บทที่ 5
ทฤษฎีและแนวคิดในการศึกษา

ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างราคาข้าวในตลาดส่งมอบทันทีในประเทศกับราคาตลาดล่วงหน้าที่ต่างประเทศ ได้ใช้แนวคิดเกี่ยวกับประสิทธิภาพตลาดและการส่งผ่านราคา ดังต่อไปนี้

แนวคิดในการใช้เทคนิค cointegrated มีความเกี่ยวข้องกับข้อมูลอนุกรมเวลาว่ามีลักษณะความนิ่งหรือความไม่นิ่ง เพราะการที่อนุกรมเวลาไม่นิ่งนั้นจะนำไปสู่ผลการวิเคราะห์ที่คลาดเคลื่อน นั่นคือ สมการถดถอยที่ได้อาจเป็นสมการถดถอยที่ไม่แท้จริง (spurious regression) ดังนั้นจึงต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับ วิธีการทดสอบเพื่อกำหนดลักษณะของข้อมูลว่ามีความนิ่งหรือไม่ด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

5.1 ความนิ่ง(Stationary) และความไม่นิ่ง (Non stationary)

ความหมายของความนิ่งคือ ข้อมูลอนุกรมเวลาที่มี ค่าเฉลี่ย หรือค่าความคาดหวัง (mean or expected value) และค่าความแปรปรวน (variance) คงที่ตลอดช่วงเวลา (constant over time) และค่าความแปรปรวนของตัวแปรปรวนร่วม (covariance) จะไม่ขึ้นอยู่กับเวลา แต่จะขึ้นอยู่กับระยะหรือช่วงห่างของช่วงเวลา (distance or lag)

เมื่อสมมติให้ตัวแปร y_t เป็นอนุกรมเวลาที่คงที่ (stationary) ดังนั้น ตัวแปร y_t จ ะมีคุณสมบัติดังนี้

Mean : $E(y_t) = \mu$

Variance : $Var(y_t) = E(y_t - \mu)^2 = \sigma^2$

Covariance : $E[(y_t - \mu)(y_{t+k} - \mu)] = \gamma_k$

ทั้งนี้ γ_k คือค่า covariance ระหว่าง Y_t และ Y_{t+k} ซึ่งจะมีค่าเท่ากับระยะห่างระหว่างค่า Y สองค่า แต่ไม่ได้ขึ้นกับระยะเวลา ยกตัวอย่างเช่น Cov(Y_t , Y_{t+4}) จะมีค่าคงที่ตลอดเวลา และ Cov(Y_t , Y_{t+4}) = Cov(Y_{10} , Y_{14}) = Cov(Y_{13} , Y_{17}) ขณะที่ Cov(Y_{13} , Y_{19}) จะมีค่าคงที่ และ Cov(Y_{13} , Y_{19}) = Cov(Y_{20} , Y_{26}) แต่ Cov(Y_t , Y_{t+4}) ไม่จำเป็นต้องมีค่าเท่ากับ Cov(Y_t , Y_{t+6}) ถ้าอนุกรมเวลาของตัวใดขาดคุณสมบัติข้อหนึ่งข้อใด จะมีลักษณะไม่นิ่ง (nonstationary)

ในกรณีที่ข้อมูลอนุกรมเวลามีลักษณะไม่นิ่ง

ถ้าตัวแปร y_t เป็นอนุกรมเวลาที่ไม่คงที่ (nonstationary) ดังนั้น ตัวแปร y_t จะมีคุณสมบัติดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Mean : $E(y_t) = t\mu$

Variance : $Var(y_t) = E(y_t - \mu)^2 = t\sigma^2$

Covariance : $E[(y_t - \mu)(y_{t+k} - \mu)] = t\gamma_k$

การนำแนวคิดเรื่องความนิ่งมาทำการอธิบายตัวแปร มีข้อสังเกต 2 ประการคือ ตัวแปรที่มีลักษณะนิ่งจะมีความผันผวนในช่วงแคบๆ รอบ ๆ ค่าเฉลี่ยของตัวแปรนั้น ในขณะที่ตัวแปรที่มีลักษณะไม่นิ่ง จะมีความผันผวนมากกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อจำนวนข้อมูลที่นำมาพิจารณามีค่ามากขึ้น ประการที่สอง เมื่อมีปัจจัยภายนอกมากระทบ (shock) ต่ออนุกรมเวลาของตัวแปรที่พิจารณา ถ้าเป็นตัวแปรที่มีลักษณะนิ่งผลกระทบดังกล่าวจะทำให้ค่าของตัวแปรที่เบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ยของตัวแปรเพียงชั่วคราว เมื่อเวลาผ่านไปค่าที่เบี่ยงเบนจะกลับเข้าสู่ค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลานั้น ซึ่งเป็นค่าคงที่ แต่ถ้าตัวแปรมีลักษณะไม่นิ่งจะเกิดผลในทางตรงข้าม กล่าวคือ ผลกระทบที่เกิดขึ้นจะส่งผลต่อเนื่องไปยังค่าตัวแปรที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาอื่นๆ ทำให้ค่าเฉลี่ยผันแปรไปเรื่อยๆ เมื่อเวลาเปลี่ยนไป หรือกล่าวอีกนัย คือ ตัวแปรที่มีลักษณะไม่นิ่งจะไม่มีค่าเฉลี่ยระยะยาว (long – run mean level) ที่จะทำให้ค่าอนุกรมเวลานั้นปรับตัวเข้าหา (ถวิล , 2544)

5.2 การทดสอบ unit root

ตัวแปรอนุกรมเวลาใดๆ จะมีคุณสมบัตินิ่ง ต้องมีค่า Mean, Variance และ Covariance คงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามระยะเวลา ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะทำการทดสอบด้วยวิธีดังต่อไปนี้

วิธีการทดสอบ unit root ด้วยวิธีของ Dickey-fuller tests

การทดสอบ unit root ด้วย วิธีการของ Dickey-fuller tests ใช้สมการที่อยู่ในรูปของผลต่าง (difference regression) แทนสมการที่อยู่ในระดับ level สมการในรูปผลต่างจะอยู่ในรูปแบบสมการที่เรียกว่า "first-order autoregressive process" ในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งใน สามสมการต่อไปนี้

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + u_t \qquad (5.1)$$

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \delta Y_{t-1} + u_t \qquad (5.2)$$

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + u_t \qquad (5.3)$$

โดยสมการที่ (5.1) เป็นสมการ pure random walk และ สมการที่ (5.2) เพิ่มค่าคงที่ (intercept) คือ β_1 ซึ่งเป็นค่าที่เรียกว่า drift term และสมการที่ (5.3) ใส่ค่า drift term และค่า t โดยที่ t เป็น ตัวแปรแนวโน้ม (trend variable) ที่ใส่เข้ามาในสมการเพื่อทดสอบว่าตัวแปรที่พิจารณามี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คุณสมบัติเป็น trend stationary หรือไม่ การใช้สมการถดถอยในรูปแบบผลต่างทั้งสามสมการ มีสมมติฐานที่ทำการทดสอบดังนี้

Null Hypothesis : $H_0 : \delta=0$ หมายความว่า อนุกรมเวลามีลักษณะไม่นิ่ง

Alternative hypothesis : $H_a : \delta < 0$

ในการเลือกสมการหนึ่งสมการมาทดสอบ ค่า t-statistic ของค่า δ ที่คำนวณได้จะเปลี่ยนแปลงในแต่ละสมการที่เลือก Dickey และ Fuller ได้สร้างตารางคำนวณค่า t-statistic ภายใต้สมมติฐานว่า $\delta=0$ ของแต่ละรูปสมการ คือ กรณีที่หนึ่ง ไม่มีทั้งค่าคงที่ (intercept) และตัวแปร "เวลา" ค่าคำนวณใช้สัญลักษณ์ t กรณีที่สอง มีค่าคงที่แต่ไม่มีตัวแปร "เวลา" ใช้สัญลักษณ์ t_μ และกรณีที่สาม มีค่าคงที่และตัวแปร "เวลา" ค่า t ที่ใช้แสดง ใช้สัญลักษณ์ t_τ เพื่อนำมาเปรียบเทียบค่า t คำนวณกับ t ตารางว่าจะยอมรับ หรือปฏิเสธสมมติฐานหลัก

วิธีการทดสอบ Unit root ด้วยวิธี Augmented Dickey-Fuller tests

ในกรณีที่ค่าตัวรบกวน u_t มีปัญหา Autocorrelation คือ ตัวรบกวนขาดคุณสมบัติเป็น white noise คือ อาจมีสหสัมพันธ์กับตัวรบกวนในอันดับที่สูงขึ้น (higher order autocorrelation) สมการที่ (5.1) (5.2) และ (5.3) ต้องทำการปรับปรุงโดยการเพิ่มจำนวนตัวล่า (lag) ของ Y ในลำดับที่สูงขึ้น เพื่อขจัดปัญหา autocorrelation ของตัวแปร u_t สมการที่ทำการปรับใหม่จะเป็นดังนี้

