บทที่ 3
กรอบทฤษฎีและวิธีการศึกษา

บทนี้กล่าวถึงแนวคิดทางทฤษฎีและวิธีที่ใช้ในการศึกษา โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 ส่วน ส่วนแรกกล่าวถึงกรอบแนวคิดทางทฤษฎีที่อยู่เบื้องหลังการทดสอบความเชื่อมโยงตลาดทั้งแนวนอนและแนวตั้ง รวมถึงแนวคิดที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพตลาดล่วงหน้า ส่วนที่สองอธิบายวิธีการและแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา และส่วนสุดท้ายกล่าวถึงตัวแปรที่ใช้ทดสอบในแต่ละวัตถุประสงค์

3.1 แนวคิดทางทฤษฎี (theoretical concepts)

ประสิทธิภาพตลาด หมายถึงการที่ตลาดสามารถจัดสรรสัดส่วนการใช้ปัจจัยการผลิตต่อผลผลิต (input/output ratio) ได้ต่ำสุด ปัจจัยการผลิตของตลาดประกอบด้วยที่ดิน แรงงาน ทุน และการประกอบการที่หน่วยธุรกิจต่างๆใช้ในการดำเนินการตลาด ส่วนผลผลิตของตลาด หมายถึงความพอใจของผู้บริโภคที่ได้รับจากการบริโภคสินค้าและบริการที่เกิดขึ้นจากการดำเนินกิจกรรมทางการตลาด แต่เนื่องจากความพอใจของผู้บริโภคเป็นสิ่งที่วัดเป็นตัวเลขไม่ได้โดยตรง การวัดประสิทธิภาพตลาดจึงทำได้ยาก

การวัดประสิทธิภาพตลาดสามารถทำได้ 2 ลักษณะ คือ (1) ประสิทธิภาพการผลิตหรือประสิทธิภาพในการดำเนินงาน (technical หรือ operational efficiency) (2) ประสิทธิภาพราคา (price efficiency) (ผลคูณของประสิทธิภาพทั้งสองอย่างเรียกว่า ประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ (economic efficiency)) สำหรับประสิทธิภาพในการดำเนินงานมักมุ่งให้ความสนใจไปที่การลดต้นทุนการดำเนินงานทางการตลาดโดยที่คุณภาพของสินค้าและบริการยังคงเดิม ในขณะที่ประสิทธิภาพราคา เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงวิธีการซื้อขายและการกำหนดราคา เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภคมากที่สุด โดยราคาควรสะท้อนให้เห็นถึงต้นทุนของการทำให้เกิดความแตกต่างในสินค้า (Kohl, 1969: 11; อารี, 2531: 28, 39-45) ประสิทธิภาพด้านราคาสามารถทดสอบได้ 2 ลักษณะคือ การศึกษาโดยพิจารณาจากส่วนเหลื่อมการตลาด (marketing margin) หรือการศึกษาโดยพิจารณาจากประสิทธิภาพในการถ่ายทอดราคาหรือส่งผ่านข้อมูลข่าวสารระหว่าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตลาด ในวิทยานิพนธ์เล่มนี้ทดสอบในบริบทประสิทธิภาพในการส่งผ่านราคา

สำหรับความมีประสิทธิภาพของตลาดล่วงหน้า (efficient futures market) หลายเอกสารอ้างถึงสมมติฐานประสิทธิภาพตลาด efficient market hypothesis (EMH)) ที่กล่าวว่า ในตลาดล่วงหน้าที่มีประสิทธิภาพ ราคาสินค้าในตลาดล่วงหน้า (futures price) ต้องเป็นตัวพยากรณ์ราคาในอนาคตของตลาดปัจจุบัน (future spot price) ที่ไม่เอนเอียง (unbiased) นั่นคือบ่งชี้ว่า ราคาสามารถสะท้อนข้อมูลที่หาได้ทั้งหมด ประสิทธิภาพตลาดโดยทั่วไปแบ่งเป็น 3 รูปแบบ ได้แก่ (ก) strong form (ข) semi-strong form และ (ค) weak form การทดสอบประสิทธิภาพของตลาดล่วงหน้าและตลาดเงินมักทดสอบประสิทธิภาพตลาดโดยใช้รูปแบบใดรูปแบบหนึ่งจาก 3 รูปแบบดังกล่าว ในขณะที่การทดสอบประสิทธิภาพตลาดในกรอบประสิทธิภาพราคาของตลาดเชิงพื้นที่ (spatial market) และตลาดระดับต่างๆมักอิงกับการทดสอบกฎราคาเดียวใน 2 รูปแบบ คือ แบบเข้ม (strict version) และแบบอ่อน (weak version) ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดของการทดสอบประสิทธิภาพตลาดแต่ละหัวข้อในส่วนต่อไป

แม้การศึกษาประสิทธิภาพราคาในอุตสาหกรรมมันสำปะหลังในช่วงที่ผ่านมามุ่งเน้นไปที่การส่งผ่านราคาตามห่วงโซ่อุปทาน (vertical market) แต่การทำความเข้าใจตลาดเชิงพื้นที่ (spatial market) จะช่วยเพิ่มความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของราคาในตลาดตามห่วงโซ่อุปทาน (supply chain) หรือตลาดตามแนวตั้ง (vertical market) ได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งสามารถพิจารณาตลาดเชิงพื้นที่ (spatial differentiation) ได้ในลักษณะเช่นเดียวกับการพิจารณาตลาดในเชิงผลิตภัณฑ์ (product differentiate) (Fackler, 1996)

ตลาดอาจแยกได้เป็นหลายบริบท ทั้งในเชิงระยะทาง (spatial) รูปลักษณ์ (form) และเวลา (time) ในที่นี้พิจารณาตลาดทุกบริบท โดยสองบริบทแรกพิจารณาในกรอบความเชื่อมโยงตลาดในแนวนอนและแนวตั้งตามลำดับ ในขณะที่ตลาดในบริบทด้านเวลา พิจารณาในกรอบของตลาดล่วงหน้ามันเส้น

3.1.1 ตลาดที่แบ่งแยกด้วยพื้นที่ (spatial market)

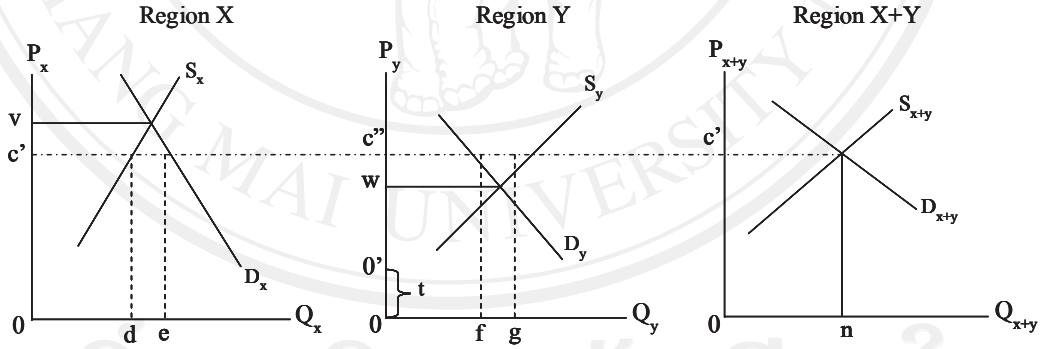
สำหรับตลาดในบริบทที่แบ่งแยกด้วยพื้นที่ (spatial market) อาจพิจารณาในลักษณะตลาดต่างประเทศกับตลาดในประเทศหรือระหว่างตลาดภายในประเทศที่แยกรายจังหวัดหรือรายภูมิภาค ในที่นี้พิจารณากรณีหลัง โดยพิจารณาตลาดหัวมันสดในจังหวัดที่เป็นแหล่งผลิตสำคัญในภูมิภาคต่างๆ ในทางทฤษฎีกล่าวว่า ในตลาดแข่งขัน ความแตกต่างของราคาในตลาดแต่ละมิติจะเท่ากับต้นทุนในการสร้างอรรถประโยชน์ให้กับสินค้า สำหรับตลาดเชิงพื้นที่ (spatial market) ความ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แตกต่างของราคาเกิดจากความแตกต่างของอุปสงค์และอุปทานในแต่ละตลาด และเมื่อมีการค้าเกิดขึ้น ราคาของทั้งสองตลาดจะต่างกันเท่ากับต้นทุนการเก็บรักษา และต้นทุนในการเคลื่อนย้ายสินค้า (อารี, 2531) โดยการค้าของตลาดที่แบ่งแยกด้วยพื้นที่เกิดขึ้นจากความต้องการค้ากำไร (arbitrage) ของพ่อค้า เมื่อพ่อค้าเห็นว่า สามารถทำกำไรจากความแตกต่างของราคาในสองพื้นที่ (ราคาต่างกันมากกว่าต้นทุนในการเคลื่อนย้ายสินค้า) พ่อค้าก็จะโยกย้ายสินค้าจากตลาดที่มีราคาต่ำกว่าไปยังตลาดที่ราคาสูงกว่า จนกระทั่งราคาของทั้งสองตลาดแตกต่างกันเท่ากับต้นทุนในการเคลื่อนย้ายสินค้าระหว่างตลาด

(1) กรณีสินค้ามีลักษณะเหมือนกัน

ในกรณีที่ตลาดสองแห่งผลิตสินค้าชนิดเดียวกันและมีลักษณะเหมือนกันทุกประการ (homogenous commodity) ราคาในตลาดสองแห่ง (ในที่นี้สมมุติว่าเป็นตลาด X และ Y) ต่างถูกกำหนดด้วยอุปสงค์และอุปทานของแต่ละตลาด โดยราคาดุลยภาพของทั้งสองตลาดแตกต่างกัน ดังภาพ 3.1



ภาพ 3.1 ความแตกต่างระหว่างอุปสงค์และอุปทานที่ทำให้เกิดการค้าระหว่างภูมิภาค

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในตลาด X เส้นอุปสงค์ Dx ตัดกับเส้นอุปทาน Sx เกิดจากราคาดุลยภาพที่ ov ส่วนในตลาด Y ราคาดุลยภาพอยู่ที่ ow ซึ่งดุลยภาพของทั้งสองตลาดจะยังคงเป็นเช่นนั้นต่อไปตราบที่ไม่มีการค้าระหว่างกัน แต่หากมีการค้าระหว่างกันเกิดขึ้น ดุลยภาพราคาใน 2 ตลาดก็จะเปลี่ยนแปลงไป สมมุติว่า พ่อค้าในตลาด Y รู้ว่า ราคาในตลาด Y ต่ำกว่าราคาในตลาด X หลังหักต้นทุนในการเคลื่อนย้ายสินค้า (t) พ่อค้าในตลาด Y ก็จะซื้อสินค้าจากตลาด Y ไปขายยังตลาด X พ่อค้าจะทำการค้าดังกล่าวต่อไปจนกระทั่งส่วนต่างของราคาระหว่างสองตลาดเท่ากับต้นทุนในการเคลื่อนย้าย

สินค้า (transfer cost) กล่าวคือ ราคาในสองตลาดเท่ากัน (หลังหักต้นทุนค่าขนถ่ายสินค้าระหว่างตลาด) เหมือนเป็นตลาดเดียวกัน สรุปได้ว่า การค้าระหว่างสองตลาดใดใดจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อราคาใน 2 ตลาดแตกต่างกันมากกว่าต้นทุนในการเคลื่อนย้ายสินค้าระหว่างตลาด (Bressler and King, 1970)

