บทที่ 2

กรอบแนวคิดทางทฤษฎีและงานศึกษาที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรก เป็นกรอบแนวคิดทางทฤษฎี ซึ่งประกอบด้วย แนวคิดวิธีของ Box and Jenkins และแนวคิดความเชื่อมโยงตลาด (market integration) สำหรับส่วนที่สอง เป็นงานศึกษาที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย 2 หัวข้อย่อย ได้แก่ การศึกษาการเคลื่อนไหวราคาสินค้าเกษตรและการศึกษาความเชื่อมโยงตลาด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

กรอบแนวคิดทางทฤษฎี

โดยทั่วไป การนำข้อมูลอนุกรมเวลามาหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรด้วยวิธีการเชิงสถิตย์ (static approach) มักจะสมมติให้ข้อมูลมีคุณสมบัติ stationary (Daloonpate, 2002) ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว ข้อมูลอนุกรมเวลาส่วนใหญ่จะเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา จึงทำให้การกำหนดรูปแบบของแบบจำลองที่เหมาะสมเป็นไปได้ยาก เนื่องจากมีอิทธิพลของเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง นอกจากนี้ในการนำข้อมูลอนุกรมเวลาที่ non-stationary มาใช้ในการหาความสัมพันธ์ของตัวแปรด้วยวิธีการเชิงพลวัต (dynamic approach) จะทำให้เกิดปัญหาผลลวง (spurious result) ซึ่งจะทำให้ผลการประมาณค่ามีค่า R^2 สูง ค่า t-statistic มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ค่า Durbin-Watson มีค่าต่ำ เกิดปัญหา autocorrelation ไม่สามารถนำมาอธิบายความหมายในเชิงเศรษฐศาสตร์ได้ (Enders, 2004: 171)

ดังนั้น ก่อนที่นำข้อมูลอนุกรมเวลาไปใช้ในการวิเคราะห์ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทดสอบคุณสมบัติ stationary ของข้อมูลเสียก่อน นอกจากนี้ยังจะทำให้ทราบถึงระดับ integration ของข้อมูล เนื่องจากข้อมูลที่มีระดับ integration ในระดับเดียวกันเท่านั้น ที่จะนำไปวิเคราะห์ความเชื่อมโยงตลาดในส่วนที่สองได้ ซึ่งแนวคิดและวิธีการทดสอบคุณสมบัติ stationary มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. แนวคิดและวิธีการทดสอบคุณสมบัติ stationary

คุณสมบัติ stationary คือ คุณสมบัติคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา โดยข้อมูลที่มีคุณสมบัติ stationary จะต้องประกอบไปด้วยคุณสมบัติดังต่อไปนี้ (อิสราพร ตระกูลพรนิมิต, 2545)

1) ค่าเฉลี่ย (mean) มีค่าคงที่

$$E(X_t) = E(X_{t+m}) = \mu \qquad \text{สำหรับ t และ m ใดๆ โดยที่ } t \neq m$$

2) ความแปรปรวน (variance) มีค่าคงที่

$$Var(X_t) = Var(X_{t+m}) = \sigma^2 \qquad \text{สำหรับ t และ m ใดๆ โดยที่ } t \neq m$$

3) ความแปรปรวนร่วม (covariance) มีค่าคงที่ และขึ้นอยู่กับช่วงเวลาที่ห่างกัน k หน่วย

$$Cov\left(X_t, X_{t+k}\right) = Cov\left(X_{t+m}, X_{t+k+m}\right) = \gamma_k$$

สำหรับ t และ m ใดๆ โดยที่ $t \neq m$

ข้อมูลอนุกรมเวลาที่ขาดคุณสมบัติข้อใดข้อหนึ่งใน 3 ข้อนี้ แสดงว่ามีคุณสมบัติ non-stationary หรืออีกนัยหนึ่งก็คือ อนุกรมเวลานั้นมี unit root ซึ่งในการทดสอบคุณสมบัติ stationary มีด้วยกันหลายวิธี ในการศึกษาครั้งนี้จะนำเสนอวิธี Augmented Dickey-Fuller test (ADF test) ที่นำเสนอโดย Dickey and Fuller ในปี ค.ศ. 1979 และวิธี Phillips-Perron test (PP test) ที่นำเสนอโดย Phillips and Perron ในปี ค.ศ. 1988 ซึ่งมีวิธีการและขั้นตอนโดยสังเขป ดังต่อไปนี้

การทดสอบคุณสมบัติ stationary ด้วยวิธี Augmented Dickey-Fuller test (ADF test) เริ่มทำการประมาณค่าดังสมการ

$$\Delta P_t = \mu + \gamma T + \phi P_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \beta_i \Delta P_{t-i} + u_t \qquad (2.1)$$

เมื่อ P_t คือ ตัวแปรที่ต้องการศึกษา

ΔP_t คือ ผลต่างระหว่างตัวแปรที่ต้องการศึกษากับค่าในอดีต (lagged) ของตัวแปรนั้นหรือก็คือ $P_t - P_{t-1}$

ΔP_{t-i} คือ $P_{t-i} - P_{t-i-1}$

μ คือ ค่าคงที่

T คือ แนวโน้มของเวลา

γ, ϕ, β_i คือ ค่าสัมประสิทธิ์

u_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน

p คือ ระดับความล่าช้าที่เหมาะสม ที่จะทำให้ μ_t ไม่เกิดปัญหา autocorrelation

การประมาณในขั้นตอนนี้ ต้องการทดสอบสมมติฐานหลัก คือ $H_0: \phi = 0$ (ข้อมูลมี unit root) โดยใช้ค่า t-statistic ที่ได้จากการประมาณเปรียบเทียบกับค่าวิกฤต τ ที่เสนอโดย Dickey-Fuller ถ้าปฏิเสธสมมติฐานหลัก แสดงว่าข้อมูลมีคุณสมบัติ stationary at level คือมีระดับ integration ที่ 0 หรือ I(0) แต่ถ้าไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลักก็แสดงว่าข้อมูลนั้นมีคุณสมบัติ non-stationary และอาจมีระดับ integration ที่อันดับสูงกว่า จึงต้องทำการทดสอบ first difference ของข้อมูลชุดนั้นด้วยวิธีการที่กล่าวมาแล้ว จนกว่าจะได้ผลที่มีนัยสำคัญทางสถิติและได้ทราบระดับ integration ของแต่ละชุดข้อมูล

อย่างไรก็ตาม ในการทดสอบด้วย ADF test นี้ ควรใช้อย่างระมัดระวัง เนื่องจากพบว่าการมีจำนวนช่วงความล่าช้า (augmentation terms) มากเกินไป จะทำให้ประสิทธิภาพในการทดสอบลดลง อาจทำให้มีการยอมรับสมมติฐานหลักมากขึ้น ในทางตรงกันข้ามหากมีจำนวนช่วงความล่าช้าน้อยเกินไป อาจทำให้มีการปฏิเสธสมมติฐานหลักมากขึ้น (Daloonpate, 2002) นอกจากนี้ ADF test ยังสมมติให้ error term มีคุณสมบัติการกระจายตัวแบบปกติ (normal distribution) และต้องไม่มี autocorrelation ซึ่งอาจพบได้ในกรณีที่ไม่ใช่สมการ autoregressive อันดับที่ 1 ดังนั้นจึงมีวิธีการทดสอบ unit root ที่พัฒนาโดย Phillips and Perron ซึ่งมีข้อยกเว้นให้ error term ไม่จำเป็นต้องมีการกระจายตัวแบบปกติและมี autocorrelation ได้ (Harris, 1995) โดยวิธี Phillips-Perron test (PP test) เริ่มประมาณค่าดังสมการ

$$P_t = \alpha + \rho P_{t-1} + \varepsilon_t \qquad (2.2)$$

เมื่อ ε_t คือ error term ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์

การทดสอบสมมติฐาน ใช้วิธีการทดสอบเช่นเดียวกับ ADF test เมื่อทราบลักษณะคุณสมบัติ stationary ในแต่ละข้อมูลอนุกรมเวลาแล้ว ก็สามารถนำข้อมูลไปใช้ในการวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ได้ต่อไป