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \sum_{i=2}^{p} \alpha_i \Delta Y_{t-i+1} + u_t \qquad (5.4)$$

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=2}^{p} \alpha_i \Delta Y_{t-i+1} + u_t \qquad (5.5)$$

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=2}^{p} \alpha_i \Delta Y_{t-i+1} + u_t \qquad (5.6)$$

สมการ (5.4) (5.5) และ (5.6) ใช้สมมติฐานการทดสอบเหมือนกับการทดสอบ Dickey and Fuller test รวมทั้งค่า t-statistic โดยที่ค่า p คือ จำนวนตัวแปรล่าของผลต่างตัวแปร (lagged valuesof first difference of the variable) การพิจารณาตัวล่าจะเลือกค่าตัวล่าที่ทำให้ปัญหา auto correlation หมดไป (พิจารณาจากค่า Durbin-Watson statistic) (ทรงศักดิ์ , 2547)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.3 Cointegration and Error Correction Model

cointegration and error correction เป็นวิธีการวิเคราะห์ที่ทดสอบดูว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์ในเชิงดุลยภาพระยะยาว (long run equilibrium relationship) โดยการใช้เทคนิคนี้จะไม่ก่อให้เกิดปัญหา sprious regression แม้ว่าข้อมูลที่ใช้จะมีลักษณะ non stationary ก็ตาม

หลักการของ cointegration แม้ว่าตัวแปรในสมการ (7) จะมีลักษณะ non stationary หรือ I(1) แต่ตัวแปรเหล่านั้นอาจดุลยภาพในระยะยาว cointegrating relationship ภายใต้เงื่อนไข X_t และ Y_t มีความสัมพันธ์กันในลักษณะหนึ่งที่ทำให้ค่าความคาดเคลื่อนที่ประมาณได้จากสมการที่ (5.7) นั่นคือ Z_t ในสมการที่ (5.8) มีลักษณะเป็น I(0)

$$Y_t = \alpha_t + \beta X_t + Z_t \qquad (5.7)$$

$$Z_t = Y_t - \alpha_t + \beta X_t \qquad (5.8)$$

แนวคิดเกี่ยวกับ cointegration และ error correction ตามหลักการของ Granger Representation Theorem (Engle and Granger , 1987) กล่าวไว้ว่า ถ้าพบว่าตัวแปร X_t และ Y_t ในสมการที่ (5.7) มีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาวแล้ว สามารถสร้างแบบจำลองการปรับตัวที่เรียกว่า Error Correction Mechanisms เพื่ออธิบายขบวนการปรับตัวในระยะสั้นของตัวแปรต่าง ๆ ในสมการที่ (5.8) เพื่อให้เข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาวได้ ดังสมการต่อไปนี้

$$\Delta X_t = \phi_1 Z_{t-1} + \{\text{lagged } (\Delta X_t, \Delta Y_t)\} + \varepsilon_{1t} \qquad (5.9)$$

$$\Delta Y_t = \phi_1 Z_{t-1} + \{\text{lagged } (\Delta X_t, \Delta Y_t)\} + \varepsilon_{2t} \qquad (5.10)$$

โดยที่ $Z_t = Y_t + \beta' X_t$ .Z_{t-1} เป็นตัว Error Correction term , ε_{1t} และ ε_{2t} เป็น White noise และ ϕ_1 และ ϕ_2 เป็น Non Zero ตามรูปแบบความสัมพันธ์ที่ปรากฏใน (5.9) และ (5.10) การเปลี่ยนแปลงของตัวแปร ต่างขึ้นอยู่กับฟังก์ชั่นของ Distributed lags of first differences of X_t and Y_t รวมทั้งตัว Error Correction term ที่ถอยไปหนึ่งช่วงเวลา (Z_{t-1}) รูปแบบการปรับตัวระยะสั้นของแบบจำลอง ECM Model ตามที่แสดงใน (5.9) และ (5.10) อาจสามารถตีความได้ ϕ_1 และ ϕ_2 เป็นตัวแปรที่แสดงการปรับตัวระยะสั้นเมื่อระบบเศรษฐกิจขาดความสมดุล เพื่อให้เข้าสู่ภาวะดุลยภาพระยะยาว ($Y_t = \beta X_t$)

ข้อสังเกตหลายประการเกี่ยวรูปแบบความสัมพันธ์ของตัวแปร ในสมการที่ (5.9) และ (5.10)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประการแรก การใส่ตัวแปร Error correction term (Z_{t-1}) ในสมการที่ (5.9) และ (5.10) ถือเป็นลักษณะที่สำคัญ โดยเป็นการเชื่อมโยงผลการปรับตัวระยะสั้นและระยะยาวเข้าด้วยกัน ที่สำคัญค่าสัมประสิทธิ์ของ Z_{t-1} ในสมการที่ (5.9) และ (5.10) แสดงให้เห็นถึง ขนาดของการขาดความสมดุล (size of disequilibrium error) ระหว่างค่า Y_t และ X_t ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาก่อนหน้า

ประการที่สอง การสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธี cointegration and error correction จะไม่เกิดการเสียข้อมูลที่แสดงถึงการปรับตัวเข้าสู่ดุลภาพระยะยาว (long run information) เพราะตัวแปรในสมการที่ (5.9) และ (5.10) มีตัวแปรที่อยู่ทั้งในรูปของ Level ปรากฏ อยู่ด้วย และยังมีตัวแปรที่อยู่ในรูปของ first difference การมี EC term ทำให้สามารถหาผลกระทบของการปรับตัว เพื่อให้เข้าสู่ดุลยภาพระยะยาวได้

ประการสุดท้าย ตัวแปรในแบบจำลอง ECM จะไม่ก่อให้เกิดปัญหา spurious regression เนื่องจากตัวแปร I(1) ปรากฏอยู่ในรูปของความสัมพันธ์ที่ก่อให้เกิด cointegration relationship หรือ $Z_t = I(0)$ (ทรงศักดิ์ , 2547)

5.3.1 วิธีการและขั้นตอนในการทดสอบ Cointegrated System

วิธีการที่ใช้ทดสอบ เพื่อดูว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาว (cointegrating relationship) มี 2 วิธีคือ วิธีแรก เป็นวิธี two step approach ของ Engle and Granger (1987) วิธีที่สองเป็นวิธีการทดสอบที่อ้างอิงหลักการ full information maximum likelihood approach ของ Johansen and Juselius (1990) ซึ่งยังมีข้อถกเถียงว่าวิธีใดเหมาะสมกว่ากัน (รังสรรค์ ,2538) มีนักเศรษฐมิติบางกลุ่มเชื่อว่า วิธีการของ Johansen and Juselius มีความเหมาะสมกว่าของ Engle and Granger เนื่องจาก สามารถประยุกต์ใช้กับแบบจำลองที่มีมากกว่า 2 ตัวแปรขึ้นไป และสามารถทดสอบหาจำนวน cointegration vectors ได้พร้อม ๆ กัน โดยไม่ต้องระบุก่อนว่าตัวแปรใดเป็น exo-endo variables ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะกล่าวถึง การทดสอบโดยการใช้วิธีของ Johansen and Juselius

5.3.2 เทคนิคการประมาณและการทดสอบของ Johansen and Juselius

สรุปขั้นตอนการทดสอบของ Johansen and Juselius มีดังนี้

กำหนดตัวแบบสมการที่ต้องการทดสอบ ซึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐาน Vector Autoregressive Model (VAR)

$$\Delta X_t = \sum_{i=1}^{p-1} \pi_i \Delta X_{t-i} + \pi X_{t-p} + \varepsilon_t \qquad (5.11)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หรือ

$$\Delta X_t = A_0 + \sum_{i=1}^{p-1} \pi_i \Delta X_{t-i} + \pi X_{t-p} + \varepsilon_t \qquad (5.12)$$

สมการที่ (5.11) แตกต่างจากสมการที่ (5.12) ตรงที่มีค่าคงที่ หรือ drift term เพิ่ม, A_0 ซึ่งก็คือ vector ของค่าคงที่ การทดสอบอาจใช้สมการใดก็ได้