แนวคิดดุลยภาพราคาระหว่าง 2 ตลาด (เชิงพื้นที่) (ตลาด X และ Y) สามารถแสดงในกรอบกฎราคาเดียว (law of one price, LOP) ได้ดังนี้ ถ้าให้ราคาสินค้าของทั้งสองตลาดเป็น Px_t และ Py_t โดย α แสดงถึงความแตกต่างด้านคุณภาพในตัวสินค้าและต้นทุนในการเคลื่อนย้ายสินค้าจากตลาด y ไปยังตลาด x จากสมการ (3.1) นักวิจัยอาจทดสอบกฎราคาเดียวใน 2 รูปแบบคือ กฎราคาเดียวแบบเข้ม (strong version) และแบบอ่อน (weak version) แสดงดังสมการ (3.2) และ (3.3) ตามลำดับ แต่ในทางปฏิบัตินิยมใช้กฎราคาเดียวแบบอ่อน (weak form) มากกว่า และเนื่องจากข้อจำกัดด้านการเข้าถึงต้นทุนค่าเคลื่อนย้ายสินค้า (transfer cost) ในที่นี้จึงสมมุติให้ต้นทุนในการเคลื่อนย้ายสินค้า (transfer cost) ดังกล่าวคงที่ [7]

$$Px_t = \alpha + \beta_1 Py_t + e_t \qquad (3.1)$$

(ก) กฎราคาเดียวแบบ strict version:

$$Px_t = Py_t + e_t \qquad (3.2)$$

โดยมีเงื่อนไข: $\beta_1 = 1$, และ $\alpha = 0$

(ข) กฎราคาเดียวแบบ weak version:

$$Px_t = \alpha + Py_t + e_t \qquad (3.3)$$

โดยมีเงื่อนไข: $\beta_1 = 1$, และ $\alpha \neq 0$

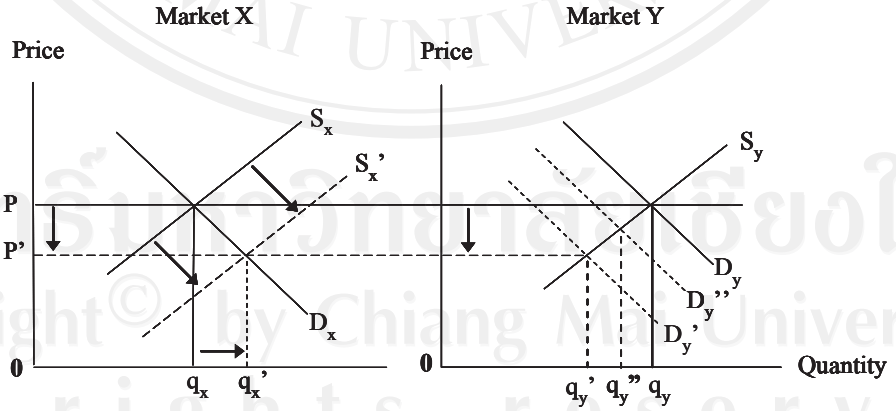
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

[7] นักวิจัยบางคนแย้งว่า การตั้งข้อสมมุติที่กำหนดให้ต้นทุนในการเคลื่อนย้ายสินค้า (transfer cost) คงที่อาจทำให้ระดับของความเชื่อมโยงตลาดที่ได้จากการทดสอบมีค่าต่ำกว่าที่ควรจะเป็น (Asche *et al*., 2004: 199) ในขณะที่ Goodwin *et al*., (1990. Quoted in Asche *et al*., 2005: 4) ให้ความเห็นว่า ถ้าต้นทุนการเคลื่อนย้าย (transfer cost) ไม่คงที่ (not constant) จะทำให้ตลาดไม่เป็นไปตามกฎราคาเดียว (LOP)

(2) กรณีสินค้ามีความแตกต่างกัน

การสมมุติให้สินค้าในทุกตลาดที่พิจารณาเป็นสินค้าที่มีลักษณะเหมือนกัน (homogenous goods) เนื่องจาก หากสินค้าที่พิจารณามีความแตกต่างกัน (product differentiate) ไม่ว่าจะในเชิงคุณภาพ ยี่ห้อหรือพันธุ์ ฯลฯ การพิจารณาการค้าระหว่างตลาดเหล่านี้ก็จะมีอิทธิพลของ cross price effect เข้ามาเกี่ยวข้อง อธิบายด้วยภาพ 3.2 ซึ่งการพิจารณาจะต่างจากกรณีแรก (ภาพ 3.1)

พิจารณาตลาด X และ Y เช่นเดิม สมมุติว่ามีเหตุการณ์ใดใด (shock) เกิดขึ้นในตลาด X ทำให้อุปทานเพิ่มขึ้นส่งผลให้ราคาสินค้าในตลาด X ลดลง โดยเส้นอุปทานย้าย (shift) จาก Sx $\rightarrow$ Sx' และ qx $\rightarrow$ qx' ส่งผลให้ราคาเปลี่ยนแปลงจาก P $\rightarrow$ P' การเปลี่ยนแปลงในตลาด X จะส่งผลต่อตลาด Y มากน้อยเพียงไรขึ้นอยู่กับระดับการทดแทนกันได้ของสินค้าในตลาด X และ Y หากสินค้าใน 2 ตลาดสามารถทดแทนกันได้อย่างสมบูรณ์แล้ว shock จากการเพิ่มขึ้นของอุปทานในตลาด X จะทำให้ผู้บริโภคในตลาด Y หันมาบริโภคสินค้าจากตลาด X ที่ราคาถูกกว่าทดแทนสินค้าเดิม ส่งผลให้อุปสงค์ของสินค้าในตลาด Y ลดลงจาก Dy $\rightarrow$ Dy' ในกรณีนี้ เรียกการลดลงของราคาที่ทำให้เกิดราคาดุลยภาพระหว่าง 2 ตลาดที่ P' ว่า กฎราคาเดียว (หรือการที่ราคาในตลาด Y shift ด้วยสัดส่วนเท่ากับในตลาด X เมื่อ relative price คงที่) แต่หากสินค้าใน 2 ตลาดไม่สามารถใช้ทดแทนกันได้แล้ว การเปลี่ยนแปลงใดใดของตลาด X ก็จะไม่มีผลต่อตลาด Y แต่ถ้าสินค้าในตลาดทั้ง 2 ทดแทนกันได้ไม่สมบูรณ์ อุปสงค์ของตลาด Y (Dy) ก็จะเคลื่อนจาก Dy $\rightarrow$ Dy"



ภาพ 3.2 ปฏิสัมพันธ์ของสองตลาดเมื่อผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวกันมีลักษณะแตกต่างกัน

ที่มา: Asche *et al.* (2004: 198)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ถ้าพิจารณาความสัมพันธ์ในรูปสมการ โดยใช้สมการ (3.1) กรณีที่สินค้าใน 2 ตลาด ทดแทนกันได้ไม่สมบูรณ์ (imperfect substitutes) ค่าสัมประสิทธิ์ (β_1) จะมีค่าอยู่ระหว่าง $0 < \beta_1 < 1$ บ่งชี้ว่า ราคาโดยเปรียบเทียบของทั้งสองตลาดไม่คงที่ (relative price not constant)

จะเห็นได้ว่า หากมีความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ (product differentiate) เข้ามาเกี่ยวข้อง การพิจารณาก็จะแตกต่างออกไป ในกรณีนี้ การทดสอบจะมีลักษณะเช่นเดียวกับการศึกษาของ Asche *et al.* (2004) ที่ทดสอบกฎราคาเดียวของผลิตภัณฑ์แช่แข็ง (frozen fillets) ของปลาขาว (white fish) 4 พันธุ์ (Cod, Haddock, Redfish and Saithe) ดังนั้น ในส่วนของการทดสอบความเชื่อมโยงตลาดในแนวนอน ในวิทยานิพนธ์เล่มนี้จึงตั้งข้อสมมุติให้สินค้าที่พิจารณามีลักษณะเหมือนกัน (homogenous product) ด้วยเหตุผลที่แสดงเปรียบเทียบทั้งสองกรณีแล้วข้างต้น

3.1.2. ตลาดที่แบ่งแยกด้วยรูปลักษณ์

สำหรับตลาดที่แบ่งแยกด้วยรูปลักษณ์ (form) ราคาของสินค้าในรูปลักษณ์ต่างๆจะสัมพันธ์กันโดยผ่านต้นทุนการแปรรูปหรือต้นทุนในการสร้างอรรถประโยชน์อื่นๆ (อารี, 2531) สมมุติว่าพิจารณาผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังในตลาดแข่งขันสมบูรณ์ ในรูปมันเส้น มันอัดเม็ด และแป้งมัน โดยกำหนดให้

P_c = ราคามันเส้น

P_p = ราคามันอัดเม็ด

P_s = ราคาแป้งมัน

P = ราคาหัวมันสด

n = จำนวนที่ต้องการผลิต

C = ต้นทุนการแปรรูป

เขียนในรูปความสัมพันธ์แยกรายผลิตภัณฑ์ได้ดังนี้

$$P = n_1(P_c - C_1)$$
$$P = n_2(P_p - C_2)$$
$$P = n_3(P_s - C_3)$$

ในดุลยภาพมูลค่าของผลิตภัณฑ์ทุกชนิดในตลาดเดียวกันควรจะเท่ากันคือ

$$n_1(P_c - C_1) = n_2(P_p - C_2) = n_3(P_s - C_3)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตามหลักแล้ว ถ้ามูลค่าสุทธิของผลิตภัณฑ์ชนิดใดสูงกว่าชนิดอื่นแล้ว ผู้ผลิตก็จะมุ่งใช้วัตถุดิบในการผลิตสินค้านั้น ซึ่งในที่นี้ มูลค่าของแป้งมันสูงที่สุดทั้งในตลาดขายส่งและตลาดส่งออก ผู้ประกอบการก็ควรมุ่งผลิตแต่แป้งมันอย่างเดียว แต่เนื่องจากการผลิตแป้งมันต้องใช้เทคโนโลยีในการผลิตสูง กอปรกับต้องใช้เงินลงทุนมาก ดังนั้น จึงเป็นอุปสรรคต่อการเข้าสู่ตลาดของผู้ประกอบการรายใหม่ ทำให้ไม่ค่อยมีผู้ประกอบการรายใหม่เข้ามาในตลาด [8]

ในส่วนที่ 2 จึงพิจารณาตลาดมันสำปะหลังเชิงรูปลักษณ์ในตลาดแต่ละระดับด้วยการศึกษาการส่งผ่านราคา บนพื้นฐานแนวคิดที่สัมพันธ์กับพฤติกรรมการตั้งราคาในตลาดแข่งขัน ที่กล่าวว่าในตลาดแข่งขัน การเปลี่ยนแปลงของราคาในตลาดหนึ่งจะทำให้ราคาในตลาดอื่นเปลี่ยนแปลงตามไปด้วยในขนาดเดียวกัน นอกจากนี้ในตลาดที่มีประสิทธิภาพ การส่งผ่านข้อมูลข่าวสารจะมีความสมบูรณ์และตลาดสามารถปรับตัวได้ทันทีเมื่อได้รับข่าวสารเข้ามาในตลาด ดังนั้น อาจพิจารณาประสิทธิภาพตลาดโดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ความยืดหยุ่นในการส่งผ่านราคา และระดับความเชื่อมโยงของราคาสินค้าในตลาดต่างระดับกัน ซึ่งหากตลาดเชื่อมโยงกันแล้ว การเปลี่ยนแปลงใดใด (shock) ที่เกิดขึ้นในตลาดแห่งหนึ่งก็จะถูกส่งผ่านไปยังตลาดอื่นๆด้วย โดยค่าความยืดหยุ่นในการส่งผ่านราคาที่สูงสะท้อนว่า ตลาดมีประสิทธิภาพ แต่หากค่าความยืดหยุ่นในการส่งผ่านราคามีค่าต่ำ ก็แสดงว่า ตลาดทำหน้าที่ได้ไม่มีประสิทธิภาพ ทำให้คนกลางสามารถดูดซับส่วนต่างจากความไม่สมบูรณ์ในการส่งผ่านข้อมูลข่าวสารในตลาดดังกล่าวได้

3.1.3 การทดสอบประสิทธิภาพของตลาดล่วงหน้ามันเส้น

ในทางทฤษฎี ราคาสินค้า (สินทรัพย์) ในตลาดล่วงหน้า (futures price) ถือเป็นกลไกการค้นพบราคา (price discovery) ที่ดีที่สุด ทฤษฎีที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตลาดปัจจุบัน (spot market) และตลาดล่วงหน้า (futures market) คือ ทฤษฎีประสิทธิภาพตลาด หรือที่หลายๆคนใช้ว่าสมมติฐานประสิทธิภาพตลาด (efficient market hypothesis, EMH) แนวคิดประสิทธิภาพตลาดถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางทั้งในเชิงทฤษฎีและในการศึกษาเชิงประจักษ์ ทั้งในบริบทของตลาดเงินและตลาดโภคภัณฑ์ (commodities) แนวคิดประสิทธิภาพตลาดของ Fama (1970, 1991. Quoted in