2. แนวคิดวิธีของ Box and Jenkins กับการนำไปใช้ในการวิเคราะห์เพื่อการพยากรณ์

วิธีของ Box and Jenkins เป็นวิธีการพยากรณ์ค่าในอนาคตที่พัฒนาโดยนักสถิติผู้มีชื่อเสียงสองท่านคือ George E.P. Box และ Gwilym M. Jenkins ในปี ค.ศ. 1970 ซึ่งวิธีนี้จะให้ค่าพยากรณ์ที่มีความถูกต้องสูงกว่าวิธีอื่นในการพยากรณ์ระยะสั้น (ทรงศิริ แต้สมบัติ, 2539: 247) ในการหารูปแบบที่

เหมาะสมให้กับอนุกรมเวลา จะใช้ค่า autocorrelation function (ACF) และค่า partial autocorrelation function (PACF) เป็นหลักในการพิจารณาและรูปแบบที่เลือกใช้จะอยู่ในกลุ่มของรูปแบบ ARIMA(p, d, q) หรือ autoregressive integrated - moving average order p, d and q ซึ่งเป็นการรวมส่วนของรูปแบบ AR(p) และรูปแบบ MA(q) เข้าด้วยกัน จึงอาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า แบบจำลอง ARIMA

โดยที่ AR(p) หมายถึง รูปแบบที่แสดงว่าค่าสังเกต Y_t จะขึ้นอยู่กับค่าของ Y_{t-1}, Y_{t-2},…,Y_{t-p} หรือค่าสังเกตที่เกิดขึ้นก่อนหน้า p ค่า ส่วน MA(q) หมายถึง รูปแบบที่แสดงว่าค่าสังเกต Y_t จะขึ้นอยู่กับค่าของความคลาดเคลื่อน $\varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, ..., \varepsilon_{t-q}$ หรือความคลาดเคลื่อนที่อยู่ก่อนหน้า q ค่า และ d คือ จำนวนครั้งที่หาผลต่างเพื่อให้อนุกรมเวลามีคุณสมบัติ stationary ซึ่งมีการกำหนดรูปแบบดังนี้

AR(p) $$Y_t = \theta_0 + \phi_1 Y_{t-1} + ... + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (2.3)$$

MA(q) $$Y_t = \theta_0 + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - ... - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (2.4)$$

ARIMA(p, d, q) $$Y_t = \theta_0 + \phi_1 Y_{t-1} + ... + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - ... - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (2.5)$$

การกำหนดรูปแบบ ARIMA(p, d, q) ที่เหมาะสมให้กับอนุกรมเวลา จะได้จากการพิจารณาว่าอนุกรมเวลามีค่าวัดลักษณะบางค่า ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบออโตและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วนแบบออโตของตัวอย่าง (r_k และ r_{kk})สอดคล้องกับค่าวัดลักษณะ ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบออโตและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วนแบบออโตของประชากร (ρ_k และ ρ_{kk}) ของรูปแบบ ARIMA ใด ซึ่งรูปแบบอนุกรมเวลาที่นำมาศึกษานั้น จะต้องมีคุณสมบัติ stationary เท่านั้น ไม่เช่นนั้นจะต้องทำการแปลงข้อมูลให้เป็น stationary เสียก่อน ซึ่งทำได้หลายวิธี เช่น การหาผลต่างของอนุกรมเวลา (regular differencing) ในกรณีที่อนุกรมเวลามีอิทธิพลของแนวโน้มเข้ามาเกี่ยวข้อง การหาผลต่างฤดูกาล (seasonal differencing) ในกรณีที่อนุกรมเวลามีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง การแปลงอนุกรมเวลาให้อยู่ในรูปลอการิทึม ในกรณีที่อนุกรมเวลามีความแปรปรวนไม่คงที่ เป็นต้น (ทรงศิริ แต้สมบัติ, 2539) ขั้นตอนการพยากรณ์โดยวิธีของ Box and Jenkins มี 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1: การกำหนดรูปแบบ (identification) เป็นการหารูปแบบ ARIMA ที่คาดว่าจะเหมาะสมให้กับอนุกรมเวลา โดยพิจารณาเปรียบเทียบค่า r_k และ r_{kk} ของอนุกรมเวลา กับค่า ρ_k และ ρ_{kk} ของแต่ละรูปแบบ ซึ่งมักจะพิจารณาจากรูป correlogram ที่ได้จากการพล๊อต r_k, r_{kk}, ρ_k และ ρ_{kk} กับ k ดังนั้น การพิจารณาเปรียบเทียบ จะเป็นการเปรียบเทียบ correlogram ของ r_k กับ ρ_k และ correlogram ของ r_{kk} กับ ρ_{kk} ซึ่งแต่ละรูปแบบจะมี correlogram ของ ρ_k และ ρ_{kk} ต่างกัน

การพิจารณา autocorrelation และ partial autocorrelation

autocorrelation เป็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอนุกรมเวลาชุดเดียวกัน คือ Y_t แต่ต่างเวลากัน (มุกดาวรรณ แสนนามวงษ์, 2546) เช่น ความสัมพันธ์ระหว่าง Y_t กับ Y_{t-1} ซึ่งเป็นอนุกรมเวลาชุดเดียวกันที่อยู่ห่างกัน 1 ช่วงเวลา สำหรับการวัดความสัมพันธ์ดังกล่าว จะวัดจากค่าสัมประสิทธิ์ของ autocorrelation ซึ่งใช้สัญลักษณ์ ρ_k เมื่อ k เป็นระยะเวลาที่แตกต่างกัน (lag time period) โดยที่มี r_k เป็นค่าประมาณ ซึ่ง

$$r_k = \frac{\sum\left(Y_t - \bar{Y}\right)\left(Y_{t+k} - \bar{Y}\right)}{\sum\left(Y_t - \bar{Y}\right)^2} \qquad \text{สำหรับ k = 1, 2, ...} \tag{2.6}$$

และ $$V\left(r_k\right) = \frac{1}{n}\left(1 + 2\sum_{j=1}^{k-1} r_j^2\right) \qquad \text{สำหรับ k = 1, 2,…} \tag{2.7}$$

โดยที่ r_k มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 เมื่อขนาดของ r_k ที่วัดด้วย $|r_k|$ มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าค่าสังเกตที่อยู่ห่างกัน k ช่วงเวลา มีสหสัมพันธ์กันสูง เมื่อ $|r_k|$ มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่ามีสหสัมพันธ์กันต่ำ ถ้า r_k มีค่าน้อยกว่า 0 แสดงว่ามีสหสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามและถ้า r_k มีค่ามากกว่า 0 แสดงว่ามีสหสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน

partial autocorrelation เป็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอนุกรมเวลา Y_t กับ Y_{t-1} ใดๆ สำหรับ k = 1, 2, 3, … โดยที่กำหนดให้ความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่าง Y_t กับ Y_{t-1} ใดๆ ที่เหลือถูกขจัดออกไป สำหรับการวัดความสัมพันธ์ดังกล่าว จะวัดจากค่าสัมประสิทธิ์ของ partial autocorrelation ซึ่งใช้สัญลักษณ์ ρ_{kk} เมื่อ k เป็นระยะเวลาที่แตกต่างกัน (lag time period) โดยที่มี r_{kk} เป็นค่าประมาณ ซึ่ง

$$r_{kk} \begin{cases} = r_1 & , \ k = 1 \\ = \dfrac{r_k - \sum_{j=1}^{k-1} r_{k-1,j} r_{k-j}}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} r_{k-1,j} r_j} & , \ k = 2,3,... \end{cases} \tag{2.8}$$

โดย $$r_{kj} = r_{k-1,j} - r_{kk} r_{k-1,k-j} \qquad \text{เมื่อ j = 1, 2, ..., k-1} \tag{2.9}$$

และ $V(r_{kk}) = \frac{1}{n}$ สำหรับ k = 1, 2,… (2.10)

ขั้นตอนที่ 2: การประมาณค่าพารามิเตอร์ในรูปแบบ (estimation) ทำได้โดยการหาค่าประมาณแบบง่ายหรือค่าประมาณที่ได้จากการวิเคราะห์ตัวเลข (numerical analysis) สำหรับค่าประมาณแบบง่ายจะทำโดยการสร้างสมการที่มาจากความสัมพันธ์ระหว่าง ρ_k และพารามิเตอร์ โดยสมการที่สร้างขึ้นจะมีจำนวนเท่ากับจำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณ ส่วนค่าประมาณที่ได้จากการวิเคราะห์ตัวเลข จะได้จากการแก้สมการที่สร้างขึ้นจากวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ขั้นตอนของการวิเคราะห์ตัวเลข จะต้องมีการกำหนดค่าประมาณเริ่มต้น ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ค่าประมาณแบบง่ายเป็นค่าประมาณเริ่มต้น เมื่อการวิเคราะห์สิ้นสุด จะได้ค่าประมาณสุดท้ายที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการสร้างสมการพยากรณ์

ขั้นตอนที่ 3: การตรวจสอบรูปแบบ (diagnostic checking) เมื่อกำหนดรูปแบบและประมาณค่าพารามิเตอร์ในรูปแบบแล้ว จะต้องตรวจสอบทุกครั้งว่ารูปแบบที่กำหนดนั้น มีความเหมาะสมจริงหรือไม่ โดยการตรวจสอบทำได้หลายวิธี ได้แก่ การพิจารณา correlogram ของ r_k ของค่าคลาดเคลื่อน การทดสอบค่าพารามิเตอร์ในรูปแบบด้วยการทดสอบแบบ t และการทดสอบความเหมาะสมของรูปแบบโดยการทดสอบของ Box and Pierce หรือการทดสอบของ Box and Ljung หากตรวจสอบพบว่ารูปแบบที่กำหนดนั้นเหมาะสมแล้ว ก็จะใช้รูปแบบนั้นในการพยากรณ์ต่อไป แต่หากพบว่ารูปแบบที่กำหนดนั้นไม่เหมาะสม จะต้องทำตามขั้นตอนที่ 1 เพื่อกำหนดรูปแบบใหม่

ขั้นตอนที่ 4: การพยากรณ์ จะทำได้ทั้งการพยากรณ์แบบจุด (point forecast) และการพยากรณ์แบบช่วง (interval forecast) โดยการพยากรณ์จะใช้สมการพยากรณ์ที่สร้างจากรูปแบบการพยากรณ์ที่กำหนด และผ่านการตรวจสอบในขั้นตอนที่ผ่านมาแล้ว

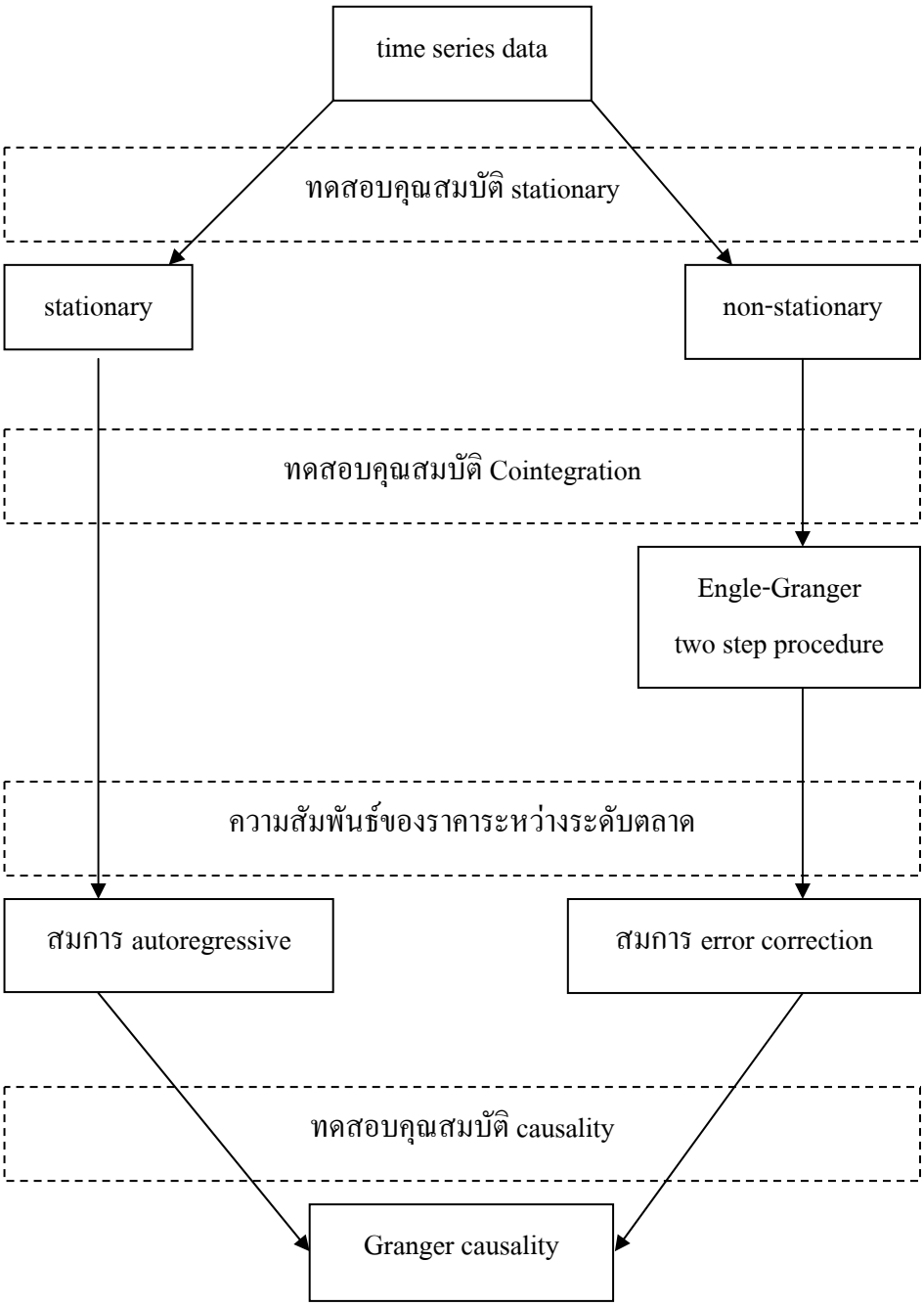
3. แนวคิดความเชื่อมโยงตลาด

ความเชื่อมโยงตลาด (market integration) คือ สถานการณ์ที่กิจกรรมในระบบตลาดหนึ่ง ส่งผลกระทบต่อตลาดส่วนอื่นๆ ซึ่งผลกระทบมักจะสื่อออกมาในรูปของระดับราคา ด้วยเหตุนี้ความเชื่อมโยงของตลาดจึงกล่าวได้ว่า เป็นการเปลี่ยนแปลงราคาระหว่างตลาด คือ เมื่อราคาในตลาดแห่งหนึ่งมีการเปลี่ยนแปลงแล้ว จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงราคาในตลาดแห่งอื่นๆ ตามไปด้วย (Wyeth, 1992 อ้างถึงใน สมพร อิศวิลานนท์, 2546) ซึ่งในการพิจารณาความเชื่อมโยงของตลาด อาจเป็นไปได้ทั้งในด้านแนวระนาบ หรือ “horizontal” หรือ “spatial” ซึ่งเป็นความเชื่อมโยงกันของตลาดหลายๆ แห่งในท้องถิ่นที่แตกต่างกัน และในด้านแนวตั้ง “vertical” ซึ่งเป็นการพิจารณาความเชื่อมโยงในตลาดต่างระดับกัน เช่น

ระหว่างตลาดกลางขายส่งในกรุงเทพฯ และปริมณฑล ระดับตลาดขายส่งในระดับภูมิภาคและตลาดระดับฟาร์ม เป็นต้น ซึ่งการวิเคราะห์สามารถทำได้ 2 รูปแบบ คือ

วิธีแรก คือ การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (correlation analysis) เป็นวิธีที่แสดงให้เห็นว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด โดยแสดงด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ แต่วิธีการนี้บอกได้แค่เพียงความสัมพันธ์ ไม่สามารถชี้ให้เห็นว่าตัวแปรใดเป็นเหตุ ตัวแปรใดเป็นผลของความสัมพันธ์ เป็นการให้มุมมองอย่างกว้างๆ ของรูปแบบการเชื่อมโยงตลาดเท่านั้น

วิธีที่สอง คือ การวิเคราะห์สมการถดถอย (regression analysis) เป็นวิธีที่มีประโยชน์ในการนำผลลัพธ์ไปอธิบายได้มากกว่าวิธีแรก ซึ่งในการวิเคราะห์ครั้งนี้ จะทำการวิเคราะห์ในรูปแบบ cointegration procedure โดยใช้วิธี two-step approach ที่เสนอโดย Engle and Granger (1989) ซึ่งขั้นตอนการทดสอบสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ขั้นตอนการหาความสัมพันธ์ของราคาในแต่ละระดับตลาด
ที่มา: สุรพงษ์ อภิหกิจ (2547: 19)

การวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลา เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของราคาระหว่างระดับตลาด (vertical relationship) แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1: การทดสอบคุณสมบัติ stationary เพื่อระบุระดับ integration และการกำหนดช่วงความล่าช้าที่เหมาะสม การทดสอบคุณสมบัติ stationary ตามวิธีการที่ได้กล่าวถึงไปแล้วนั้น จะทำให้

สามารถระบุระดับ integration ของข้อมูลได้ เนื่องจากข้อมูลที่มีระดับ integration ในระดับเดียวกันเท่านั้นที่จะนำไปวิเคราะห์ความเชื่อมโยงตลาดได้ สำหรับวิธีการกำหนดช่วงความล่าช้า (lags) ที่เหมาะสมของแต่ละตัวแปร จะทำก่อนการประมาณค่าในแบบจำลอง VAR (vector autoregressive model) เพราะความล่าช้าที่เหมาะสมจะช่วยขจัดปัญหา autocorrelation โดยวิธีการเลือกช่วงความล่าช้าที่เหมาะสม สามารถพิจารณาได้จากค่าวิกฤติซึ่งสามารถพิจารณาได้จากหลายค่า เช่น final prediction error (FPE), akaike information criterion (AIC) หรือ schwatz criterion (SC) โดยทำการประมาณค่าดังกล่าว ด้วยวิธี OLS ตั้งแต่ lags ที่ 1 จนถึง lags ที่ n ช่วงความล่าช้าที่เหมาะสมนั้น จะเป็นช่วงความล่าช้าที่ให้ค่าวิกฤติต่ำที่สุด (สุธิดา ภัทรพานี, 2548: 15)

ขั้นตอนที่ 2: การทดสอบคุณสมบัติ cointegration เป็นการทดสอบความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาว (long run equilibrium relationship) ซึ่งเป็นการแสดงถึงความสัมพันธ์ของสองตัวแปร ที่เมื่อตัวแปรใดเกิดการเปลี่ยนแปลงไป อีกตัวแปรหนึ่งที่มีคุณสมบัติ cointegration ต่อกัน จะเกิดการเปลี่ยนแปลงในลักษณะเดียวกันในระยะยาว ซึ่งการทดสอบในขั้นตอนนี้ จะกระทำเฉพาะชุดข้อมูลที่มีคุณสมบัติ non-stationary เท่านั้น เนื่องจากโดยปกติหากนำข้อมูลที่มีคุณสมบัติ non-stationary มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างกัน อาจทำให้เกิดปัญหาผลลวง (spurious result) ขึ้นได้ แต่หากพบว่าข้อมูลที่มีคุณสมบัติ non-stationary นั้น มีระดับ integration ในระดับเดียวกันและมีคุณสมบัติ cointegration แล้ว ก็จะไม่ทำให้เกิดปัญหาผลลวง

สำหรับชุดข้อมูล non-stationary เมื่อทำ differencing ข้อมูลเป็นจำนวน d ครั้ง แล้วทำให้ข้อมูลนั้นมีคุณสมบัติ stationary สามารถกล่าวได้ว่า ข้อมูลมีระดับ integration ที่ d หรือ I(d) หากพิจารณาข้อมูลอนุกรมเวลา y_t และ x_t แล้วพบว่ามีระดับ integration เท่ากับ I(d) ทั้งคู่ และโดยทั่วไปเมื่อนำไปหาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างกัน ก็จะพบว่าค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้ จะมีระดับ integration เท่ากับ I(d) ด้วย อย่างไรก็ตาม ถ้าความคลาดเคลื่อนที่ได้มีระดับ integration ที่ลดลง คือ I(d-b) เมื่อ b>0 แล้ว Engle and Granger ได้ให้คำนิยามว่า ตัวแปร y_t และ x_t มีระดับของ cointegration ที่ (d, b) เช่น ถ้าชุดข้อมูล y_t และ x_t มีระดับ integration ที่ 1 และ u_t ไม่มีระดับของ integration ที่ I(0) แล้ว y_t และ x_t จะเป็น cointegration อันดับที่ (1, 1) นั่นคือ CI(1, 1) (Engle and Granger, 1987 cited in Harris, 1995: 22)

การทดสอบคุณสมบัติ cointegration ระหว่างข้อมูลสองชุด หรือทดสอบร่วมกันทั้งสองตัวแปร โดยวิธีการ Engle-Granger two step procedure มี 2 ขั้นตอน คือ

1) ประมาณสมการ regression ที่มีตัวแปรตามคือ y_t และตัวแปรอิสระคือ x_t โดยใช้เทคนิค OLS โดยเรียกสมการในขั้นนี้ว่า cointegration regression ซึ่งสมการที่ได้นี้สามารถนำไปวิเคราะห์หาค่าความยืดหยุ่นของการส่งผ่านราคา (elasticity of price transmission) ได้อีกด้วย

$$y_t = \alpha_t + \beta x_t + u_t \quad (2.11)$$

$$u_t = y_t - \alpha_t - \beta x_t \quad (2.12)$$

2) ทดสอบคุณสมบัติ cointegration โดยการพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนหรือ u_t จากสมการที่ได้จากขั้นตอนแรก ว่ามีคุณสมบัติ stationary หรือไม่ โดยใช้ ADF test ทดสอบสมมติฐานหลักและสมมติฐานรอง คือ H_o: $u_t \sim I(1)$ และ H_1: $u_t \sim I(0)$ ถ้าสามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนมีคุณสมบัติ stationary จึงจะสรุปได้ว่า ข้อมูลทั้งสองชุด มีคุณสมบัติ cointegration

ขั้นตอนที่ 3: การหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในเชิงพลวัต การหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในเชิงพลวัต ว่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของราคาในตลาดระดับหนึ่งแล้วจะส่งผลกระทบต่อราคาในอีกตลาดหนึ่งอย่างไร โดยอนุกรมเวลาของราคาที่นำมาพิจารณาจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1) อนุกรมเวลาที่มีคุณสมบัติ stationary จะใช้แบบจำลอง VAR (vector autoregressive model หรือ unrestricted VAR model) โดยแบบจำลอง VAR เป็นระบบสมการที่ตัวแปรทุกตัวในแบบจำลอง เป็นตัวแปรภายใน (endogenous variable) โดยในแต่ละสมการนั้น ตัวแปรภายในตัวหนึ่ง จะถูกกำหนดจากค่าในอดีต (lagged variables) ของตัวแปรนั้นและตัวแปรภายในตัวอื่นๆ (สุธิดา ภัทรพานี, 2548: 16) โดยมีความสัมพันธ์ในรูปแบบสมการเส้นตรง ดังนี้

$$P_t^1 = \beta_{1t}^1 + \sum_{j=1}^{k} \beta_j^1 P_{t-j}^1 + \sum_{j=1}^{k} \gamma_j^1 P_{t-j}^2 + u_t^1 \quad (2.13)$$

$$P_t^2 = \beta_{1t}^2 + \sum_{j=1}^{k} \beta_j^2 P_{t-j}^1 + \sum_{j=1}^{k} \gamma_j^2 P_{t-j}^2 + u_t^2 \quad (2.14)$$

เมื่อ P_t^1 คือ ราคาในตลาดที่ 1 ณ เวลา t

P_t^2 คือ ราคาในตลาดที่ 2 ณ เวลา t

β, γ คือ ค่าสัมประสิทธิ์

u คือ ความคลาดเคลื่อน

k คือ ระดับความล่าช้าที่เหมาะสม

2) อนุกรมเวลาที่มีคุณสมบัติ non-stationary และมีความสัมพันธ์ในแบบ cointegration จะสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในแบบจำลอง VEC (vector error correction model หรือ restricted VAR model) ดังนี้

$$\Delta P_t^1 = \alpha_0 + \alpha_1 \sum_{j=1}^{k-1} \Delta P_{t-j}^2 + \beta_1 e_{t-1} + \varepsilon_t^1 \quad (2.15)$$

$$\Delta P_t^2 = \lambda_0 + \lambda_1 \sum_{j=1}^{k-1} \Delta P_{t-j}^1 + \beta_2 e_{t-1} + \varepsilon_t^2 \quad (2.16)$$

เมื่อ P_t^1 และ P_t^2 คือ ราคาในตลาดที่ 1 และ ตลาดที่ 2 ณ เวลา t

$\alpha_0, \alpha_1, \beta_1, \beta_2, \lambda_0, \lambda_1$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์

e_{t-1} คือ การเบี่ยงเบนจากดุลยภาพระยะยาวในช่วงเวลา t

$\varepsilon_t^1, \varepsilon_t^2$ คือ ค่าความคลาดเคลื่อน

$k-1$ คือ ระดับความล่าช้าที่เหมาะสม

โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์ α_1 และ λ_1 ในแบบจำลอง VEC จะบอกถึงความสัมพันธ์ในระยะสั้น ส่วนค่า β_1 และ β_2 จะบอกถึงความเร็วในการปรับตัวจากการเบี่ยงเบนจากดุลยภาพระยะยาวในกรณีที่เกิดความคลาดเคลื่อนออกจากดุลยภาพในช่วงเวลาที่ t-1 (e_{t-1}) ของสมการ cointegration และไม่เกิดปัญหาในเรื่องผลลวง (spurious result) เมื่อ P_t^1 และ P_t^2 มี unit root ทำให้ ΔP_t^1 และ ΔP_t^2 มีคุณสมบัติ stationary ส่วนเมื่อ P_t^1 และ P_t^2 มีคุณสมบัติ cointegration ก็จะทำให้ค่าคลาดเคลื่อนจากดุลยภาพ (e_{t-1}) มีคุณสมบัติ stationary ด้วย ดังนั้น ตัวแปรทุกตัวในรูปแบบ VEC จะมีคุณสมบัติ stationary ทำให้ใช้การประมาณด้วย OLS ได้และใช้ t-statistic เพื่อทดสอบนัยสำคัญของพารามิเตอร์แต่ละตัวได้ (สุรพงษ์ อภิหกิจ, 2547: 32)

ขั้นตอนที่ 4: การทดสอบคุณสมบัติ causality เป็นการทดสอบความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลระหว่างตัวแปร โดยวิธี causality test ที่เสนอโดย Granger (1969) ซึ่งรู้จักกันในชื่อของ Granger causality เป็นการทดสอบเพื่อหาทิศทางของการเปลี่ยนแปลง กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ เมื่อราคาในตลาดหนึ่งเกิดการเปลี่ยนแปลงแล้ว จะทำให้ราคาในอีกตลาดหนึ่งเปลี่ยนแปลงไปด้วยหรือเกิดในทิศทางกลับกัน (สมพร อิศวิลานนท์ และ ธวัชชัย วิมลรัตน์, 2542)

ในกรณีที่ข้อมูลอนุกรมเวลามีคุณสมบัติ stationary สามารถนำสมการ VAR มาประยุกต์ใช้ในการทดสอบความเป็นเหตุเป็นผลได้ ซึ่งโครงสร้างของสมการ VAR นั้นมีค่าสัมประสิทธิ์ที่ต้องประมาณเท่ากับ

$n+kn^2$ ค่า เมื่อ n คือจำนวนตัวแปร และ k คือจำนวนช่วงความล่าช้า (lag) ดังนั้นหากมีตัวแปรหลายตัวและมีช่วงความล่าช้ามาก จะทำให้เกิดความยุ่งยากในการประมาณค่าและสัมประสิทธิ์ที่ได้มักจะไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Enders, 1995) ดังนั้นวัตถุประสงค์ของสมการ VAR จึงไม่ใช่เพื่อการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ แต่เพื่อประยุกต์ใช้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในเชิงพลวัต ภายใต้สมมติฐานที่ว่าการเปลี่ยนแปลงของค่าในอดีตของตัวแปรหนึ่ง มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงค่าในปัจจุบันของอีกตัวแปรหนึ่ง

สมการ VAR ที่ทราบช่วงความล่าช้าที่เหมาะสมแล้ว จะนำมาทดสอบ Granger causality test โดยมีสมมติฐานหลักคือ ตัวแปรอิสระไม่มีความสัมพันธ์เชิงเป็นเหตุเป็นผลกับตัวแปรตาม โดยทำการประมาณค่าด้วยวิธี OLS และใช้ค่า F-statistic เป็นตัวทดสอบความเป็นเหตุเป็นผล จากสมการที่ (2.13) และ (2.14) สามารถอธิบายการทดสอบได้ดังนี้

1) $\sum_{j=1}^{k}\gamma_j^1 = \sum_{j=1}^{k}\beta_j^2 = 0$ แสดงว่า P_t^1 และ P_t^2 ไม่มีผลกระทบต่อกัน (absent causality)

2) $\sum_{j=1}^{k}\gamma_j^1 = 0$ และ $\sum_{j=1}^{k}\beta_j^2 \neq 0$ แสดงว่า P_t^2 ไม่มีผลกระทบต่อ P_t^1 แต่ P_t^1 มีผลกระทบต่อ P_t^2

3) $\sum_{j=1}^{k}\gamma_j^1 \neq 0$ และ $\sum_{j=1}^{k}\beta_j^2 = 0$ แสดงว่า P_t^1 ไม่มีผลกระทบต่อ P_t^2 แต่ P_t^2 มีผลกระทบต่อ P_t^1

4) $\sum_{j=1}^{k}\gamma_j^1 \neq 0$ และ $\sum_{j=1}^{k}\beta_j^2 \neq 0$ แสดงว่า P_t^1 และ P_t^2 ต่างก็มีผลกระทบต่อกัน (bilateral causality)

เมื่อทราบทิศทางความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลระหว่างตัวแปรแล้ว ยังสามารถนำตัวแปรคู่นั้นมาประมาณค่าสมการถดถอยเชิงเส้นในระดับ (level) เวลาเดียวกันได้ เพื่อคำนวณหาความยืดหยุ่นของการส่งผ่านราคา (elasticity of price transmission) ระหว่างราคาในตลาดสองระดับได้ โดยการกำหนดรูปแบบความสัมพันธ์ของราคาในตลาดหนึ่งกับราคาของอีกตลาดหนึ่งด้วยแบบจำลองสมการถดถอยเชิงเดียวอย่างง่ายและประมาณค่าสัมประสิทธิ์ด้วยวิธี OLS จากนั้นนำค่าสัมประสิทธิ์ที่ประมาณได้มาหาความยืดหยุ่นของการส่งผ่านราคา ดังนี้ (สุธิดา ภัทรพานี, 2548: 23)

$$P_t^1 = r_0 + r_1 P_t^2 + e_t \qquad (2.17)$$

เมื่อ P_t^1 และ P_t^2 คือ ราคาในตลาดระดับที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

r_0 คือ ค่าคงที่

r_1 คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของราคาระหว่างตลาดทั้งสอง

สำหรับค่าความยืดหยุ่นของการส่งผ่านราคา (elasticity of price transmission) เป็นการวัดการตอบสนองของราคาสินค้าชนิดหนึ่งในตลาดหนึ่ง เมื่อราคาสินค้าชนิดเดียวกันในตลาดอีกระดับหนึ่งเปลี่ยนแปลงไป โดยทั่วไปค่าความยืดหยุ่นของการส่งผ่านราคาจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 กล่าวคือ ถ้าระดับราคาในตลาดที่ 2 มีอิทธิพลในการกำหนดราคาในตลาดที่ 1 น้อย ค่าความยืดหยุ่นของการส่งผ่านราคาจะมีค่าเข้าใกล้ 0 แต่ถ้ามีอิทธิพลในการกำหนดราคามาก ค่าความยืดหยุ่นของการส่งผ่านราคาจะมีค่าเข้าใกล้ 1 จากสมการที่ (2.17) สามารถหาความยืดหยุ่นของการส่งผ่านราคาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$\varepsilon_T = \frac{\partial P_t^1}{\partial P_t^2} \cdot \frac{\overline{P}_2}{\overline{P}_1} \qquad (2.18)$$

เมื่อ P_t^1 และ P_t^2 คือ ราคาในตลาดระดับที่ 1 และ 2 ในช่วงเวลาที่ t

$\overline{P}_1$ และ $\overline{P}_2$ คือ ค่าเฉลี่ยของราคา P_1 และ P_2 ในช่วงเวลาที่ t

งานศึกษาที่เกี่ยวข้อง

1. การศึกษาพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของราคาสินค้าเกษตร

การศึกษาพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของราคา โดยหลักของ Box and Jenkins เป็นวิธีการพยากรณ์ค่าในอนาคตที่พัฒนาโดย George E.P. Box และ Gwilym M. Jenkins ในปี ค.ศ. 1970 ซึ่งวิธีนี้จะให้ค่าพยากรณ์ที่มีความถูกต้อง (accuracy) สูงกว่าวิธีอื่นในการพยากรณ์ระยะสั้น (ทรงศิริ แต้สมบัติ, 2539: 247) โดยการศึกษาพฤติกรรมการเคลื่อนไหวราคาและการพยากรณ์ด้วยวิธีของ Box and Jenkins นี้ พบได้จากการศึกษาของนงนุช ดีแท้ (2534) ซึ่งได้ทำการเปรียบเทียบความเหมาะสมในการพยากรณ์ระหว่างการใช้วิธีแยกส่วนประกอบ (decomposition method) กับวิธีของ Box and Jenkins โดยทำการศึกษากับข้อมูลอนุกรมรายเดือนระหว่างปี พ.ศ. 2528-2533 ของราคาข้าว มันสำปะหลังและถั่วเขียวที่เกษตรกรขายได้ที่ไร่นา ผลการศึกษา ในส่วนของการใช้วิธี Box and Jenkins พบว่า ข้อมูลที่ศึกษามีคุณสมบัติ stationary หลังจากการหาผลต่างครั้งที่หนึ่ง ส่วนการเปรียบเทียบโดยพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์จะได้ว่า วิธีแยกส่วนประกอบเหมาะสมกับการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกเหนียวเมล็ดยาวและราคาหัวมันสำปะหลังสดคละ ส่วนวิธีของ Box and Jenkins เหมาะสมกับการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกเจ้า 5% และราคาถั่วเขียวผิวมันเมล็ดใหญ่ชนิดคละ

ในขณะที่การศึกษาของคธาฤทธิ์ สิทธิกูล (2540) ซึ่งทำการศึกษาพฤติกรรมราคาของสินค้าเกษตร 5 ชนิดที่คาดว่าจะเข้าสู่ตลาดอนาคต ได้แก่ ข้าว ยางพารา ผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง ข้าวโพดและกุ้งกุลาดำ โดยผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของราคา ณ ตลาดระดับต่างๆ พบว่า การส่งผ่านราคาจากตลาดระดับส่งออก มายังตลาดระดับขายส่งกรุงเทพฯ ของสินค้าทุกชนิด ค่อนข้างมีประสิทธิภาพ ด้วยค่าความยืดหยุ่นของการส่งผ่านราคาอยู่ในช่วง 0.87 ถึง 0.93 ยกเว้นกรณีของมันสำปะหลังที่มีเพียง 0.34 เท่านั้น สำหรับการส่งผ่านราคาจากตลาดขายส่งไปสู่เกษตรกร พบว่า ยางพารา มันสำปะหลังและกุ้งกุลาดำ มีความยืดหยุ่นของการส่งผ่านราคามีค่าสูง อยู่ในช่วง 0.95 ถึง 0.99 แต่สำหรับข้าวและข้าวโพดพบเพียง 0.45 และ 0.76 ตามลำดับ ส่วนผลการศึกษาแบบจำลอง ARIMA พบว่า ทุกอนุกรมเวลา สามารถปรับให้เป็นอนุกรมเวลาที่มีเสถียรภาพ ซึ่งสามารถนำไปพยากรณ์ราคาในอนาคตได้ ราคาสินค้าทุกชนิดมีแนวโน้มสูงขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าราคาข้าวเปลือก 5% ที่เกษตรกรได้รับและราคาข้าวโพดขายส่งตลาดกรุงเทพฯ มีการเคลื่อนไหวแบบฤดูกาล กินเวลา 12 เดือน ราคาหัวมันสำปะหลังสดที่เกษตรกรได้รับและราคามันอัดเม็ดขายส่งกรุงเทพฯ มีการเคลื่อนไหวแบบวัฏจักร กินเวลาถึง 16 เดือน ส่วนราคากุ้งกุลาดำที่เกษตรกรได้รับและที่โรงงานแปรรูปมีการเคลื่อนไหวแบบฤดูกาลที่กินเวลาเพียง 5 เดือนเท่านั้น

ในวิธีเดียวกันนี้ มุกดาวรรณ แสนนามวงษ์ (2546) ได้นำมาใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมการเคลื่อนไหวราคาของสับปะรด ซึ่งพบว่าสับปะรดโรงงานมีค่าความยืดหยุ่นของการส่งผ่านราคาระหว่างตลาดส่งออกและตลาดที่ระดับฟาร์มมีค่าเท่ากับ 0.39 ในขณะที่สับปะรดสำหรับบริโภคสด มีค่าความยืดหยุ่นระหว่างตลาดขายส่งกรุงเทพฯ กับตลาดที่ระดับฟาร์ม เท่ากับ 0.41 สะท้อนว่าระบบตลาดค่อนข้างจะขาดประสิทธิภาพในการส่งผ่านราคาจากตลาดต้นทางไปยังตลาดปลายทาง ส่วนการวิเคราะห์พฤติกรรมแนวโน้มของราคา พบว่าในกรณีของสับปะรดโรงงาน ราคาสับปะรดที่ฟาร์มมีความสัมพันธ์กับราคาสับปะรดในอดีตย้อนหลังที่ 15 เดือน ราคาสับปะรดส่งออกมีความสัมพันธ์กับราคาในอดีตย้อนหลังที่ 2 เดือน สำหรับกรณีของสับปะรดเพื่อการบริโภคสด พบว่าราคาสับปะรดที่ฟาร์มมีความสัมพันธ์กับราคาในอดีตย้อนหลังที่ 26 เดือน ราคาตลาดขายส่งกรุงเทพฯ มีความสัมพันธ์กับราคาในอดีตย้อนหลังที่ 36 เดือน

อย่างไรก็ตาม จากการทบทวนเอกสารที่ผ่านมา ยังไม่พบการนำวิธีการของ Box and Jenkins มาใช้วิเคราะห์กับสินค้าข้าวโพดฝักอ่อนและผลิตภัณฑ์ข้าวโพดฝักอ่อนแปรรูป ซึ่งในปัจจุบันถือเป็นสินค้าที่กำลังมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจการเกษตรทั้งภายในประเทศและการส่งออก ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้ จึงจะได้นำเสนอถึงผลการวิเคราะห์พฤติกรรมการเคลื่อนไหวของราคาข้าวโพดฝักอ่อนและผลิตภัณฑ์ต่อไป

2. การศึกษาความเชื่อมโยงตลาด

การวิเคราะห์ความเชื่อมโยงตลาด ในระยะเริ่มแรกเป็นการหาความสัมพันธ์ในรูปของ correlation analysis ของราคา แล้วนำไปใช้อ้างอิงกับความเชื่อมโยงของตลาด อย่างไรก็ตาม วิธีการดังกล่าวไม่สามารถให้คำตอบถึงความเป็นตลาดหลักและตลาดรองได้ Ravallion (1986) ถือเป็นผู้บุกเบิกวิธีการทดสอบความเชื่อมโยงตลาดด้วยข้อมูลราคาที่มีโครงสร้างแบบพลวัต เพื่อหลีกเลี่ยงข้อสรุปที่ผิดพลาดจากวิธีการทดสอบด้วยสหสัมพันธ์ รวมทั้งได้นำลักษณะเฉพาะของตลาด เช่น ความเป็นฤดูกาล (seasonal) แนวโน้มตามเวลา (trend) เข้ามาร่วมพิจารณา ซึ่งวิธีการนี้ นอกจากจะสามารถตรวจสอบความเชื่อมโยงตลาดได้แล้ว ยังสามารถแยกแนวคิดระหว่างความเชื่อมโยงตลาดในระยะสั้น กับความเชื่อมโยงตลาดในระยะยาวได้ โดย Ravallion ได้ทำการทดสอบความเชื่อมโยงตลาด โดยใช้ราคารายเดือนของสินค้าข้าวในประเทศบังคลาเทศ ตั้งแต่เดือนกันยายน ค.ศ. 1972 ถึงเดือนมิถุนายน ค.ศ. 1975 เป็นจำนวน 36 ชุดข้อมูล โดยที่ในช่วงปี ค.ศ. 1974 ได้เกิดภาวะความขาดแคลนขึ้นในบังคลาเทศ ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อการติดต่อค้าขาย ผลการศึกษาพบว่า มีความเชื่อมโยงตลาดในระยะสั้น ระหว่าง Dhaka ซึ่งเป็นจังหวัดที่มีผลผลิตข้าวส่วนเกินเป็นจำนวนมาก กับ Sylhet ซึ่งถือเป็นจังหวัดที่มีระดับการผลิตอาหารที่สูงจังหวัดหนึ่ง ในขณะที่อีก 4 จังหวัด คือ Mymensingh, Bogra, Rangpur และ Dinagpur ไม่พบว่ามีความเชื่อมโยงตลาด ในขณะที่ความเชื่อมโยงตลาดในระยะยาวอาจจะมีเพียงเล็กน้อยใน Mymensingh กับ Sylhet ความเป็นฤดูกาลมีผลต่อทุกจังหวัด ยกเว้น Sylhet ส่วนข้อมูลราคาของ Bogra และ Rangpur มีแนวโน้มความสัมพันธ์ที่เป็นบวกไปตามแนวโน้มของเวลา ในขณะที่ภาวะความขาดแคลนในปี ค.ศ.1974 มีผลโดยตรงต่อราคาในทุกจังหวัด แม้ว่าวิธีการของ Ravallion ยังไม่สามารถระบุได้ว่าตลาดใดเป็นตลาดที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของราคา แต่ก็ยังคงเป็นแนวคิดที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง และได้มีการพัฒนาเรื่อยมา

วิธีการของ Ravallion แม้จะมีโครงสร้างของการวิเคราะห์ที่เป็นแบบพลวัต แต่มีข้อจำกัดในการนำไปใช้ทดสอบความเชื่อมโยงระหว่างตลาด ต่อมา Alexander and Wyeth (1994) จึงได้นำเสนอการวัดความเชื่อมโยงตลาดด้วยวิธี error correction mechanism เรียกว่า cointegration approach ซึ่งสามารถระบุตลาดที่มีอิทธิพลต่อการกำหนดราคาได้เป็นอย่างดี โดยทำการศึกษาราคากลางของข้าวพันธุ์ต่างๆ ในประเทศอินโดนีเซีย โดยใช้ราคาข้าวเฉลี่ยรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม ค.ศ. 1979 ถึงเดือนธันวาคม ค.ศ. 1990 ใน 7 พื้นที่การผลิตสำคัญ ซึ่งมีลักษณะตลาดที่แตกต่างกัน ได้แก่ Bandung, Surabaya, Jakata, Medan, Banjarmasin, Ujung Pandang และ Jayapura พร้อมทั้งมีการนำข้อมูล consumer price index (CPI) ของอินโดนีเซีย ซึ่งถือเป็นตัววัดอัตราเงินเฟ้อเข้ามาร่วมพิจารณาถึงผลที่มีต่อราคาข้าว ผลการศึกษาพบว่ามีความเชื่อมโยงกันระหว่าง CPI กับราคาข้าวในแต่ละพื้นที่ แต่ CPI ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงราคาข้าว ไม่พบความเชื่อมโยงตลาดระหว่าง Surabaya ซึ่งเป็นจังหวัดที่มีการส่งออกข้าวไปยังจังหวัดอื่นๆ มาก

ที่สุด กับ Ujung Pandang ซึ่งเป็นตลาดที่มีความซับซ้อน เนื่องจากมีพืชที่สำคัญอีกหลายชนิดนอกเหนือจากข้าว และยังพบว่ามีความเชื่อมโยงตลาดเพียงเล็กน้อยในทิศทางเดียว จากทั้ง 2 จังหวัดนี้ไปยังจังหวัดอื่นๆ โดยที่จะมีผลต่อรูปแบบราคาในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน คือ Surabaya เป็นตลาดที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงราคาข้าวในช่วงแรกของปี ในขณะที่ Ujung Pandang เป็นตลาดที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงราคาข้าวในช่วงหลังของปี

Daloonpate (2002) ได้ทำการศึกษาระดับของอำนาจทางการตลาดและกลยุทธ์การตอบสนองราคาของผลิตภัณฑ์ปลาทูน่ากระป๋องในตลาดผู้ขายน้อยราย โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลารายสัปดาห์ของราคาปลาทูน่ากระป๋อง 4 ยี่ห้อในเมืองน๊อกซ์วิล รัฐเทนเนสซี่ ได้แก่ Starkist, Chicken of the Sea, Bumble bee และ Allother โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง VAR (vector autoregressive model) ในการทดสอบความสัมพันธ์ของราคา ผลการศึกษาพบว่า อนุกรมเวลาของราคาปลาทูน่ากระป๋องทั้ง 4 ยี่ห้อ มีความหยุดนิ่งไม่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา จึงสามารถใช้สมการ VAR ในการทดสอบความเป็นเหตุเป็นของกลยุทธ์ราคาปลาทูน่ากระป๋องแต่ละยี่ห้อได้ ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า ทั้ง Starkist และ Chicken of the Sea ตอบสนองในทิศทางตรงข้ามต่อราคาในอดีตของ Bumble bee นอกจากนี้ราคาในอดีตของทั้ง Starkist และ Chicken of the Sea มีอิทธิพลอย่างมากต่อราคาในปัจจุบันของ Bumble bee โดยสรุปพบว่าไม่มีความสัมพันธ์เชิงพลวัตระหว่างกลยุทธ์ด้านราคาของ Starkist และ Chicken of the Sea

การนำแนวคิดเกี่ยวกับความเชื่อมโยงตลาด มาใช้ประยุกต์กับการศึกษาในประเทศไทย พบว่าส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษาความเชื่อมโยงในแนวราบ คือ ศึกษาความเชื่อมโยงระหว่างตลาดกลางในท้องถิ่นต่างๆ ซึ่งพบได้จากการศึกษาของธวัชชัย วิมลรัตน์ (2543) ได้ทำการวิเคราะห์โครงสร้างตลาดพืชผักและความเชื่อมโยงของราคาในตลาดกลางกับตลาดท้องถิ่น ผลการศึกษาพบว่า โครงสร้างตลาดพืชผักมีลักษณะใกล้เคียงกับตลาดกึ่งแข่งขันกึ่งผูกขาด และตลาดขายส่งในทุกตลาดมีความเชื่อมโยงกันอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับความสำคัญของตลาดต่อการกำหนดราคา ตามชนิดของพืชผักนั้น พบว่า ในกรณีของผักกินใบและต้น ได้แก่ กะหล่ำปลีจะถูกกำหนดราคาจากตลาดขายส่งกรุงเทพฯและตลาดขายส่งภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ราคาผักกาดขาวจะถูกกำหนดจากตลาดขายส่งกรุงเทพฯและตลาดขายส่งภาคเหนือ ในส่วนพืชผักกินผล พบว่าราคามะเขือเทศสีดาจะถูกกำหนดจากตลาดขายส่งภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในขณะที่ราคามะเขือเปราะ จะถูกกำหนดจากตลาดขายส่งภาคเหนือ และในปีเดียวกันนี้ สมพร อิศวิลานนท์และคณะ (2545) ยังได้ทำการศึกษาความเชื่อมโยงของตลาดขายส่งผลไม้ในภาคเหนือและตลาดขายส่งในกรุงเทพฯ ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ลำไย ลิ้นจี่ สตอเบอร์รี่และส้ม มีรูปแบบของช่องทางการตลาดที่แตกต่างกัน ในระหว่างกลุ่มของคนกลางในตลาด ผู้รวบรวมและตัวแทนในตลาดท้องถิ่น เป็นกลุ่มที่มีบทบาททั้งเป็นผู้รวบรวมผลผลิตจากฟาร์มและเป็นผู้จัดหาสินค้าให้กับตลาดปลายทาง สำหรับในส่วนของการกำหนดราคานั้น พบว่า ตลาดขายส่งของผู้รวบรวมในจังหวัดเชียงใหม่ อิทธิพลต่อตลาดกลางขายส่งในกรุงเทพฯ อย่างมีนัยสำคัญ

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของอิสราพร ตระกูลพรนิมิต (2545) ซึ่งได้ใช้วิธี cointegration approach เพื่อทำการวิเคราะห์การส่งผ่านราคาและความเชื่อมโยงของราคา ในตลาดกลางข้าวเปลือกภาคกลางกับตลาดกรุงเทพฯ ผลการศึกษาพบว่ามีการส่งผ่านราคาจากราคาขายส่งข้าวสาร 100 เปอร์เซนต์และ 5 เปอร์เซนต์จากตลาดกรุงเทพฯ ไปยังราคาข้าวเปลือก ณ ตลาดกลางสินค้าเกษตรจังหวัดพิษณุโลกและสุพรรณบุรี ด้วยค่าความยืดหยุ่นที่สูงกว่าการส่งผ่านไปยังตลาดกลางท่าข้าวกำนันทรง และราคาขายส่งข้าวสาร 100 เปอร์เซนต์และ 5 เปอร์เซนต์ตลาดกรุงเทพฯ เป็นแหล่งอ้างอิงราคาข้าวเปลือกในตลาดสินค้าเกษตรจังหวัดพิษณุโลกและสุพรรณบุรี แต่ไม่เป็นแหล่งอ้างอิงราคากับตลาดกลางท่าข้าวกำนันทรง เนื่องจากตลาดกลางท่าข้าวกำนันทรงมีการอ้างอิงกับราคาส่งออกเช่นเดียวกับราคาขายส่ง

สำหรับการศึกษาความเชื่อมโยงในแนวตั้ง คือ ศึกษาความเชื่อมโยงระหว่างตลาดที่อยู่ต่างระดับกัน พบได้จากการศึกษาของสุรพงษ์ อภิหกิจ (2547) ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์การส่งผ่านราคาของมันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์ โดยหาความสัมพันธ์ของราคาที่อยู่ต่างระดับตลาดกัน (vertical cointegration) โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลารายเดือนในช่วงปี พ.ศ. 2535-2544 ของราคาในระดับตลาดท้องถิ่น ได้แก่ ราคาหัวมันสดที่เกษตรกรได้รับ ราคาในระดับตลาดขายส่ง ได้แก่ ราคามันเส้น มันอัดเม็ดและแป้งมัน ราคาในระดับตลาดส่งออก ได้แก่ ราคามันอัดเม็ดและแป้งมัน ผลการศึกษาพบว่า ราคาในระดับตลาดส่งออกมีการส่งผ่านมายังระดับตลาดขายส่ง แสดงให้เห็นว่าราคาส่งออก เป็นตัวกำหนดราคาภายในประเทศ โดยที่ราคามันอัดเม็ดที่ระดับตลาดส่งออก จะเป็นตัวกำหนดราคามันเส้นและมันอัดเม็ดที่ระดับตลาดขายส่ง และราคาแป้งมันที่ระดับตลาดส่งออกจะเป็นตัวกำหนดราคาแป้งมันที่ระดับตลาดขายส่ง ในขณะที่ความสัมพันธ์ของราคาในระดับตลาดขายส่งกับตลาดท้องถิ่น พบว่า ราคาหัวมันสดที่ระดับตลาดท้องถิ่นจะเป็นตัวกำหนดราคามันเส้นที่ระดับตลาดขายส่ง และราคาแป้งมันที่ระดับตลาดขายส่งจะเป็นตัวกำหนดราคาหัวมันสดที่ระดับตลาดท้องถิ่น

จากการทบทวนเอกสารที่ผ่านมา พบว่าได้มีการนำแนวคิดเรื่องความเชื่อมโยงของตลาดไปใช้ในการวิเคราะห์กับสินค้าเกษตรประเภทต่างๆ แต่วิธีการดังกล่าว ยังไม่มีการนำมาใช้ในการศึกษาสินค้าข้าวโพดฝักอ่อนและผลิตภัณฑ์ ทั้งในการศึกษาความเชื่อมโยงแนวตั้งและแนวนอน ยังไม่มีการศึกษามาก่อน ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะให้ความสำคัญกับการศึกษาความเชื่อมโยงของตลาดในแนวตั้งเป็นสำคัญ

ในบทต่อไปจะได้กล่าวถึงสถานการณ์การผลิต การตลาดและราคาข้าวโพดฝักอ่อนเพื่อเป็นข้อความรู้เบื้องต้น สำหรับในบทที่ 4 จะได้นำเครื่องมือทางเศรษฐมิติ ได้แก่ วิธี Box and Jenkins และเครื่องมือการทดสอบความเชื่อมโยงตลาดไปใช้กับการวิเคราะห์ เพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของราคาและความเชื่อมโยงราคาของสินค้าข้าวโพดฝักอ่อนและผลิตภัณฑ์ต่อไป