โดยที่ $$\pi = -\left[I - \sum_{i=1}^{p} A_i \right]$$

$$\pi_i = -\left[I - \sum_{j=1}^{i} A_j \right]$$

ทั้งนี้ X_t คือ เวคเตอร์ขนาด n*1 ของตัวแปร

A_i คือ เมตริกขนาด n*n ของค่าพารามิเตอร์ของตัวแปร ณ ระดับ lag ต่าง ๆ

ขั้นต่อมาทำการทดสอบ หา lags ที่เหมาะสมของสมการที่กำหนด ใช้ 3 วิธีคือ Likelihood Ratio test (LR) Akaike Information Criteria (AIC) และ Schwartz Bayseian Criterion (SBC test)

ค่าสถิติของ Likelihood Ratio test (LR)

Likelihood Ratio test เป็นวิธีการหาจำนวน lag ที่เหมาะสมของสมการโดย

$$LR = (T - c)(\log|\Sigma_R| - \log|\Sigma_{UR}|$$

โดยที่ T = จำนวนค่าสังเกตที่ใช้ในการคำนวณ

C = จำนวนพารามิเตอร์ในแต่ละสมการของระบบสมการ unrestricted

Log $|\Sigma_R|$ และ log $|\Sigma_{UR}|$ คือ natural logarithm ของค่า determenant ของ variance-covariance marterix ของสมการ restricted และ unrestricted

ค่าสถิติ LR มีการแจกแจงแบบ Chi-squares ซึ่งมี degree of freedom เท่ากับจำนวนข้อกำหนด (restriction) ในระบบสมการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขั้นตอนแรกทำการคัดเลือกจำนวน lag ที่เหมาะสม เริ่มจากการสร้าง Model VAR โดยกำหนดความยาวของ lag ที่คาดว่าเหมาะสม จากนั้นค่อยๆ ลดขนาดของ lag ลง เช่น กำหนดให้ความยาวของ lag ลง เช่น กำหนดให้ความยาว lag เท่ากับ 12 ดังแสดงในสมการ (5.13)

$$x_t = A_0 + A_1 x_{t-1} + A_2 x_{t-2} + \ldots + A_4 x_{t-2} + e_{1t} \qquad (5.13)$$

โดยที่ x_t = vector ของตัวแปรขนาด (n*1)

A_0 = vector ของค่าคงที่ ขนาด (n*1)

A_1 = matrix ของค่าสัมประสิทธิ์ ขนาด (n*n)

E_{1t} = vector ของค่าตัวรบกวน

คำนวณหาค่า variance/covariance matrix ของค่าตัวรบกวนจากสมการ (5.13) ใช้สัญลักษณ์ (Σ_{12}) สมมติต่อไปว่า ต้องทำการทดสอบว่าจำนวน lag เท่ากับ 8 จะมีความเหมาะสมหรือไม่ โดยทำการสร้างสมการ VAR ตามสมการที่ (5.14)

$$x_t = A_0 + A_1 x_{t-1} + A_2 x_{t-2} + \ldots + A_4 x_{t-8} + e_{2t} \qquad (5.14)$$

จากนั้นคำนวณ variance/covariance matrix ของค่าตัวรบกวนจากสมการ (5.14) ใช้สัญลักษณ์ (Σ_8) จะสังเกตว่าค่า Σ_8 คำนวณจากระบบสมการจำนวน n สมการ ในแต่ละสมการจะมีข้อจำกัด (c) เท่ากับ 4n จำนวนข้อจำกัดจะเท่ากับ $4n^2$ ตามตัวอย่างนี้ ค่า c จะเท่ากับ c=12n+1 ทั้งนี้เนื่องจากว่าแต่ละสมการในตัวแบบ unrestricted มีจำนวน lag เท่ากับ 12 สำหรับแต่ละตัวแปรบวกกับค่าคงที่ ขนาดของ degree of freedom เท่ากับจำนวนข้อจำกัดทั้งหมดในระบบสมการ ตามตัวอย่างที่กล่าวมาจะมีข้อจำกัดในแต่ละสมการเท่ากับ 4n ดังนั้น จำนวนข้อจำกัดทั้งหมดจึงเท่ากับ $4n^2$ ในการทดสอบสมมติฐาน จะเปรียบเทียบค่า χ^2 ที่คำนวณได้จากสมการ

$$LR = (T - c)(\log|\Sigma_R| - \log|\Sigma_{RU}| \qquad (5.15)$$

กับค่าวิกฤตที่ได้จากตาราง ณ ระดับความมีนัยสำคัญที่กำหนด ถ้าค่าที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤต จะยอมรับสมมติฐานหลัก คือมีจำนวนlag เท่ากับ 8

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่าสถิติของ Akaike Information Criteria (AIC) และ Schwartz Bayseian Criterion (SBC)

$$AIC = T \log |\Sigma| + 2N$$

$$SBC = T \log |\Sigma| + N \log (T)$$

โดยที่ T = จำนวนค่าสังเกต

$|\Sigma|$ = determinant ของ variance-covariance matrix ของค่าคลาดเคลื่อน

N = จำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องการคำนวณของทุกสมการ ในแต่ละสมการซึ่งมีจำนวนตัวแปรเท่ากับ n มีจำนวน lag เท่ากับ p และมีค่าคงที่ (intercept) $N = n^2p + n$ (แต่ละสมการมี np+1 พารามิเตอร์) เงื่อนไขการตรวจสอบคือ จะพิจารณา lag ที่เหมาะสม จากจำนวน lag ที่ให้ค่า AIC และ SBC ต่ำสุด (การพิจารณาค่าดังกล่าวจะพิจารณาเครื่องหมายด้วย)

ขั้นตอนต่อมา ทำการคำนวณหาจำนวน cointegrating vectors ระหว่างตัวแปรต่างๆ ในแบบจำลอง และหาค่า rank ของ สมการ (5.11) ซึ่งมีความเป็นไปได้สามกรณี คือ

กรณีที่เป็น full rank คือ rank = n แสดงว่าตัวแปรทุกตัวมีคุณสมบัตินิ่ง หรือ I(0)

ในกรณีที่ rank = 0 แสดงว่าทุกตัวแปรมี unit root คือมีลักษณะไม่นิ่ง

ในกรณีที่มี rank เท่ากับ r และ $0 < r < n$ แสดงว่ามีจำนวน cointegrating vectors เท่ากับ r เช่น ในกรณีที่ r = 1 แสดงว่ามี cointegrating vector เพียง 1 ชุด หรือมีเพียง row เดียวที่มีความเป็นอิสระ ส่วน row อื่นๆ จะสร้างขึ้นได้จากการนำ ตัวเลข (scalar) ไปคูณ

Johansen and Juselius ใช้ตัวทดสอบทางสถิติ 2 ชนิดเพื่อทดสอบหาจำนวนของ cointegrating vectors (r) ได้แก่ Trace test และ Maximum Eigenvalue test การทดสอบจะทำควบคู่กัน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องซึ่งกันและกัน

การทดสอบ Trace test มีสมมติฐานที่ต้องการทดสอบ คือ จำนวน cointegrating vectors จะมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ r และมีสมมติฐานทางเลือกคือ จำนวน cointegrating vectors มีค่ามากกว่า r เช่น

Null hypothesis	Alternative hypothesis
$r = 0$	$r > 0$
$r \leq 1$	$r > 1$
$r \leq 2$	$r > 2$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบ คือ

$$\lambda_{trace}(r) = -T\sum_{r+1}^{n}\ln\left(1-\hat{\lambda}_i\right) \qquad (5.16)$$

โดยที่ T = จำนวนค่าสังเกตที่นำมาใช้

$\hat{\lambda}_i$ = ค่าคำนวณของ characteristic roots (หรือเรียกว่า eigenvalues) ที่ได้จากการคำนวณ

ค่า λ_{trace} จะเท่า ศูนย์ เมื่อทุกค่า $\lambda_s = 0$ ถ้าค่า characteristic roots (λ) มีค่าห่างจากศูนย์มากเท่าใด จะทำให้ค่า ln $(1-\lambda_i)$ มีค่าติดลบมากยิ่งขึ้น และส่งผลให้ค่า λ_{trace} เพิ่มขึ้น

การทดสอบ maximum eigenvalue test มีสมมติฐานที่ต้องการทดสอบ คือ จำนวน cointegrating vectors มีค่าเท่ากับ r และมีสมมติฐานทางเลือกว่า จำนวน cointegrating vectors มีค่าเท่ากับ r + 1 เช่น

Null hypothesis	Alternative hypothesis
r = 0	r = 1
r = 1	r = 2
r = 2	r = 3

ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบ คือ

$$\lambda_{max}(r, r+1) = -T\ln(1-\hat{\lambda}_{r+1}) \qquad (5.17)$$

โดยที่ T = จำนวนค่าสังเกตที่นำมาใช้

$\hat{\lambda}_i$ = ค่าคำนวณของ characteristic roots (หรือเรียกว่า eigenvalues) ที่ได้จากการคำนวณ