[8] สอดคล้องกับการศึกษาของสถาบันเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (2537) และศรินยา (2545) ที่พบว่า ตลาดแป้งมัน (ทั้งตลาดแป้งดิบและแป้งแปรรูป) มีการกระจุกตัวสูงกว่าผลิตภัณฑ์ชนิดอื่น โดยศรินยา (2545) พบว่า สัดส่วนการส่งออกแป้งแปรรูปของ 3 กลุ่มบริษัทคิดเป็นร้อยละ 66 ของการส่งออกแป้งแปรรูปทั้งหมด (ปี 2544) ในขณะที่ตลาดมันอัดเม็ด (ปี 2542) มีการกระจุกตัวเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับปี 2536 (จากจำนวนผู้ส่งออก 69 รายในปี 2536 เหลือ 30 รายในปี 2542) โดยในปี 2542 สัดส่วนการส่งออกมันอัดเม็ดของผู้ส่งออก 2 รายคิดเป็นร้อยละ 45 และคิดเป็นร้อยละ 63 เมื่อพิจารณาผู้ส่งออก 5 รายจากทั้งหมด 30 ราย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Sabuhoro and Larue, 1997: 173) กล่าวว่า ในตลาดที่มีสิทธิภาพ ราคาต้องสามารถสะท้อนถึงข้อมูลทั้งหมดที่หาได้[9] ซึ่งเงื่อนไขดังกล่าว ทำให้นักลงทุนไม่สามารถทำกำไรส่วนเกิน (abnormal profit) โดยใช้ข้อมูลที่หาได้ทั้งหมดในขณะนั้น

สมมติฐานตลาดที่มีประสิทธิภาพ เกิดจากการประยุกต์แนวคิดการคาดคะเนอย่างมีเหตุผล (rational expectation) เข้ากับตลาดเงินหรือโภคภัณฑ์ การคาดคะเนอย่างมีเหตุผล กล่าวถึงการใช้ข้อมูลข่าวสารทุกอย่างที่มีอยู่เพื่อคาดคะเนอย่างมีเหตุผล ซึ่งเป็นการคาดคะเนที่ดีที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ จึงสรุปได้ว่า ราคาของหลักทรัพย์หรือสินค้า สะท้อนถึงข้อมูลข่าวสารทั้งหมดที่มีอยู่ในปัจจุบันและสามารถปรับตัวได้ทันทีเมื่อข้อมูลข่าวสารและการคาดคะเนเปลี่ยนไป ทำให้ราคาของหลักทรัพย์หรือโภคภัณฑ์อยู่ในระดับเหมาะสม อย่างไรก็ตาม การคาดคะเนก็เป็นเพียงการคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคตเท่านั้น ไม่จำเป็นต้องถูกต้องเสมอไป ซึ่งความผิดพลาดจากการคาดคะเนโดยเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ในระยะยาว ทำให้ราคาหลักทรัพย์ในตลาดอาจมีค่าสูงหรือต่ำกว่าค่าที่เหมาะสมในลักษณะสุ่ม (random) ดังนั้น จึงไม่มีนักลงทุนคนใดได้เปรียบเหนือนักลงทุนคนอื่นในตลาดในการใช้กลยุทธ์เพื่อคาดคะเนราคาหลักทรัพย์หรือโภคภัณฑ์เพื่อทำกำไรจากตลาดมากกว่าคนอื่น กล่าวคือ การที่นักลงทุนคนใดได้กำไรจากการซื้อขายในตลาดมากกว่านักลงทุนคนอื่นจะเกิดขึ้นเพียงในระยะสั้นเท่านั้น และเกิดขึ้นเนื่องจากราคามีการเคลื่อนไหวแบบสุ่ม ไม่ได้เกิดจากการมีทักษะหรือการมีข้อมูลเหนือคนอื่นในตลาด

<u>Fama (1970) จำแนกประสิทธิภาพตลาดเป็น 3 ระดับคือ</u>

1) weak form

นักลงทุนในตลาดที่มีประสิทธิภาพแบบอ่อน (weak form) จะสามารถใช้เพียงข้อมูลในอดีตต่างๆที่เกี่ยวข้องกับตัวมันเองมาเป็นแนวทางในการกำหนดกลยุทธ์การลงทุน การศึกษาสมมติฐานประสิทธิภาพตลาดในรูป weak form ที่ผ่านมามักใช้แบบจำลอง random walk การยอมรับสมมติฐาน random walk จะบ่งชี้ว่า ตลาดมีประสิทธิภาพแบบอ่อน แต่การปฏิเสธสมมติฐานไม่ได้หมายความว่า ตลาดไม่มีประสิทธิภาพ การทดสอบประสิทธิภาพตลาดแบบ weak form ก็เพื่อทดสอบว่า ราคาที่เป็นอยู่ในขณะหนึ่งๆนั้นสะท้อนข้อมูลที่เกิดขึ้นในอดีตโดยรวมอยู่ในอนุกรมเวลาหรือไม่ ในทางปฏิบัติเป็นการใช้อนุกรมเวลาเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของราคาสินค้านั้นๆ เพื่อ

[9] การนิยามในประเด็นของข้อมูล ขึ้นอยู่กับว่า ทดสอบประสิทธิภาพตลาดในรูป weak form, semi-strong form หรือ strong form การศึกษาในวิทยานิพนธ์เล่มนี้ทดสอบในรูป semi-strong form กล่าวคือ ราคาสินค้าในปัจจุบันสะท้อนถึงข้อมูลในอดีตและข้อมูลที่ประกาศสู่สาธารณะที่หาได้ทั้งหมดในช่วงเวลาปัจจุบัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นำมาพยากรณ์ ซึ่งหากตลาดใช้ข้อมูลราคาในอดีตมาพยากรณ์ได้ ตลาดนั้นจะได้ชื่อว่า มีประสิทธิภาพ (อารี, 2549: 444)

2) semi strong form

สำหรับตลาดที่มีประสิทธิภาพแบบ semi strong form การเข้ามาของข่าวสารใหม่ๆที่เผยแพร่ทั่วไป (ข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับตลาดและเป็นตัวชี้นำราคาในตลาด) จะทำให้ตลาดปรับตัวอย่างรวดเร็ว หรือกล่าวได้ว่า ราคาในตลาดล่วงหน้า นอกจากจะสะท้อนข้อมูลในอดีตแล้วยังสะท้อนถึงข้อมูลที่ประกาศสู่สาธารณะด้วย เช่น ถ้าบริษัท ก. กำลังจะถูกซื้อกิจการโดยบริษัท ข. โดยทั่วไปหุ้นของบริษัทที่เข้าซื้อกิจการจะตกลง และหุ้นของบริษัทที่จะถูกซื้อจะสูงขึ้น กรณีที่ตลาดมีประสิทธิภาพแบบ semi strong form จะหมายถึง ทันทีที่บริษัท ข. ประกาศเข้าซื้อกิจการบริษัท ก. นักลงทุนที่เข้าซื้อขายหุ้นทันทีหลังทราบข่าวประกาศจะไม่สามารถทำกำไรจากการซื้อหุ้นบริษัท ก. หรือขายหุ้นบริษัท ข. ได้ เพราะราคาหุ้นทั้งสองได้สะท้อนข่าวสารนี้ทันทีที่บริษัทประกาศ การทดสอบความมีประสิทธิภาพแบบ semi strong form เป็นการทดสอบว่า ราคาสามารถสะท้อนการใช้ข้อมูลที่มีเผยแพร่ต่อสาธารณะทั้งหมด การทดสอบนี้มักใช้แบบจำลองเศรษฐมิติในการพยากรณ์ (อารี, 2549: 444)

3) strong form

ตลาดที่มีประสิทธิภาพแบบ strong form ราคาในตลาดล่วงหน้าจะสะท้อนถึงข้อมูลในอดีต ข้อมูลที่ประกาศสู่สาธารณะ รวมถึงข้อมูลภายในที่ยังไม่ได้เผยแพร่ เช่น กรณีการเข้าซื้อกิจการของบริษัท ข. กรณีที่ตลาดมีประสิทธิภาพแบบ strong form ก็แสดงว่า การที่ประธานบริษัท ข เริ่มเปรยกับคนใกล้ชิดว่าจะซื้อกิจการบริษัท ก. ข้อมูลดังกล่าวจะไหลเข้าสู่ตลาดและส่งผลให้เกิดการปรับตัวของราคาหุ้น ก. และข. ทันที การวิเคราะห์ในรูป strong form จึงไม่เป็นที่นิยม เพราะเป็นการยากที่นักวิจัยจะสามารถชี้ว่าสถานการณ์ตลาดนั้นมีการใช้ข้อมูลภายใน (insider) ดังกล่าว

แม้ว่าในวิทยานิพนธ์เล่มนี้แสดงแนวคิดการทดสอบประสิทธิภาพของตลาดเชิงพื้นที่และตลาดที่แบ่งตามระดับตลาดแยกกับตลาดล่วงหน้า แต่แนวคิดที่อยู่เบื้องหลังการทดสอบประสิทธิภาพของตลาดแต่ละบริบท ก็คือแนวคิดประสิทธิภาพตลาดเช่นเดียวกัน (แตกต่างกันเล็กน้อยในรายละเอียดของการทดสอบ) เพื่อให้เกิดความชัดเจนในประเด็นดังกล่าว ในที่นี้จึงแสดงเปรียบเทียบการทดสอบประสิทธิภาพตลาดในสองบริบทดังกล่าวดังตาราง 3.1 ในส่วนต่อไปจะกล่าวถึงแบบจำลองและวิธีการทางเศรษฐมิติที่ใช้ในการศึกษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 3.1 เปรียบเทียบการทดสอบประสิทธิภาพตลาด

	spatial market	futures market
1. สมการพื้นฐานที่ใช้ทดสอบ	$Px_t = \alpha + \beta_1 Py_t + e_t$ เมื่อ Px_t = ราคาสินค้าในตลาด X Py_t = ราคาสินค้าในตลาด Y α = transfer cost e_t = error term	$S_t = \alpha + \delta F_{t-1} + u_t$ เมื่อ S_t = ราคาสินค้าในตลาดปัจจุบัน F_{t-1} = ราคาสินค้าในตลาดล่วงหน้า α = risk premium, cost of carrying, transfer cost u_t = error term
2. การทดสอบประสิทธิภาพตลาด	- ทดสอบกฎราคาเดียว (LOP) โดยใส่ข้อจำกัด: $\beta_1 = 1, \alpha = 0$ strong version $\beta_1 = 1, \alpha \neq 0$ weak version	- ทดสอบความไม่เอนเอียง (unbiasedness hypothesis) โดยใส่ข้อจำกัด: $\alpha = 0, \delta = 1$
3.cointegration test	- ใช้ cointegration ตรวจดูว่าตลาดเชื่อมโยงกันหรือไม่ การที่ตลาดเชื่อมโยงกันบ่งชี้ถึงความมีประสิทธิภาพของตลาดได้ส่วนหนึ่งแต่ไม่ใช่ทั้งหมด	cointegration เป็นเงื่อนไขจำเป็นสำหรับการทดสอบ unbiasedness hypothesis เมื่อข้อมูลไม่นิ่งที่ I(0) และมีลักษณะเคลื่อนไปด้วยกัน

3.2 แบบจำลองและวิธีการศึกษา

การทดสอบความเชื่อมโยงตลาดทั้งความเชื่อมโยงตลาดในแนวนอน (horizontal market integration) (ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2) ความเชื่อมโยงตลาดในแนวตั้ง (vertical market integration) (วัตถุประสงค์ข้อที่ 3) และการทดสอบประสิทธิภาพของตลาดล่วงหน้ามันเส้น (วัตถุประสงค์ข้อที่ 4) ใช้วิธี Johansen's cointegration approach ร่วมกับการทดสอบความสัมพันธ์เชิงเหตุภาพ ด้วยวิธี DAG และใช้วิธีการอื่นๆ (เช่น impulse response function ฯลฯ) ประกอบกันเพื่อช่วยในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษาได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดของวิธีการแต่ละวิธีในส่วนต่อไป สำหรับรายละเอียดของการทดสอบอื่นๆ (จุดเปลี่ยนโครงสร้าง unit root test และ innovation accounts) แสดงไว้ในภาคผนวก ก

3.2.1 แบบจำลอง vector autoregression (VAR)

Sim (1980) เสนอแนวคิดการสร้างแบบจำลอง VAR เพื่อใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในแบบจำลองและใช้ในการพยากรณ์ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรในแบบจำลองนั้น จุดเริ่มต้นในการสร้างแบบจำลอง VAR ของ Sim (1980) คือ ถ้าตัวแปรในระบบ มีความสัมพันธ์ที่แท้จริงโดยต่างก็กำหนดค่าของกันและกันแล้ว (true simultaneity) ในการวิจัยจึงไม่ควรกำหนดให้ตัวแปรเป็น exogenous หรือ endogenous ก่อนล่วงหน้า โดยเฉพาะเมื่อไม่ทราบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความสัมพันธ์ในการกำหนดกันและกันของตัวแปรซึ่งอาจไม่ได้มีความสัมพันธ์ต่อกันในเชิงโครงสร้าง แต่กำหนดกันและกันแบบพลวัตร (dynamic) ซึ่งหากเป็นเช่นนั้น การใช้แบบจำลอง VAR จึงเหมาะสมมากกว่าการใช้ระบบสมการ (simultaneous equation) (ข้อดีและข้อจำกัดของแบบจำลอง VAR แสดงดังตาราง 3.2

แบบจำลอง VAR เป็นการพิจารณาตัวแปรภายในหลายๆตัวพร้อมกัน เช่นเดียวกับระบบสมการ (simultaneous equation) แต่ตัวแปรภายในแต่ละตัวในแบบจำลอง VAR ถูกอธิบายด้วยค่าในอดีต (lagged values) ของตัวมันเองและของตัวแปรภายในอื่นๆ โดยปกติจะไม่มีตัวแปรภายนอกในแบบจำลอง (Gujarati, 2004: 837)

แบบจำลอง VAR ในรูปโครงสร้าง (structural VAR) บางคน (เช่น Ender, 2004) ใช้ว่า primitive system ที่มีตัวแปรภายใน (endogenous variable) ทั้งหมด n ตัว มีลักษณะดังสมการ (3.4)

$$\beta P_t = \Gamma_0 + \sum_{i=1}^{k} \Gamma_i P_{t-i} + u_t \qquad (3.4)$$

โดย P_t เป็นเวคเตอร์ของตัวแปรภายใน ขนาด nx1

β เป็นเมทริกซ์สัมประสิทธิ์ของตัวแปรภายในในช่วงเวลาปัจจุบัน (P_t) ขนาด nxn โดยพจน์ที่อยู่ในแนวทแยงมุม (diagonal) เท่ากับ 1

Γ_0 เป็นเวคเตอร์ค่าคงที่ขนาด nx1

Γ_i เป็นเมทริกซ์สัมประสิทธิ์ของตัวแปรภายในในช่วงที่ผ่านมา (P_{t-i}) ขนาด nxn

u_t เป็นเวคเตอร์ของตัวแปรรบกวน (disturbance term) ขนาด nx1 โดยมีคุณสมบัติ white noise

ด้วยเหตุที่ตัวแปรภายในของ structural VAR ต่างมีผลกระทบต่อกัน ทำให้ตัวแปรอิสระในแต่ละสมการมีความสัมพันธ์กับตัวแปรรบกวนในสมการ ดังนั้น การประมาณค่าด้วย OLS จะทำให้ค่าประมาณของสัมประสิทธิ์เอนเอียง (biased) และไม่คล้องจองกัน (inconsistent) จึงต้องปรับแบบจำลองในรูปโครงสร้างให้อยู่ในรูปลดรูป (reduced VAR) Ender (2004) ใช้ว่า standard form ปรับแบบจำลอง VAR ในรูปโครงสร้างให้อยู่ในรูปลดรูปด้วยการคูณ β^{-1} เข้าไปในสมการ (3.4) จะได้ดังสมการ (3.5)

$$P_t = A_0 + \sum_{i=1}^{k} A_i P_{t-i} + e_t \qquad (3.5)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อ $A_0 = \beta^{-1}\Gamma_0$

$A_i = \beta^{-1}\Gamma_i$

$e_t = \beta^{-1}u_t$

ในแบบจำลอง VAR หนึ่งๆ ตัวแปรภายใน (endogenous variable) จะถูกกำหนดจากค่าในอดีต (lagged values) ทั้งจากตัวมันเองและตัวแปรอื่น ดังนั้นการกำหนดให้มีจำนวน lag มากขึ้น จึงช่วยให้แบบจำลอง VAR ในรูป reduced form สามารถอธิบายพฤติกรรมเชิงพลวัตรได้ดีขึ้น แต่ในขณะเดียวกันระดับความเป็นอิสระ (degree of freedom) จะลดลง เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์ที่ต้องประมาณค่ามีจำนวนมากขึ้น ทำให้ผลการประมาณที่ได้มีความเชื่อมั่นลดลง ดังนั้น การหาจำนวน lag ที่เหมาะสมจึงมีความสำคัญ โดย Sims (1980) แนะนำให้ใช้วิธี likelihood ratio (LR) ส่วน Ender (2004) แนะนำว่าสามารถเลือกโดยใช้ AIC และ SC ได้ (กรณีที่มีหลายตัวแปร) ส่วนวิธีอื่นๆ ที่นิยมใช้ได้แก่ final prediction error (FPE) และ Hannan-Quinn information criteria (HQ) ในการศึกษานี้จะใช้ทั้ง 5 วิธีข้างต้น [10] ในการตัดสินนัยสำคัญไปพร้อมๆกัน

ดังได้กล่าวแล้วข้างต้นว่า ในชุดข้อมูลที่ไม่นิ่ง จำเป็นต้องแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปผลต่าง (difference) ก่อนนำไปใช้ในแบบจำลอง VAR แต่ขั้นตอนดังกล่าวจะเหมาะสมก็ต่อเมื่อข้อมูลดังกล่าวไม่มีลักษณะเคลื่อนไปด้วยกัน (cointegrated) หากข้อมูลมีการเคลื่อนไปด้วยกัน (cointegrated) กล่าวคือ มี integrated of order [I(d)] การใช้แบบจำลอง VAR จะเกิดปัญหาการสร้างตัวแบบผิด (misspecification) เนื่องจากไม่ได้รวมความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาวเข้าไปด้วย

---

[10] แม้จะใช้หลายวิธีประกอบกันในการเลือกจำนวนความล่าที่เหมาะสม (optimum lag) แต่การกำหนด lag ที่เหมาะสมและน่าเชื่อถือเป็นเรื่องยาก เนื่องจากไม่มีวิธีการใดดีที่สุด กรอบในการศึกษาและลักษณะของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาหนึ่งๆอาจเหมาะกับวิธีหนึ่ง แต่ไม่เหมาะกับวิธีอื่นก็เป็นได้ สำหรับในวิทยานิพนธ์เล่มนี้ แม้จะใช้ 5 วิธีประกอบกันในการพิจารณา แต่จะให้น้ำหนักไปที่วิธี AIC เนื่องจากในวิทยานิพนธ์เล่มนี้ส่วนใหญ่ใช้ข้อมูลรายเดือนและขนาดตัวอย่างอยู่ในช่วง 148-246 ตัวอย่าง ซึ่งในการศึกษาของ Ivanov and Kilian (2005 อ้างถึงใน ประสาร , ม.ป.ป.) ได้ทำการทดลองเพื่อเลือกวิธีที่ใช้กำหนดจำนวนความล่าที่เหมาะสมด้วยวิธี Monte Carlo simulations โดยเปรียบเทียบทั้งข้อมูลรายเดือนและรายไตรมาสภายใต้ 6 วิธี (AIC, SIC, HQC, LR, LM test และ small sample correction to LR test (SLR)) ได้ข้อสรุปว่า กรณีที่ใช้ข้อมูลรายเดือน (monthly data) วิธี AIC ดีที่สุดทั้งกรณีกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กไปจนถึงกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ (ขนาดตัวอย่างตั้งแต่ 80- 600 ตัวอย่าง) สำหรับกรณีที่ขนาดตัวอย่างไม่เกิน 200 ตัวอย่าง พบว่า วิธี SIC, HQC, LR, SLR test และ LM test ให้ผลในการเลือก lag ได้ใกล้เคียงและดีพอๆกับวิธี AIC แต่มีค่า mean square error (MSE) สูงกว่าเล็กน้อย ส่วนกรณีที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 240 ตัวอย่าง พบว่า วิธี HQC ให้ผลทดสอบเช่นเดียวกับวิธี AIC สำหรับกรณีกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ (300- 600 ตัวอย่าง) พบว่า วิธี AIC ให้ผลดีกว่าวิธีอื่นทุกวิธี และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความผิดพลาด (error) ของวิธีการต่างๆโดยเปรียบเทียบจากค่า relative MSE พบว่า กรณีที่ใช้ข้อมูลรายเดือนและขนาดตัวอย่างเท่ากับ 120 ตัวอย่าง วิธี AIC HQC และ SIC บ่งชี้จำนวน lag ที่ต่ำกว่าจำนวน lag ที่แท้จริง แต่ผลเสียหายที่เกิดจากการชี้ชัดข้อผิดพลาดของ AIC มีน้อยเมื่อเทียบกับการชี้ชัดที่ผิดพลาดของวิธี HQC และ SIC โดยผลเสียหายที่เกิดจากวิธี SIC มีมากที่สุดและจะยิ่งรุนแรงขึ้นเมื่อขนาดของตัวอย่างยิ่งเล็กลง และผลเสียหายจากการชี้ชัดที่ผิดพลาดของวิธี SIC จะลดลงเมื่อขนาดตัวอย่างใหญ่ขึ้นและหมดไปเมื่อขนาดตัวอย่างเป็นอนันต์ (infinity) แต่สำหรับวิธี AIC ค่าความผิดพลาดจากการชี้ชัดจำนวน lag ที่ต่ำกว่าค่าจริงจะหมดไป (เท่ากับศูนย์) เมื่อตัวอย่างมีขนาด 600 ตัวอย่างขึ้นไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ดังนั้น การประมาณค่าแบบจำลอง VAR ในรูปผลต่างโดยที่ข้อมูลมีลักษณะเคลื่อนไปด้วยกัน (cointegrated) เท่ากับเป็นการทิ้งข้อมูลที่ประกอบด้วยความสัมพันธ์ระยะยาว (cointegration relation) (Ender, 2004) การนำตัวแปรที่มี I(d) เดียวกันมาทดสอบด้วยเทคนิค cointegration จึงเหมาะสมกว่าการใช้แบบจำลอง VAR

การพิจารณาว่าจะเลือกใช้แบบจำลองใดระหว่าง VAR หรือ VEC ต้องผ่านการตรวจสอบ 2 ขั้นตอน กล่าวคือ ขั้นแรกเป็นการทดสอบความนิ่งด้วยการทดสอบ unit root หากทดสอบแล้วพบว่าข้อมูลนิ่ง การใช้แบบจำลอง VAR ก็จะมีความเหมาะสม แต่หากข้อมูลไม่นิ่ง ต้องตรวจสอบต่อไปเพื่อดูว่า ข้อมูลดังกล่าวนิ่งที่ integration of order [I(d)] ระดับใด จากนั้นนำข้อมูลที่นิ่ง ณ อันดับหรือ I(d) เดียวกันมาทดสอบ cointegration rank เพื่อกำหนดแบบจำลองที่เหมาะสมต่อไป (ขั้นตอนการทดสอบดังกล่าวสอดคล้องกับภาพ 1.2)

ตาราง 3.2 ข้อดีและข้อจำกัดของแบบจำลอง VAR

ข้อดี	ข้อจำกัด
1. เป็นวิธีที่ทำได้ง่ายและไม่ต้องคำนึงเรื่องการกำหนดตัวแปรภายใน (endogenous) หรือตัวแปรภายนอก (exogenous)	1. ถ้าข้อมูลไม่นิ่ง จะต้องแปลง (transform) ข้อมูลให้อยู่ในรูปผลต่าง (difference) ทำให้สูญเสียข้อมูลไปส่วนหนึ่ง นอกจากนี้ หากแบบจำลองประกอบด้วยข้อมูลที่มีทั้ง I(0) และ I(1) การ transform ข้อมูลและการตีความจะยิ่งยาก
2. สามารถประมาณด้วย OLS ในแต่ละสมการแยกกันได้	2. ถ้าในแบบจำลอง VAR มี lags มากจะทำให้ตีความยาก (ในทางปฏิบัติมักตีความผ่านเทคนิค IRF และ FEVD
3. ใช้พยากรณ์ได้ผลดี	3. การเลือก lag ที่เหมาะสมค่อนข้างยาก

ที่มา: ข้อมูลจาก Gujarati (2004: 853)

3.2.2 การทดสอบความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาว (cointegration)

cointegration เป็นวิธีการทางเศรษฐมิติที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาที่ไม่นิ่ง (nonstationary) โดยใช้ตรวจดูว่าตัวแปรอนุกรมเวลาตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปมีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาว (cointegration) หรือไม่ ซึ่งข้อมูลจะมีลักษณะเคลื่อนไปด้วยกัน (cointegrated) กันก็ต่อเมื่อ การเคลื่อนไหวของข้อมูลมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันในระยะยาวและเข้าสู่ดุลยภาพ แม้ว่าในระยะสั้นอาจมีการเคลื่อนออกไปจากแนวโน้มความเคลื่อนไหวก็ตาม วิธีที่นิยมใช้ทดสอบความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาวมี 2 วิธีคือ two-step approach ของ Engle and Granger (1987) และวิธี full information maximum likelihood (FIML) ของ Johansen แต่เนื่องจาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีการของ Engle and Granger มีข้อด้อยหลายประการ ดังกล่าวแล้วในบทที่ 2 ดังนั้น ในการศึกษานี้จึงทดสอบ cointegration โดยใช้วิธีของ Johansen and Juselius (1990) ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดการทดสอบในส่วนต่อไป

3.2.2.1 การทดสอบ cointegration ตามวิธีของ Johansen and Juselius (1990)

การทดสอบความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาวตามวิธีของ Johansen เป็นการทดสอบโดยสร้างแบบจำลองอนุกรมเวลาในรูป reduced rank regression และประมาณค่าด้วย maximum likelihood ในแบบจำลอง cointegration หลายตัวแปร โดยอิงกับแบบจำลอง VAR แสดงดังสมการ (3.6)

$$P_t = A_1 P_{t-1} + A_2 P_{t-2} + \ldots + A_k P_{t-k} + \varepsilon_t \qquad (3.6)$$

นำ P_{t-1} ไปลบออกจากสมการ (3.7) ทั้งสองข้างจะได้ดังสมการ (3.7)

$$\Delta P_t = (A_1 - I)P_{t-1} + A_2 P_{t-2} + \ldots + A_k P_{t-k} + \varepsilon_t \qquad (3.7)$$

นำ $(A_1 - I)P_{t-2}$ บวกเข้าและลบออกทางขวามือของสมการ (3.7) จะได้ดังสมการ (3.8)

$$\Delta P_t = (A_1 - I)\Delta P_{t-1} + (A_2 + A_1 - I)P_{t-2} + A_3 P_{t-3} + \ldots + A_k P_{t-k} + \varepsilon_t \qquad (3.8)$$

ทำต่อไปจนถึง k lag จะได้สมการ (3.9)

$$\Delta P_t = \mu + \sum_{i=1}^{k-1} \Gamma_i \Delta P_{t-i} + \Pi P_{t-1} + \varepsilon_t \qquad (3.9)$$

โดย P_t คือ column vector ของตัวแปรที่มี n ตัวแปร จำนวน T ค่าสังเกต ขนาด nx1

μ คือ เวคเตอร์ของค่าคงที่ (constant term) ขนาด nx1

Γ, Π คือ เมทริกซ์ของค่าสัมประสิทธิ์ (coefficient matrices)

k คือ จำนวนความล่า (lag length)

ε_t คือ error term ที่มีการกระจายตัวปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และความแปรปรวนคงที่ [$\varepsilon_t \sim N(0, \Sigma)$]

โดย Π เป็นเมทริกซ์ที่แสดงถึงผลกระทบ (impact matrix) ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระยะยาว โดย rank (r) ของ Π มีค่าเป็นจำนวนเต็มบวก ถ้า $r < n$ แสดงว่าต้องมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมทริกซ์ของ α กับ β ขนาดมิติ nxr นั่นคือ $\Pi = \alpha\beta'$ โดยเมทริกซ์ α แสดงถึงการปรับตัวในระยะสั้นเพื่อเข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาว (adjustment parameter) ส่วนเมทริกซ์ β แสดงถึง cointegrating vectors ใน ECM โดย linear combination ของ $\beta' P_t$ ต้อง stationary แม้ว่า P_t จะไม่ stationary ก็ตาม หาก rank (r) เท่ากับศูนย์ สมการ (3.9) ก็จะกลายเป็นสมการ VAR [11]

การทดสอบ cointegration ตามวิธีของ Johansen ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนคือ

ขั้นที่ 1: ทดสอบหาจำนวน lag ที่เหมาะสม เนื่องจากการกำหนดจำนวน lag มีผลต่อความสามารถในการอธิบายพฤติกรรมเชิงพลวัตร ซึ่งในการศึกษานี้จะใช้วิธี LR AIC SC FPE และ HQC ในการตัดสินนัยสำคัญไปพร้อมๆกัน การทดสอบหาความล่าแต่ละวิธีแสดงได้ดังนี้

LR test เป็นการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติโดยใช้ likelihood ratio ที่มีการแจกแจงแบบ chi-squared เพื่อทดสอบหาจำนวน lag ที่เหมาะสม โดยมีรูปแบบดังสมการ (3.10)

$$LR = (T - k)(\ln|\Sigma_R| - \ln|\Sigma_u|) \sim \chi^2(q) \qquad (3.10)$$

เมื่อ T แทนจำนวนค่าสังเกต (usable observations) คิดจากจำนวนข้อมูลลบออกด้วยจำนวน lag สูงสุดที่ใช้ในการประมาณค่า

k แทนจำนวนสัมประสิทธิ์และค่าคงที่ในแต่ละสมการของ unrestricted model

$\log|\Sigma_R|$ แทนค่า logarithm ของ determinant of unrestricted matrices of cross products of residuals

q แทนจำนวน parameter restrictions ของทุกสมการใน reduced form VAR model

การหาจำนวน lag ที่เหมาะสมของวิธี LR test ในขั้นแรกทำการประมาณค่า reduced form VAR model โดยใช้จำนวน lag สูงสุด จากนั้นประมาณค่า reduced form VAR model อีกครั้งโดยใช้จำนวน lag ที่ต่ำกว่า โดยมีสมมติฐานหลักว่า จำนวน lag ที่ต่ำกว่าจะเป็น lag ที่เหมาะสม โดยกำหนดให้ reduced form VAR model ที่มี lag สูงกว่าเป็น unrestricted form VAR model ส่วน reduced form VAR model ที่มี lag ต่ำกว่าเป็น restricted model หากค่าสถิติที่คำนวณได้มีค่าต่ำกว่า

[11] Awokuse (2007) และ Gujarati (2004) ให้ความเห็นว่า การประมาณค่าพารามิเตอร์ cointegration และ ECM จากแบบจำลอง VAR จะให้การตีความค่อนข้างยาก โดยเฉพาะเมื่อในแบบจำลองมี lag มาก รวมถึงกรณีที่แบบจำลอง VEC มีหลายความสัมพันธ์ (cointegrating vectors) ดังนั้น นักวิจัยส่วนใหญ่จึงเลือกใช้ innovation accounts (forecast error variance decomposition (FEVD) และ Impulse response functions (IRFs) เข้ามาช่วยอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่าวิกฤติอย่างมีนัยสำคัญก็สามารถสรุปได้ว่าจำนวน lag ที่ต่ำกว่ามีความเหมาะสม ทำการทดสอบเช่นนี้ไปเรื่อยๆจนได้จำนวน lag ที่เหมาะสม

การหาจำนวน lag ที่เหมาะสมจาก AIC และ SC คำนวณได้ดังสมการ (3.11) และ (3.11) ตามลำดับ

$$AIC = \frac{-2l}{n} + \frac{2k}{n} \tag{3.11}$$

$$SC = \frac{-2l}{n} + \frac{k \log n}{n} \tag{3.12}$$

โดยที่ k แทนจำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องประมาณค่า n แทนจำนวนค่าสังเกต และ l แทน log likelihood function ที่ประมาณโดยใช้ค่าพารามิเตอร์ k ตัว

การหาจำนวน lag ที่เหมาะสมจาก FPE และ HQ คำนวณได้ดังสมการ (3.13) และ (3.14) ตามลำดับ

$$FPE_p = \hat{\sigma}_p^{\,2} (T-p)^{-1}(T+p) \tag{3.13}$$

$$HQC_p = \ln(\hat{\sigma}_p^{\,2}) + 2T^{-1}p\ln[\ln(T)] \quad \text{เมื่อ } \hat{\sigma}_p^{\,2} = (T-p)-1\sum_{t=p}^{T}\hat{\varepsilon}_t^{\,2} \tag{3.14}$$

เมื่อ ε_t คือ residual ของแบบจำลอง ส่วน T แทนขนาดตัวอย่าง และ p แทนจำนวน lag หลักในการเลือก จะเลือก lag ที่ให้ค่า AIC, SC, FPE, HQC ต่ำที่สุด

ขั้นที่ 2: ประมาณค่าแบบจำลองและหา cointegrating vectors ระหว่างตัวแปรต่างๆในแบบจำลอง Johansen and Juselius (1990) แนะนำให้ประมาณค่า rank ของเมทริกซ์ Π ซึ่งก็คือ จำนวนความสัมพันธ์ระยะยาวของตัวแปรในเวคเตอร์ของสมการ (3.9) (ขั้นตอนนี้ก็คือการหา cointegration rank ในภาพ 1.2) สถิติที่ใช้ทดสอบประกอบด้วย trace test (λ_{trace}) และ maximal eigenvalue test (λ_{max}) ดังสมการ (3.15) และ (3.16) ตามลำดับ

สมมติฐานที่ใช้ทดสอบ trace test (λ_{trace}) คือ:

H_0: ตัวแปรในสมการ (3.15) มีจำนวน cointegration vector อย่างมากเท่ากับ r

H_a: จำนวน cointegration vector มากกว่าหรือเท่ากับ r

$$\lambda_{Trace} = -T\sum_{i=r+1}^{n}\ln(1-\hat{\lambda}) \tag{3.15}$$

สมมติฐานที่ใช้ทดสอบ maximum eigenvalue test (λ_{max}) คือ:

H_0: ตัวแปรในสมการ (3.16) มีจำนวน cointegration vector เท่ากับ r

H_a: จำนวน cointegration vector เท่ากับ r+1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$\lambda_{max} = -T \ln(1 - \hat{\lambda}) \qquad (3.16)$$

เมื่อ T แทนจำนวนข้อมูลที่ใช้

$\hat{\lambda}$ แทน Eigenvalue ที่คำนวณจากการประมาณเมทริกซ์ Π

ผลที่เกิดขึ้นจากการประมาณ cointegration rank (r) อาจเป็นไปได้ 3 กรณีคือ

1. r = n (full rank)[12] เมื่อ n คือจำนวนตัวแปร และ r คือ จำนวนความสัมพันธ์ระยะยาว (cointegrating relations) ในกรณีที่ rank ของ Π เท่ากับ n แสดงว่าตัวแปรทุกตัวใน P_t มีลักษณะนิ่ง (stationary) สามารถใช้ข้อมูลที่ระดับ (at level) ในการประมาณค่าแบบจำลอง VAR ได้
2. r = 0 (zero rank) แสดงว่าเมทริกซ์ Π เป็นเมทริกซ์ศูนย์ ตัวแปรทุกตัวมีลักษณะ nonstationary ไม่มีความสัมพันธ์ในระยะยาว ต้องมีการปรับข้อมูลโดยการหาผลต่าง (difference) ก่อนประมาณค่าด้วยแบบจำลอง VAR
3. 1< r < n แสดงว่าตัวแปรทุกตัวมีลักษณะ nonstationary และมีความสัมพันธ์กันในระยะยาว โดยมีจำนวนความสัมพันธ์เท่ากับ r (มีหลาย cointegrating vectors)

ขั้นที่ 3: ประมาณค่าแบบจำลอง VEC (สัมประสิทธิ์ของ cointegrating vector (s) ที่ปรับแล้ว (normalized)[13] และสัมประสิทธิ์ของความเร็วในการปรับตัว (speed of adjustment))

ขั้นที่ 4: innovation accounting เป็นการใช้ stochastic disturbance term จากแบบจำลอง VEC หรือ VAR มาอธิบายผ่านการทดสอบการตอบสนองของตัวแปร (impulse response function, IRFs) และการแยกส่วนประกอบของความแปรปรวน (variance decomposition)

---

[12] กรณีเช่นนี้ไม่ควรเกิดขึ้น แต่ก็มีข้อยกเว้นสำหรับกรณีดังกล่าว ดังที่ คู่มือ Eviews 6 แนะนำว่า บางกรณีผลทดสอบ unit root อาจขัดแย้งกับผลการทดสอบ cointegration เช่น ผลการทดสอบ unit root บอกว่าชุดข้อมูลมีการเคลื่อนไปด้วยกัน (series are integrated) (เกิดเมื่อข้อมูลไม่นิ่ง) แต่ผลการทดสอบ cointegration กลับบอกว่า เมทริกซ์ Π เป็น full rank (บ่งชี้ว่าข้อมูลนิ่ง) ผลทดสอบที่ขัดแย้งกันอย่างชัดเจนเช่นนี้ อาจเกิดจาก low power ในการทดสอบ cointegration หรือเกิดจากกลุ่มตัวอย่างที่นำมาทดสอบมีขนาดเล็ก นอกจากนี้อาจบ่งชี้ถึงการสร้างตัวแบบไม่เหมาะสม (specification error)

[13] การ normalized เป็นการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่เราต้องการเลือกให้เป็นตัวแปรภายใน (endogenous variable) หรือตัวแปรตาม (dependent variable) ให้เท่ากับ 1 ตัวอย่างเช่น ถ้าพิจารณาสมการถดถอย $X_{1t} = \beta_0 + \beta_1 X_{2t} + \beta_2 X_{3t} + u_t$ สมมุติว่าในกรณีนี้กำหนดให้ X_{1t} เป็นตัวแปรภายใน (การ normalized ก็คือการกำหนดให้สัมประสิทธิ์ของ X_{1t} เท่ากับ 1) การ normalized cointegrating relation ก็ทำเช่นเดียวกับกรณีดังกล่าว แต่การเลือกตัวแปรภายในควรจะสมเหตุสมผลและสอดคล้องกับนัยสำคัญทางเศรษฐศาสตร์ (Juselius, 2003: 125-126.)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2.3 การทดสอบความสัมพันธ์เชิงเหตุภาพ (causality test) ด้วยกราฟอวัฏจักรระบุทิศทาง (directed acyclic graph, DAG)

Spirtes *et al.* (2000) และ Pearl (2000) เสนอแนวคิดกราฟอวัฏจักรระบุทิศทาง directed acyclic graphs (DAGs) ที่ไม่ได้สนใจลำดับของการเกิดขึ้น (non-time sequence asymmetry in causal) เข้ามาช่วยอธิบายความสัมพันธ์เชิงเหตุภาพระหว่างตัวแปร

การทดสอบความสัมพันธ์เชิงเหตุภาพด้วย DAG ใช้แนวคิดของกราฟและอัลกอริทึม (algorithms)[14] ในทางคณิตศาสตร์ผนวกกับความรู้ในสาขาคอมพิวเตอร์ในการแก้ปัญหาและหาคำตอบของชุดปัญหาหนึ่งๆ ก่อนที่จะเข้าสู่เนื้อหาในส่วนการทำงานของ DAG ในที่นี้จะอธิบายแนวคิดเบื้องต้นของกราฟโดยสังเขป โดยเฉพาะประเด็นเกี่ยวกับองค์ประกอบของกราฟ และคำศัพท์เฉพาะในทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้สามารถเข้าใจแนวคิดของ DAG ได้อย่างถูกต้องและสามารถเข้าใจศัพท์เทคนิคเฉพาะได้ทันทีเมื่อพบในการอ้างอิงครั้งต่อๆไป

ในทางคณิตศาสตร์ นิยามกราฟเป็นเซทของวัตถุที่เรียกว่า จุดยอด (vertices) ซึ่งเชื่อมต่อกันด้วยเส้นเชื่อม (edge) โดยทั่วไปมักวาดรูปแสดงกราฟโดยใช้เซทของจุด (แทนจุดยอด) เชื่อมกันด้วยเส้น (แทนเส้นเชื่อม) แนวคิด DAG สนใจกราฟที่ระบุทิศทาง (directed graph) และไม่เป็นวัฏจักร (acyclic graph) จึงเรียกว่า กราฟอวัฏจักรระบุทิศทาง (directed acyclic graph, DAG) ในที่นี้อธิบายแนวคิดของกราฟโดยสมมุติให้กราฟ G = (V,A)

โดยที่ V แทนเซตของจุดยอด (vertices) หรือจุด (nodes) และสมมุติให้ X, Y, และ Z เป็นสมาชิกของ V

A แทน เซตคู่ลำดับของจุดยอด ซึ่งแต่ละอันเรียกว่า เส้นเชื่อมระบุทิศทาง (directed edge) หรืออาจใช้ว่าเส้นเชื่อม (arcs) หรือลูกศร (arrows)

---

[14] Algorithm คือ กระบวนการแก้ปัญหาที่มีลำดับหรือวิธีการในการแก้ไขปัญหาอย่างชัดเจนและเป็นขั้นเป็นตอนโดยสามารถรับ Input (ปัญหา) ที่ได้นิยามไว้อย่างดี และทำการเปลี่ยนเป็น Output (คำตอบหรือผลลัพธ์) ที่ถูกต้องในเวลาที่จำกัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยทั่วไป algorithm จะประกอบด้วย วิธีการเป็นขั้นๆ และมีส่วนที่ต้องทำแบบวนซ้ำ (iterate) หรือเวียนเกิด (recursive) โดยใช้ตรรกะ (logic) สำหรับการเปรียบเทียบ ในขั้นตอนต่างๆ จนกระทั่งเสร็จสิ้นการทำงาน ในการทำงานอย่างเดียวกัน อาจจะเลือก algorithm ที่ต่างกันเพื่อแก้ปัญหาได้ โดยที่ผลลัพธ์ที่ได้ในขั้นสุดท้ายจะออกมาเหมือนกันหรือไม่ก็ได้ ดังนั้น ชุดคำสั่งที่ใช้จึงแตกต่างกัน ส่งผลให้เวลาและขนาดหน่วยความจำที่ต้องการต่างกัน (ความซับซ้อนต่างกัน) การนำ algorithm ไปใช้ ไม่จำกัดเฉพาะการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ แต่สามารถนำไปใช้กับปัญหาอื่น ๆ ได้ เช่น การออกแบบวงจรไฟฟ้า, การทำงานเครื่องจักรกล, แม้กระทั่งปัญหาในธรรมชาติ เช่น วิธีของสมองมนุษย์ในการคิดเลข หรือวิธีการขนอาหารของแมลง คำว่า 'Algorithm' มีที่มาจากชื่อของนักคณิตศาสตร์ชาวเปอร์เซียในยุคศตวรรษที่ 9 ที่ชื่อ อะบู อับดิลลาหฺ บิน มูซา อัลคอวาริซมีย์ (Abu Abdillah Muhammad bin Musa al-Khawarizmi) คำว่า al-Khawarizmi ได้เพี้ยนเป็น Algoritmi เมื่องานเขียนของเขาได้รับการแปลเป็นภาษาละติน แล้วกลายเป็น Algorithm ซึ่งใช้หมายถึงกฎที่ใช้ในการคิดคำนวณเลขคณิต ปัจจุบันคำนี้ได้มีความหมายที่กว้างขึ้น หมายรวมถึง algorithm ในการแก้ปัญหาต่างๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

องค์ประกอบของกราฟแสดงดังภาพ 3.3

เมื่อ X, Y, Z = เป็นจุดยอด (vertices)

a, b, c = เป็นเส้นเชื่อม (edges) หรือเส้น (lines)

โดยที่ a = undirected edge (ไม่ระบุทิศทาง)

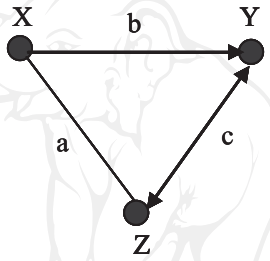
b = directed edge (ระบุทิศทาง)

c = bi-directed edge (สองทิศทาง)

ถ้าพิจารณาเส้นเชื่อม (edge) e = (X, Y) จะเห็นว่าเส้นเชื่อมดังกล่าวเป็นเส้นเชื่อมจาก X ไป Y

จะเรียก Y ว่า 'หัว' (head) ของเส้นเชื่อม

และเรียก X ว่า 'หาง' (tail) ของเส้นเชื่อม



ภาพ 3.3 องค์ประกอบของกราฟ

DAG ใช้แนวคิดความเป็นอิสระแบบมีเงื่อนไข (conditional independence) เป็นพื้นฐานในการทำความเข้าใจ โดยความเป็นอิสระแบบมีเงื่อนไขของตัวแปร บ่งชี้ด้วย recursive product decomposition ดังสมการ (3.17) (Awokuse *et al*., 2009)

$$\Pr(\nu_1, \nu_2, \nu_3, ..., \nu_n) = \prod_{i=1}^{n} \Pr(\nu_i | pa_i) \qquad (3.17)$$

เมื่อ Pr เป็นความน่าจะเป็นของจุดยอด (vertices) ในชุดตัวแปร $\nu_1, \nu_2, \nu_3, ..., \nu_n$

pa_i เป็นสับเซทของตัวแปรสาเหตุในชุดข้อมูล $\nu_1, \nu_2, \nu_3, ..., \nu_n$

DAG ใช้แนวคิดการทดสอบทีละขั้นตอน (stepwise testing) ผ่านการทำงานของ PC algorithm โดยทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแต่ละคู่ด้วยค่าสถิติ Fisher-Z (สมการ 3.18) (Bessler, 2004: 1106)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$z[r(i,j|k),n]=\left[\frac{1}{2}\sqrt{n-|k|-3}\right]\ln\left\{\frac{|1+r(i,j|k)|}{|1-r(i,j|k)|}\right\}, \qquad (3.18)$$

เมื่อ

n = เป็นจำนวนค่าสังเกตที่ใช้ในการประมาณค่าสหสัมพันธ์ (correlation)

$r(i,j|k)$ = เป็นค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเงื่อนไขของชุดข้อมูล i และ j เมื่อกำหนด k มาให้

$|k|$ = เป็นจำนวนตัวแปรใน k เมื่อ i,j,k มีการกระจายแบบปกติ

การหาความสัมพันธ์เชิงเหตุภาพด้วย DAG สามารถอธิบายได้ดังนี้ สมมุติว่า พิจารณาเซทของตัวแปร 4 ตัวได้แก่ A B C D ขั้นตอนแรกจะใส่ตัวแปรทั้งหมดลงไปโดยสมมุติว่า ตัวแปรแต่ละตัวมีความเชื่อมโยงกัน แสดงด้วยเส้น (line) หรือเส้นเชื่อม (edge) ที่เชื่อมระหว่างตัวแปร จากนั้นทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแต่ละคู่ด้วยค่าสถิติ Fisher-Z หลังทดสอบด้วยสถิติ Fisher-Z หากตัวแปรคู่ใดไม่มีสหสัมพันธ์ต่อกัน โปรแกรมจะขจัด edge ระหว่างตัวแปรคู่นั้นออก สมมุติว่าเมื่อทดสอบแล้วขจัดเส้นเชื่อม (edge) ที่แสดงถึงการมีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร D กับตัวแปรอื่นออก (D ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น) จากนั้นโปรแกรมจะกำหนดทิศทางให้กับ edge ที่เชื่อมอยู่กับตัวแปรที่เหลือ (A B และ C) ในขั้นตอนนี้ใช้แนวคิดของ d-connection และ d-separation ที่เป็นตัวอธิบายการเชื่อมต่อความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรซึ่งมีได้ 4 ลักษณะ (Stockton *et al.,* 2004) คือ

1) causal fork $(A \leftarrow B \rightarrow C)$ เป็น d-separation
2) inverted causal fork $(A \rightarrow B \leftarrow C)$ เป็น d-connection
3) causal chain right $(A \rightarrow B \rightarrow C)$ เป็น d-separation
4) causal chain left $(A \leftarrow B \leftarrow C)$ เป็น d-separation

สำหรับซอฟท์แวร์ที่ใช้ประมาณค่าหา DAG มี 3 โปรแกรมคือ MIM, Tetrad และ WinMine ซึ่งใช้ง่ายและเป็น free software ทั้ง 3 โปรแกรม แม้ทั้ง 3 โปรแกรมใช้ algorithms ต่างกัน แต่ให้ผลลัพธ์จากการทดสอบเช่นเดียวกัน (Haughton *et al.,* 2006) สำหรับในการศึกษานี้ใช้ TETRAD software (TETRAD IV) ซึ่งเป็น PC algorithm (causal search algorithm) ที่พัฒนาโดย Spirtes *et al.* (2000)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2.4 แบบจำลองที่ใช้ทดสอบประสิทธิภาพตลาดล่วงหน้า

วิธีการทดสอบประสิทธิภาพตลาดล่วงหน้าใช้แนวคิดคุณสมบัติของตัวประมาณค่าที่ไม่เอนเอียง (unbiased) ในทางเศรษฐมิติที่กล่าวว่า ค่าเฉลี่ย (ค่าคาดหวัง) ของตัวประมาณเท่ากับค่าจริง โดยตั้งข้อสมมุติว่า ในตลาดที่มีประสิทธิภาพ (efficient market) ราคาสินค้า (สินทรัพย์) ในตลาดล่วงหน้า (futures price) ต้องเป็นตัวพยากรณ์ราคาในอนาคตของตลาดปัจจุบัน (future spot price) ที่ไม่เอนเอียง (unbiasedness) และสามารถสะท้อนถึงดุลยภาพของอุปสงค์และอุปทานในตลาดได้ (Wang and Ke, 2003) ภายใต้ข้อสมมุติที่กำหนดให้นักลงทุนเป็นกลางทางความเสี่ยง (risk neutrality) และมีการคาดการณ์โดยใช้ข้อมูลที่หาได้ทั้งหมดอย่างมีเหตุผล (rational expectation) ความสัมพันธ์ระหว่างราคาสินค้าในตลาดปัจจุบัน (spot price) กับตลาดล่วงหน้า (futures price) ภายใต้ข้อสมมุติดังกล่าว แสดงได้ดังสมการ (3.19)

$$E_{t-1}(S_t) = \beta F_{t-1} + u_t \qquad (3.19)$$

โดยที่ S_t คือราคาสินค้าในตลาดปัจจุบัน (เวลา t) ส่วน F_{t-1} เป็นราคาสินค้าในตลาดล่วงหน้า ณ เวลา t-1 ที่มีกำหนดส่งมอบ ณ ช่วงเวลา t ส่วนเทอม E(.) คือ expectation operator (ภายใต้เงื่อนไขของการใช้ข้อมูลที่หาได้ในช่วงเวลา t-1) และ u_t คือ error term สามารถเขียนสมการ (3.19) ในรูปสมการทั่วไปที่ใช้ทดสอบได้ดังสมการ (3.20) (การทดสอบส่วนใหญ่มักแปลงตัวแปรให้อยู่ในรูป logarithms หรือ natural logarithms)

$$S_t = \alpha + \beta F_{t-1} + u_t \qquad (3.20)$$

การทดสอบประสิทธิภาพตลาดล่วงหน้าด้วยการทดสอบความไม่เอนเอียงก็คือ การทดสอบใส่ข้อจำกัด $\alpha = 0$ และ $\beta = 1$ ในสมการ (3.20) การปฏิเสธสมมติฐานทั้ง $\alpha = 0$ และ $\beta = 1$ จะนำไปสู่การปฏิเสธสมมติฐานร่วม แต่การปฏิเสธสมมติฐานร่วมดังกล่าวไม่ได้หมายความว่า นักลงทุน (investor) สามารถแสวงหากำไรส่วนเกิน (abnormal profit) ได้ (Sabuhoro and Larue, 1997) การปฏิเสธสมมติฐานดังกล่าวสามารถตีความได้ 3 แนวทาง (Mckenzie and Holt, 1998) คือ

1) ตลาดไม่มีประสิทธิภาพจริงๆ
2) อาจมีค่าชดเชยความเสี่ยงแบบคงที่ (constant risk premium) ที่ทำให้การคาดการณ์เอนเอียง แต่ยังคงมีประสิทธิภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3) อาจมีค่าชดเชยความเสี่ยงที่ผันแปรตามเวลา (time varying risk premium) อยู่ในตลาดที่ทำให้ futures price พยากรณ์ future spot price เอนเอียง

เดิมการทดสอบประสิทธิภาพของตลาดล่วงหน้าใช้แบบจำลองเชิงเส้นอย่างง่าย (simple linear regression) ดังเช่นสมการ (3.20) แต่โดยปกติแล้ว spot และ futures price มักมีลักษณะไม่นิ่งและเป็น I(1) การทดสอบประสิทธิภาพตลาดโดยใช้แบบจำลองดังกล่าวจึงเอนเอียง (unbiasedness) แม้ปัญหาความไม่นิ่งของข้อมูลสามารถแก้ไขได้ด้วยการหาผลต่าง (differencing) แต่หากข้อมูล spot กับ futures price มีลักษณะเคลื่อนไปด้วยกัน (cointegrated) แล้ว การใช้แบบจำลองเชิงเส้นอย่างง่ายจะทำให้เกิดปัญหาสร้างตัวแบบผิด (misspecification) ดังนั้น cointegration ระหว่าง spot และ futures price จึงเป็นเงื่อนไขที่จำเป็นสำหรับการศึกษาความมีประสิทธิภาพของตลาด เมื่อ spot และ futures price มี unit root (non stationary) ที่ I(0) แต่มีความนิ่งที่ I(1) (Lai and Lai, 1991) หรือกล่าวได้ว่าการทดสอบประสิทธิภาพของตลาดล่วงหน้า เป็นการทดสอบลักษณะการเคลื่อนไหวของราคาในตลาดปัจจุบัน (spot markets) และตลาดล่วงหน้า (futures market) ว่าเคลื่อนไหวไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่ ถ้าราคาของทั้งสองตลาดเคลื่อนไปด้วยกัน (cointegrated) แสดงว่า ตลาดมีประสิทธิภาพ แต่เงื่อนไขดังกล่าวยังไม่เพียงพอที่จะยืนยันถึงความมีประสิทธิภาพของตลาด เพราะหลักฐานเชิงประจักษ์หลายชิ้นบ่งชี้ว่า แม้ตลาดล่วงหน้าและตลาดปัจจุบันมีลักษณะเคลื่อนไปด้วยกัน แต่ราคาในตลาดล่วงหน้าอาจเป็นตัวพยากรณ์ที่เอนเอียง จึงจำเป็นต้องทดสอบสมมติฐานความไม่เอนเอียงของตลาดร่วมด้วย

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ทำให้วิธี cointegration มีความเหมาะสมในการนำมาใช้ทดสอบประสิทธิภาพตลาดมากกว่า ในวิทยานิพนธ์เล่มนี้ทดสอบประสิทธิภาพตลาดและสมมติฐานความไม่เอนเอียงโดยใช้ Johansen's cointegration ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดของวิธีการทดสอบในส่วนต่อไป

3.2.4.1 Johansen's cointegration

ถ้าราคาสินค้าในตลาดปัจจุบันและตลาดล่วงหน้ามีลักษณะไม่นิ่ง (nonstationary) ที่ I(0) ต้องทำการทดสอบ order of integration [I(d)] ด้วยการทดสอบ unit root การทดสอบ cointegration ตามแนวคิดของ Johansen and Juselius (1990) เป็นการนำตัวแปรที่นิ่งในอันดับ [I(d)] เดียวกันมาทดสอบหาจำนวนความสัมพันธ์ในระยะยาว (cointegrating vector) หรือ rank (r) ซึ่งก็คือ stationary linear combination ของชุดตัวแปรที่ทดสอบ cointegrating vector ทดสอบภายใต้สถิติ trace test

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(λ_{trace}) และ maximum eigen value (λ_{max}) (ดังได้กล่าวแล้วในหัวข้อ 3.2.2.1) สมการ ECM ตามแนวคิดของ Johansen and Juselius (1990) แสดงได้ดังสมการ (3.21)

$$\Delta P_t = \mu + \sum_{i=1}^{k-1} \Gamma_i \Delta P_{t-i} + \Pi P_{t-k} + \varepsilon_t \qquad (3.21)$$

เพื่อให้การทดสอบประสิทธิภาพตลาดโดยใช้ Johansen's approach สอดคล้องกับตัวแปรและแนวคิดการทดสอบในสมการ (3.20) จึงนิยาม P_t ในสมการ (3.21) เป็น $P_t = (S_t, F_{t-1}, 1)$ และกำหนด β' ใน $\beta' P_t$ เป็น $\beta' = (1, -\beta, -\alpha)$ นั่นคือ normalized สมการ VEC ด้วยตัวแปร spot price (S_t) และทดสอบประสิทธิภาพตลาดด้วยการทดสอบใส่ข้อจำกัด $(1, -1, 0)$ ในเมทริกซ์ Π ที่ประกอบไปด้วย $\alpha\beta'$ การยอมรับสมมติฐาน $H_0: \alpha = 0, \beta = 1$ หรือข้อจำกัด $(1, -1, 0)$ บ่งชี้ว่า ราคามันเส้นในตลาดล่วงหน้าเป็นตัวพยากรณ์ราคามันเส้นในตลาดปัจจุบันที่ไม่เอนเอียงและไม่มีอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ เช่น ค่าชดเชยความเสี่ยง (risk premium)

ตาราง 3.3 สรุปวิธีที่ใช้ในการศึกษา

วิธีการที่ใช้ทดสอบ	วัตถุประสงค์		
	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4
1.การทดสอบการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้าง (structural change test)			
- วิธี recursive residual	√	√	-
- วิธี Chow test	√	√	-
2. การทดสอบความนิ่ง (unit root test)			
- seasonal unit root test	√	√	-
- Augmented Dickey Fuller test (ADF)	-	-	√
3. Johansen's cointegration test			
3.1 rank test	√	√	√
3.2 VEC estimation	√	√	√
3.3 ทดสอบกฎราคาเดียว (LOP) และความเป็นนอกระบบ (weak exogeneity)	√	-	-
3.4 ทดสอบประสิทธิภาพตลาดและสมมติฐานความไม่เอนเอียง	-	-	√
4. causality test ด้วย directed acyclic graph (DAG)	√	√	-
5. ทดสอบแยกองค์ประกอบของความแปรปรวน (FEVD)	√	√	-
6. วิเคราะห์ฟังก์ชันการตอบสนองต่อความแปรปรวน (IRF)	√	√	-

หมายเหตุ: (√) ขั้นตอนหรือวิธีที่ใช้ทดสอบ และ (-) ไม่มีการทดสอบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ในวิทยานิพนธ์เล่มนี้ส่วนใหญ่ใช้แบบจำลอง VEC ในการศึกษาเชิงประจักษ์แสดงสมการ VEC (สมการ (3.10)) ได้ดังนี้

$$\Delta P_{jt} = \mu + \sum_{i=1}^{k-1} \Gamma_i \Delta P_{jt-i} + \Pi P_{jt-1} + \varepsilon_t$$

เมื่อ P_j เป็นชุดข้อมูลราคาที่ใช้ในการศึกษา โดย j ตัวแปรราคาในแต่ละวัตถุประสงค์ (วัตถุประสงค์ข้อ 2, 3 และ 4) ส่วน μ เป็นค่าคงที่ และ ε_t คือ error term

ในวิทยานิพนธ์เล่มนี้ปรับข้อมูลด้วยดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไป (รวมทุกหมวด) โดยใช้ปี 2550 เป็นปีฐาน จากนั้นแปลงตัวแปรให้อยู่ในรูป logarithms ในที่นี้ใช้สัญลักษณ์ 'ln' แทน ตัวแปรที่อยู่ในรูป logarithms ก่อนที่จะนำข้อมูลไปวิเคราะห์ในแต่ละวัตถุประสงค์ต่อไป ผลการทดสอบในวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 3 และ 4 แสดงไว้ในบทที่ 5 6 และ 7 ตามลำดับ

ตัวแปรราคา (P_j) ที่ใช้ในการวิเคราะห์

หน่วย: บาทต่อตัน

วัตถุประสงค์ข้อ 2: การทดสอบความเชื่อมโยงของตลาดหัวมันสำปะหลังสด

(ข้อมูลรายเดือน)

ใช้ราคาเฉลี่ยรายเดือนของหัวมันสดในจังหวัด	นครราชสีมา	แทนด้วย	pnak
	ชัยภูมิ	แทนด้วย	pchi
	ขอนแก่น	แทนด้วย	pkon
	ฉะเชิงเทรา	แทนด้วย	pcha
	ชลบุรี	แทนด้วย	pcho
	ระยอง	แทนด้วย	pray
	กาญจนบุรี	แทนด้วย	pkan

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หน่วย: บาทต่อตัน

วัตถุประสงค์ข้อ 3: การทดสอบความเชื่อมโยงระหว่างตลาดมันสำปะหลังกับตลาดผลิตภัณฑ์

(ข้อมูลรายเดือน)

ใช้ราคาเฉลี่ยทั้งประเทศของ	หัวมันสด	แทนด้วย	pff
	ตลาดระดับฟาร์มมันเส้น	แทนด้วย	pfc
	ตลาดขายส่งมันเส้น	แทนด้วย	pwc
	ตลาดขายส่งแป้งมัน	แทนด้วย	pws
	ตลาดส่งออกแป้งมัน	แทนด้วย	pxs
	ตลาดส่งออกมันอัดเม็ด	แทนด้วย	pxp

หน่วย: บาทต่อตัน

วัตถุประสงค์ข้อ 4: การทดสอบประสิทธิภาพของตลาดล่วงหน้ามันเส้น

(ข้อมูลรายสัปดาห์)

ตลาดปัจจุบัน (spot market)			
ใช้ราคาเฉลี่ยทั้งประเทศของมันเส้นในตลาดขายส่ง	คือ S_t	แทนด้วย	S_t
ตลาดล่วงหน้า (futures market)			
ใช้ราคามันเส้นในตลาดล่วงหน้า ณ สัญญาส่งมอบ			
1 เดือน (1 month contract)	คือ F_{t-4}	แทนด้วย	F_1
2 เดือน (2 months contract)	คือ F_{t-8}	แทนด้วย	F_2
3 เดือน (3 months contract)	คือ F_{t-12}	แทนด้วย	F_3
4 เดือน (4 months contract)	คือ F_{t-16}	แทนด้วย	F_4
5 เดือน (5 months contract)	คือ F_{t-20}	แทนด้วย	F_5
6 เดือน (6 months contract)	คือ F_{t-24}	แทนด้วย	F_6

ในส่วนการทดสอบประสิทธิภาพของตลาดล่วงหน้า เป็นการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างราคามันเส้นในตลาดปัจจุบัน (ตลาดขายส่ง) (S_t) กับราคามันเส้นในตลาดล่วงหน้า ณ เดือนส่งมอบที่ m เมื่อ m = 1, 2, 3,..., 6 โดยปกติราคาในตลาดล่วงหน้าจะเคลื่อนเข้าหาราคาในตลาดปัจจุบัน และเท่ากับราคาในตลาดปัจจุบันเมื่อถึงวันส่งมอบ[15] (ภาพ 3.4) ในวิทยานิพนธ์เล่มนี้

[15] ส่วนต่างของราคาในตลาดปัจจุบันและตลาดล่วงหน้า เรียก basis ปกติ basis มีได้หลายรูปแบบ ผู้สนใจในประเด็นนี้อาจศึกษาเพิ่มเติมจาก มาฆะสิริ (2541: 67-70)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ศึกษาโดยพิจารณาราคาในตลาดล่วงหน้าของมันเส้นทั้ง 6 สัญญา เพื่อตรวจดูความสามารถของตลาดล่วงหน้าในการพยากรณ์ราคาในตลาดปัจจุบันไปข้างหน้า 1 เดือนจนถึง 6 เดือนว่ามีประสิทธิภาพ (ไม่เอนเอียง) แท้จริงตามทฤษฎีหรือไม่ โดยเป็นการทดสอบระหว่างราคาในตลาดปัจจุบันกับตลาดล่วงหน้า ณ สัญญาส่งมอบเดือนที่ m ทีละคู่ แสดงการทดสอบประสิทธิภาพตลาดล่วงหน้าในแต่ละสัญญาในรูปสมการถดถอยอย่างง่ายได้ดังสมการ (3.22)–(3.27)

<u>สัญญาส่งมอบ</u>

1 month contract	$S_t = \alpha_1 + \beta_1 F_{t-4}$	และหรือ	$S_t = \alpha_1 + \beta_1 F_1$	(3.22)
2 month contract	$S_t = \alpha_2 + \beta_2 F_{t-8}$	และหรือ	$S_t = \alpha_2 + \beta_2 F_2$	(3.23)
3 month contract	$S_t = \alpha_3 + \beta_3 F_{t-12}$	และหรือ	$S_t = \alpha_3 + \beta_3 F_3$	(3.24)
4 month contract	$S_t = \alpha_1 + \beta_4 F_{t-16}$	และหรือ	$S_t = \alpha_4 + \beta_4 F_4$	(3.25)
5 month contract	$S_t = \alpha_1 + \beta_5 F_{t-20}$	และหรือ	$S_t = \alpha_5 + \beta_5 F_5$	(3.26)
6 month contract	$S_t = \alpha_6 + \beta_6 F_{t-24}$	และหรือ	$S_t = \alpha_1 + \beta_6 F_6$	(3.27)

ตลาดล่วงหน้าที่มีประสิทธิภาพ ราคาในตลาดล่วงหน้า (futures price) ต้องเป็นตัวพยากรณ์ราคาในอนาคตของตลาดปัจจุบัน (futures spot price) ที่ไม่เอนเอียง ดังนั้น การทดสอบสมมติฐานประสิทธิภาพตลาดจึงเป็นการทดสอบความไม่เอนเอียงดังกล่าว ซึ่งก็คือการทดสอบข้อจำกัด $H_0 : \beta = 1, \alpha = 0$ แต่ข้อสมมุติความไม่เอนเอียง (unbiasedness assumption) ค่อนข้างจำกัดมากเกินไป (too strong) ในการบ่งชี้ประสิทธิภาพตลาด เพราะบางครั้งการปฏิเสธสมมติฐานความไม่เอนเอียง อาจเกิดจากค่าชดเชยความเสี่ยง (risk premium) หรือต้นทุนในการเก็บรักษาและต้นทุนในการเคลื่อนย้ายสินค้า (ปรากฏอยู่ในเทอมค่าคงที่ (α)) ทั้งๆที่จริงๆแล้วตลาดมีประสิทธิภาพ ดังนั้นนักวิจัยส่วนใหญ่จึงมักทดสอบสมมติฐาน $H_0 : \beta = 1$ และ $H_0 : \alpha = 0$ แยกกัน แล้วค่อยทดสอบสมมติฐานร่วม (joint test) $H_0 : \beta = 1, \alpha = 0$ อีกครั้งหนึ่ง (Wang and Ke, 2002: 13) การทดสอบสมมติฐานประสิทธิภาพตลาดจึงเป็นการทดสอบทั้งหมด 3 สมมติฐาน แต่เนื่องจากข้อมูลส่วนใหญ่ที่นำมาทดสอบมักไม่นิ่ง (non-stationary) ดังนั้น cointegration ระหว่าง spot และ futures price จึงเป็นเงื่อนไขที่จำเป็นสำหรับการศึกษาความมีประสิทธิภาพของตลาด เมื่อ spot และ futures price มี unit root (non stationary) ที่ I(0) แต่มีความนิ่งที่ I(1) การทดสอบประสิทธิภาพของตลาดล่วงหน้ามันเส้นในส่วนนี้ใช้ Johansen's cointegration แบบ 2 ตัวแปร (bivariate) โดยมีขั้นตอนในการทดสอบดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

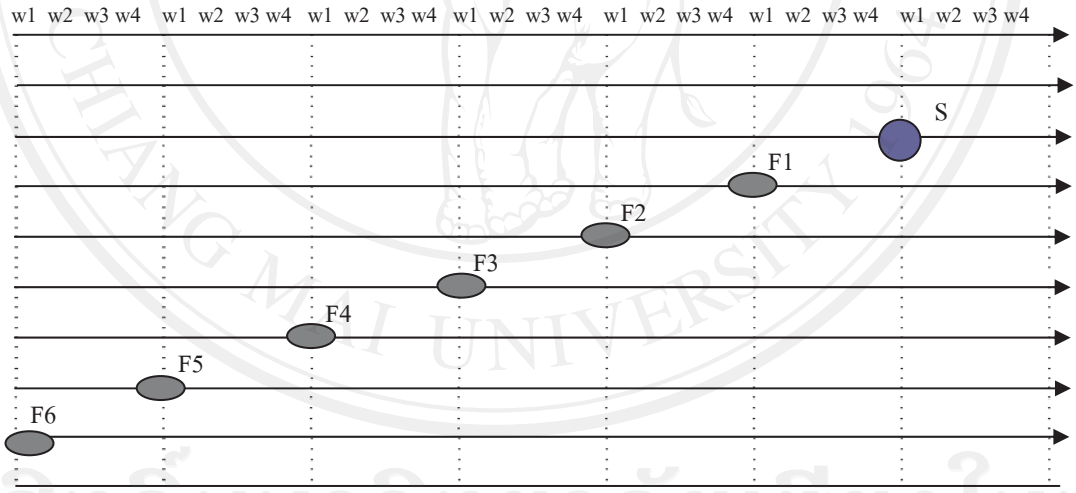
(1) ทดสอบ integration of order [I(d)] ด้วยการทดสอบ unit root (ใช้ ADF test)

(2) ทดสอบสมมติฐานประสิทธิภาพตลาด ด้วยการทดสอบ cointegration rank (เงื่อนไขจำเป็น)

(3) ประมาณค่าแบบจำลอง VEC (normalized ด้วยตัวแปร spot price (S_t))

(4) ทดสอบสมมติฐานความไม่เอนเอียง (unbiased hypothesis) โดยทดสอบใส่ข้อจำกัด $(1,-1,0)$

หากทดสอบแล้วพบว่า มีความสัมพันธ์ระยะยาวระหว่างราคามันเส้นในตลาดปัจจุบัน (S_t) และราคามันเส้นในตลาดล่วงหน้า (ที่สัญญาใดใด) (ตลาดล่วงหน้าและตลาดปัจจุบันเคลื่อนไปด้วยกัน) ก็แสดงว่า ตลาดล่วงหน้ามีประสิทธิภาพ ในขั้นต่อมาเป็นการทดสอบความไม่เอนเอียงด้วยการทดสอบใส่ข้อจำกัดทั้งสิ้น 3 สมมติฐานดังกล่าวแล้วข้างต้น หากยอมรับสมมติฐาน $H_0 : \beta_i = 1$ แสดงว่า ตลาดล่วงหน้ามันเส้นเป็นตัวพยากรณ์ราคามันเส้นในตลาดขายส่ง (ตลาดปัจจุบัน) ที่ไม่เอนเอียง แต่หากปฏิเสธสมมติฐาน $H_0 : \beta = 1, \alpha = 0$ แสดงว่า ตลาดล่วงหน้าเอนเอียงในการพยากรณ์ราคาในตลาดปัจจุบัน โดยที่ความเอนเอียงนั้นอาจเกิดจากค่าชดเชยความเสี่ยง (ที่ไม่เท่ากับศูนย์) ของนักลงทุนในตลาดล่วงหน้า และหรือต้นทุนในการเคลื่อนย้ายสินค้าระหว่างตลาด



หมายเหตุ: $F_1,..., F_6$ = ราคาในตลาดล่วงหน้ามันเส้น ณ สัญญาส่งมอบเดือนที่ 1,...6

: S = ราคาในตลาดปัจจุบัน (spot price) ของมันเส้น (ตลาดขายส่ง)

ภาพ 3.4 ความสัมพันธ์ของราคาในตลาดปัจจุบันและตลาดล่วงหน้าสัญญาส่งมอบเดือนที่ 1 ถึง 6

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved