่นรายย่อย ทำหน้าที่เป็นตัวแทนของพ่อค้าท้องถิ่นรายใหญ่ ซึ่งทำการรวบรวมผลผลิตจากเกษตรกร แล้วนำไปส่งแก่พ่อค้าประจำท้องถิ่นรายใหญ่ คิดเป็นร้อยละ 10

พ่อค้าประจำท้องถิ่นขนาดกลาง / ใหญ่ รวบรวมถั่วเขียวจากเกษตรกรและพ่อค้าประจำท้องถิ่นรายย่อย คิดเป็นร้อยละ100 แล้วส่งไปขายให้แก่พ่อค้ากรุงเทพฯ ผู้ส่งออก โรงงานรุ่นเส้น และโรงงานเพาะถั่วงอก ร้อยละ 83, 10, 5 และ 2 ตามลำดับ

พ่อค้ากรุงเทพฯ (หยง) รวบรวมถั่วเขียวจากพ่อค้าประจำท้องถิ่น แล้วจำหน่ายให้แก่ผู้ส่งออกเพื่อส่งไปขายยังต่างประเทศ โรงงานทำขนม โรงงานเพาะถั่วงอก โรงงานรุ่นเส้น ร้อยละ 48, 15, 10, และ 10 ตามลำดับ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1.4 ถั่วเหลือง (Soybean)

ถั่วเหลืองนับว่าเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่ประเทศไทยยังไม่สามารถผลิตให้เพียงพอกับความต้องการ ดังนั้นกระทรวงเกษตรและสหกรณ์จึงเล็งเห็นความสำคัญของถั่วเหลือง ได้มีการส่งเสริมให้มีการปลูกถั่วเหลืองมากขึ้น ซึ่งแหล่งผลิตในประเทศไทยที่สำคัญจะอยู่ทางภาคเหนือและภาคกลางตอนบน ถั่วเหลืองนั้นนอกจากจะรับประทานถั่วเหลืองสดแล้ว ยังมีการนำเอาเมล็ดถั่วเหลืองไปใช้ในกิจกรรมอุตสาหกรรมสกัดเป็นน้ำมันถั่วเหลือง รวมทั้งกากถั่วเหลืองที่เหลือจากการสกัดน้ำมันสามารถนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ได้อีกด้วย ทั้งนี้ยังมีการนำเอาเมล็ดถั่วเหลืองไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารอื่นๆ อีก เช่น เต้าเจี้ยว ซีอิ๊ว เต้าหู้ ฯลฯ นอกจากนี้ถั่วเหลืองยังเป็นสินค้าเกษตรที่ประเทศไทยต้องนำเข้าจากต่างประเทศเป็นจำนวนมาก ทำให้เสียดุลทางการค้า ดังนั้นจึงมีการดำเนินนโยบายให้มีการวางแผนการผลิตและการตลาด ซึ่งได้มอบหมายให้ศูนย์สารสนเทศการเกษตรเป็นผู้ศึกษาถึงความเป็นไปได้ ฉะนั้นในการวิจัยครั้งนี้จะทำพยากรณ์ถั่วเหลืองชนิดคละ และเลือกศึกษาราคาถั่วเหลืองชนิดคละสำหรับตัวแบบพยากรณ์ราคาถั่วเหลือง

ลำดับต่อไปจะนำเสนอความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับถั่วเหลืองโดยทั่วไป โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ถั่วเหลืองเป็นพืชตระกูลถั่วที่อยู่ในตระกูล *Leguminosae* มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Glycine max, L.*[10] สามารถขึ้นได้ในดินเกือบทุกชนิดที่มีการระบายน้ำได้ดี แต่จะให้ผลดีในดินโคลนซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์สูง ไม่ไวต่อความเป็นกรดของดินเหมือนพืชตระกูลถั่วอื่นๆ แต่มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการคลุกเชื้อแบคทีเรียก่อนปลูก เพื่อให้มีไนโตรเจนพอเพียงกับความต้องการของพืช นอกเสียจากว่าแปลงปลูกจะเคยมีการปลูกถั่วเหลืองมาก่อน และให้ผลผลิตได้ในระดับดี

2.1.4.1 ชนิดของถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองอาจจำแนกออกตามลักษณะของการเจริญเติบโต (growth habit) ได้เป็น 2 แบบ คือ

1. Indeterminate habit ถั่วเหลืองพวกนี้ ในระยะเริ่มออกดอกจะมีความสูงประมาณ 40 %– 50 % ของความสูงเมื่อโตเต็มที่ และหลังจากออกดอกแล้วต้นจะสูงขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งมีช่วงเวลาของการออกดอกจะยาว โดยที่ช่อดอกจะเริ่มเกิดขึ้นที่ประมาณมุมใบที่ 4 หรือ 5 ขึ้นไปจนถึงปลายยอกฟุมใบ ตรงส่วนกลางของลำต้นจะมีใบย่อยและก้านยาว เมื่อแก่ จะพบว่ามีฝักที่ส่วนโคนมากกว่าที่ส่วนปลายของลำต้น นิยมปลูกในแนวใกล้เส้นศูนย์สูตร

---

[10] กฤษฎา สัมพันธารักษ์, พืชไร่, (กรุงเทพฯ : 2537), หน้า 113 – 118.

2. Determinate growth habit ถั่วเหลืองพวกนี้ ในระยะเริ่มออกดอกจะมีความสูงประมาณ 80% ของความสูงเมื่อโตเต็มที่ และหลังจากออกดอกแล้ว ความสูงจะเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อย ซึ่งช่วงเวลาของการออกดอกนั้น จะเริ่มเกิดขึ้นประมาณมุมใบที่ 8 และต่อมาจะมีช่อดอกเกิดขึ้นที่ปลายยอด และลงมายังส่วนโคนของลำต้น พุ่มใบส่วนบนจะใหญ่กว่าส่วนล่าง เมื่อแก่จะพบฝักเกิดเป็นกลุ่มและมีจำนวนฝักเท่าๆ กันทุกส่วนของลำต้น ยกเว้นที่ปลายยอด ซึ่งจะมีจำนวนฝักมากที่สุด นิยมปลูกในเขตอบอุ่น

2.1.4.2 พันธุ์ที่ใช้ปลูก

การปลูกถั่วเหลืองในประเทศไทยนิยมปลูกอยู่ 3 พันธุ์ คือ พันธุ์ สจ.1 พันธุ์ สจ.2 และพันธุ์ สจ.4 ซึ่งจะมีลักษณะแตกต่างกันดังนี้

ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.1

ถั่วเหลืองพันธุ์นี้ลำต้นแข็งแรง สูงประมาณ 80 เซนติเมตร โคนต้นมีสีม่วง มีลักษณะทอดยอด แตกกิ่งไม่มาก ออกดอกเมื่ออายุประมาณ 35 วัน ดอกมีสีม่วง ดอกจะออกโคนต้นแล้วทยอยไปถึงยอด เมล็ดเริ่มแก่เมื่ออายุประมาณ 90 วัน เมื่อใบเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ควรเก็บเกี่ยวได้เพราะเป็นพันธุ์ที่ฝักแตกง่าย เหมาะสำหรับปลูกในต้นฤดูฝน ผลผลิตประมาณ 250 – 300 กิโลกรัมต่อไร่

ถั่วเหลืองพันธุ์สจ.2

ถั่วเหลืองพันธุ์นี้ต้นสูงประมาณ 75 เซนติเมตร ไม่ล้มง่ายและลำต้นไม่ทอดยอด ออกดอกเมื่ออายุประมาณ 40 วัน ดอกสีม่วง ออกดอกรวมกันเป็นกระจุกตามข้อของลำต้นและกิ่ง ดอกออกเกือบพร้อมกันหมดทั้งต้น ฝักจะแก่เมื่ออายุประมาณ 90 วัน ฝักไม่แตกง่ายเหมาะสำหรับปลูกในฤดูแล้ง ผลผลิตประมาณ 200 – 300 กิโลกรัมต่อไร่

ถั่วเหลืองพันธุ์สจ.4

ถั่วเหลืองพันธุ์นี้ต้นสูงประมาณ 70 เซนติเมตร ออกดอกเมื่ออายุประมาณ 37 วัน ดอกสีม่วง ออกเป็นกระจุกที่ข้อ ฝักไม่แตกง่ายเหมาะสามารถทิ้งไว้ได้นาน 2 อาทิตย์ ต้านทานต่อโรคใบสนิม

2.1.4.3 ฤดูกาลปลูก

การปลูกถั่วเหลืองแบ่งออกเป็น 2 ช่วง ดังนี้

1. ฤดูฝน : เริ่มปลูกประมาณเดือน พฤษภาคม – กรกฎาคม (ต้นฤดูฝน) จะได้เก็บเกี่ยวประมาณเดือนกันยายน สำหรับปลายฤดูฝนจะปลูกในเดือน กันยายน – ตุลาคม จะได้เก็บเกี่ยวประมาณเดือน ธันวาคม – มกราคม

2. ฤดูปลูกหลังทำนา : เริ่มปลูกในเดือนมกราคม – กุมภาพันธุ์ ได้เก็บเกี่ยวในเดือนเมษายน

2.1.4.4 การปลูก

หลังจากเตรียมดินแล้ว พร้อมที่จะปลูกได้ การปลูกถั่วเหลืองแบ่งออกได้ 3 วิธี คือ

1. ปลูกแบบหว่าน วิธีนี้ใช้หว่านให้ทั่วแปลง ใช้เมล็ดพันธุ์หว่านประมาณ 9 – 10 กิโลกรัมต่อไร่ นับว่าสิ้นเปลืองเมล็ดพันธุ์มาก

2. ปลูกแบบหยอดเป็นแถว วิธีนี้จะใช้ระยะระหว่างแถว 50 เซนติเมตร และระยะระหว่างหลุมประมาณ 7 เซนติเมตร สิ้นเปลืองเมล็ดพันธุ์ประมาณ 5 – 6 กิโลกรัมต่อไร่ การปลูกแบบนี้เหมาะสมต่อการปลูกถั่วเหลืองชนิดที่ไม่ค่อยแตกกิ่งมากนัก หรือปลูกเพื่อใช้ทำอาหารสัตว์

3. การปลูกแบบหลุม ใช้ระยะระหว่างแถว 50 เซนติเมตร ระยะระหว่างต้นประมาณ 25 เซนติเมตร ปลูกหลุมละ 3 – 10 เมล็ด ใช้เมล็ดพันธุ์ประมาณ 5 กิโลกรัมต่อไร่ เหมาะสำหรับปลูกเพื่อผลิตพันธุ์และปลูกเป็นการค้า

2.1.4.5 การเก็บเกี่ยว

ควรทำการเก็บเกี่ยวเมื่อฝักกลายเป็นสีเหลืองแล้วประมาณ 90% และใบร่วงการเก็บเกี่ยวให้ใช้มีดคมๆ ตัดโคนต้น จากนั้นนำมาตากแดด (รวมทั้งต้น) ให้แห้งดีประมาณ 3 – 4 วัน แล้วจึงนำมานวดโดยใช้ไม้ตีหรือเครื่องนวดก็ได้ เมล็ดที่ได้นำมาตากแดดอีกครั้ง แล้วจึงนำไปขาย

2.1.4.6 การตลาดถั่วเหลือง

1. สภาพทั่วไปของตลาด

ตลาดรับซื้อถั่วเหลือง สามารถแยกออกเป็นประเภทสำคัญๆ ได้ คือ พ่อค้าในท้องที่ พ่อค้าในท้องถิ่น และ/หรือ กลุ่มเกษตรกร/สหกรณ์การเกษตร ที่ประจำในท้องถิ่น พ่อค้ากรุงเทพฯ โรงงานสกัดน้ำมัน ซึ่งพ่อค้าคนกลางดังกล่าวนี้ มีสภาพทั่วๆ ไป ดังนี้

1.1 ประเภทธุรกิจและลักษณะของธุรกิจ

พ่อค้าท้องที่ดำเนินธุรกิจในลักษณะส่วนตัว โดยทำการรับซื้อพืชไร่ ร้อยละ 70 รับซื้อเฉพาะถั่วเหลือง และร้อยละ 30 รับซื้อพืชไร่อื่นๆ เช่น ข้าว ถั่วเขียว ฝ้าย และถั่วลิสง เป็นต้น พ่อค้าในท้องถิ่น ร้อยละ 70 ดำเนินธุรกิจในลักษณะห้างหุ้นส่วน จำกัด และร้อยละ 30 ดำเนินธุรกิจในรูปส่วนตัว โดยทำการรับซื้อพืชไร่ร้อยละ 80 ขณะเดียวกันก็ขายปุ๋ยเคมี ยากำจัดแมลงศัตรูพืชและยาปราบวัชพืช คิดเป็นร้อยละ 20 ในการรับซื้อพืชไร่ของพ่อค้าท้องถิ่น ร้อยละ 48 เป็นถั่วเหลือง และร้อยละ 32 เป็นพืชไร่อื่นๆ สำหรับกลุ่มเกษตรกร/สหกรณ์การเกษตร ก็ดำเนินการรับซื้อพืชไร่และขายปัจจัยการผลิต ในขณะเดียวกัน ทั้งนี้ รับซื้อถั่วเหลือง คิดเป็นร้อยละ 60 และร้อยละ 40 รับซื้อพืชไร่อื่นๆ

1.2 พ่อค้ากรุงเทพฯ

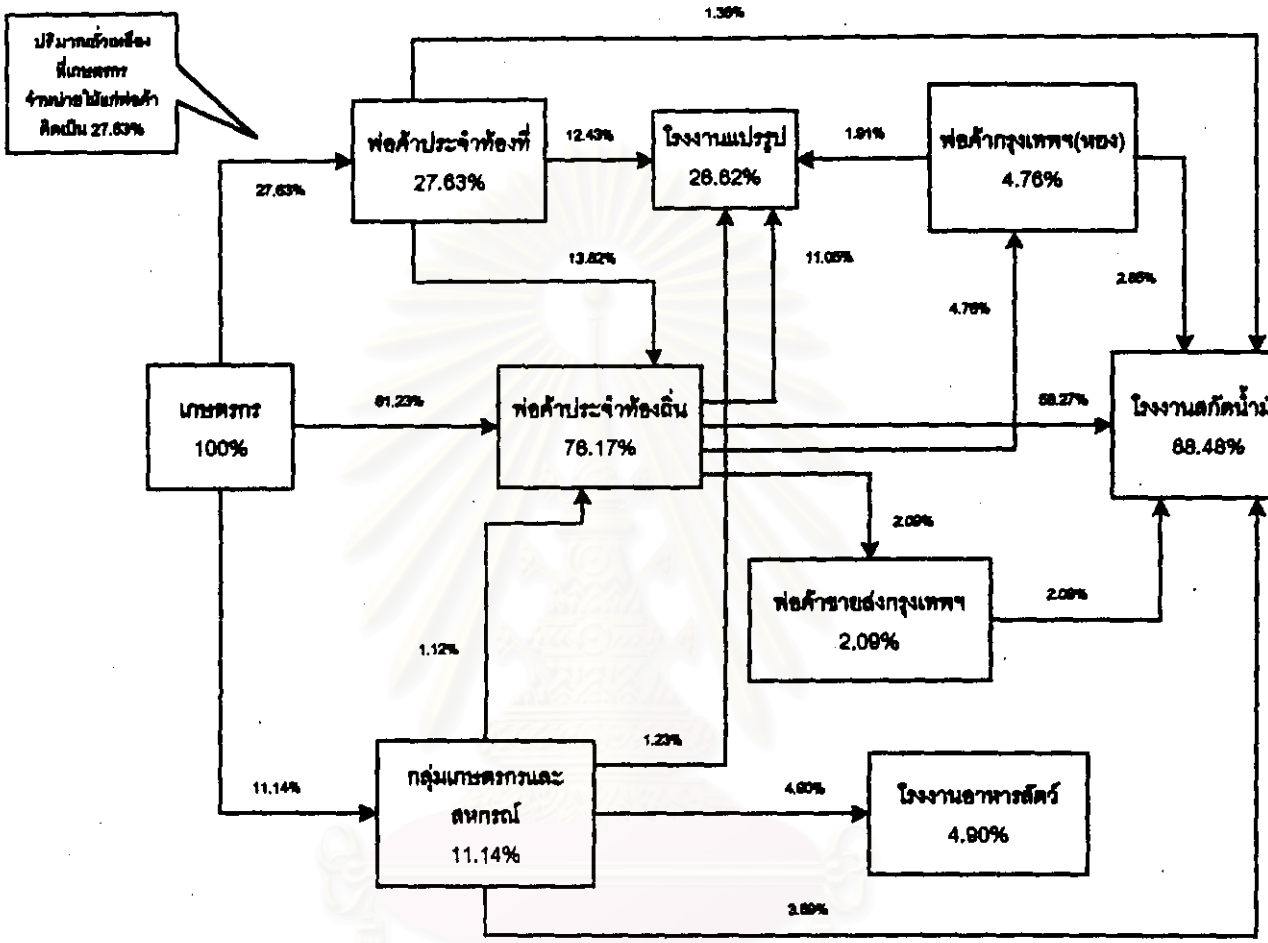
การดำเนินธุรกิจรับซื้อถั่วเหลืองและพืชไร่อื่น โดยทำหน้าที่พ่อค้าขายส่งส่วนหนึ่ง และอีกส่วนหนึ่งทำหน้าที่เป็นหยงให้กับพ่อค้าในท้องถิ่น เพื่อรวบรวมถั่วเหลืองขายให้โรงงานสกัดน้ำมัน และโรงงานแปรรูปอื่นๆ ในกรุงเทพฯ

1.3 โรงงานแปรรูปถั่วเหลือง

โรงงานแปรรูปถั่วเหลืองในที่นี้ หมายถึง โรงงานที่ใช้ถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบเพื่อแปรรูปเป็นเต้าเจี้ยว ซีอิ๊ว น้ำนมถั่วเหลือง เต้าหู้ ฟองเส้นเต้าหู้ ไม่ครอบคลุมถึงโรงงานสกัดน้ำมัน และเป็นการประกอบการธุรกิจในรูปบริษัท จำกัด และห้างหุ้นส่วน จำกัด ระยะเวลาดำเนินธุรกิจประมาณ 25 – 30 ปี

2. วิถีการตลาด

จากการศึกษาพบว่าในปี 2534/35 ปริมาณผลผลิตถั่วเหลืองเพื่อการจำหน่ายคิดเป็นร้อยละ 100 เกษตรกรผู้ปลูกถั่วเหลืองจะขายผลิตผลให้แก่พ่อค้าประจำท้องถิ่นมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 61.23 รองลงไปจะนำส่ง หรือจำหน่ายให้แก่พ่อค้าประจำท้องที่ และกลุ่มเกษตรกรและสหกรณ์ ร้อยละ 27.63 และ 11.14 ตามลำดับ (ดูรูป 2.4)



รูป 2.4 แสดงวิถีการตลาดถั่วเหลือง ปี 2534/35

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ่อค้าประจำท้องที่ รวบรวมถั่วเหลืองจากเกษตรกรโดยตรง คิดเป็นร้อยละ 27.63 แล้วนำส่งให้แก่พ่อค้าประจำท้องถิ่น โรงงานแปรรูป โรงงานสกัดน้ำมัน ร้อยละ 13.82, 12.43 และ 1.38 ตามลำดับ

พ่อค้าประจำท้องถิ่น รวบรวมถั่วเหลืองจากเกษตรกร พ่อค้าประจำท้องที่ และกลุ่มเกษตรกรและสหกรณ์คิดเป็นร้อยละ 76.17 แล้วนำส่งให้โรงงานสกัดน้ำมันมากที่สุด เท่ากับร้อยละ 58.27 รองลงไปจำหน่ายให้กับ โรงงานแปรรูป พ่อค้ากรุงเทพฯ (หยง) และพ่อค้าขายส่งกรุงเทพฯ ร้อยละ 11.05, 4.76 และ 2.09 ตามลำดับ

กลุ่มเกษตรกรและสหกรณ์ รวบรวมถั่วเหลืองจากเกษตรกรโดยตรง คิดเป็นร้อยละ 11.14 แล้วนำส่งให้พ่อค้าประจำท้องถิ่น โรงงานแปรรูป โรงงานอาหารสัตว์ และโรงงานสกัดน้ำมัน ร้อยละ 1.12, 1.23, 4.90, และ 3.89 ตามลำดับ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1.5 เกรดสินค้า

ในระบบการค้าจำเป็นต้องมีมาตราชั่งตวง เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการซื้อขายให้เป็นระบบเดียวกัน เกรดของสินค้าก็เช่นกัน มีไว้เพื่อใช้เป็นมาตรฐานในการซื้อขายหรือแลกเปลี่ยนสินค้า นอกจากนั้น เกรดสินค้าที่เป็นตัวแทนของสินค้าประเภทหนึ่งๆ ยังสามารถนำมาศึกษาการเปลี่ยนแปลงของราคาที่เกิดขึ้นได้ เพื่อใช้เปรียบเทียบราคาสินค้าที่มีการซื้อขายในทุกท้องถิ่น ซึ่งเกรดสินค้าที่นำมาเสนอในงานวิจัยนี้ เป็นเกรดสินค้าของข้าวเปลือกเจ้า 5% ข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 14-15% ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ความชื้นไม่เกิน 14% ถั่วเขียวผิวมันเมล็ดใหญ่ชนิดคละ ถั่วเหลืองชนิดคละ ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวแทนของพืชทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ ข้าว (ข้าวนาปีและข้าวนาปรัง) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ถั่วเขียว ถั่วเหลือง ซึ่งนิยามโดยศูนย์สารสนเทศการเกษตร[11] ดังนี้

2.1.5.1 ข้าว

1. ข้าวนาปี เกรดที่เป็นตัวแทนของข้าวเปลือกเจ้านาปี คือ

ข้าวเปลือกเจ้า 5% หมายถึง ข้าวเปลือกเมล็ดยาวขนาดความยาวรองจาก 100% เมื่อนำไปสีเป็นข้าวขาวในปริมาณข้าวเปลือก 1 เกวียนจะได้ต้นข้าว 360–390 ก.ก ขึ้นไป

2. ข้าวนาปรัง เกรดที่เป็นตัวแทนของข้าวเปลือกเจ้านาปรัง คือ

ข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 14 – 15% หมายถึง ข้าวเปลือกที่ผ่านเครื่องมือวัดความชื้นแล้วมีค่า 14 – 15%

2.1.5.2 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เกรดที่เป็นตัวแทนของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ คือ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ความชื้น < 14% หมายถึง ข้าวโพดที่ผ่านเครื่องวัดความชื้นแล้วมีค่าต่ำกว่า 14%

2.1.5.3 ถั่วเขียว เกรดที่เป็นตัวแทนของถั่วเขียวผิวมัน คือ

ถั่วเขียวผิวมันเมล็ดใหญ่ชนิดคละ หมายถึง เมล็ดถั่วเขียวที่สีออกจากฝักแล้ว เป็นชนิดที่มีการซื้อขายกันส่วนใหญ่ โดยยังไม่ได้คัดเกรด ความชื้นประมาณ 15%

2.1.5.4 ถั่วเหลือง เกรดที่เป็นตัวแทนของถั่วเหลือง คือ

ถั่วเหลืองเมล็ดคละ หมายถึง เมล็ดถั่วที่สีออกจากฝักแล้ว ซื้อขายกันส่วนใหญ่ยังไม่คัดเกรด

หมายเหตุ ข้าวเปลือกเมล็ดยาว หมายถึง ข้าวเปลือกที่นำไปสีเป็นข้าวสารเมล็ดยาวตั้งแต่ 6.5 ม.ม.

---

[11] กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, **คู่มือเกรดสินค้า**, (กรุงเทพฯ : 2541), หน้า 1 – 10.

2.2 ทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์

2.2.1 การพยากรณ์ (Forecasting)

การพยากรณ์เป็นเทคนิคทางสถิติอย่างหนึ่ง ที่ใช้เป็นเครื่องมือในการคาดเดาเหตุการณ์ หรือสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต การพยากรณ์มีบทบาทสำคัญในการวางแผน หรือการตัดสินใจ ทำให้สามารถกำหนดนโยบาย หรือเตรียมการให้สอดคล้องกับความต้องการและสถานณ์การณ์ที่จะเกิดขึ้นได้ในอนาคต ซึ่งจะช่วยให้แผนงานที่กำหนดมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2.2.1.1 วิธีการพยากรณ์ โดยทั่วไปการพยากรณ์สามารถแบ่งได้เป็น 2 วิธี คือ

1. วิธีการพยากรณ์เชิงคุณลักษณะ (Qualitative Forecasting Methods)

วิธีการพยากรณ์เชิงคุณลักษณะหรือเชิงคุณภาพ เป็นการพยากรณ์ที่ใช้ความเชื่อความรู้สึก ประสบการณ์ หรือความคิดเห็นส่วนตัวของผู้เชี่ยวชาญ หรือผู้มีประสบการณ์คาดคะเนเหตุการณ์ต่างๆ ที่จะเกิดขึ้น วิธีการนี้ใช้เมื่อไม่มีข้อมูล หรือมีข้อมูลน้อย รวมถึงข้อมูลไม่น่าเชื่อถือ วิธีนี้เหมาะสำหรับการพยากรณ์ในระยะปานกลางหรือระยะยาว เช่น วิธีการเดลไฟ (Delphi Method) เป็นต้น

2. วิธีการพยากรณ์เชิงปริมาณ (Quantitative Forecasting Methods)

เป็นการพยากรณ์ที่อาศัยข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นแล้วในอดีต แล้วนำข้อมูลเหล่านี้มาศึกษาหารูปแบบ หรือตัวแบบพยากรณ์ โดยวิธีการทางสถิติและคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถจะทำได้เมื่อมีข้อมูลในอดีตอยู่ในรูปของตัวเลข หรือสามารถแปลงเป็นตัวเลขได้ และสมมติว่ารูปแบบการแปรผันของข้อมูลที่ผ่านมาจะมีแนวโน้มเป็นลักษณะคล้ายคลึงกันเช่นนั้นด้วยในอนาคต (โดยเฉพาะในระยะสั้น)

วิธีการเชิงปริมาณหรือตัวแบบเชิงปริมาณ สามารถจำแนกออกได้เป็น

- ตัวแบบภายใต้ภาวะคงที่ หรือที่เรียกว่าตัวแบบเชิงกำหนด (Deterministic Models) ตัวแบบประเภทนี้จะไม่มีองค์ประกอบของความไม่แน่นอนหรือไม่มีความคลาดเคลื่อน หรือมีความคลาดเคลื่อนน้อยมากที่สามารถจะละไว้ได้ โดยทั่วไปจะพบในเรื่องของวิทยาศาสตร์กายภาพ (Physical Sciences)
- ตัวแบบภายใต้ภาวะไม่คงที่ หรือที่เรียกว่าตัวแบบความน่าจะเป็น (Probabilistic Models) หรือตัวแบบเฟ้นสุ่ม (Stochastic Models) ตัวแบบประเภทนี้จะเป็นการจำลองความสัมพันธ์ เนื่องจากไม่อาจจะระบุความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ถูกต้องสมบูรณ์ได้ ฉะนั้น ตัวแบบที่จำลองความสัมพันธ์แหล่านี้ย่อมจะมีค่าผิดพลาดหรือความคลาดเคลื่อนเป็นองค์ประกอบ และ

i 1923708x

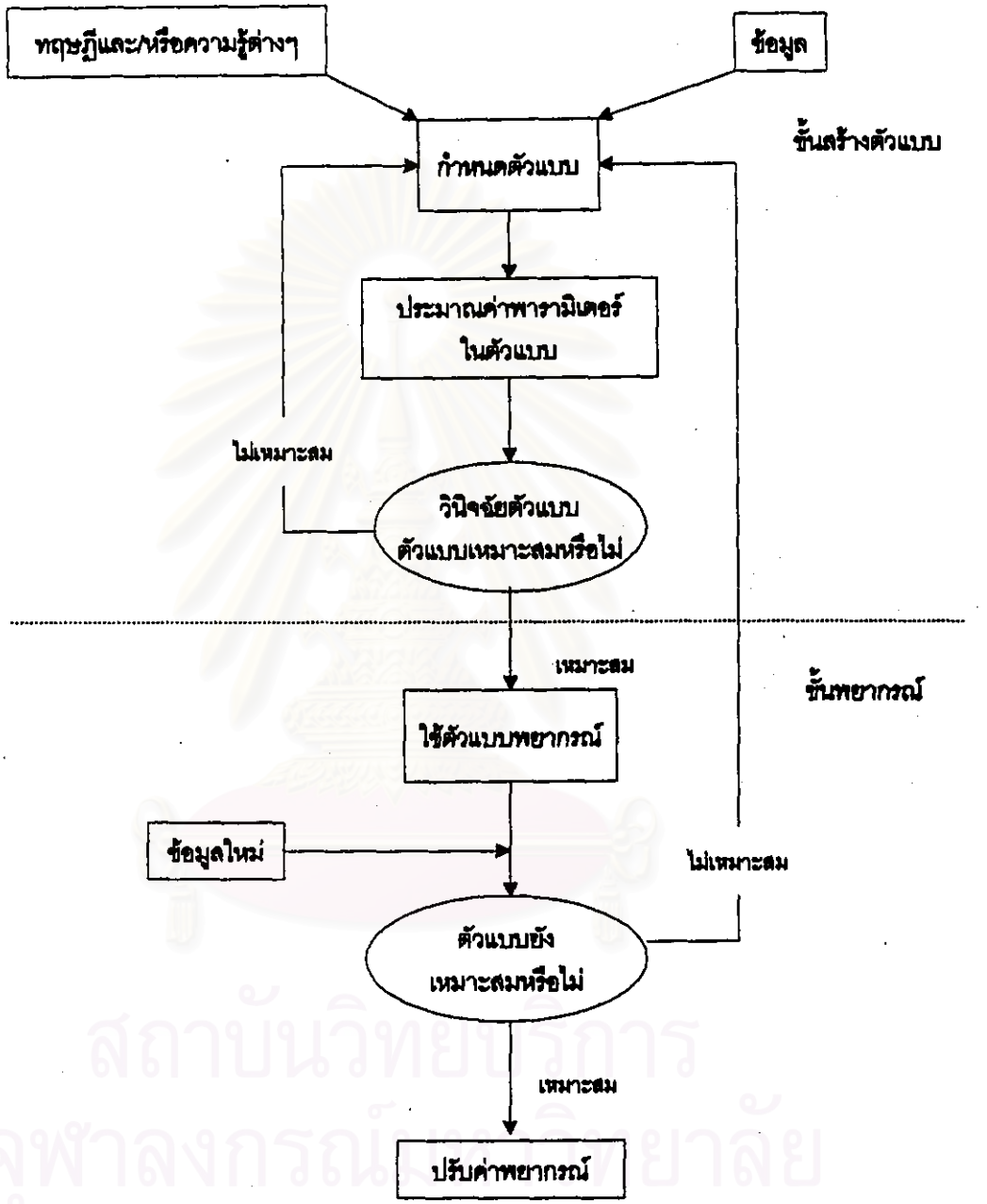
ค่าผิดพลาดมีการแจกแจงของความน่าจะเป็น หรือค่าผิดพลาดเป็นตัวแปรสุ่ม ดังนั้นเรียกตัวแบบที่สร้างขึ้นว่า ตัวแบบความน่าจะเป็น เช่น ตัวแบบการถดถอย (Regression Models) และตัวแบบอนุกรมเวลา (Time Series Models) เป็นต้น

ในการศึกษาครั้งนี้จะทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ ตัวแบบการถดถอย (Regression Models) และตัวแบบอนุกรมเวลา (Time Series Models) ในการพยากรณ์พื้นที่เพาะปลูก ผลผลิต และราคาสินค้าเกษตร

2.2.1.2 โครงสร้างของระบบงานพยากรณ์

ระบบงานพยากรณ์ จะแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนใหญ่ๆ คือ ขั้นตอนการสร้างตัวแบบพยากรณ์ และขั้นตอนการพยากรณ์ โดยมีรายละเอียดดังแผนภูมิ (ดูรูป 2.5)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 2.5 แผนภูมิแสดงโครงสร้างของระบบงานพยากรณ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. งานขั้นสร้างตัวแบบ

จะเริ่มด้วยการกำหนดตัวแบบทดลอง เป็นตัวแบบเริ่มต้นที่คาดว่าจะเป็นตัวแบบที่ใช้ได้ โดยอาศัยความรู้ และทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการวิเคราะห์รูปแบบข้อมูลเบื้องต้น เช่น การใช้กราฟ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร จากนั้นทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบ และทำการตรวจสอบความเพียงพอหรือความถูกต้องเหมาะสมในเชิงสถิติ โดยทำการตรวจสอบข้อสมมติ หรือคุณสมบัติต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ในเชิงสถิติรวมทั้งรูปแบบความสัมพันธ์ของตัวแบบ ทั้งนี้เพราะ ตัวแบบที่กำหนดขึ้นครั้งแรกนั้นอาจจะยังไม่เหมาะสมเพียงพอ ถ้าพบว่าตัวแบบที่กำหนดไม่สอดคล้องข้อสมมติในเชิงสถิติ หรือยังมีรูปแบบไม่เหมาะสม จะทำการปรับแก้ตัวแบบใหม่และประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบใหม่ และตรวจสอบความเพียงพอและรูปแบบของตัวแบบใหม่อีก กรรมวิธีจะวนเวียนแช่นนี้ จนกว่าจะพบว่า ตัวแบบพยากรณ์ผ่านการทดสอบ มีความเหมาะสมเพียงพอเชิงสถิติ เมื่อผ่านขั้นนี้แล้วก็สามารถจะใช้ตัวแบบพยากรณ์ค่าที่ต้องการ ซึ่งเข้าสู่ขั้นพยากรณ์

2. งานขั้นพยากรณ์

จากตัวแบบพยากรณ์ที่ได้ เรานำไปใช้พยากรณ์ ตัวแบบพยากรณ์นั้นอาจใช้งานได้ในระยะเวลาหนึ่ง เมื่อเวลาผ่านไปเราได้ข้อมูลใหม่เพิ่มขึ้น ข้อมูลที่เกิดขึ้นใหม่นี้ควรนำมาใช้ตรวจสอบตัวแบบพยากรณ์ว่ายังคงมีความเหมาะสมเพียงพอในเชิงสถิติหรือไม่ ถ้าพบว่าตัวแบบไม่เหมาะสม ควรปรับแก้ตัวแบบใหม่โดยกลับเข้าสู่งานขั้นสร้างตัวแบบดังกล่าวข้างต้น

2.2.1.3 การวินิจฉัยตัวแบบพยากรณ์

การวินิจฉัยตัวแบบพยากรณ์ คือ การตรวจสอบคุณสมบัติของค่าคลาดเคลื่อนของค่าพยากรณ์ หรือที่เรียกว่า "เศษตกค้าง" (residuals) เพื่อพิจารณาว่าตัวแบบพยากรณ์ที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมเพียงพอหรือไม่ ในเชิงสถิติ การตรวจสอบจะตรวจสอบว่าส่วนตกค้างมีคุณสมบัติตามข้อสมมติหรือเงื่อนไขต่างๆ ของตัวแบบหรือเทคนิคพยากรณ์หรือไม่ รวมทั้งตรวจสอบรูปแบบของตัวแบบที่กำหนดขึ้น ถ้าพบว่ามีคุณสมบัติไม่เป็นไปตามข้อสมมติบางข้อ หรือทั้งหมด นักพยากรณ์ควรพิจารณาปรับแก้ตัวแบบพยากรณ์นั้น คุณสมบัติพื้นฐานที่จะตรวจสอบสำหรับวิธีการพยากรณ์เชิงปริมาณโดยทั่วไป ได้แก่ ความไม่มีสหสัมพันธ์ ค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ ความแปรปรวนคงที่ และการแจกแจงปรกติ

2.2.1.4 การเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์

ในงานพยากรณ์ โดยปกตินักพยากรณ์จะพิจารณาสร้างตัวแบบพยากรณ์มากกว่าหนึ่งตัวแบบสำหรับการพยากรณ์เรื่องหนึ่งๆ เพื่อคัดเลือกตัวแบบที่คาดว่าจะให้ค่าพยากรณ์มีความคลาดเคลื่อนต่ำสุดในการคัดเลือกตัวแบบ และนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกัน และควรเลือกค่าวัดความคลาดเคลื่อนต่ำสุด ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยจะใช้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error) เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจเลือกตัวแบบพยากรณ์

2.2.2 วิธีการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis)

การวิเคราะห์การถดถอย เป็นเทคนิคเชิงสถิติหนึ่งสำหรับการศึกษาวิเคราะห์และจำลองรูปแบบความสัมพันธ์พึ่งพิงเชิงคณิตศาสตร์ระหว่างตัวแปรสองกลุ่ม ตัวแปรกลุ่มหนึ่งเรียกว่า "ตัวแปรตาม" (dependent variable) หรือ "ตัวแปรผล" (response variable) มีหนึ่งตัวแปร เป็นตัวแปรที่นักสถิติ หรือนักพยากรณ์ สนใจที่จะศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลง หรือพยากรณ์ค่า หรือควบคุม โดยศึกษาวิเคราะห์หารูปแบบความสัมพันธ์กับตัวแปรอีกกลุ่มหนึ่ง เรียกตัวแปรในกลุ่มนี้ว่า "ตัวแปรอิสระ" (independent variables) หรือ "ตัวแปรให้ค่าพยากรณ์หรือค่าทำนาย" (predictor variable) ตัวแปรในกลุ่มนี้อาจมีหนึ่งหรือมากกว่าตัวแปรหนึ่งตัวแปร และรูปแบบความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์หรือเชิงสถิติที่ได้ เรียกว่า "ตัวแบบการถดถอย" หรือ "สมการการถดถอย" จากสมการการถดถอย สามารถอธิบายลักษณะการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม หรือพยากรณ์ค่าของตัวแปรตาม หรือใช้ในการควบคุมตัวแปรตาม โดยใช้รูปแบบสมการและค่าของตัวแปรอิสระ

2.2.2.1 ตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression Models)

ในการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์พึ่งพิงเชิงเส้นของตัวแปรตาม Y บนตัวอิสระมากกว่าหนึ่งตัวแปร $x_1, x_2, \ldots, x_k$ เราเรียกรูปแบบความสัมพันธ์นั้นว่า "ตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ" หรือ "สมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ" และมีรูปแบบทั่วไปดังนี้

$$\begin{aligned} Y &= E(Y) + \varepsilon \\ &= \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \ldots + \beta_k x_k + \varepsilon \end{aligned} \qquad (1)$$

โดยที่ค่าเฉลี่ย $E(Y)$ หรือ $E(Y|x_1, x_2, \ldots, x_k)$ ของ Y เท่ากับ $\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \ldots + \beta_k x_k$ เมื่อกำหนดตัวแปรอิสระ $x_1, x_2, \ldots, x_k$

สำหรับตัวอย่างสุ่ม $(x_{i1}, x_{i2}, \ldots, x_{ik}, Y_i)$, $i = 1, 2, \ldots, n$ นั่นคือ $x_1 = x_{i1}, x_2 = x_{i2}, \ldots, x_k = x_{ik}$, $Y = Y_i$ และให้ $\varepsilon = \varepsilon_i$ สำหรับ $i = 1, 2, \ldots, n$ เขียนตัวแบบ (1) ได้ใหม่ดังนี้

$$\begin{aligned} Y_i &= E(Y_i) + \varepsilon_i \\ &= \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \ldots + \beta_k x_{ik} + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, \ldots, n \end{aligned} \tag{2}$$

และ ε_i, $i = 1,2,\ldots,n$ มีข้อสมมติดังนี้

1. $E(\varepsilon_i) = 0, \quad i = 1, 2, \ldots, n$
2. $V(\varepsilon_i) = E(\varepsilon_i^2) = \sigma^2, \quad i = 1, 2, \ldots, n$
3. $Cov(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = E(\varepsilon_i \varepsilon_j) = 0, \quad i \neq j\,; i, j = 1, 2, \ldots, n$
4. $\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2), \quad i = 1,2,\ldots,n$

ด้วยวิธี **OLS** ตัวประมาณแบบกำลังสองน้อยที่สุด $B_0, B_1, \ldots, B_k$ ของ $\beta_0, \beta_1, \ldots, \beta_k$ ตามลำดับ คำนวณหาได้โดยการแก้สมการ

$$\left.\frac{\partial Q}{\partial \beta_i}\right|_{\beta_0 = B_0,\, \beta_1 = B_1, \ldots, \beta_k = B_k} = 0, \qquad i = 0, 1, 2, \ldots, k$$

โดยที่

$$Q = \sum_{i=1}^{n} \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^{n} (Y_i - \beta_0 - \beta_1 x_{i1} - \ldots - \beta_k x_{ik})^2$$

หรือนั่นคือ โดยการแก้ระบบสมการ (3) :

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$
\begin{aligned}
nB_0 + B_1\sum_{i=1}^{n} x_{i1} + B_2\sum_{i=1}^{n} x_{i2} + \ldots + B_k\sum_{i=1}^{n} x_{ik} &= \sum_{i=1}^{n} Y_i \\
B_0\sum_{i=1}^{n} x_{i1} + B_1\sum_{i=1}^{n} x_{i1}^2 + B_2\sum_{i=1}^{n} x_{i1}x_{i2} + \ldots + B_k\sum_{i=1}^{n} x_{i1}x_{ik} &= \sum_{i=1}^{n} x_{i1}Y_i \\
B_0\sum_{i=1}^{n} x_{i2} + B_1\sum_{i=1}^{n} x_{i2}x_{i1} + B_2\sum_{i=1}^{n} x_{i2}^2 + \ldots + B_k\sum_{i=1}^{n} x_{i2}x_{ik} &= \sum_{i=1}^{n} x_{i2}Y_i \\
\cdots & \\
B_0\sum_{i=1}^{n} x_{ik} + B_1\sum_{i=1}^{n} x_{ik}x_{i1} + B_2\sum_{i=1}^{n} x_{ik}x_{i2} + \ldots + B_k\sum_{i=1}^{n} x_{ik}^2 &= \sum_{i=1}^{n} x_{ik}Y_i
\end{aligned} \qquad (3)
$$

โดยทั่วไป การวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณ จะใช้เมตริกซ์เป็นเครื่องมือ ซึ่งจะทำให้การวิเคราะห์สะดวกมากขึ้น ฉะนั้นให้

$$
\underline{Y} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} \qquad
\underline{X} = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1k} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2k} \\ \cdots & & & & \\ 1 & x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nk} \end{bmatrix}
$$

$$
\underline{\beta} = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_k \end{bmatrix} \qquad
\underline{\varepsilon} = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix} \qquad
\underline{B} = \begin{bmatrix} B_0 \\ B_1 \\ \vdots \\ B_k \end{bmatrix}
$$

ดังนั้น $\underline{Y}$ เป็นเมตริกซ์ขนาด $n \times 1$ ของตัวแปรสุ่ม หรือเวกเตอร์ขนาด n ของตัวแปรสุ่ม

$\underline{\beta}$ เป็นเวกเตอร์ขนาด $k+1$ ของพารามิเตอร์

$\underline{\varepsilon}$ เป็นเวกเตอร์ขนาด n ของตัวแปรสุ่มค่าผิดพลาด

$\underline{B}$ เป็นเวกเตอร์ขนาด $k+1$ ของตัวประมาณของพารามิเตอร์

และ $\underline{X}$ เป็นเมตริกซ์ขนาด $n \times (k+1)$ ของค่าคงที่ 1 และค่าของตัวแปรอิสระ

โดยการใช้สัญลักษณ์เมตริกซ์ข้างต้น เขียนระบบสมการ (2) ได้ใหม่ดังนี้

$$
\underline{Y} = \underline{X}\underline{\beta} + \underline{\varepsilon} \qquad (4)
$$

และเขียนข้อสมมติของ $\underline{\varepsilon}$ สามารถเขียนได้สั้นๆ ดังนี้

$$\underline{\varepsilon} \sim N_n(\underline{0}, \underline{I}\sigma^2) \tag{5}$$

ซึ่งหมายความว่า $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \ldots, \varepsilon_n$ เป็นอิสระกัน และต่างมีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ย 0 และความแปรปรวน σ^2 $(N(0, \sigma^2))$

ในทำนองเดียวกัน สามารถเขียนข้อสมมติของ Y_i, $i = 1, 2, \ldots, n$ ได้ดังนี้

$$\underline{Y} \sim N_n(\underline{X}\underline{\beta}, \underline{I}\sigma^2) \tag{6}$$

จากระบบสมการปกติ (3) เขียนในเทอมของเมตริกซ์ได้สั้นๆ เป็น

$$(\underline{X}'\underline{X})\underline{B} = \underline{X}'\underline{Y} \tag{7}$$

ซึ่ง $\underline{X}'$ หมายถึง เมตริกซ์สับเปลี่ยน (transposed matrix) ของเมตริกซ์ $\underline{X}$

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1k} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2k} \\ \cdots & & & & \\ 1 & x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nk} \end{bmatrix}$$

การแก้สมการ (7) หา $\underline{B}$ จะสมมติว่าหาเมตริกซ์ผกผันได้ $(\underline{X}'\underline{X})$ ของเมตริกซ์ $\underline{X}'\underline{X}$ ได้ ซึ่งเป็นจริงโดยทั่วไปในทางปฏิบัติ เพราะฉะนั้น ตัวประมาณแบบกำลังสองน้อยที่สุดสามัญคือ

$$\underline{B} = (\underline{X}'\underline{X})^{-1}\underline{X}'\underline{Y} \tag{8}$$

และตัวแบบพยากรณ์ค่า Y หรือตัวประมาณของค่าเฉลี่ย $E(Y)$ ของ Y เมื่อกำหนด $x_1 = x_{01}, x_2 = x_{02}, \ldots, x_k = x_{0k}$ คือ

$$\hat{Y} = \underline{X}_0'\underline{B}$$
$$= B_0 + B_1 x_{01} + B_2 x_{02} + \ldots + B_k x_{0k}$$

ซึ่ง $\underline{X}_0' = (x_{01}, x_{02}, \ldots, x_{0k})$

2.2.2.3 ขั้นตอนการสร้างตัวแบบการถดถอยเชิงเส้น

กรรมวิธีการสร้างตัวแบบการถดถอยเชิงเส้น มีขั้นตอนที่ควรดำเนินการดังนี้

1. กำหนดรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ

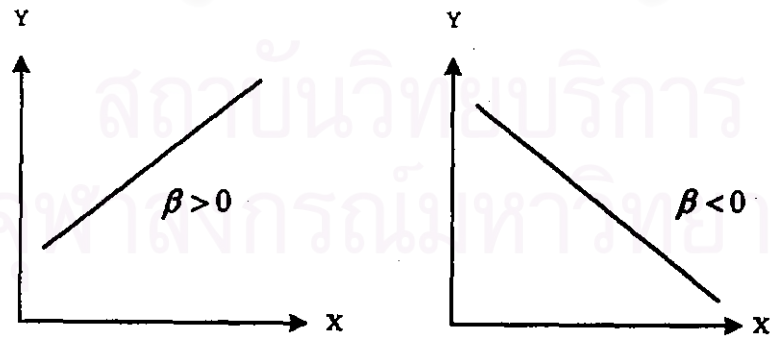
การกำหนดรูปแบบความสัมพันธ์ อาจใช้ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เช่น ทฤษฎีเศรษฐศาสตร์มีการกำหนดรูปแบบความสัมพันธ์ที่เรียกว่าตัวแบบเศรษฐศาสตร์ ซึ่งอาจจะนำมาประยุกต์ได้กับเรื่องที่ศึกษา ในกรณีที่ไม่สามารถหาทฤษฎีใดมาประยุกต์ได้ นักพยากรณ์จะพิจารณารูปแบบความสัมพันธ์ โดยอาศัยข้อมูลที่มีอยู่ของตัวแปรตาม และของตัวแปรอิสระ ซึ่งสามารถพิจารณาโดยใช้กราฟดังนี้

1.1 โดยทั่วไปจะมีข้อสมมติว่าตัวแปรตาม Y มีการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบปกติ ฉะนั้น ควรเขียนกราฟแผนภาพแบบจุด หรือแผนภาพฮิสโทแกรม (histogram diagram) เพื่อดูลักษณะการกระจาย หรือการแจกแจงของ Y ว่าเข้ารูปลักษณะแบบสมมาตรหรือไม่ ถ้าพบว่ามีลักษณะไม่สมมาตร โดยเบ้ไปทางซ้ายหรือทางขวามาก ควรที่จะแปลงข้อมูลของ Y เพื่อให้เข้าลักษณะการแจกแจงแบบสมมาตร วิธีการแปลงค่าของ Y อาจจะทดลองด้วยแบบต่าง ๆ เช่น $\sqrt{Y}$, $1/\sqrt{Y}$, $1/Y$, $\ln Y$, หรือ $\log_{10} Y$ เป็นต้น

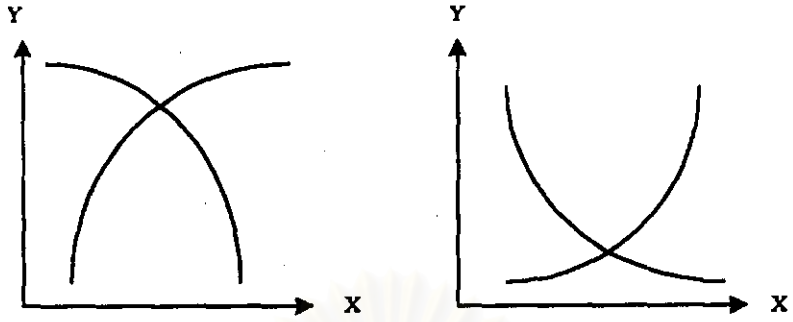
1.2 เขียนกราฟระหว่างตัวแปรตาม กับตัวแปรอิสระทีละตัว เพื่อพิจารณากำหนดรูปแบบความสัมพันธ์เป็นคู่ ๆ ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ

ตัวอย่างรูปแบบฟังก์ชันแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม Y และตัวแปรอิสระ x ใดๆ โดยละองค์ประกอบที่เป็นค่าผิดพลาด ε ในฟังก์ชัน

(1) ตัวแบบเชิงเส้น : $Y = \alpha + \beta x$

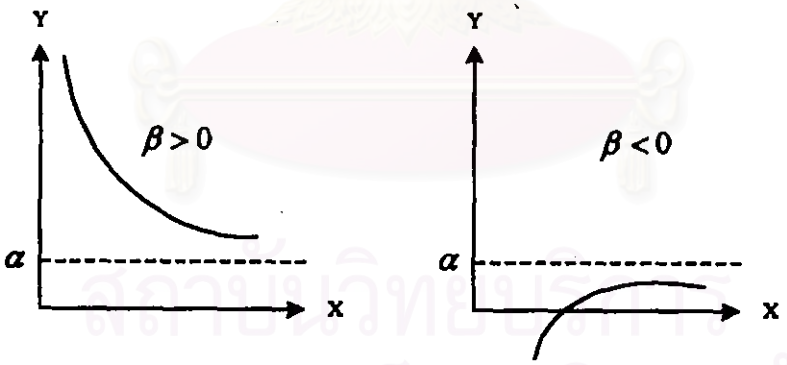


(2) ตัวแบบกำลังสอง (quadratic model) หรือตัวแบบพหุนามอันดับสอง (2nd-order polynomial model) : $Y = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2$

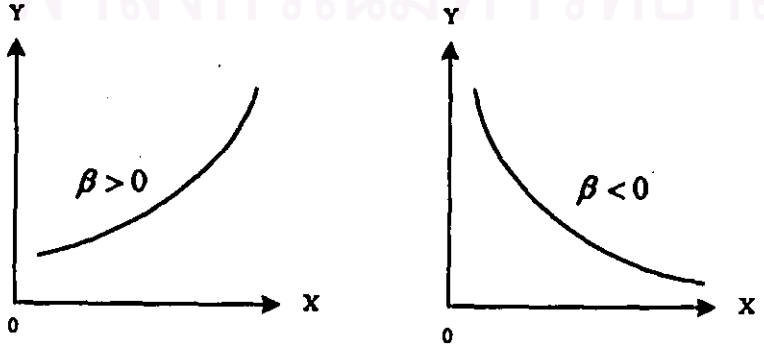


(3) ตัวแบบพหุนามอันดับสาม : $Y = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2 + \beta_3 x^3$

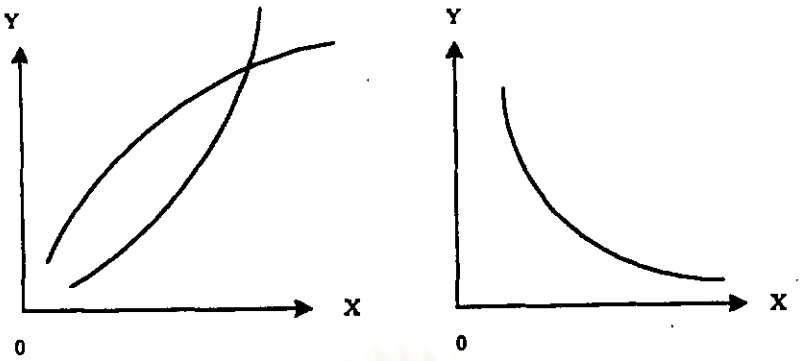
(4) ตัวแบบส่วนกลับใน x : $Y = \alpha + \beta(1/x), \quad x \neq 0$



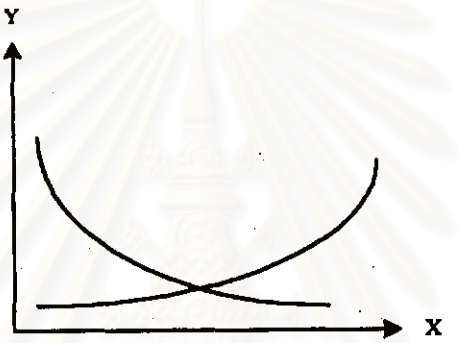
(5) ตัวแบบเซมิล็อก (semilog model) : $\ln Y = \alpha + \beta x$



(6) ตัวแบบล็อก – ล็อก (log – log model) : $\ln Y = \alpha + \beta \ln x$



(7) ตัวแบบส่วนกลับ : $Y = \dfrac{1}{\alpha + \beta x}$



1.3 การแปลงตัวแบบการถดถอยไม่เป็นเชิงเส้นให้เป็นตัวแบบการถดถอยเชิงเส้น

ตัวแบบเริ่มแรกที่นักพยากรณ์เลือก อาจไม่อยู่ในลักษณะเหมือนตัวแบบทั่วไป (1) ซึ่งอยู่ในรูปแบบเชิงเส้นทั้งในเทอมของพารามิเตอร์ และในเทอมของตัวแปร ในกรณีของตัวแปรเราสามารถแปลงให้อยู่ในแบบเชิงเส้นได้ง่ายดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างการแปลงตัวแปร

(1) $Y = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2 + \varepsilon$ ให้ $x_1 = x$ และ $x_2 = x^2$ ได้ตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ :

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \varepsilon$$

(2) $Y = \alpha + \beta(1/x) + \varepsilon$ ให้ $x_1 = 1/x$ ได้ตัวแบบ

$$Y = \alpha + \beta x_1 + \varepsilon$$

(3) $\ln Y = \alpha + \beta x + \varepsilon$ ให้ $Y' = \ln Y$ ได้ตัวแบบ

$$Y' = \alpha + \beta x + \varepsilon$$

(4) $\ln Y = \alpha + \beta \ln x + \varepsilon$ ให้ $Y' = \ln Y$ และ $x_1 = \ln x$ ได้ตัวแบบ

$$Y' = \alpha + \beta x_1 + \varepsilon$$

(5) $Y = \dfrac{1}{\alpha + \beta x + \varepsilon}$ ให้ $Y' = 1/Y$ ได้ตัวแบบ

$$Y' = \alpha + \beta x + \varepsilon$$

(6) $Y = \beta_0 + \beta_1(1/x_1) + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_1 x_2 + \varepsilon$ ให้ $x_1' = 1/x_1, x_2' = x_2, x_3' = x_1 x_2$ ได้ตัวแบบ

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1' + \beta_2 x_2' + \beta_3 x_3' + \varepsilon$$

การแปลงตัวแบบการถดถอยให้เป็นตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นนั้นอาจกระทำไม่ได้ดังเช่นตัวอย่างตัวแบบ

$$Y = \alpha + \beta e^{\alpha} + \varepsilon$$

ตัวแบบดังกล่าว เรียกว่า "ตัวแบบการถดถอยไม่เป็นเชิงเส้น" และใช้เทคนิคการประมาณไม่เป็นเชิงเส้น (nonlinear estimation) เช่น วิธีการเกาส์ - นิวตัน (Gauss-Newton method) ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ

ในกรณีที่มีหนึ่งตัวแปรอิสระ และพบว่าข้อมูลของ Y และ X ปรากฏความสัมพันธ์ไม่เป็นเชิงเส้น นักพยากรณ์อาจใช้วิธีการแปลงตัวแปรตาม Y และ / หรือตัวแปรอิสระ X ให้มีความสัมพันธ์เชิงเส้น และการแปลงที่บ่อยครั้งใช้ได้ผลดีคือ

ให้		
	$Y' = \ln Y$ หรือ $\log_{10} Y$	$x' = \ln x$ หรือ $\log_{10} x$
	$Y' = \sqrt{Y}$	$x' = \sqrt{x}$
	$Y' = 1/Y$	$x' = 1/x$

2. การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบการถดถอย

เมื่อนักพยากรณ์กำหนดตัวแบบการถดถอยเป็นตัวแบบทดลองได้แล้ว ซึ่งอาจจะมีมากกว่าหนึ่งตัวแบบ ขั้นตอนต่อไปก็คือ ประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบ วิธีแบบฉบับที่ใช้กันทั่วไปคือวิธี OLS ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ และใช้วิธีวิเคราะห์สถิติมาตรฐานทั่วไปในการอนุมานเกี่ยวกับพารามิเตอร์ตลอดจนค่าพยากรณ์แบบช่วง

3. การวินิจฉัยความเพียงพอของตัวแบบการถดถอย

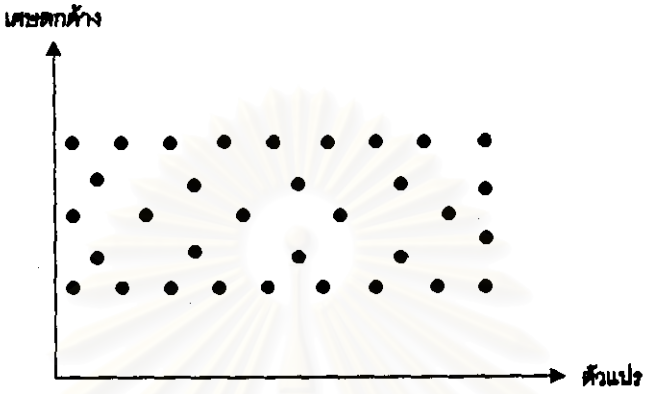
งานขั้นกำหนดรูปแบบของตัวแบบ และงานประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบเป็นเพียงงานครึ่งหนึ่งของกรรมวิธีสร้างตัวแบบพยากรณ์ ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้จากขั้น 1 และ 2 อาจจะยังไม่เหมาะสมหรือยังไม่เพียงพอที่จะใช้พยากรณ์ นักพยากรณ์จึงควรตรวจสอบและทำการเปรียบเทียบคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ ถ้าตรวจสอบพบว่า ตัวแบบที่กำลังพิจารณายังขาดความเหมาะสม จะกลับไปทำงานในขั้นที่ 1 ถึง 3 ซ้ำ ๆ จนกว่าจะได้ตัวแบบที่เหมาะสมเพียงพอในเชิงสถิติที่จะใช้พยากรณ์ค่าต่อไป

เนื่องจากการอนุมานเชิงสถิติเกี่ยวกับพารามิเตอร์ ซึ่งเกี่ยวกับการทดสอบข้อสมมติฐานต่าง ๆ และการประมาณค่าแบบช่วงของค่าพารามิเตอร์ ตลอดจนการทดสอบและการประมาณค่าแบบช่วงของค่าเฉลี่ย $E(Y)$ ของ Y และของค่าพยากรณ์ของค่าจริง Y โดยทั่วไปการทดสอบและการประมาณค่าดังกล่าว จะกระทำภายใต้ข้อสมมติของ ε_i ดังนั้น จึงจำเป็นต้องตรวจสอบความเหมาะสม หรือความเพียงพอของตัวแบบด้วยการตรวจสอบคุณสมบัติของค่าผิดพลาด ε_i แต่เนื่องจากไม่ทราบค่าจริง ε_i ฉะนั้นจะตรวจสอบคุณสมบัติของค่าเศษเหลือตกค้าง e_i ซึ่งกำหนด $e_i = y_i - \hat{y}_i$ ซึ่งเป็นค่าประมาณของ ε_i เมื่อตัวแบบถูกต้องเพียงพอ และตรวจสอบว่าค่า e_i, $(i = 1,2,...,n)$ มีคุณสมบัติสอดคล้องหรือไม่ นั่นคือ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ มีความแปรปรวนคงที่ ไม่มีอัตสหสัมพันธ์ และมีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ นอกจากนี้อาจพบว่า ตัวแบบไม่เหมาะสมเนื่องมาจากตัวแบบมีรูปแบบยังไม่ถูกต้องเหมาะสม วิธีการตรวจสอบนักพยากรณ์อาจเลือกใช้วิธีกราฟ หรือวิธีการทดสอบเชิงสถิติ ซึ่งวิธีเชิงสถิติเป็นวิธีที่มีระเบียบ (formal) หรือมีทฤษฎีสนับสนุน อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าวิธีกราฟอาจจะไม่เป็นวิธีเชิงระเบียบทฤษฎี แต่โดยทั่วไปก็เป็นวิธีการที่เพียงพอที่จะใช้วินิจฉัยตัวแบบ และเป็นวิธีการง่ายที่ใช้โดยทั่วไป ฉะนั้นในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะวิธีกราฟ

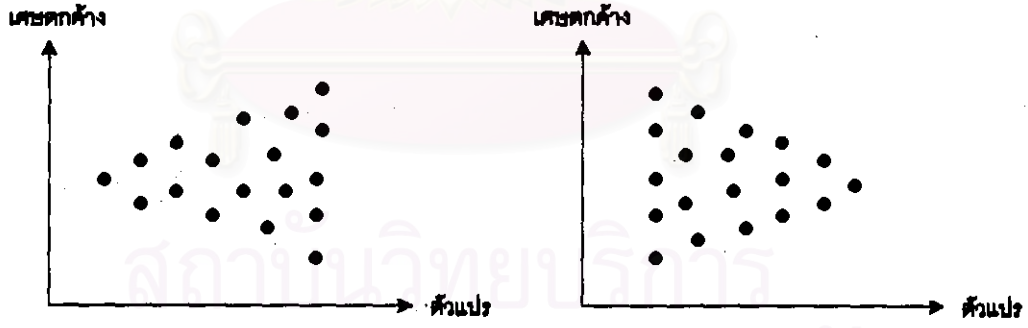
โดยวิธีกราฟ เราจะเขียนกราฟของค่าเศษตกค้าง e_i หรือค่าเศษตกค้างมาตรฐาน (standardized residuals) $e_i / \sqrt{MSE}$ กับตัวแปรต่าง ๆ :

1. ตัวแปร $\hat{y}_i$
2. ตัวแปรอิสระ x_i แต่ละตัว
3. ตัวแปรเวลา ถ้าข้อมูลเป็นอนุกรมเวลา
4. เขียนกราฟความน่าจะเป็นแบบปกติ (normal probability plot) หรือแผนภาพฮิสโทแกรมของ e_i หรือ $e_i / \sqrt{MSE}$

ตัวอย่างกราฟรูป 2.6 ถึง 2.9 แสดงลักษณะความสัมพันธ์ที่เป็นไปได้ระหว่าง e_i (หรือ $e_i / \sqrt{MSE}$) กับตัวแปร $\hat{y}_i$, x_i หรือ เวลา

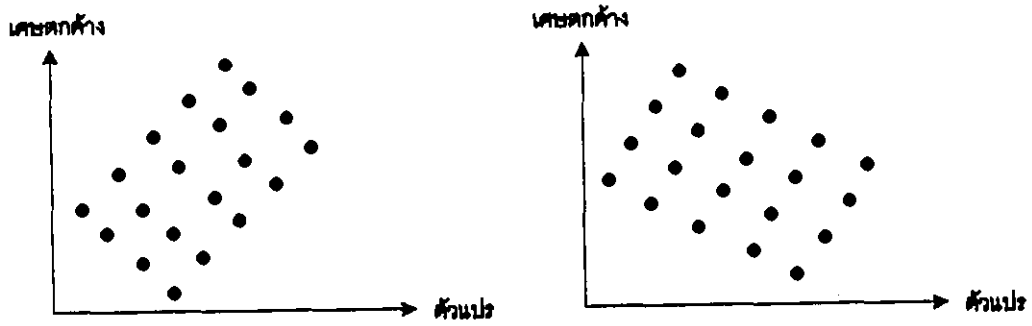


รูป 2.6

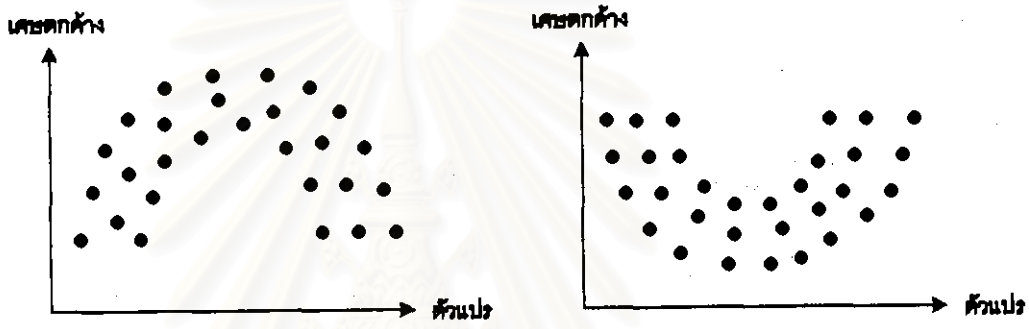


รูป 2.7

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 2.8



รูป 2.9

ถ้ากราฟระหว่าง e_i (หรือ $e_i/\sqrt{MSE}$) และ $\hat{y}_i$ และตัวแปรอิสระแต่ละตัว และกับเวลา (ถ้าเป็นอนุกรมเวลา) ทั้งหมดมีรูปแบบการกระจายของจุดเป็นแนวขนานดังรูป 2.6 แสดงว่าตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นมีรูปแบบเหมาะสม ค่าผิดพลาดมีค่าเฉลี่ยศูนย์ และความแปรปรวนคงที่ นอกจากนี้ในกรณีที่เป็นกราฟ e_i กับเวลา แสดงด้วยว่า ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระไม่แปรเปลี่ยนตามเวลา หรือไม่มีอิทธิพลของเวลา และค่าคลาดเคลื่อนสุ่มไม่มีอัตสหสัมพันธ์กัน แต่ถ้ากราฟมีรูปแบบไม่เป็นแนวขนาน ดังเช่นรูป 2.7 ถึง รูป 2.9 แสดงว่าค่าผิดพลาดไม่สอดคล้องคุณสมบัติบางข้อหรือทุกข้อในคุณสมบัติของ e_i หรือตัวแบบยังมีรูปแบบไม่เหมาะสม

ถ้ารูปกราฟปรากฏดังรูป 2.7 แสดงว่า ความแปรปรวนของค่าผิดพลาดไม่คงที่ การแก้ปัญหา อาจใช้วิธีแปลงค่าของตัวแปรตาม Y (เช่นทดลองด้วยการแปลงเป็น $\ln Y$, $1/Y$,$\sqrt{Y}$ หรือ $1/\sqrt{Y}$ เป็นต้น) หรือใช้วิธีแก้ปัญหาเฉพาะในเรื่องนี้ เช่นใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted Least Squares Method)

ในกรณีที่รูปกราฟปรากฏดังรูป 2.8 หรือ 2.9 แสดงว่า ตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นยังมีรูปแบบไม่เหมาะสม ในรูป 2.8 แสดงว่า ควรมีเทอมค่าคงที่ หรือองค์ประกอบเชิงเส้นในตัวแบบ และในรูป 2.9 แสดงว่า ควรมีเทอมที่มีกำลังสูงขึ้นในตัวแบบ เช่น ควรมีเทอมกำลังสอง αx^2 ของตัวแปรอิสระ x ในตัวแบบ และถ้าข้อมูลเป็นอนุกรมเวลากราฟรูป 2.8 แสดงว่า ควรมีเทอมเชิงเส้นหรือเทอมอันดับหนึ่งของเวลาในตัวแบบ และกราฟรูป 2.9 แสดงว่าควรมีเทอมอันดับหนึ่ง และอันดับสองของเวลาในตัวแบบด้วย

การตรวจสอบค่าผิดพลาดมีสหสัมพันธ์กันหรือไม่ โดยปกติจะตรวจสอบเมื่อข้อมูลเป็นอนุกรมเวลา และวิธีการตรวจสอบมีหลายวิธี เช่น ใช้วิธีพิจารณาค่าของฟังก์ชันอัตสหสัมพันธ์ตัวอย่าง [Sample Autocorrelation Function (SACF)] r_k ของ $e_1, e_2, \ldots, e_n$ ที่คาบเวลาห่างกัน k, $(k = 1,2,\ldots)$ เปรียบเทียบกับค่าตัดสินเชิงสถิติหรือค่าวิกฤต (Critical value) $2/\sqrt{n}$ โดยประมาณ ที่ระดับนัยสำคัญ (significance level) 0.05 หรือใช้ค่าของตัวสถิติ Durbin-Watson สำหรับตรวจสอบอัตสหสัมพันธ์ที่คาบเวลาห่างกัน 1 $(k = 1)$ เมื่อพบว่าค่าผิดพลาดมีสหสัมพันธ์กัน ในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น จะมีวิธีการแก้ปัญหานี้โดยเฉพาะ เช่นวิธีการแปลงตัวแปร และวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบถ่วงน้ำหนัก เป็นต้น

2.2.2.4 การเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์

โดยปกตินักพยากรณ์จะสร้างตัวแบบมากกว่าหนึ่งตัวแบบ สำหรับในการพยากรณ์เรื่องหนึ่ง เพื่อคัดเลือกตัวแบบที่เหมาะสมกับข้อมูลในเรื่องนั้นๆ โดยพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนว่าตัวแบบใดให้ค่าพยากรณ์ที่มีความคลาดเคลื่อนต่ำสุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2.3 วิธีบอกซ์ – เจนกินส์ (Box and Jenkins' Method)

วิธีบอกซ์ - เจนกินส์ เป็นวิธีการสร้างตัวแบบพยากรณ์ โดยพิจารณาสหสัมพันธ์ระหว่าง Y ที่ตำแหน่งเวลา หรือคาบเวลา t (Y_t) และ Y ที่ตำแหน่งเวลา หรือคาบเวลาต่างๆ ที่ผ่านมา $(Y_{t-1}, Y_{t-2}, \ldots)$ เมื่อได้ตัวแบบแล้ว ตัวแบบนี้จะแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Y_t กับ $Y_{t-1}, Y_{t-2}, \ldots$ และจะใช้ตัวแบบนี้พยากรณ์ค่า $Y_{t+1}, Y_{t+2}, \ldots$ ในอนาคต วิธีนี้จะเหมาะสำหรับการพยากรณ์ในระยะสั้น หรือระยะปานกลาง และขนาดของข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ควรมีข้อมูลอย่างน้อย 50 จำนวน เพราะถ้าข้อมูลมีจำนวนน้อยเกินไป อาจจะทำให้ไม่เห็นอิทธิพล หรือรูปแบบของฤดูกาล

นอกจากนี้ วิธีบอกซ์ – เจนกินส์ จะใช้กับข้อมูลอนุกรมเวลาที่อยู่ในสภาพนิ่ง หรือคงที่ (stationary data series) ซึ่งหมายถึง คงที่ในค่าเฉลี่ย ในค่าความแปรปรวน และในค่าความแปรปรวนร่วม (หรือสหสัมพันธ์คงที่) คือ ไม่แปรผันตามเวลา

2.2.3.1 ลักษณะตัวแบบบอกซ์ – เจนกินส์

แนวคิดของการพัฒนาตัวแบบบอกซ์ – เจนกินส์ มาจากการศึกษาวิเคราะห์กระบวนการเชิงเส้น หรือตัวกรองเชิงเส้น (linear filter) :

$$Y_t = \mu + a_t + \psi_1 a_{t-1} + \psi_2 a_{t-2} + \ldots \qquad (1)$$

นั่นคือ พิจารณาอนุกรมเวลา หรือค่าสังเกต Y_t เกิดจากผลบวกเชิงเส้นของ ตัวแปรสุ่ม $a_t, a_{t-1}, \ldots$ ที่ไม่มีสหสัมพันธ์ เราเรียกตัวแปรสุ่ม $a_t, a_{t-1}, \ldots$ ค่าผิดพลาดสุ่ม หรือเรียกว่า กระตุกสุ่ม (random shocks) และสมมติว่าแต่ละตัวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ มีความแปรปรวนคงที่ และโดยทั่วไปสมมติด้วยว่ามีการแจกแจงปกติ

ในตัวกรองเชิงเส้น หรือตัวแบบเชิงเส้น (1) พารามิเตอร์ μ คือ ค่าระดับค่าเฉลี่ยของ Y_t เมื่ออนุกรมเวลาอยู่ในสภาพคงที่ และพารามิเตอร์ $\psi_1, \psi_2, \ldots$ เป็นน้ำหนักที่ให้กับตัวแปรสุ่ม $a_{t-1}, a_{t-2}, \ldots$

กระบวนการ หรือตัวแบบเชิงเส้น (1) จะไม่ให้ประโยชน์ถ้าพารามิเตอร์มีจำนวนอนันต์ (จำนวนไม่รู้จบ) เพราะฉะนั้น จะสร้างตัวแบบที่ประกอบด้วยพารามิเตอร์จำนวนจำกัด และเพียงพอที่จะอธิบายอนุกรมเวลาที่พิจารณา

1. ตัวแบบภายใต้ภาวะคงที่ (Stationary Models)

รูปแบบของอนุกรมเวลาที่ใช้ในการพยากรณ์โดยวิธีบอกซ์ - เจนกินส์ เมื่ออนุกรมเวลามีคุณสมบัติคงที่ มีดังนี้

1.1 ตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่ p (Autoregressive Model of Order p): AR(p) ซึ่ง p คือ อันดับที่ของตัวแบบอัตถดถอย มีรูปแบบทั่วไปดังนี้

$$Y_t - \mu = \phi_1(Y_{t-1} - \mu) + \phi_2(Y_{t-2} - \mu) + \ldots + \phi_p(Y_{t-p} - \mu) + a_t$$

หรือ

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \ldots + \phi_p Z_{t-p} + a_t$$

หรือ

$$Y_t = c + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \ldots + \phi_p Y_{t-p} + a_t \qquad (2)$$

โดยให้ $Z_t = Y_t - \mu, Z_{t-1} - \mu, \ldots$ และ $c = \mu(1 - \phi_1 - \phi_2 - \ldots - \phi_p)$ และ $\phi_1, \phi_2, \ldots, \mu$ เป็นพารามิเตอร์ ซึ่งโดยทั่วไปไม่ทราบค่า จะต้องประมาณค่าจากข้อมูล

ตัวอย่าง เมื่อ AR(p) ที่มีค่า $p = 1$ และ $p = 2$ มีรูปแบบดังนี้

ตัวแบบ AR(1) :

$$Y_t = c + \phi_1 Y_{t-1} + a_t ; \quad |\phi_1| < 1$$

โดยมีเงื่อนไขที่ทำให้อนุกรมเวลาเป็นตัวแบบคงที่ $-1 < \phi_1 < 1$

ตัวแบบ AR(2) :

$$Y_t = c + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + a_t$$

โดยมีเงื่อนไขที่ทำให้อนุกรมเวลาเป็นตัวแบบคงที่

$$\phi_1 + \phi_2 < 1$$
$$\phi_2 - \phi_1 < 1$$
$$-1 < \phi_2 < 1$$

1.2 ตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่ q (Moving Average Model of Order q) : MA(q) ซึ่ง q คือ อันดับที่ของรูปแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ โดยมีรูปแบบดังนี้

$$Y_t = \mu - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \ldots - \theta_q a_{t-q} + a_t \qquad (3)$$

ตัวแบบบอกซ์ - เจนกินส์ ยังมีเงื่อนไขที่ต้องสอดคล้องอีกหนึ่งเงื่อนไขนอกเหนือจากเงื่อนไขคงที่ (stationarity) คือ เงื่อนไข "ผกผันได้" (invertibility) ซึ่งพบว่า ตัวแบบ AR(p), $p < \infty$ มีคุณสมบัติผกผันได้เสมอ แต่อาจไม่คงที่ ขณะที่ตัวแบบ MA(q), $q < \infty$ มีคุณสมบัติคงที่เสมอ แต่อาจจะผกผันไม่ได้ เพราะฉะนั้น ต้องตรวจสอบคุณสมบัติคงที่ในตัวแบบ AR และตรวจสอบคุณสมบัติผกผันได้ในตัวแบบ MA

ตัวอย่าง เมื่อ MA (q) มีค่า $q=1$ และ $q=2$ มีรูปแบบดังนี้

ตัวแบบ MA (1) :

$$Y_t = \mu - \theta_1 Y_{t-1} + a_t ; \qquad |\theta_1| < 1$$

โดยมีเงื่อนไขผกผันได้ $-1 < \theta_1 < 1$

ตัวแบบ MA (2) :

$$Y_t = \mu - \theta_1 Y_{t-1} - \theta_2 Y_{t-2} + a_t$$

โดยมีเงื่อนไขผกผันได้

$$\theta_1 + \theta_2 < 1$$
$$\theta_2 - \theta_1 < 1$$
$$-1 < \theta_2 < 1$$

1.3 ตัวแบบผสมอัตถดถอย – ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ที่มีอันดับ p และ q (Autoregressive -Moving Average Model of Order p and q) : ARMA(p,q) มีรูปแบบดังนี้

$$Y_t = \mu + \phi_1(Y_{t-1} - \mu) + \phi_2(Y_{t-2} - \mu) + \ldots + \phi_p(Y_{t-p} - \mu) \qquad (4)$$
$$-\theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \ldots - \theta_q a_{t-q} + a_t$$

ตัวอย่าง : เมื่อตัวแบบ ARMA(p,q) ที่มี $p=1,\ q=1$ มีรูปแบบดังนี้

$$Y_t = c + \phi_1 Y_{t-1} - \theta_1 Y_{t-1} + a_t$$

โดยมีเงื่อนไขที่ทำให้อนุกรมเวลาเป็นตัวแบบคงที่ และผกผันได้

$$-1 < \phi_1 < 1 \text{ และ } -1 < \theta_1 < 1$$

2. ตัวแบบภายใต้ภาวะไม่คงที่ (Nonstationary Models) และตัวแบบ ARIMA

ถ้าข้อมูลอนุกรมเวลาไม่อยู่ในสภาพคงที่ในค่าเฉลี่ย และ/หรือ ความแปรปรวน จะต้องแปลงอนุกรมเวลาให้อยู่ในสภาพคงที่ก่อนพิจารณากำหนดตัวแบบ

ในกรณีอนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ย การหารูปแบบที่เหมาะสมให้อนุกรมเวลานั้น จะต้องแปลงอนุกรมเวลาให้คงที่ในค่าเฉลี่ย โดยการหาผลต่าง (Differencing) ของอนุกรมเดิม ถ้าผลต่างครั้งที่ 1 ของอนุกรมเวลา ทำให้อนุกรมเวลามีค่าเฉลี่ยคงที่ ก็สามารถนำอนุกรมเวลานี้ไปหาตัวแบบที่เหมาะสมต่อไปได้ แต่ถ้าผลต่างครั้งที่ 1 ของอนุกรมเวลานั้น อนุกรมเวลายังไม่คงที่ในค่าเฉลี่ย จะต้องหาผลต่างครั้งที่ 2,3,... ต่อไปจนกว่าคุณสมบัติของอนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ย ซึ่งโดยทั่วไป ถ้าอนุกรมเวลามีแนวโน้ม มักจะทำผลต่างสองครั้งจึง

จะคงที่ การทำผลต่างไม่ควรทำหลายครั้งมากเกินความจำเป็น เพราะจะมีผลทำให้ค่าพยากรณ์มีความคลาดเคลื่อนสูง

ในกรณีที่อนุกรมเวลาไม่คงที่ในความแปรปรวน หรือมีการเคลื่อนไหวเป็นเส้นโค้ง วิธีการแปลงอนุกรมเวลาที่ใช้กันมาก คือ ใส่ ln ในอนุกรม Y_t วิธีนี้มักจะใช้เมื่อความแปรปรวนแปรผันตามค่าเฉลี่ย บางกรณีการใช้ ln อาจไม่ได้ผล ก็ควรทดลองใช้วิธีอื่น เช่น ใช้วิธีหารากที่สอง

เมื่ออนุกรมเวลามีสภาพไม่คงที่ หรือไม่เคลื่อนไหวรอบค่าเฉลี่ยคงที่ค่าหนึ่งค่าเดียวจะต้องแปลงข้อมูลดังที่กล่าวไปแล้ว ฉะนั้น ถ้ามีการทำผลต่าง d ครั้ง จะเขียนตัวแบบผสมเป็น ARIMA (p,d,q) (Autoregressive Integrated Moving Average Model) ซึ่งมีรูปแบบทั่วไป :

ตัวแบบ ARIMA (p,d,q) :

$$\phi_p(B)(1-B)^d Y_t = \delta + \theta_q(B)a_t \qquad (5)$$

หรือ

$$\phi_p(B)W_t = \delta + \theta_q(B)a_t \qquad (6)$$

ซึ่งให้ $W_t = (1-B)^d Y_t$ และ δ (อาจมีค่าเท่ากับศูนย์) เป็นพารามิเตอร์แสดงระดับค่าเฉลี่ยคงที่ของอนุกรม W_t

ตัวอย่าง : ARIMA (p,d,q) เมื่อ $p=1,\ d=1,\ q=1$ มีรูปแบบดังนี้

$$(1-\phi_1 B)(1-B)Y_t = \delta + (1-\theta_1 B)a_t$$

หรือ

$$Y_t = \delta + (1+\phi_1)Y_{t-1} - \phi_1 Y_{t-2} + a_t - \theta_1 a_{t-1}$$

หรือ

$$W_t = \delta + \phi_1 W_{t-1} + a_t - \theta_1 a_{t-1}, \qquad W_t = Y_t - Y_{t-1}$$

3. ตัวแบบ ARIMA เมื่อมีองค์ประกอบฤดูกาล

ถ้าอนุกรมเวลาที่พิจารณามีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง จะได้ว่าลักษณะของอนุกรมเวลาประเภทนี้ เปลี่ยนแปลงขึ้นลงเลียนแบบกันตามช่วงเวลา เราเรียกรูปแบบอนุกรมเวลาชนิดนี้ว่า รูปแบบอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาล (Seasonal Time Series Model) โดยรูปแบบอนุกรมเวลาจะคงลักษณะของตัวแบบที่ไม่ใช่ฤดูกาล นั่นคือ จะมีตัวแบบ ARIMA ด้วยอันดับ $(P,D,Q)_s$ ซึ่ง P คือ อันดับในส่วนของกระบวนการ AR, Q คือ อันดับในส่วนของกระบวนการ MA, และ D คือ จำนวนครั้งทำผลต่างอนุกรมเวลาห่างกัน s คาบเวลา

เมื่อนำองค์ประกอบในส่วนที่ไม่ใช่ฤดูกาล และส่วนที่เป็นฤดูกาลมาผนวกเข้าด้วยกันจะได้ตัวแบบ ARIMA ที่แสดงส่วนประกอบทั้งสอง และตัวแบบทั่วไปตัวแบบหนึ่งคือ ตัวแบบในรูปผลคูณ ARIMA $(p,d,q)\ (P,D,Q)_s$ มีรูปแบบดังนี้

ตัวแบบ ARIMA $(p,d,q)\ (P,D,Q)_s$:

$$\phi_p(B)\Phi_P(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^D Y_t = \delta + \theta_q(B)\Theta_Q(B^s)a_t$$

โดยที่ $\Phi_P(B^s) = 1-\Phi_s B^s - \Phi_{2s}B^{2s} - \ldots - \Phi_P B^{Ps}$

$\Theta_Q(B^s) = 1-\Theta_s B^s - \Theta_{2s}B^{2s} - \ldots - \Theta_{Qs}B^{Qs}$

ตัวอย่าง : ARIMA $(p,d,q)\ (P,D,Q)_s$ เมื่อ $p=0, d=1, q=0, P=0, D=1, Q=1$ มีรูปแบบดังนี้

ARIMA $(0,1,0)(0,1,1)_4$:

$$(1-B)(1-B^4)Y_t = \delta + (1-\Theta_4 B^4)a_t$$

หรือ

$$W_t = \delta - \Theta_4 a_{t-4} + a_t, \quad W_t = (1-B)(1-B^4)Y_t$$

ARIMA $(1,1,1)(1,1,0)_{12}$:

$$(1-\phi_1 B)(1-\Phi_{12}B^{12})(1-B)(1-B^{12})Y_t = \delta + (1-\theta_1 B)a_t$$

หรือ

$$W_t = \delta + a_t + \phi_1 W_{t-1} + \Phi_{12}W_{t-12} - \phi_1\Phi_{12}W_{t-13} - \theta_1 a_{t-1}$$

โดยที่ $W_t = (1-B)(1-B^{12})Y_t$

2.2.3.1 ขั้นตอนวิธีสร้างตัวแบบบอกซ์ – เจนกินส์ หรือ ตัวแบบ ARIMA

1. การกำหนดตัวแบบ ARIMA $(p,d,q)\ (P,D,Q)_s$

การกำหนดตัวแบบ ARIMA จะต้องพิจารณากำหนดอันดับ p,d,q และจะต้องกำหนดอันดับ P,D,Q และ s ด้วยถ้าตรวจสอบว่าข้อมูลอนุกรมเวลามีองค์ประกอบฤดูกาลด้วยคาบฤดูกาล s

อันดับ p และ q คือ อันดับของกระบวนการ AR และ MA ในส่วนที่ไม่ใช่ฤดูกาล และ P และ Q คือ อันดับของกระบวนการ AR และ MA ในส่วนที่เป็น

ฤดูกาล สำหรับ d คือ จำนวนครั้งทำผลต่างอนุกรมเวลา เมื่ออนุกรมในส่วนที่ไม่ใช่ฤดูกาลมีสภาพไม่คงที่ในค่าเฉลี่ย

การพิจารณากำหนดอันดับ (p,d,q) และ $(P,D,Q)_s$ จะพิจารณาแยกจากกัน แต่ใช้หลักการพิจารณาเหมือนกัน

กระบวนการ AR และ MA ต่างมีรูปแบบโครงสร้างเฉพาะสำหรับอันดับ p และ q ของฟังก์ชันอัตสหสัมพันธ์ ACF (Autocorrelation Function) แทนด้วย ρ_k และโครงสร้างของฟังก์ชันอัตสหสัมพันธ์ย่อย PACF (Partial Autocorrelation Function) แทนด้วย ϕ_{kk} ซึ่ง k หมายถึงคาบเวลาห่างระหว่างอนุกรม และเรียกคาบเวลานี้ว่า "แล็ก k" (lag k) ฉะนั้น ρ_1 หมายถึงอัตสหสัมพันธ์ของอนุกรมเวลาที่ห่างกัน 1 หน่วย หรือ 1 คาบเวลา (Y_t, Y_{t+1}), $t=1,2,\ldots$ ซึ่งวัดความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างอนุกรมเวลาที่ห่างกัน 1 คาบเวลา และ ρ_2 คือ อัตสหสัมพันธ์ของอนุกรมเวลาที่ห่างกัน 2 หน่วย หรือ 2 คาบเวลา (Y_t, Y_{t+2}), $t=1,2,\ldots$ สำหรับ ϕ_{kk} เป็นอัตสหสัมพันธ์ของอนุกรมเวลาที่ห่างกัน k หน่วย หรือ k คาบเวลา (Y_t, Y_{t+k}) โดยพิจารณาจากผลกระทบจากอนุกรมเวลา $Y_{t+1}, Y_{t+2}, \ldots, Y_{t+k-1}$ เข้ามาด้วย ค่าของ ρ_k และ ϕ_{kk} ต่างมีค่าอยู่ระหว่าง –1 และ 1 ซึ่งจะมีตัวอย่างสูตรของฟังก์ชันแหล่านี้ เช่น

กระบวนการ AR(1) : $Y_t = \delta + \phi Y_{t-1} + a_t$

$$\rho_k = \phi^k \qquad \text{สำหรับ } k=0,1,2,\ldots$$

$$\phi_{11} = \rho_1 = 0, \quad \phi_{kk} = 0 \quad \text{สำหรับ } k=2,3,\ldots$$

กระบวนการ MA(1) : $Y_t = \mu + a_t - \theta a_{t-1}$

$$\rho_1 = \frac{-\theta}{1+\theta^2}, \quad \rho_k = 0 \quad \text{สำหรับ } k=2,3,\ldots$$

$$\phi_{kk} = \frac{-\theta^k(1-\theta^2)}{1-\theta^{2(k+1)}} \qquad \text{สำหรับ } k=1,2,\ldots$$

เพราะฉะนั้นการกำหนดอันดับ จะประมาณค่า ρ_k และ ϕ_{kk} โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาที่นำมาวิเคราะห์ แทนค่าประมาณด้วย $\hat{\rho}_k$ และ $\hat{\phi}_{kk}$ และเรียกว่า "ฟังก์ชันอัตสหสัมพันธ์ตัวอย่าง" SACF (Sample Autocorrelation Function) และ "ฟังก์ชันอัตสหสัมพันธ์ย่อยตัวอย่าง" SPACF (Sample Partial Autocorrelation Function)

ค่าประมาณ $\hat{\rho}_k$ และ $\hat{\phi}_{kk}$ ซึ่งจะคำนวณค่าโดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลา มีสูตรทั่วไปดังนี้

$$\hat{\rho}_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k}(y_t-\bar{y})(y_{t+k}-\bar{y})}{\sum_{t=1}^{n}(y_t-\bar{y})^2} \qquad \text{สำหรับ } k=0,1,2,\ldots$$

$$\hat{\phi}_{11} = \hat{\rho}_1$$

$$\hat{\phi}_{kk} = \frac{\hat{\rho}_k - \sum_{j=1}^{k-1} \hat{\phi}_{k-1,j}(\hat{\rho}_{k-j})}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} \hat{\phi}_{k-1,j}(\hat{\rho}_j)} \qquad \text{สำหรับ } k = 2, 3, \ldots$$

ซึ่ง $\hat{\phi}_{k,j} = \hat{\phi}_{k-1,j} - \hat{\phi}_{kk}\hat{\phi}_{k-1,k-j}$ $(k = 3, 4, \ldots \; ; \; j = 1, 2, \ldots, k-1)$

y_t = ข้อมูลที่เวลา t

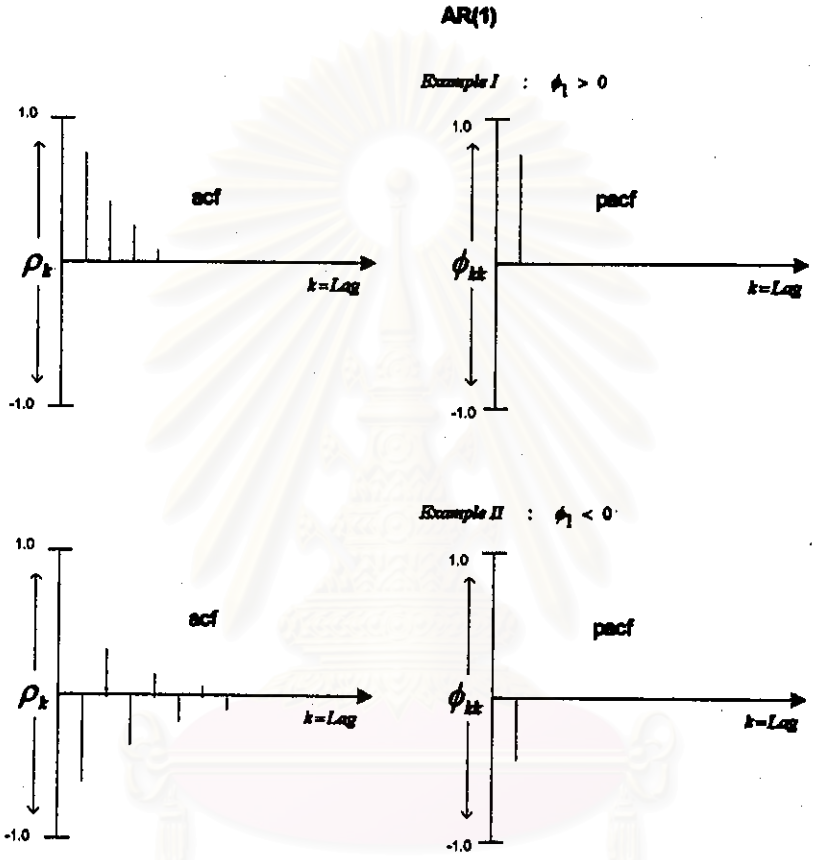
สรุปลักษณะการแปรผันของ ACF และ PACF ของกระบวนการอนุกรมเวลาคงที่ สำหรับกระบวนการพื้นฐานดังนี้

ตารางที่ 2.1 แสดงลักษณะของ ACF และ PACF สำหรับตัวแบบ ARMA ต่างๆ

ตัวแบบ	ACF	PACF
AR(1)	ค่า ρ_k ลดลงอย่างรวดเร็ว ขณะที่ $k > 1$	ค่า ϕ_{kk} จะมีค่าสูงที่ $k = 1$ และเท่ากับ 0 เมื่อ $k > 1$
AR(2)	ค่า ρ_k ลดลงอย่างรวดเร็ว ขณะที่ $k > 1$	ค่า ϕ_{kk} จะมีค่าสูงที่ $k = 1,2$ และเท่ากับ 0 เมื่อ $k > 2$
MA(1)	ค่า ρ_k จะมีค่าสูงที่ $k = 1$ และเท่ากับ 0 เมื่อ $k > 1$	ค่า ϕ_{kk} ลดลงอย่างรวดเร็ว ขณะที่ $k > 1$
MA(2)	ค่า ρ_k จะมีค่าสูงที่ $k = 1,2$ และเท่ากับ 0 เมื่อ $k > 2$	ค่า ϕ_{kk} ลดลงอย่างรวดเร็ว ขณะที่ $k > 1$
ARMA(1,1)	ค่า ρ_k ลดลงอย่างรวดเร็ว หลังจาก $k = 1$	ค่า ρ_{kk} ลดลงอย่างรวดเร็ว หลังจาก $k = 1$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

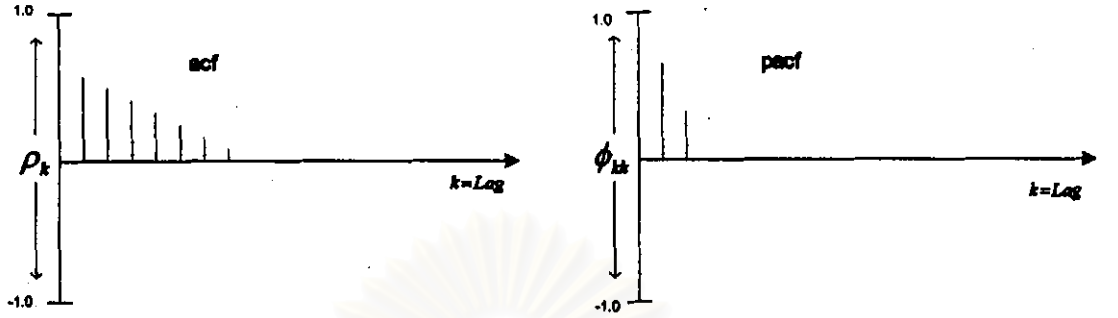
และมีรูปแบบความสัมพันธ์ (เชิงทฤษฎี) ของ ACF และ PACF ของกระบวนการอนุกรมเวลาคงที่ สำหรับกระบวนการพื้นฐาน แสดงเป็นกราฟคอเรลโลแกรมได้ดังนี้



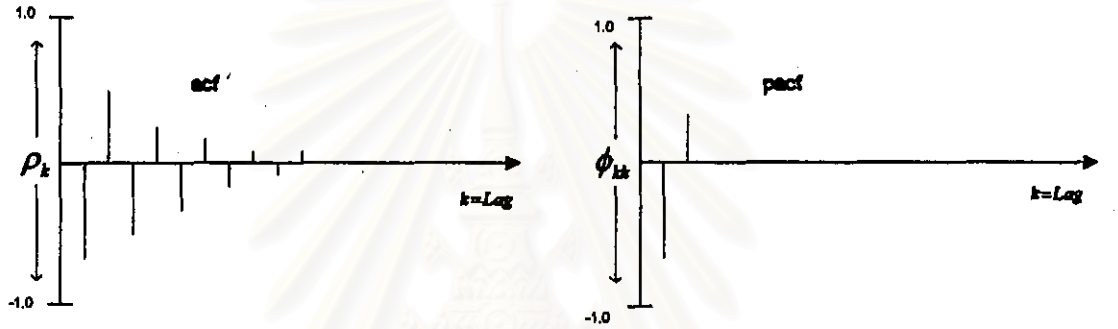
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

AR(2)

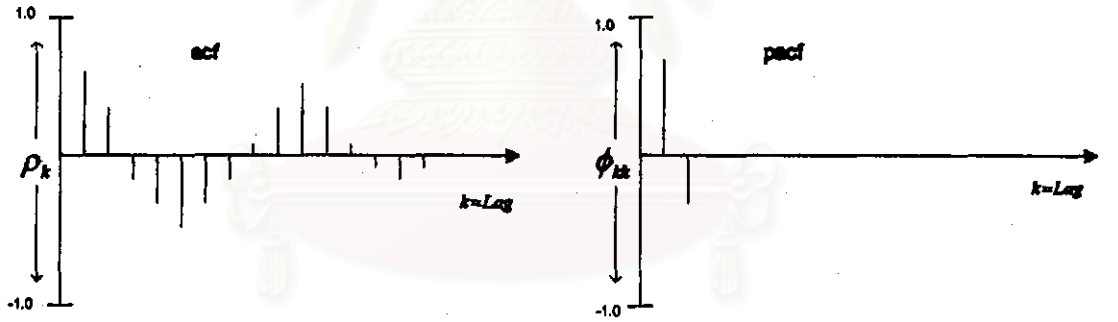
Example I



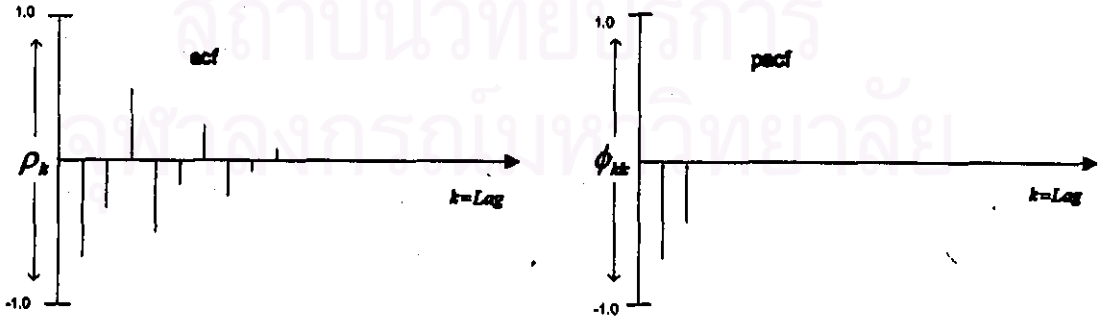
Example II



Example III

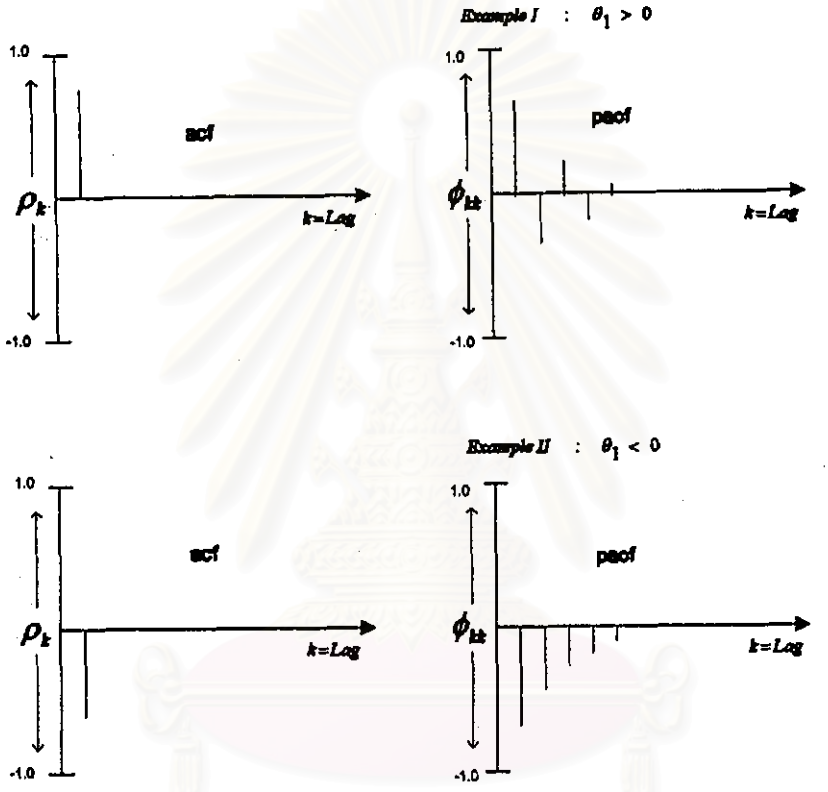


Example IV



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

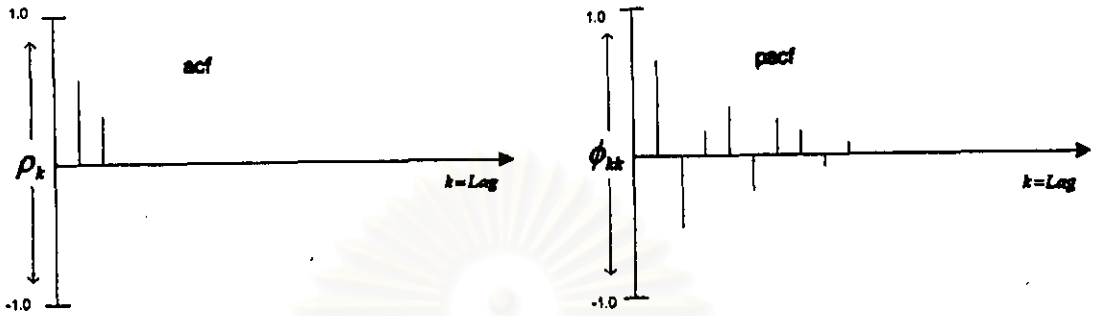
MA(1)



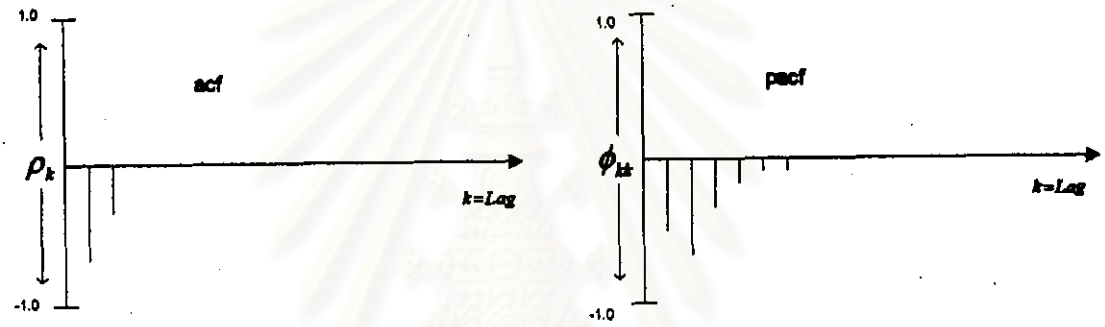
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

MA(2)

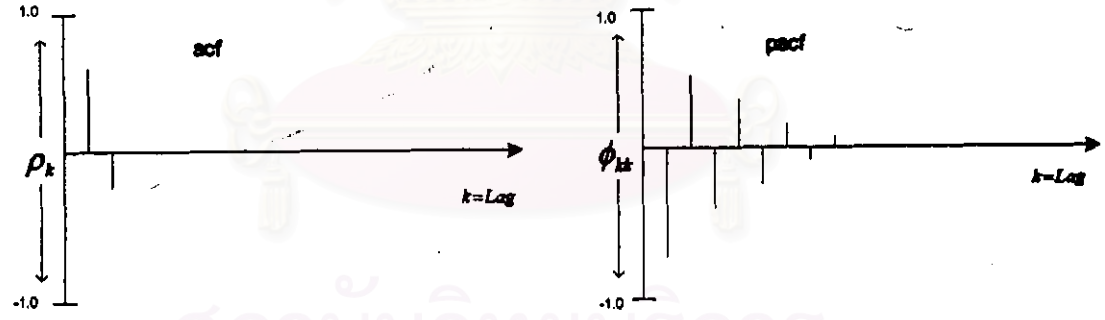
Example I



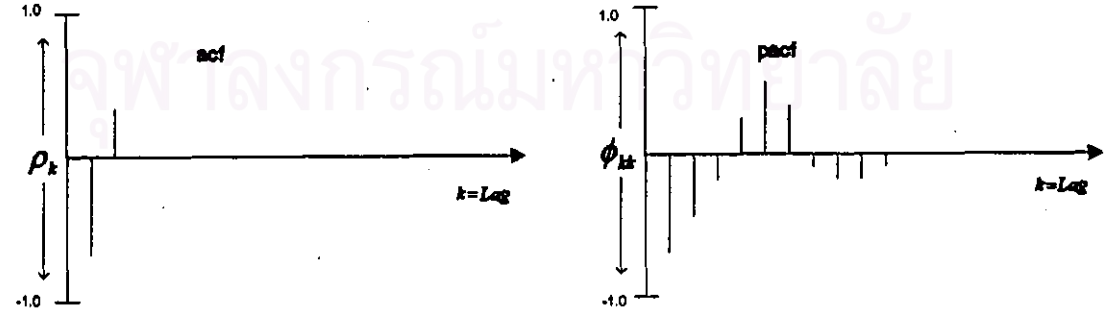
Example II



Example III



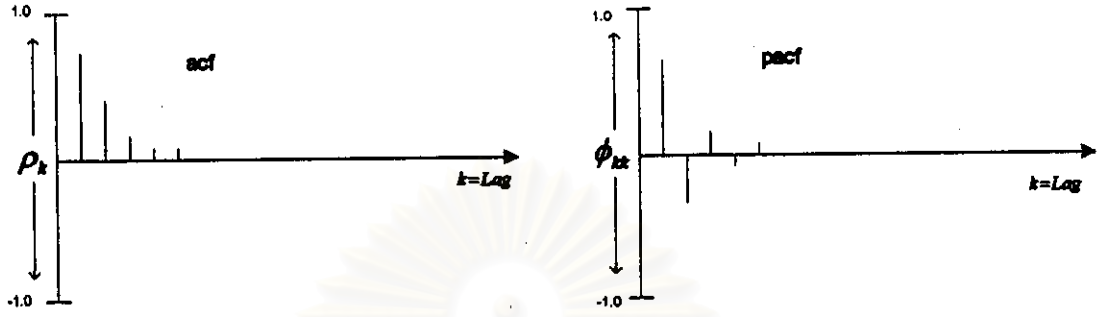
Example IV



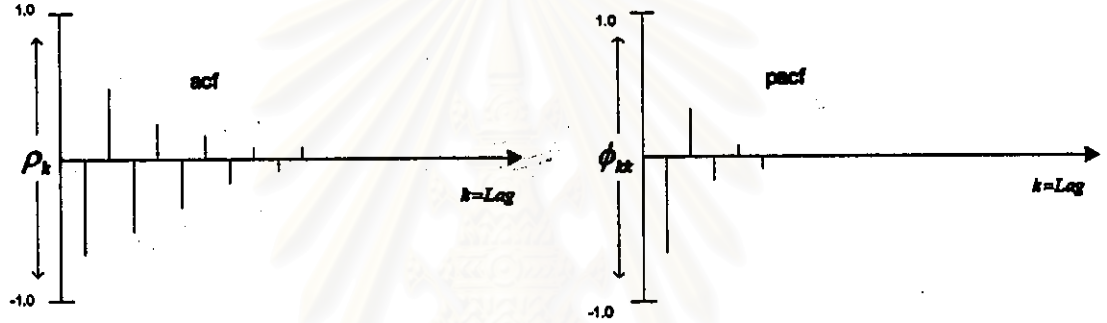
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

AR(1,1)

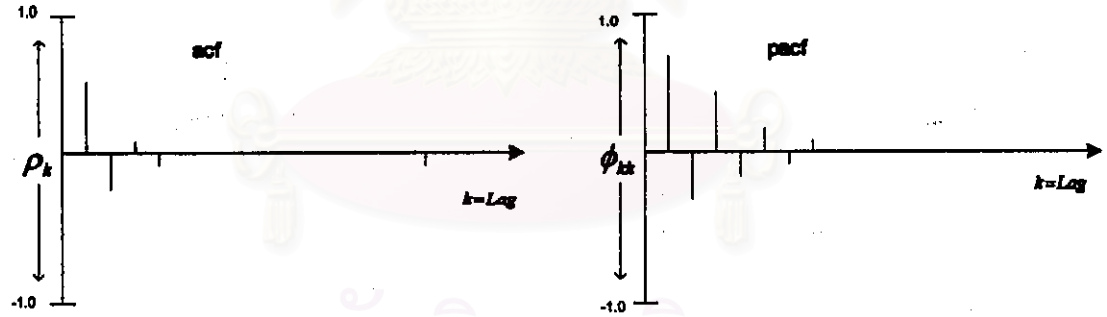
Example I



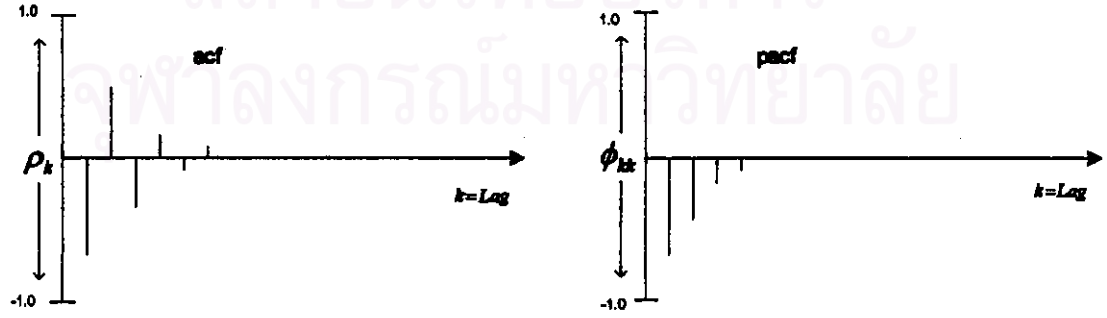
Example II



Example III



Example IV



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในองค์ประกอบที่เป็นฤดูกาลมีคาบฤดูกาล s การกำหนดอันดับ P และ Q พิจารณาทำนองเดียวกันกับองค์ประกอบที่ไม่เป็นฤดูกาล โดยพิจารณาโครงสร้างแปรผันของอัตสหสัมพันธ์ $\hat{\rho}_k$ และ $\hat{\phi}_{kk}$ ที่แล็ก ฤดูกาล $s, 2s, 3s, \ldots$ เปรียบเทียบโครงสร้างของ ρ_k และ ϕ_{kk} ทางทฤษฎี ซึ่งมีลักษณะตามที่กล่าวไปแล้วข้างต้น

2. การประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบ ARIMA

เมื่อนักพยากรณ์เลือกตัวแบบ ARIMA ทดลองได้แล้ว ขั้นต่อไปคือ ประมาณค่าของพารามิเตอร์ที่ปรากฏในตัวแบบ วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่นิยมใช้กันมาก คือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบไม่เป็นเชิงเส้น (nonlinear least – squares method)

เมื่อใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในเรื่อง ARIMA (ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ใช้โปรแกรม SPSS for Windows) ในขั้นประมาณค่าพารามิเตอร์ นอกจากจะได้ค่าประมาณของพารามิเตอร์แล้ว จะมีค่าของตัวสถิติต่างๆ ปรากฏออกมาด้วย ซึ่งให้ประโยชน์ในการทดสอบเชิงสถิติว่า องค์ประกอบหรือพารามิเตอร์นั้นควรมีอยู่ในตัวแบบหรือไม่ ซึ่งนั่นคือ หนทางหนึ่งในการพิจารณาว่า ตัวแบบที่พิจารณานั้นเหมาะสมเพียงพอหรือไม่ในเชิงสถิติ

3. การวินิจฉัยตัวแบบ ARIMA

ภายหลังที่ประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ ARIMA แล้ว นักพยากรณ์ควรจะตรวจสอบตัวแบบก่อนที่จะตัดสินใจนำตัวแบบนั้นไปใช้พยากรณ์ เนื่องจากตัวแบบที่พิจารณาคัดเลือกในขั้นแรกนั้น อาจยังเลือกไม่ถูกต้องเหมาะสม จึงควรวินิจฉัย และถ้าพบว่ายังไม่เหมาะสมควรกลับไปขั้นที่ 1 พิจารณาปรับปรุงแก้ไขตัวแบบใหม่ และดำเนินการขั้นที่ 2 ประมาณค่าและวินิจฉัยในขั้นที่ 3 กรรมวิธีจะกระทำซ้ำๆ เช่นนี้จนกว่าจะได้ตัวแบบที่เหมาะสมเพียงพอในเชิงสถิติ

การวินิจฉัยตัวแบบ จะทำการตรวจสอบคุณสมบัติเชิงสถิติของค่าผิดพลาดสุ่ม $\{a_t\}$ และการทดสอบว่า ค่าผิดพลาดสุ่มมีอัตสหสัมพันธ์หรือไม่ จะเป็นการตรวจสอบที่สำคัญมากที่สุดในการวินิจฉัยความเพียงพอในเชิงสถิติของตัวแบบ ARIMA ฉะนั้น การทดสอบ จะคำนวณค่า SACF และ SPACF ของค่าเศษเหลือตกค้าง $e_t = y_t - \hat{y}_t$ ซึ่งเป็นค่าประมาณของ a_t ที่แล็ก k ต่างๆ และทดสอบด้วยค่าของตัวสถิติที (t) สำหรับทดสอบว่าค่าผิดพลาดสุ่มมีอัตสหสัมพันธ์หรือไม่ที่แต่ละแล็ก $k = 1, 2, 3, \ldots, m$ และทดสอบอัตสหสัมพันธ์รวมหรือพร้อมกัน k แล็ก ด้วยตัวสถิติไคกำลังสอง (Chi – squared test) ว่าค่าผิดพลาดไม่มีอัตสหสัมพันธ์ k แล็กแรก นอกจากการวินิจฉัยตัวแบบด้วยการทดสอบเชิงสถิติแล้ว นักพยากรณ์อาจตรวจสอบด้วยวิธีการอื่นๆ ด้วยเช่น การเขียนภาพของเศษเหลือตกค้างกับแกน

เวลา ถ้าพบว่าค่าของเศษเหลือตกค้างกระจายเป็นแนวในลักษณะขนานรอบค่าเฉลี่ยศูนย์ แสดงเหตุผลได้ว่า ค่าผิดพลาดมีค่าเฉลี่ยศูนย์ และมีความแปรปรวนคงที่ แต่ถ้าการกระจายของค่าเศษเหลือตกค้างมีรูปแบบต่างไปจากแนวขนาน ควรพิจารณาปรับปรุงแก้ไขตัวแบบ ซึ่งอาจจะพบว่าความแปรปรวนยังไม่คงที่ด้วยวิธีการแปลงข้อมูล เป็นต้น

ผลจากการวินิจฉัยตัวแบบ นอกจากจะช่วยตรวจสอบว่าตัวแบบที่กำลังพิจารณาเหมาะสมเพียงพอในเชิงสถิติหรือไม่แล้ว ยังให้แนวทางในการปรับปรุงแก้ไขตัวแบบด้วย ถ้าพบว่าตัวแบบยังไม่เหมาะสม กล่าวคือ จากลักษณะของ SACF และ SPACF ของเศษเหลือตกค้าง อาจพบว่า ควรเพิ่มองค์ประกอบ MA เข้าในตัวแบบ ถ้ายังไม่มีองค์ประกอบ MA หรือ เพิ่มอันดับของ MA ให้มากขึ้น หรืออาจ พบว่าควรเพิ่มองค์ประกอบ AR หรืออันดับของ AR ในตัวแบบ เป็นต้น

2.2.4 วิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซโพเนนเชียล (Exponential Smoothing Method)

วิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซโพเนนเชียล เป็นอีกวิธีการหนึ่งของการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลา เพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ วิธีการนี้ใช้หลักการหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (Weighted Average) ของข้อมูลในอดีต โดยให้น้ำหนัก (ความสำคัญ) มากสุดกับข้อมูลปัจจุบัน และจากนั้น ให้น้ำหนักลดลงเรื่อยๆ กับข้อมูลในอดีต (เนื่องจากมีแนวคิดว่าผลกระทบของข้อมูล หรือค่าสังเกตปัจจุบันที่มีต่อค่าในอนาคต จะมากกว่า ผลกระทบของข้อมูลในอดีต) ยิ่งข้อมูลถอยหลังไปมากๆ จะมีน้ำหนักลดลงมาก ซึ่งลักษณะการให้น้ำหนัก จะให้น้ำหนักลดลงแบบเรขาคณิต (Geometric) หรือแบบเอกซโพเนนเชียล (Exponential) น้ำหนัก จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 และ 1 และรวมกันเท่ากับ 1 [ตัวอย่างเช่น $Y_t = \alpha Y_t + \alpha(1-\alpha)Y_{t-1} + \alpha(1-\alpha)^2 Y_{t-2} + \ldots, (0 < \alpha < 1)$]

2.2.4.1 วิธีการปรับให้เรียบครั้งเดียวแบบเอกซโพเนนเชียล (Simple Exponential Smoothing Method)

เป็นวิธีการหนึ่งในกลุ่มวิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซโพเนนเชียล วิธีการนี้เหมาะที่จะใช้ กับอนุกรมเวลาที่มีระดับค่าเฉลี่ยไม่คงที่ โดยมีระดับ เคลื่อนไหวช้าๆ ไม่มีแนวโน้ม ไม่มีวัฏจักร และไม่มีฤดูกาล

การพยากรณ์ค่าของ Y ที่เวลา $t+l$ จากตำแหน่งเวลาปัจจุบัน t ด้วยวิธีการปรับให้เรียบครั้งเดียวแบบเอกซโพเนนเชียล มีสูตรพยากรณ์ ดังนี้

$$F_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)F_{t-1} \qquad \text{สำหรับ } t = 1,2, \ldots$$

โดยที่

F_t = ค่าพยากรณ์สำหรับค่าของ Y ที่เวลา $t+l$ จากเวลาปัจจุบัน t , $l = 1,2,3, \ldots$

F_{t-1} = ค่าพยากรณ์สำหรับค่าของ Y ที่เวลา $t-1+l$ จากเวลาปัจจุบัน $t-1$, $l = 1,2,3, \ldots$

Y_t = ค่าสังเกต (ค่าจริง) ของ Y ที่เวลา t

α = ตัวประกอบปรับให้เรียบ (Smoothing Factor) มีค่าอยู่ระหว่าง 0 กับ 1

จากสูตรพยากรณ์ข้างต้น พบว่าการหาค่าพยากรณ์ F_t จะต้องทราบค่า F_{t-1} จะต้องทราบค่า F_{t-2} ... จะต้องทราบค่า F_1 และสุดท้ายจะต้องทราบค่า F_0 เมื่อทราบค่าเริ่มต้น F_0 จะหาค่า $F_1, F_2, \ldots, F_{t-1}$ และสุดท้ายหาค่า F_t ได้ โดยใช้สูตรข้างต้นต่อเนื่องกัน หนทางหนึ่งในการกำหนดค่าเริ่มต้น F_0 คือ ให้ F_0 เท่ากับค่าเฉลี่ยของข้อมูลอนุกรมเวลา $Y_1, Y_2, \ldots, Y_t$ ที่มีอยู่ของ Y นั่นคือ ให้ $F_0 = \frac{1}{t}(Y_1 + Y_2 + \ldots + Y_t)$

อีกหนทางหนึ่งในการเลือกค่า α คือทดลองแปรเปลี่ยนค่า α เช่น เริ่มจาก $\alpha = 0.01$ ต่อไปเป็น 0.02, 0.03, ... และแต่ละค่า α คำนวณค่า F_t และหาค่าเฉลี่ยของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) จากนั้น เปรียบเทียบค่า MSE ทั้งหมด และเลือกค่า α ที่ให้ MSE ต่ำสุด

2.2.4.2 วิธีการปรับให้เรียบสองครั้งแบบเอกซโพเนนเชียล (Double Exponential Smoothing Method)

จากแนวคิดการปรับให้เรียบครั้งเดียวแบบเอกซโพเนนเชียล นำมาขยายผลใช้กับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเชิงเส้นไม่คงที่ตลอดช่วงเวลา T วิธีนี้เหมาะสำหรับข้อมูลที่มีการเคลื่อนไหวแบบแนวโน้มเชิงเส้นตรง (linear trend data) และไม่มีการเคลื่อนไหวแบบฤดูกาล (seasonal data) เหมาะสมกับการพยากรณ์ในระยะสั้นจนถึงการพยากรณ์ในระยะปานกลาง วิธีนี้มีสูตรการพยากรณ์ค่าจริง Y_{T+l} ที่เวลา $T+l$ จากเวลาปัจจุบัน T ดังนี้

$$\hat{Y}_T(l) = \left(2 + \frac{\alpha l}{1-\alpha}\right) S_T^{[1]} - \left(1 + \frac{\alpha l}{1-\alpha}\right) S_T^{[2]}$$

ซึ่ง

$$S_T^{[1]} = \alpha Y_t + (1-\alpha)S_{T-1}^{[1]}$$
$$S_T^{[2]} = \alpha S_T^{[1]} + (1-\alpha)S_{T-1}^{[2]}$$

การคำนวณ $S_T^{[1]}$ และ $S_T^{[2]}$ ต้องการทราบค่า $S_{T-2}^{[1]}, S_{T-2}^{[2]}, S_{T-3}^{[1]}, S_{T-3}^{[2]}, \ldots, S_0^{[1]}, S_0^{[2]}$ และดังนั้นต้องเริ่มด้วยค่า $S_0^{[1]}$ และ $S_0^{[2]}$ เราประมาณค่า $S_0^{[1]}$ และ $S_0^{[2]}$ ได้ดังนี้

$$S_0^{[1]} = \hat{\beta}_0 - \frac{(1-\alpha)}{\alpha}\hat{\beta}_1$$
$$S_0^{[2]} = \hat{\beta}_0 - 2\frac{(1-\alpha)}{\alpha}\hat{\beta}_1$$

ซึ่ง

$$\hat{\beta}_0 = \bar{Y} - \frac{(T+1)}{2}\hat{\beta}_1$$
$$\hat{\beta}_1 = \frac{12\sum_{t=1}^{T}(t-(T+1)/2)Y_t}{T^3 - T}$$

2.2.4.3 วิธีพารามิเตอร์สองตัวของโฮลท์ (Holt's Two – Parameter Method)

วิธีการของโฮลท์ มีลักษณะคล้ายกับวิธีการปรับให้เรียบสองครั้งแบบเอกซโพเนนเชียล แต่มีลักษณะทั่วไปมากกว่า วิธีนี้เหมาะสำหรับข้อมูลที่มีการเคลื่อนไหวแบบแนวโน้มเชิงเส้น มีสูตรการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = S_t + l\hat{\beta}_t$$

ซึ่ง

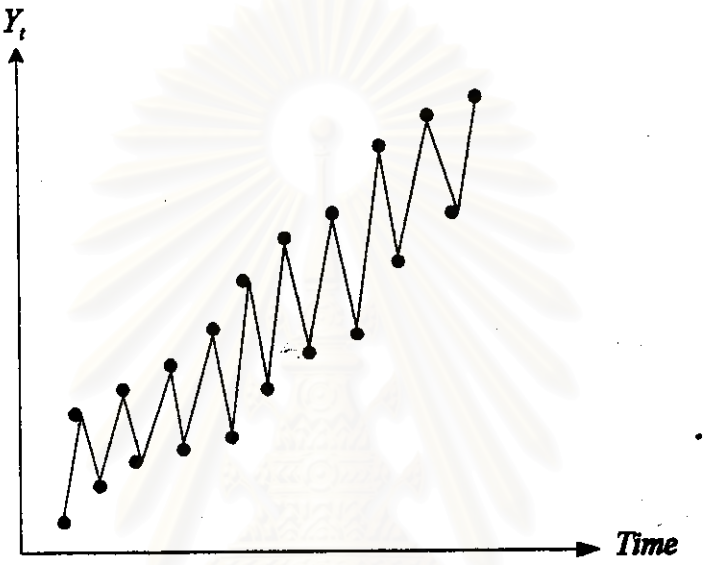
ตัวสถิติปรับระดับ $S_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(S_{t-1} + \hat{\beta}_{t-1})$

ตัวสถิติปรับแนวโน้ม $\hat{\beta}_t = \gamma(S_t - S_{t-1}) + (1-\gamma)\hat{\beta}_{t-1}$

จะเห็นได้ว่าวิธีการของโฮลท์ใช้พารามิเตอร์ปรับให้เรียบสองตัว คือ α, $(0<\alpha<1)$ และ γ, $(0<\gamma<1)$ ซึ่งนักพยากรณ์จะต้องกำหนดค่าทั้งสองนี้ และกำหนดค่าเริ่มต้น S_1 และ $\hat{\beta}_1$

2.2.4.4 วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ (Winters' Forecast Method)

วิธีนี้เหมาะสำหรับข้อมูลที่มีการเคลื่อนไหวมีแนวโน้มและมีฤดูกาล (ดูรูป 2:10) วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ เป็นการขยายผลของวิธีการของโฮลท์ โดยเพิ่มพารามิเตอร์หรือค่าคงที่ปรับให้เรียบอีกหนึ่งตัวรวมเป็นสามตัวคือ ค่าคงที่ปรับให้เรียบสำหรับระดับ (α_1) ค่าคงที่ปรับให้เรียบสำหรับแนวโน้มหรือความชัน (α_2) และค่าคงที่ปรับให้เรียบสำหรับฤดูกาล (α_3) ค่าทั้งสามมีค่าอยู่ระหว่าง 0 และ 1



รูป 2.10 แนวโน้มและฤดูกาล

ตัวแบบอนุกรมเวลาตัวแบบหนึ่งของวินเตอร์ ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบแนวโน้มและฤดูกาลมีสมการดังนี้ และมีชื่อเรียกว่าตัวแบบผลคูณของวินเตอร์

$$Y_t = (\mu_t + \beta_t t)I_t + \varepsilon_t$$

ซึ่ง μ_t, β_t, I_t เป็นพารามิเตอร์แสดงระดับ ความชัน และฤดูกาล ของอนุกรมเวลาตามลำดับ และ ε_t คือ ความคลาดเคลื่อนสุ่ม โดยมีข้อสมมติพื้นฐานคือ มีค่าเฉลี่ยศูนย์ ความแปรปรวนคงที่ และไม่มีสหสัมพันธ์กัน

ตัวแบบข้างต้นเหมาะสมกับอนุกรมเวลามีการแกว่ง หรือการผันแปรของฤดูกาลเป็นสัดส่วนโดยตรงกับระดับของอนุกรม กล่าวคือ การแกว่งจะมากขึ้นขณะที่ระดับของอนุกรมเพิ่มขึ้น (รูป 2.10) ส่วนการผันแปรของ ε_t ไม่ขึ้นอยู่กับระดับอนุกรม

จากตัวแบบข้างต้น ได้สูตรพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t(l) = (\hat{\mu}_t + l\hat{\beta}_t)\hat{I}_{t+l-m}, \qquad t = m, m+1, \ldots$$

ซึ่ง

$$\hat{\mu}_t = \alpha_1(Y_t / \hat{I}_{t-m}) + (1-\alpha_1)(\hat{\mu}_{t-1} + \hat{\beta}_{t-1})$$
$$\hat{\beta}_t = \alpha_2(\hat{\mu}_t - \hat{\mu}_{t-1}) + (1-\alpha_2)\hat{\beta}_{t-1}$$
$$\hat{I}_t = \alpha_3(Y_t / \hat{\mu}_t) + (1-\alpha_3)\hat{I}_{t-m}$$

m = ความยาวของคาบฤดูกาล เช่น $m = 12$ (สำหรับอนุกรมเวลารายเดือน) หรือ $m = 4$ (สำหรับอนุกรมเวลารายสามเดือน)

การคำนวณค่าพยากรณ์ $\hat{Y}_t(l)$ ต้องกำหนดค่าเริ่มต้นของ $\hat{\mu}_t, \hat{\beta}_t, \hat{I}_t$ นอกเหนือจากการกำหนดค่าคงที่ปรับให้เรียบ $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ และหนทางหนึ่งในการกำหนดค่าเริ่มต้นคือให้

$$\hat{\mu}_m = (Y_1 + Y_2 + \ldots + Y_m)/m$$
$$\hat{I}_t = Y_t / \hat{\mu}_m, \qquad t = 1, 2, \ldots, m$$
$$\hat{\beta}_m = 0$$

2.2.5 วิธีอัตถดถอย (Autoregressive Method)

วิธีอัตถดถอย เป็นวิธีการที่จัดอยู่ในกลุ่มการวิเคราะห์อนุกรมเวลา เพื่อหาตัวแบบพยากรณ์ค่าของตัวแปร Y ที่ต้องการเช่น ตัวแปร Y ที่เป็นราคาผลผลิตการเกษตร พื้นที่เพาะปลูกผลผลิตการเกษตร เป็นต้น ตัวแบบจะเป็นตัวแบบการถดถอยที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Y_t ของ Y ณ เวลา t กับค่าของ Y ในอดีตให้เป็น $Y_{t-1}, Y_{t-2}, \ldots, Y_{t-k}$ ได้เป็นตัวแบบอัตถดถอย และมีรูปแบบทั่วไปดังนี้

$$Y_t = \theta_0 + \theta_1 Y_{t-1} + \theta_2 Y_{t-2} + \ldots + \theta_k Y_{t-k} + \varepsilon_t$$

ซึ่ง สมมติว่า ค่าคลาดเคลื่อนสุ่ม ε_t มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ มีความแปรปรวนคงที่ ไม่มีอัตสหสัมพันธ์ และมีการแจกแจงปรกติ สำหรับเวลาถอยหลัง k โดยทั่วไป จะเลือกกำหนด $k = 13$ แต่ถ้าข้อมูลอนุกรมเวลา เป็นข้อมูลรายเดือนที่มีฤดูกาล ควรกำหนด $k = 25$ จากตัวแบบข้างต้นได้ตัวแบบพยากรณ์

$$Y_t = c_0 + c_1 Y_{t-1} + c_2 Y_{t-2} + \ldots + c_k Y_{t-k}$$

ซึ่ง $c_0, c_1, \ldots, c_k$ เป็นค่าประมาณของ $\theta_0, \theta_1, \ldots, \theta_k$ ตามลำดับ ทั้งนี้ พิจารณานัยสำคัญของ $c_0, c_1, \ldots, c_k$ ด้วย ซึ่งถ้าค่าใดไม่มีนัยสำคัญ จะตัดค่านั้นออกจากตัวแบบ

2.2.6 วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบคลาสสิค (Classical Time Series Analysis)

อนุกรมเวลา $\{Y_t\}$ จะมีการเคลื่อนไหวตามกาลเวลาในรูปแบบต่างๆ เช่นมีแนวโน้มและมีฤดูกาล ฉะนั้น หนทางหนึ่งในการวิเคราะห์อนุกรมเวลา เพื่อหาตัวแบบพยากรณ์ คือ วิเคราะห์หาองค์ประกอบในข้อมูลอนุกรมเวลาที่ศึกษามาสร้างเป็นตัวแบบพยากรณ์

องค์ประกอบของอนุกรมเวลา จำแนกได้เป็น 3 องค์ประกอบหลักคือ องค์ประกอบแนวโน้ม-วัฏจักร (trend – cycle component) องค์ประกอบฤดูกาล (seasonal component) และองค์ประกอบไม่ปรกติ หรือองค์ประกอบส่วนเหลือ (irregular or remainder component) และดังนั้น โดยวิธีนี้ จะทำการแยกองค์ประกอบ ซึ่งได้ตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ค่า Y_t และเรียกตัวแบบที่ได้ว่า ตัวแบบอนุกรมเวลาแบบคลาสสิค ซึ่งจำแนกได้เป็นสองตัวแบบคือ

1. ตัวแบบเชิงบวก (Additive Model)

$$Y_t = T_t + S_t + \varepsilon_t$$

2. ตัวแบบเชิงคูณ (Multiplicative Model)

$$Y_t = T_t \times S_t \times \varepsilon_t$$

โดยที่

Y_t คือค่าของอนุกรมเวลา ณ คาบเวลา t

ε_t คือค่าคลาดเคลื่อนสุ่ม

T_t คือองค์ประกอบแนวโน้ม-วัฏจักร ณ คาบเวลา t ซึ่งโดยทั่วไปจะอยู่ในรูปแบบพหุนามอันดับต่ำ (low-order polynomail) เช่น $T_t = \beta_0 + \beta_1 t$ และ $T_t = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 t^2$ เป็นต้น

S_t คือองค์ประกอบฤดูกาล ณ คาบเวลา t ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปแบบของตัวแปรบ่งชี้ฤดูกาล (seasonal indicators) เช่น

$S_t = \alpha_1 I_{1,t} + \alpha_2 I_{2,t} + \ldots + \alpha_{11} I_{11,t}$ ($I_{i,t}$ เป็นตัวแปรบ่งชี้ฤดูกาล)

หรือ อยู่ในรูปแบบฟังก์ชันตรีโกณ เช่น

$$S_t = \phi_1 \sin\left(\frac{2\pi t}{12}\right) + \phi_2 \cos\left(\frac{2\pi t}{12}\right) + \phi_3 \sin\left(\frac{4\pi t}{12}\right) + \phi_4 \cos\left(\frac{4\pi t}{12}\right)$$

ตัวแบบเชิงบวก เหมาะสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีความแปรปรวนคงที่ ไม่แปรผันตามเวลา หรือการแกว่งของฤดูกาลไม่แปรผันตามระดับของอนุกรมเวลา มิฉะนั้น ตัวแบบเชิงคูณจะเหมาะสมกว่า อย่างไรก็ตาม เราสามารถใช้วิธีการแปลงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ไม่คงที่ในความแปรปรวน หรือแปลงตัวแบบเชิงคูณเป็นตัวแบบเชิงบวกได้ โดยการใส่ ln ซึ่งจะได้ตัวแบบ

$$\ln Y_t = \ln T_t + \ln S_t + \ln \varepsilon_t$$

นั่นคือ ใช้ตัวแบบเชิงบวกกับข้อมูลที่ใส่ ln

ตัวอย่างตัวแบบอนุกรมเวลาแบบคลาสสิค :

$$Y_t = b_0 + b_1 t + b_2 I_{1,t} + b_3 I_{2,t} + \ldots + b_{12} I_{11,t}$$

โดยที่ t แทนคาบเวลา

$I_{i,t}$ $(i = 1,2,\ldots,11)$ แทนตัวบ่งชี้ สำหรับเดือนที่ i ในคาบเวลา t (ให้ $I_{i,t} = 1$ สำหรับเดือนที่ i ในคาบเวลา t มิฉะนั้น ให้ $I_{i,t} = 0$)

2.2.7 ตัวแบบการถดถอยที่มีค่าคลาดเคลื่อนในรูปแบบ AR (Regression Model with AR errors)

จากตัวแบบการถดถอยในรูปแบบทั่วไป

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{1,t} + \beta_2 x_{2,t} + \ldots + \beta_k x_{k,t} + \varepsilon_t$$

โดยทั่วไป จะมีข้อสมมติข้อหนึ่งที่ว่า ค่าคลาดเคลื่อนสุ่ม ε_t ไม่มีอัตสหสัมพันธ์ (no autocorrelation) แต่ถ้า Y_t เป็นข้อมูลอนุกรมเวลา มักจะพบว่า ε_t มีอัตสหสัมพันธ์ และรูปแบบอัตสหสัมพันธ์รูปแบบหนึ่งที่พบบ่อยเสมอ คือ รูปแบบ AR(1) (first - order autoregressive model) ซึ่งถ้า ε_t มีอัตสหสัมพันธ์ AR(1) จะเขียนตัวแบบการถดถอยข้างต้นได้เป็น

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{1,t} + \beta_2 x_{2,t} + \ldots + \beta_k x_{k,t} + \varepsilon_t$$

$$\varepsilon_t = \phi \varepsilon_{t-1} + e_t$$

ซึ่งมีข้อสมมติ e_t มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ มีความแปรปรวนคงที่ ไม่มีอัตสหสัมพันธ์ และมีการแจกแจงปกติ

ตัวแบบพยากรณ์เมื่อค่าคลาดเคลื่อนสุ่ม ε_t มีอัตสหสัมพันธ์ AR(1) เขียนได้ดังนี้

$$Y_t = b_0 + b_1 x_{1,t} + b_2 x_{2,t} + \ldots + b_k x_{k,t} + \varepsilon_t$$

$$\varepsilon_t = c \varepsilon_{t-1}$$

โดยที่ $b_0, b_1, b_2, \ldots, b_k, c$ เป็นค่าประมาณของ $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_k$ และ ϕ ตามลำดับ

2.2.8 วิธีของศูนย์สารสนเทศการเกษตร

เนื่องจากศูนย์สารสนเทศการเกษตร มีหน้าที่ส่วนหนึ่งในการรับผิดชอบพยากรณ์พื้นที่เพาะปลูกและผลผลิตพืชเศรษฐกิจต่างๆ ที่สำคัญ เพื่อนำไปใช้วิเคราะห์นโยบายการเกษตร และแผนพัฒนาการเกษตรและสหกรณ์ วิเคราะห์และศึกษาการวางแผนการผลิตทางการเกษตร วิเคราะห์ความต้องการของตลาด ทั้งในประเทศและต่างประเทศ วิเคราะห์และศึกษาแหล่งทรัพยากรทางการเกษตร วิเคราะห์การใช้ทรัพยากร รวมทั้งศึกษาและวิเคราะห์เศรษฐกิจการผลิต การจัดระบบการปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์ ให้มีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เป็นไปตามพระราชบัญญัติเศรษฐกิจการเกษตร พ.ศ. 2522

2.2.8.1 ชนิดของสินค้าเกษตรที่พยากรณ์[12]

1. สินค้าหลัก ทำการพยากรณ์สินค้าเศรษฐกิจที่สำคัญในระดับจังหวัด และระดับประเทศเป็นประจำทุก 4 เดือน รวม 22 ชนิด ได้แก่

1.1 ข้าวนาปี	1.12 กาแฟ
1.2 ข้าวนาปรัง	1.13 ปาล์มน้ำมัน
1.3 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	1.14 ลำไย
1.4 ข้าวฟ่าง	1.15 หอมแดง
1.5 ถั่วเหลือง	1.16 หอมหัวใหญ่
1.6 ถั่วเขียว	1.17 กระเทียม
1.7 ถั่วลิสง	1.18 พริกไทย
1.8 อ้อยโรงงาน	1.19 สับปะรด
1.9 ปอ	1.20 ไก่เนื้อ
1.10 ฝ้าย	1.21 สุกร
1.11 มันสำปะหลัง	1.22 ยางพารา

2. สินค้ารอง ทำการพยากรณ์สินค้าเกษตรในระดับประเทศทุก 4 เดือน เพื่อประกอบการประมาณการความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ และกำหนดเป้าหมายการผลิตในแต่ละปี โดยครอบคลุมชนิดสินค้ารวม 64 ชนิด เช่น พืชไร่ พืชสวน ปศุสัตว์ ป่าไม้ ประมง

---

[12] มณฑล เจียมเจริญ, "การพยากรณ์ผลผลิตการเกษตร" แบบร่าง, 8 มกราคม 2541.

ในการวิจัยครั้งนี้ ทำการศึกษาพืช 4 ชนิดได้แก่ ข้าว (ข้าวนาปีและข้าวนาปรัง) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ถั่วเขียว ถั่วเหลือง ซึ่งเป็นสินค้าหลักที่ศูนย์สารสนเทศการเกษตรทำการพยากรณ์

2.2.8.2 แบบจำลองสมการถดถอย

แบบจำลองสมการถดถอย (Regression Model) เป็นวิธีทางสถิติวิธีการหนึ่งที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์ได้ ภายใต้ความเชื่อที่ว่า สรรพสิ่งในโลกย่อมมีความสัมพันธ์กันไม่ทางใดก็ทางหนึ่ง ไม่มากก็น้อย การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในสิ่งหนึ่งสิ่งใดย่อมมีผลกระทบต่อสิ่งอื่นตามธรรมชาติ ซึ่งในการศึกษา จะคำนวณผลบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS เป็นเครื่องมือในการช่วยการวิเคราะห์ในเชิงปริมาณ ซึ่งจะต้องหาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลง พื้นที่เพาะปลูก และผลผลิต รวมทั้งรูปแบบของแบบจำลองที่เหมาะสม เพื่อนำมาใช้ในการพยากรณ์ผลผลิตล่วงหน้าก่อนฤดูกาลเก็บเกี่ยว

ดังนั้นแบบจำลองที่ศึกษา จึงแยกออกเป็น 2 แบบจำลอง ซึ่งมีสมมติฐานในการกำหนดแบบจำลองดังนี้

1. แบบจำลองพื้นที่เพาะปลูก จะคาดหมายว่าขึ้นอยู่กับตัวแปรที่สำคัญคือ พื้นที่เพาะปลูกในปีที่ผ่านมา ราคาเฉลี่ยที่เกษตรกรขายได้ที่ไร่นา ราคาน้ำมัน ปริมาณน้ำฝนที่ตก การกระจายของน้ำฝน จำนวนวันฝนตก และแนวโน้มเวลา

2. แบบจำลองผลผลิต จะคาดหมายว่าขึ้นอยู่กับตัวแปรที่สำคัญคือ ราคาเฉลี่ยที่เกษตรกรขายได้ในรอบปีที่ผ่านมา ราคาน้ำมัน ปริมาณน้ำฝนที่ตก การกระจายของน้ำฝน จำนวนวันฝนตก และแนวโน้มเวลา

2.2.8.3 รูปแบบของสมการคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการพยากรณ์

ในการพยากรณ์ ไม่ได้กำหนดรูปแบบสมการใดสมการหนึ่งแน่นอนชัดเจนในการพยากรณ์ แต่จะใช้วิธีทดสอบและปฏิบัติจริง (Empirical Test) โดยเริ่มต้นจากรูปแบบสมการเส้นตรงเบื้องต้น ซึ่งค่อนข้างจะเรียบง่าย แล้วทำการแปลงข้อมูล เพื่อทำการศึกษาทดสอบสมการอื่นด้วย ซึ่งพบว่ามีหลายรูปแบบที่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยแยกรูปแบบสมการที่ดำเนินการได้ดังนี้

1. สมการเส้นตรง (Linear Equation)

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x$$

2. สมการ Semi – Logarithmic (Semi – Logarithmic Equation)

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \log x$$

3. สมการ Double – Logarithmic (Double – Logarithmic Equation)

$$LogY = \beta_0 + \beta_1 Logx$$

2.2.8.4 การวิเคราะห์ผลจากแบบจำลอง

ด้วยเทคนิควิธีคำนวณใช้ Stepwise Regression เป็นผลให้โปรแกรมคำนวณผลเป็นผู้เลือกตัวแปรเฉพาะที่มีนัยสำคัญเท่านั้น ในทางปฏิบัติขั้นตอนการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ และค่าสถิติต่างๆ แต่จะกำหนดให้โปรแกรมแสดงผลการคำนวณให้ภายหลังจากคำนวณเสร็จแล้ว ทั้งนี้ทำให้ได้ผลการคำนวณตามจำนวนแบบจำลองที่ใช้

จากนั้นจะนำผลการวิเคราะห์สถานการณ์จากปัจจัยภายนอก ได้แก่ นโยบายต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง การรายงานภาวะจากเขตเกษตรเศรษฐกิจ สถานการณ์ราคา และสถานการณ์น้ำในเขื่อนมาใช้ประกอบการตัดสินใจ เพื่อเลือกผลการคำนวณแต่ละแบบจำลอง ทั้งเนื้อที่เพาะปลูกและผลผลิต ส่วนผลผลิตต่อไร่จะได้จากผลหารของผลผลิตและเนื้อที่เพาะปลูก

<u>ตัวอย่างแบบจำลองการพยากรณ์ผลผลิตการเกษตร : ถั่วเหลือง</u>

แบ่งแบบจำลองเป็น 2 ลักษณะ คือ พื้นที่เพาะปลูก (Area) และผลผลิต (Product) ซึ่งเป็นตัวแปรที่ขึ้นกับตัวแปรอิสระที่มีรูปแบบสมการดังนี้

$$\text{Area} = f(x_i)$$

$$\text{Product} = f(x_i)$$

โดย

Area = ตัวแปรตาม ได้แก่ พื้นที่เพาะปลูกถั่วเหลืองปีปัจจุบันที่พยากรณ์

Product = ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลผลิตของถั่วเหลืองปีปัจจุบันที่พยากรณ์

x_i = ตัวแปรอิสระ ได้แก่

- พื้นที่เพาะปลูกถั่วเหลืองในปีที่ผ่านมา (ใช้เฉพาะกับแบบจำลองพื้นที่เพาะปลูก)
- ราคาถั่วเหลืองที่เกษตรกรขายได้ในปีที่ผ่านมา
- ดัชนีราคาผู้บริโภค (Consumer Price Index : CPI)
- ดัชนีราคาผู้ผลิต (Producer Price Index : PPI)
- ราคาน้ำมันดีเซล
- ปริมาณน้ำฝน
- จำนวนวันฝนตก
- ปริมาณน้ำเขื่อน
- แนวโน้มการผลิต (Time Trend)