ค่าคำนวณของ λ_{max} ขึ้นอยู่กับค่าของ characteristic root มีค่าเข้าใกล้1 จะทำให้ λ_{max} มีค่าต่ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้วิธีการทดสอบ Trace test และ Maximum Eigenvalue test ทดสอบ rank ของสมการ VAR

ขั้นตอนที่ 3

ทำการทดสอบหารูปแบบของการปรับตัวระยะสั้น error correction Model โดยแนวความคิดเกี่ยวกับ cointegration และ Error Correction มีความสัมพันธ์กันคือ ถ้าพบว่าตัวแปรอนุกรมเวลาทั้งสองชุดมีความสัมพันธ์เชิงดุลภาพระยะยาว (cointegating relationship) จะสามารถทำการสร้างแบบจำลองการปรับตัวเพื่ออธิบายกระบวนการปรับตัวระยะสั้นของตัวแปรเพื่อให้เข้าสู่ดุลยภาพระยะยาวได้ ซึ่งก็คือแบบจำลอง error correction model

แบบจำลอง error correction model จะแสดงความเชื่อมโยงระหว่างการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม กับการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรอิสระ และค่าความคลาดเคลื่อนในอดีต ซึ่งเปรียบเสมือน ส่วนที่คลาดเคลื่อนไปจากดุลยภาพ ที่ใช้เป็นตัวปรับเพื่อเชื่อมโยงค่าตัวแปรระหว่างระยะสั้นและค่าระยะยาว (ถวิล , 2544)

5.4 ทฤษฎีประสิทธิภาพตลาด (Efficient Market Theory)

ตลาดที่มีประสิทธิภาพจะส่งผลดีต่อผู้ที่ทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับตลาดนั้น โดย ตลาดที่มีประสิทธิภาพราคาในตลาด ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง จะสะท้อนข้อมูลข่าวสารด้านราคาทั้งหมดในเวลานั้น และในกรณีที่มีข้อมูลข่าวสารใหม่ ๆ เข้าสู่ตลาด ตลาดจะมีการปรับตัวตามข่าวสารอย่างรวดเร็ว ตลาดที่มีประสิทธิภาพจะส่งสัญญาณให้ผู้ที่เกี่ยวข้องทราบถึงสิ่งที่เกิดขึ้นกับตลาด ทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้องทำการจัดสรรทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ

ประสิทธิภาพตาดแบ่งได้ 3 ลักษณะ (Kolb , 1988 และ Leuthold et.al. , 1989 อ้างโดย ผทัยรัตน์, 2544)

1. **Weak form efficiency** ตลาดที่มีลักษณะนี้ เป็นตลาดที่ไม่สามารถใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องในอดีตหรือปัจจุบันของตัวเอง มาใช้เป็นแนวทางในการกำหนดกลยุทธในการลงทุนได้ การศึกษาตลาดในลักษณะนี้ ใช้วิธี Random walk การยอมรับสมมติฐาน Random walk แสดงว่าตลาดมีประสิทธิภาพแบบ Weak form แต่ในกรณีที่ปฏิเสธสมมติฐานไม่ได้หมายความว่าตลาดไม่มีประสิทธิภาพ

2. **Semi strong form** ตลาดที่มีลักษณะนี้ การเข้ามาของข่าวสารใหม่ ที่เกี่ยวข้องกับตลาดจะทำให้ตลาดปรับตัวอย่างรวดเร็ว ข่าวสารนี้จะเป็นตัวชี้นำราคาในตลาด เช่น ข่าวสารด้านการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปรับตัวพื้นฐานทางเศรษฐกิจ การรายงานอากาศ เป็นต้น ซึ่งเป็นข่าวสารที่เผยแพร่ทั่วไป ถ้าตลาดล่วงหน้ามีลักษณะ Semi strong form ราคาตลาดล่วงหน้าจะส่งผลมาจากข่าวสารที่เกี่ยวข้อง

3. **Strong form** ตลาดในลักษณะนี้ แสดงให้ทราบว่าการใช้ข้อมูลที่เป็นส่วนตัวและไม่สามารถหาได้ทั่วไปในตลาดทำให้นักลงทุนที่มีข้อมูลในลักษณะนี้ สามารถทำกำไรเกินกว่าปกติ แสดงให้ทราบว่าตลาดมีการผูกขาด

5.5 การทดสอบประสิทธิภาพตลาด

แสดงถึงลักษณะการเคลื่อนไหวของราคาในตลาดส่งมอบทันทีในอนาคต (futures spot prices) และราคาตลาดล่วงหน้า (futures prices) เคลื่อนไหวไปในทิศทางเดียวกัน

จากการศึกษาของ Carter (1999) พบว่า ในการทดสอบประสิทธิภาพตลาดของตลาดซื้อขายล่วงหน้าในระยะแรกนั้น ทำการทดสอบโดยมีการตั้งสมมติฐานการทดสอบว่า ราคาและผลตอบแทนในตลาดที่มีประสิทธิภาพนั้น จะเป็นไปตาม martigale stochastic process ซึ่งหมายถึง ค่าคาดหวังของตัวแปรสุ่มที่เวลา t+1 มีค่าเท่ากันค่าที่เวลา t และค่าของ sub martigale จะถือเป็นแนวโน้มของราคา โดยสมมติฐานของ martigale นั้น ตัวแปรสุ่มไม่จำเป็นจะต้องมีการกระจายในลักษณะเดียวกัน แต่อย่างไรก็ตามได้มีการศึกษาของ Danthine (1978) และLucas (1978) ซึ่งอ้างโดย Carter (1999) กล่าวว่า มีความล้มเหลวในการใช้ martigale ในการทดสอบประสิทธิภาพของตลาดล่วงหน้า เช่นเดียวกับการศึกษาของ Samuelson's (1965) ซึ่งกล่าวแย้งว่า ราคาสินค้าที่ตลาดส่งมอบทันทีไม่เป็นไปตามการทดสอบ sub martigale ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงของราคาที่ขึ้นอยู่กับปัจจัยภายนอกต่างๆ เช่น อากาศ เป็นต้น ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นอาจเนื่องมาจาก serial correlation และจากนั้นก็มีการศึกษาประสิทธิภาพตลาดในรูปแบบต่างๆอีกมากมาย โดยแบบจำลองการศึกษาประสิทธิภาพตลาดดังตัวอย่างการศึกษาที่ผ่านมาดังนี้

5.5.1. แบบจำลองของ Tomek and Gray (1970) และ Kofi (1973)

จากผลงานการศึกษาของ Carter (1999) ซึ่งศึกษาแบบจำลองการทดสอบประสิทธิภาพตลาดของ Kofi (1973) ซึ่งเป็นการศึกษาที่ต่อเนื่องมาจาก Tomek and Gray (1970) เริ่มต้นทำการทดสอบความสามารถในการพยากรณ์ของตลาดซื้อขายล่วงหน้า ในลักษณะของการทดสอบประสิทธิภาพตลาดโดยทดสอบว่า ข้อมูลราคาตลาดล่วงหน้าเป็นตัวพยากรณ์ราคาตลาดปัจจุบันสำหรับสินค้าที่สามารถเก็บรักษาไว้ได้ สรุปว่า สินค้าคงคลังของสินค้าที่สามารถเก็บรักษาไว้ได้นั้นก่อให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างราคาเริ่มต้นของราคาล่วงหน้าของสินค้าหลังเก็บเกี่ยว (The

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

springtime prices of the post harvest futures) และราคาในระยะเก็บเกี่ยวในช่วงเวลาต่อมา ซึ่งเป็นตัวช่วยให้ราคาตลาดล่วงหน้าเป็นตัวพยากรณ์ที่เป็นจริงได้ โดยใช้ OLS ในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ (coefficient) ในรูปแบบของ Linear Regression โดยมีแบบจลองที่ใช้ในการศึกษาดังนี้

$$P_h = \alpha + \beta P_{fh} + e_h \qquad (5.18)$$

โดยที่ P_h คือ ราคาปัจจุบัน ณ ช่วงเวลาที่ทำการเก็บเกี่ยว

P_{fh} คือ ราคาตลาดล่วงหน้าของสินค้า ณ ช่วงเวลาที่เก็บเกี่ยว

e_h คือ ค่าความคลาดเคลื่อน (Error Term)

ซึ่งถ้าหากสามารถที่จะใช้ราคาตลาดล่วงหน้าเป็นตัวพยากรณ์ที่ดีที่สุด ค่า α , β จะเท่ากับศูนย์ทำให้ P_h, P_{fh}

5.5.2. แบบจำลองของ Leuthold และ Hartman (1979)

เป็นการทดสอบประสิทธิภาพตลาดในรูปแบบของ semi – strong Form ของตลาดล่วงหน้าสุกร ซึ่งแบบจำลองที่ใช้สร้างขึ้นเพื่อพยากรณ์ราคาสุกร สะท้อนมาจากข้อมูลข่าวสสารที่มีอยู่ในตลาด โดยแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา เป็นลักษณะของ forecasting Model ซึ่งแสดงรูปแบบของ performance Norm ซึ่งประกอบไปด้วย 2 สมการของแบบจำลองอุปสงค์- อุปทาน (Demand – Supply Model) ซึ่งมีสมมติฐานที่อยู่บนพื้นฐานของ cobweb Model ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ไม่มีความซับซ้อนมากนัก ถ้าทำการทดสอบแล้วตลาดไม่มีประสิทธิภาพก็ไม่จำเป็นต้องทำการทดสอบ The Efficiency – market Hypothesis โดยแบบจำลองแสดงได้ดังนี้

Supply:

$$HS_t = \alpha_1 + \alpha_2 SF_{t-6} + \alpha_3 H - C_{t-24} + \sum_{k=1}^{11} \alpha_k DV_k + \sum_{j=1}^{3} \alpha_j SDV_j + \varepsilon_{1t} \qquad (5.19)$$

Demand:

$$PH_t = \beta_1 + \beta_2 HS_t + \beta_3 I_t + \sum_{k=1}^{11} \beta_k DV_k + \varepsilon_{2t} \qquad (5.18)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยที่ HS คือ สุกรชำแหละ (hog slaughter) (หน่วย: 1,000 ตัว)

SF คือ แม่พันธุ์สุกร (sow farrowing) (หน่วย: 1,000 ตัว)

H – C คือ อัตราส่วนระหว่างราคาสุกรและข้าวโพด (Hog – Corn Price Ratio)

PH คือ ราคาเฉลี่ยของ borrows and gilt (หน่วย: $/hundredweight)

I คือ รายได้ส่วนบุคคลสุทธิหลังหักภาษีเงินได้แล้ว (หน่วย: 10,000$)

DV_k คือ eleven – monthly variable ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ – ธันวาคม

SDV_j คือ three – slope dummy variable สำหรับแม่พันธุ์สุกรในเดือน กันยายน ตุลาคม พฤศจิกายน

ε_i คือ ตัวคลาดเคลื่อน (Error Term)

ต่อมาก็ได้มีผู้ทดสอบประสิทธิภาพตลาดของตลาดล่วงหน้าในรูปแบบของ semi strong Form อีก แต่มีการทดสอบที่แตกต่างไปจาก Leuthold และ Hartman (1979)

โดยในระยะหลังในการทดสอบประสิทธิภาพจะใช้วิธีการตรวจสอบความนิ่งของข้อมูล และประยุกต์ใช้แนวคิด cointegration ของ Engle – Granger และ Johensen and Juselius เพื่อหาความสัมพันธ์ระยะยาว (long – run Relationship) และใช้แบบจำลอง dynamics error correction เพื่ออธิบายกระบวนการปรับตัวในระยะสั้นของตลาด ซึ่งผู้ที่ใช้การทดสอบวิธีนี้ได้แก่ Beck (1994), Sabuhoro and Larue (1997), Mckenzie and Holt (1998), ผทัยรัตน์ (2544), Mckenzie at.al (2001), King (2001), Chow (2001), Wang and Ke (2002)

5.5.3. แบบจำลองของ Beck (1994), Sabuhoro and Larue (1997), Mckenzie and Holt (1998), ผทัยรัตน์ (2544), Mckenzie at al. (2001), King (2001), Chow (2001), Wang and Ke (2002)

นักวิจัยเหล่านี้ได้สร้างแบบจำลองในรูปแบบของ cointegration และ Error Correction Machanism (ECM) ขึ้น เพื่อทดสอบความมีประสิทธิภาพของตลาดล่วงหน้าสินค้าเกษตร ซึ่งในการทดสอบมีการทดสอบการประมาณที่ไม่เอนเอียงด้วย ซึ่งการประมาณค่าที่เอนเอียงจากการคาดการณ์ราคาในตลาดที่มีประสิทธิภาพแสดงได้ดังนี้

$$F_t = E(S_{t+1}/I_t) \qquad (5.20)$$

โดยที่ F_t คือ ราคาตลาดล่วงหน้าที่เวลา t ตั๋วสัญญากำหนดเวลาส่งมอบ

$E(S_{t+1})$ คือ ราคาที่คาดไว้ในอนาคตของตลาดส่งมอบทันทีในช่วงเวลา t+n

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

I_t คือ ข้อมูลข่าวสารในตลาด

แบบจำลองในการทดสอบประสิทธิภาพตลาดเขียนได้ดังนี้

$$S_{t+n} = \alpha_0 + \beta F_{t,n} + \mu_{t+n} \qquad (5.21)$$

โดยที่ S_{t+n} คือ natural Logarithm ของราคาในตลาดส่งมอบทันทีที่เวลา t+n

$F_{t,n}$ คือ natural Logarithm ของราคาในตลาดล่วงหน้าที่เวลา t ส่งมอบเวลา t+n

μ_{t+n} คือ ตัวคลาดเคลื่อน

จากสมการ (5.20) ถ้าราคาตลาดส่งมอบทันที และราคาตลาดล่วงหน้า cointegrated และนิ่ง จะได้

$$\mu_{t+n} = S_{t+n} - \alpha_0 - \beta_0 F_{t,n} \qquad (5.22)$$

ซึ่งจากสมการ (5.22) Beck (1994) และ Mckenzie and Holt (1998) กล่าวว่า S_{t+n} และ $F_{t,n}$ ไม่สามารถที่จะเคลื่อนไหวโดยมีลักษณะแยกออกจากกันได้ เนื่องจากประสิทธิของตลาดซึ่งแสดงการ cointegration มาจากปัจจัยเดียวกันที่มีผลต่อราคาตลาดส่งมอบทันที และราคาตลาดล่วงหน้าถือว่าเป็นปัจจัยเดียวกัน แต่ถ้าหากผลทดสอบพบว่าตลาดมีประสิทธิภาพแล้วแต่เอนเอียงอาจเนื่องมาจากเกิด risk premium ขึ้น

ดังนั้นในการทดสอบประสิทธิภาพตลาด และการประมาณที่ไม่เอนเอียงนั้น จะมีการตั้งข้อสมมติในการทดสอบ แบ่งออกเป็น 2 การทดสอบคือ

1. การทดสอบประสิทธิภาพตลาด และการประมาณที่ไม่เอนเอียง โดยสมมติให้ไม่มีrisk premium โดย Sabuhoro and Larue (1997) กล่าวว่า ตลาดมีประสิทธิภาพและไม่มี risk premiumนั้น ผู้ที่เกี่ยวข้องในตลาดล่วงหน้า จะใช้ข้อมูลที่หาได้ในตลาดอย่างเต็มที่และมีเหตุผล ทำให้ราคาในตลาดล่วงหน้า ณ เวลา t ส่งมอบที่ t+n เป็นตัวสะท้อนราคาที่คาดไว้ในตลาดส่งมอบทันที ณ เวลา t+n อย่างไม่เอนเอียง ดังนั้นความผิดพลาดในการใช้ข้อมูลจึงเป็นไปไม่ได้

2. การทดสอบประสิทธิภาพตลาด และการประมาณที่ไม่เอนเอียง โดยสมมติให้มี risk premium ในตลาดล่วงหน้า โดย Beck (1994) กล่าวว่า การกำหนดให้ราคาตลาดล่วงหน้าเป็นราคาที่ไม่เอนเอียงของราคาในตลาดส่งมอบทันที ซึ่งเชื่อมโยงกับข้อสมมติที่ว่า ตลาดมีประสิทธิภาพ และไม่มี risk premium นั้น ไม่เหมาะสมทั้งในเชิงทฤษฎี และเชิงประจักษ์ เนื่องจากในตลาดอาจมี risk

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

premium เกิดขึ้น ซึ่งมาจากความต้องการถือตั๋วสัญญาของผู้ผลิตที่ต้องการหลีกเลี่ยงความเสี่ยง โดยการประกันความเสี่ยง (hedge) ของผลผลิต ดังนั้นจึงมี risk premium ที่อาจสร้างความเอนเอียงของราคาในตลาดล่วงหน้า ในการประมาณราคาในตลาดส่งมอบทันทีที่คาดไว้

การทดสอบการประมาณที่ไม่เอนเอียง (unbiasness) จะทำการทดสอบหลังจากตรวจสอบคุณสมบัติ cointegration ของตัวแปรต่างๆ ซึ่งการทดสอบจะกำหนดให้ทดสอบสมมติฐาน $\alpha_0 = 0$, $\beta_0 = 1$จากสมการดุลยภาพระยะยาว สมการที่ (5.22) ซึ่งกำหนดให้ไม่มี risk premium ในการทดสอบ แต่การทดสอบสมการที่ (5.18) มักพบปัญหาความไม่คงที่ของตัวแปร และ อัตสหสัมพันธ์เชิงอันดับ (serial correlation) การปรับตัวแปรที่มีลักษณะไม่นิ่งให้นิ่งนั้น จะทำโดยการ difference ตัวแปรซึ่งมีรูปแบบสมการดังต่อไปนี้

$$\Delta S_{t+1} = b\Delta F_t + e_t \qquad (5.23)$$

$$(S_{t+1} - S_t) = b(F_t - F_{t-1}) + e_t \qquad (5.24)$$

รูปแบบสมการที่ (5.23) จะเกิดการผิดพลาดได้ ถ้าตัวแปร S_{t+1} และ F_t แสดงคุณสมบัติ cointegrated กัน เนื่องจากละทิ้งตัวแปรที่เป็น error – correction term ซึ่ง Engle – Granger ได้กล่าวว่า ตัวแปรใดแสดงคุณสมบัติ Co – integrated กันแล้วสามารถแสดงในรูปแบบของสมการ ECMได้ เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหานั้นจะทดสอบสมการโดยถดถอยการเปลี่ยนแปลงของราคาส่งมอบทันทีกับค่าเบสิส ตามรูปแบบสมการที่เสนอโดย Fama and French (1987), Froot and Frankle (1989) และ Bailie and Mchahon (1989) ดังนี้

$$(S_{t+1} - S_t) = \alpha_0 + \beta_0 (F_{t,n} - S_t) + \mu_t \qquad (5.25)$$

โดยสมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพตลาด คือ $\alpha_0 = 0$, $\beta_0 = 1$ และถ้า S_{t+1} และ $F_{t,n}$ cointegrated จะสามารถสร้าง Error Correction Model ได้ ซึ่ง Sabuhoro and Larue(1997) แสดงรูปแบบสมการ ดังนี้

$$\Delta S_{t+n} = a\mu_{t-1} + b\Delta F_{t,n} + \sum_{k=1} \beta_k \Delta F_{(t,n)-k} + \sum_{k=1} \gamma_k \Delta S_{(t+n)-k} + e_t \qquad (5.26)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยที่ e_t คือ error term

μ_{t-1} คือ lagged residual of the cointegration from long run equilibrium

สำหรับสมมติฐานของตัวประมาณที่ไม่เอนเอียง และการทดสอบประสิทธิภาพตลาดโดยไม่มี risk premium จะทำการทดสอบสมมติฐาน –a = b = 1 และ $\beta_k = \gamma_k = 0$ และ cointegration vector และต้องเท่ากับ (0, 1) ดังนั้น รูปแบบสมการของ Sabuhoro and Larue (1997) ที่ใช้ในการทดสอบความไม่เอนเอียงและประสิทธิภาพตลาด คือ

$$\Delta S_{t+n} = a(S_{t+n} - F_{t,n})_{-1} + b\Delta F_{t,n} + \sum_{k=1} \beta_k \Delta F_{(t,n)-k} + \sum_{k=1} \gamma_k \Delta S_{(t+)-k} + e_t \quad (5.27)$$

โดยที่ $\mu_{t-1} = (S_{t+n} - F_{t,n})_{-1}$

แต่ข้อจำกัดสุดท้ายนี้อาจไม่สามารถทดสอบโดยวิธีการทดสอบของ Engle – Grangerได้ ดังนั้น Sabuhoro and Larue (1997) จึงได้สร้างแบจำลอง ECM โดยใช้ Non – linear Least Square (NLLS) Minization เพื่อทดสอบประสิทธิภาพตลาดโดยการทดสอบสมมติฐาน-aα_0 = 0, -aβ_0 = a ซึ่งสมการ ECM แสดงได้ดังนี้

$$\Delta S_{t+n} = a(S_{t+n} - \alpha_0 - \beta_0 F_{t,n})_{-1} + b\Delta F_{t,n} + \sum_{k=1} \beta_k \Delta F_{(t,n)-k} + \sum_{k=1} \gamma_k \Delta S_{(t+)-k} + e_t \quad (5.28)$$

ซึ่ง Beck (1994) ใช้สมการ ECM ที่มีรูปแบบเดียวกับสมการ (5.28) เช่นกัน แต่มีข้อสมมติให้มี constant risk premium ในตลาดล่วงหน้า ซึ่ง risk premium เกิดจากความต้องการถือตั๋วสัญญาของผู้ผลิตที่ต้องการหลีกเลี่ยงความเสี่ยงโดยการประกันความเสี่ยงโดยการประกันความเสี่ยง (hedge) ของผลผลิตที่จะสร้างความเอนเอียงของราคาในตลาดล่วงหน้าในการประมาณราคาในตลาดส่งมอบทันทีในอนาคตที่คาดไว้ ทำให้ $\alpha_0 \neq 0$ แต่ตลาดที่มีประสิทธิภาพไม่จำเป็นต้องขึ้นอยู่กับการไม่มี risk premium ดังนั้นข้อสมมติที่กำหนดให้มี risk premium ในตลาด กำหนดให้การทดสอบค่าประสิทธิภาพของสมการที่ (5.28) a = 1, -aβ_0 = b, $\beta_k = \gamma_k = 0$ ทำให้ข้อกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ $\alpha_0 \neq 0$, $\beta_0 \neq 1$ ในสมการ (5.28) ซึ่งจะเป็นส่วนที่แตกต่างจากการกำหนดให้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไม่มี risk premium การทดสอบสมมติฐานที่กำหนดให้มี risk premium ในการทดสอบประสิทธิภาพตลาดโดยใช้สมการ (5.25) ซึ่งกำหนดให้ทดสอบสมมติฐาน a = 1และ $-a\beta_0 = b$ ของ Beck (1994) กำหนดให้ทิ้ง Lags ต่างๆ ออกจากสมการ เพื่อให้ง่ายแก่การทดสอบ และจัดรูปแบบสมการดังนี้

$$S_{t+1} = (1-a)S_t + bF_t + (a\beta_0 - b)F_{t-1} + a\alpha_0 + \varepsilon_{t+1} \tag{5.29}$$

แทน S_t ลงในสมการ (5.29) และแก้สมการ โดยวิธี backward จะได้

$$\begin{aligned} S_{t+1} &= bF_1 + \left[b(1-a) + (a\beta_0 - b)\right]\left[F_{t-1} + (1-b)F_{t-2} + (1-b)^2 F_{t-3}\right] \\ &+ a\alpha_0\left[1 + (1-a) + \ldots\right] + \varepsilon_{t+1} + (1+b)\varepsilon_t + (1+b)^2\varepsilon_{t-1} + \ldots \end{aligned} \tag{5.30}$$

แต่ McKenzie and Holt (1998) ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพตลาดโดยสมมติให้มี time – varying risk premium โดยการใช้แบบจำลอง GARCH – M และ ARCH – M ในการทดสอบ เนื่องจากราคาสินค้าจะมีความผันผวนหรือเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาที่ทำการทดสอบ

ดังนั้น จากสมการ (5.28) สามารถรวมกับ ARCH terms และ time – varying risk premia term (h_t) ซึ่งเป็น the condition standard deviation ของการเปลี่ยนแปลงของราคาตลาดส่งมอบทันที (spot price) หรือ forecast error ในการศึกษาประสิทธิภาพตลาดโดยใช้แบบจำลองอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎี the intertemporal hedging ซึ่งผู้ที่พัฒนาทฤษฎีนี้ คือ Keynes (1930) โดยมีแนวคิดที่ว่า ผู้ประกันความเสี่ยงระยะสั้น (short - hedgers) เช่น ผู้ผลิต จะขายตั๋วสัญญาล่วงหน้า ณ ราคาที่มีระดับต่ำกว่าราคาที่คาดหวังของราคาตลาดส่งมอบทันทีในอนาคต เพื่อหลีกเลี่ยงความเสี่ยงของราคาที่จะเกิดขึ้น ความแตกต่างระหว่าง 2 ราคา หรือ risk premium จะทดแทนค่าใช้จ่ายของสัญญาตลาดล่วงหน้า สำหรับความเสี่ยงของราคาตลาดส่งมอบทันที การเพิ่มขึ้นของความเสี่ยงของราคาตลาดส่งมอบทันทีนั้นจะสามารถวัดโดยใช้ความแปรปรวนแบบมีเงื่อนไข (conditional variance) ของราคาตลาดส่งมอบทันที ซึ่งจะเป็นตัวเพิ่ม risk premium ในตลาดล่วงหน้า

$$\Delta S_t = \lambda - \rho\mu_{t-1} + \beta\Delta F_{t-1} + \sum_{i=1}^{m}\beta_i \Delta F_{t-i} + \sum_{j=1}^{k}\Psi\Delta S_{t-j} + \theta h_t + v_t \tag{5.31}$$

โดยที่ $v_t = h_t e_t$

$$h^2 = w + \sum_{j=1}^{q}\alpha_i v_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^{p}\gamma_j h_{t-j}$$

$$e_t \approx IN(0,1)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.6 ข้อสมมติเกี่ยวกับ risk premium ในการทดสอบการประมาณที่ไม่เอนเอียง

ข้อสมมติที่กำหนดให้ไม่มี risk premium ในสมการนั้นกล่าวว่า ผู้ที่เกี่ยวข้องในตลาดล่วงหน้า จะใช้ข้อมูลที่หาได้ในตลาดอย่างเต็มที่และมีเหตุผลทำให้ราคาในตลาดล่วงหน้า ณ เวลา t ส่งสอบที่ t+n เป็นตัวสะท้อนถึงราคาที่คาดไว้ในตลาดส่งมอบทันที ณ เวลา t+n อย่างไม่เอนเอียง ดังนั้นความผิดพลาดในการใช้ข้อมูลจึงเป็นไปไม่ได้ (Sabuhoro และ Larue, 1997) แต่ Beck (1994) ใช้สมการ ECM ซึ่งมีรูปสมการเหมือนกับสมการที่ (5.17) ทำการทดสอบประสิทธิภาพตลาดและการประมาณไม่เอนเอียงโดยสมมติให้มี risk premium ในตลาดล่วงหน้า โดยกล่าวแย่งว่าการกำหนดให้ราคาในตลาดล่วงหน้าเป็นราคาที่มีประสิทธิภาพและไม่มี risk premium นั้นไม่เหมาะสมทั้งในเชิงทฤษฎี และในการศึกษาเชิงประจักษ์ Beck (1994) กล่าวต่อไป risk premium เกิดจากความต้องการถือตั๋วสัญญาของผู้ผลิตที่ต้องการ หลีกเลี่ยงความเสี่ยงโดยการประกันความเสี่ยง (hedge) ของผลผลิตซึ่งจะสร้าง bias ของราคาในตลาดล่วงหน้าในการประมาณราคาในตลาดส่งมอบทันทีที่คาดไว้ ทำให้ α_0 ไม่เท่ากับ 0

5.7 ความหมายในการทดสอบสมมติฐานประสิทธิภาพตลาดและการประมาณที่ไม่เอนเอียง

การยอมรับสมมติฐานที่กำหนดให้ตลาดไม่มี risk premium โดยทำการทดสอบ $-a\alpha_0 = 0$, $-a\beta_0 = -a$ และ $\beta_k = \gamma_k = 0$ จะหมายความว่าตลาดมีประสิทธิภาพและไม่มี risk premium แต่การปฏิเสธสมมติฐานจากการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ $-a\alpha_0 = 0$, $-a\beta_0 = -a$ และ $\beta_k = \gamma_k = 0$ ไม่สามารถสรุปได้ว่าการปฏิเสธสมมติฐานอื่น ๆ ได้ด้วย เช่นต้องไม่เกิดปัญหา serial correction และค่าสัมประสิทธิ์ของ lags ในสมการ ECM ต้องมีค่าเท่ากับศูนย์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.8 แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้อาศัยแนวคิด semi strong form ซึ่งใช้สมการดุลยภาพระยะยาวสมการที่ (5.32) เพื่อแสดงถึงลักษณะ cointegration แสดงสมการดังนี้

$$S_{t+n} = \alpha_0 + \beta_0 F_{t,n} + \mu_t \qquad (5.32)$$

โดยที่ S_{t+n} คือ natural logarithm ของราคาในตลาดส่งมอบทันทีที่เวลา t+n

$F_{t,n}$ คือ natural logarithm ของราคาในตลาดล่วงหน้าที่เวลา t และส่งมอบที่เวลา t+n

μ_t คือ ตัวแปรคลาดเคลื่อน

การทดสอบประสิทธิภาพตลาดจะทำการทดสอบ cointegration ของตัวแปรในตลาดล่วงหน้าและตลาดส่งมอบทันที โดยการทดสอบคุณสมบัติ unit root ของตัวแปร μ_t หลังจากนั้นทำการทดสอบสมมติฐาน การประมาณที่ไม่เอนเอียง (unbiased) ในระยะยาว ที่กำหนดไม่ให้มี risk premium ในตลาดซึ่งจะทดสอบสมมติฐาน $\alpha_0 = 0$, $\beta_0 = 1$ จากสมการดุลยภาพระยะยาว สมการที่ (5.32)

ทำการทดสอบสมมติฐานความนิ่งของตัวแปรนั้นถ้าพบว่าตัวแปรมีลักษณะไม่นิ่ง การกำหนดแบบจำลองในการทดสอบสมมติฐานการประมาณที่ไม่เอนเอียงจึงต้องทำการ differencing ตัวแปรก่อนที่จะทำไปสร้างแบบจำลอง และถ้าพบลักษณะ cointegration ระหว่างตัวแปรจากสมการที่ (5.32) ก็สามารถนำสมการ ECM มาใช้ในการทดสอบสมมติฐานการประมาณที่ไม่เอนเอียงและประสิทธิภาพตลาดได้รูปแบบสมการ ECM แสดงได้ดังนี้

$$\Delta S_{t+n} = a(S_{t+n} - \alpha_0 - \beta_0 F_{t,n}) + b\Delta F_{t+n} + \Sigma_{k=1}\beta_k \Delta F_{(t,n)-k} + \Sigma_{k=1}\gamma_k \Delta S_{(t+n)-k} + e_t \qquad (5.33)$$

หรือ

$$\Delta S_{t+n} = a\mu_{t-1} + b\Delta F_{t+n} + \Sigma_{k=1}\beta_k \Delta F_{(t,n)-k} + \Sigma_{k=1}\gamma_k \Delta S_{(t+n)-k} + e_t \qquad (5.34)$$

การทดสอบสมมติฐานการประมาณที่ unbiased และประสิทธิภาพตลาดแบ่งการทดสอบเป็น 2 กรณี กรณีแรกกำหนดให้ไม่มี risk premium ในตลาด ซึ่งจะทำการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ $-a\alpha_0 = 0$, $-a\beta_0 = -a$ และ $\beta_k = \gamma_k = 0$ กรณีที่สองกำหนดให้มี risk premium ในการทดสอบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

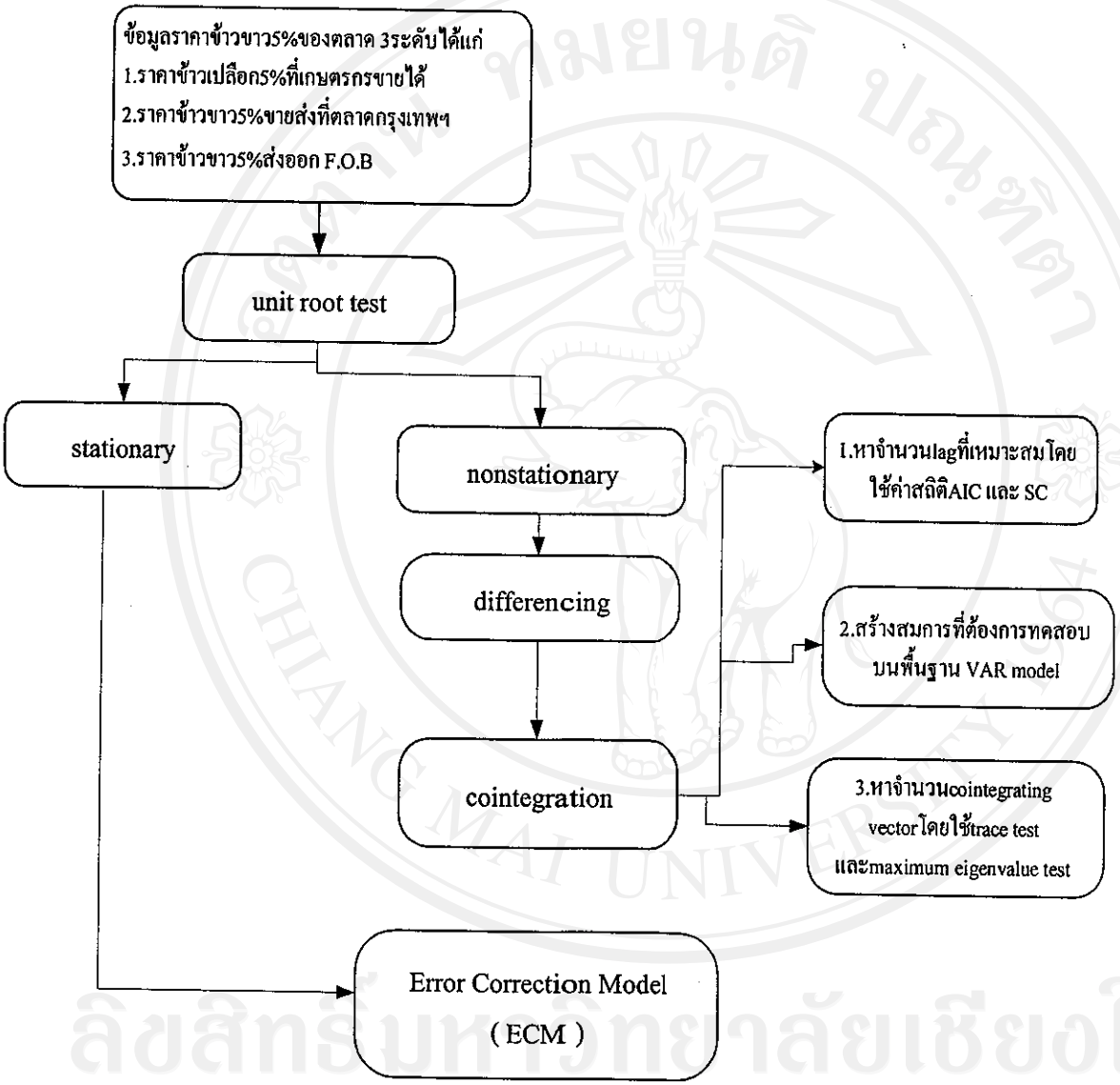
สมมติฐานประสิทธิภาพตลาดกำหนดให้ทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ของสมการที่ (5.32) ซึ่งทำการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ $a = 1$, $a\beta_0 = b$, $\beta_k = \gamma_k = 0$ และทำการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ $\beta_k = \gamma_k = 0$ ในทั้งสองกรณีโดยสมการที่ใช้ในการทดสอบจะต้องไม่แสดงคุณสมบัติ serial correlation

การยอมรับคุณสมมติฐานที่กำหนดให้ตลาดไม่มี risk premium หมายความว่า ตลาดมีประสิทธิภาพและไม่มี risk premium แต่การปฏิบัติสมมติฐานจากการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ไม่สามารถสรุปได้ว่าการปฏิเสธสมมติฐาน เนื่องจากตลาดไม่มีประสิทธิภาพ หรือ มี risk premium สำหรับการยอมรับสมมติฐานที่กำหนดให้มี risk premium หมายความว่าตลาดมีประสิทธิภาพและมี risk premium การปฏิเสธสมมติฐาน ทำให้ทราบว่าความไม่มีประสิทธิภาพตลาดไม่ได้เกิดจาก risk premium

ความหมายของการทดสอบสมมติฐานค่าสัมประสิทธิ์ $a > 0$ แสดงให้ทราบว่าการเปลี่ยนแปลงราคาในตลาดปัจจุบันตอบสนองต่อการเบี่ยงเบนจากดุลยภาพระยะยาวสมการที่ (5.32) ข้อจำกัดที่กำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์ b ไม่เท่ากับศูนย์ แสดงให้ทราบข่าวสารใหม่ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงราคาในอนาคต ของตลาดส่งมอบทันที คือผลที่ได้มาจากการเปลี่ยนแปลงราคาในตลาดล่วงหน้า การทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร lags ต่าง ๆ $\beta_k = \gamma_k = 0$ แสดงให้ทราบว่าข่าวสารในอดีตนั้นได้รวมอยู่ในราคาตลาดล่วงหน้าในขณะนั้นเรียบร้อยแล้ว (สอดคล้องกับเงื่อนไขในแบบจำลองที่ต้องไม่แสดงคุณสมบัติ serial correlation) ถ้าข้อจำกัดค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร lags ไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้ แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงราคาในอดีตตลาดล่วงหน้าจะมีส่วนในการกำหนดการเปลี่ยนแปลงในอนาคตของตลาดส่งมอบทันที ดังนั้นข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวกับราคาของตลาดล่วงหน้าในขณะนั้น F_t ไม่ส่งผลอย่างเต็มที่ต่อราคาส่งมอบทันที S_{t+1} ตลาดล่วงหน้าจึงไม่มีประสิทธิภาพ (ผทัยรัตน์ , 2544)

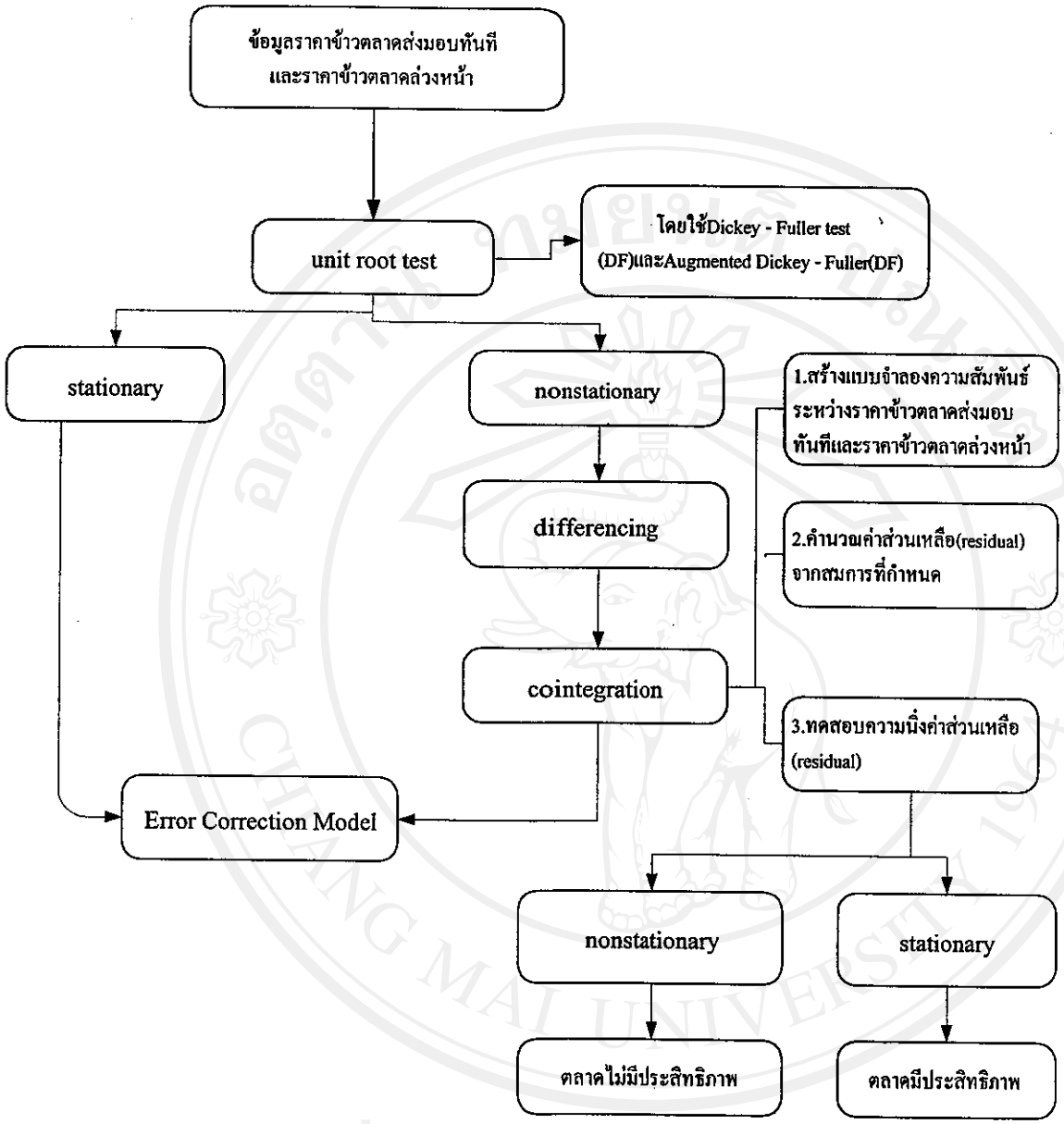
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขั้นตอนการวิเคราะห์ของการศึกษานี้สรุปได้ดังแผนภาพ 5.1 และ 5.2



ภาพ 5.1 การศึกษาพฤติกรรมการส่งผ่านราคาข้าว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 5.2 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างราคาตลาดล่วงหน้าในตลาดต่างประเทศ(CBOT)กับราคาปัจจุบันของตลาดระดับส่งออกของประเทศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved