

ความผันผวนของผลตอบแทนสัญญา Gold Futures
และ Samuelson Hypothesis



พุทธิวัฒน์ อนันตอัณณพ

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการจัดการมหาบัณฑิต
วิทยาลัยการจัดการ มหาวิทยาลัยมหิดล
พ.ศ. 2560

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยมหิดล

สารนิพนธ์

เรื่อง

ความผันผวนของผลตอบแทนสัญญา Gold Futures

และ Samuelson Hypothesis

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการจัดการมหาบัณฑิต

วันที่ 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560



.....
พุทธิวัฒน์ อนันต์อัครณพ
ผู้วิจัย

.....
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปิยภัทร ธาระวานิช,
Ph.D.
อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

.....
ผู้ช่วยศาสตราจารย์นริรัตน์ เดชพิรุณทอง,
Ph.D.
ประธานกรรมการสอบสารนิพนธ์

.....
ดวงพร อาภาศิลป์,
Ph.D.
คณบดี
วิทยาลัยการจัดการ มหาวิทยาลัยมหิดล

.....
รองศาสตราจารย์ชาติรี จันทร์ โคลิกา,
Ph.D.
กรรมการสอบสารนิพนธ์

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์เรื่องความผันผวนของผลตอบแทนสัญญา Gold Futures และ Samuelson Hypothesis ประสบผลสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยภัทร ธาระวานิช และรองศาสตราจารย์ ดร.ชาติร์ จันทรโคติกา ซึ่งได้สละเวลาให้คำปรึกษา คำแนะนำ ตลอดจนข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำสารนิพนธ์ในครั้งนี้

สุดท้ายทางผู้วิจัยขอขอบคุณผู้มีพระคุณ อาทิ คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัวที่ให้กำลังใจ และให้การสนับสนุนมาโดยตลอด รวมทั้งเพื่อนทุกท่านที่ได้ร่วมแรงร่วมใจช่วยเหลืองานวิจัยครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี หากงานวิจัยฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใดต้องขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

พุทธิวัฒน์ อนันตอัณณพ



ความผันผวนของผลตอบแทนสัญญา Gold Futures และ Samuelson Hypothesis

THE VOLATILITY RETURN OF GOLD FUTURES AND SAMUELSON HYPOTHESIS

พุทธิวัฒน์ อนันต์อัมณพ 5750433

กจ.ม.

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยภัทร ชาระวานิช, Ph.D., รองศาสตราจารย์ ดร.ชาติรี จันทรโคติกา, Ph.D., ดร.เทียนทิพ สุพานิช, Ph.D.

บทคัดย่อ

งานศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่กำหนดความผันผวนของผลตอบแทนของสินทรัพย์ทางการเงินในตลาดซื้อขายล่วงหน้าของ Gold Futures และ SET50 Index Futures หนึ่งในทฤษฎีที่นิยมใช้ในการศึกษา คือ ทฤษฎี Samuelson Hypothesis ซึ่งได้พิสูจน์ทางทฤษฎีว่าความผันผวนของผลตอบแทนสัญญาฟิวเจอร์จะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาคงเหลือลดลง เรียกว่า Maturity Effect งานศึกษานี้เก็บข้อมูลราคาสูงสุด ราคาต่ำสุด ราคาเปิด และ ราคาปิดรายวันในอดีตของสัญญา ฟิวเจอร์เป็นระยะเวลา 10 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549-2559 มาหาความผันผวนของสัญญาฟิวเจอร์ และนำข้อมูลความผันผวนของสัญญาฟิวเจอร์แต่ละสัญญามาเรียงลำดับ โดยเริ่มจากสัญญาที่ใกล้ครบกำหนดที่สุดก่อน สำหรับข้อมูลความผันผวนของสัญญาฟิวเจอร์ที่ใกล้ครบกำหนดลำดับถัดไป ก็จะถูกนำมาจัดเรียงตามแบบแผนเดียวกัน

ผลการศึกษาของ SET50 Index Futures พบ Maturity Effect ตาม Samuelson Hypothesis จริง เมื่อทำการทดสอบด้วยวิธี Non-parametric Test และแบบจำลองสมการถดถอย (Regression) โดยจะชัดเจนเมื่อพิจารณาจากระยะเวลาก่อนครบกำหนดที่ยาวนาน แต่ถ้าพิจารณาช่วงระยะเวลาที่สั้น ผลการศึกษาไม่พบ Maturity Effect

คำสำคัญ : SAMUELSON HYPOTHESIS/ MATURITY EFFECT/ TIME TO MATURITY

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
สารบัญตาราง	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง	4
2.1.1 Samuelson Hypothesis	4
2.1.2 ทฤษฎีการไหลเข้าของข้อมูลในตลาด	5
2.1.3 ทฤษฎีเงื่อนไขที่ทำให้ Samuelson Hypothesis เป็นจริง ของ Bessembinder et al. (1996)	6
2.2 การศึกษาเชิงประจักษ์ที่เกี่ยวข้อง	9
2.2.1 สัญญาฟิวเจอร์ของสินค้าทางการเงิน	9
2.2.2 สัญญาฟิวเจอร์ของสินค้าเกษตรและสินค้าโภคภัณฑ์	10
2.3 ทฤษฎี Drift-Independent Volatility Estimation Based on High, Low, Open, and Close Prices ของ Dennis and Qiang (2000)	11
2.3.1 การประมาณค่าความผันผวนตามราคาสูงสุด ราคาต่ำสุด ราคาเปิด และราคาปิดโดยไม่ขึ้นกับดริฟท์ (Drift)	14
2.3.2 ตัวประมาณค่าความแปรปรวนที่เป็นกลางซึ่งมีความแปรปรวน น้อยที่สุด โดยพิจารณาข้อมูลจากหลายช่วงเวลา	14
2.3.3 บทสรุป	16
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	17
3.1 ข้อมูลการจัดเรียงข้อมูลและการหาค่าความผันผวน ของผลตอบแทนสัญญาฟิวเจอร์	17

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.1.1 การหาค่าความผันผวนของผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์ และความผันผวนของผลตอบแทนราคาสปอต	17
3.1.2 การจัดเรียงข้อมูลตัวแปรความผันผวนของผลตอบแทนรายวัน	19
3.1.3 ตัวแปร	20
3.2 การทดสอบ Samuelson Hypothesis ขึ้นต้นด้วย Non-parametric Test	21
3.3 การทดสอบ Unit Root ด้วยวิธี Augmented Dickey Fuller Test (ADF)	22
3.4 การทดสอบโดยสมการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression)	22
3.5 การทดสอบโดยใช้แบบจำลอง GARCH	23
3.6 การทดสอบโดยใช้แบบจำลอง ARCH	24
3.7 การทดสอบเงื่อนไขของ Samuelson Hypothesis ตามทฤษฎีของ Bessembinder	25
บทที่ 4 ผลการศึกษา	27
4.1 การทดสอบด้วย Jonckheere-Terpstra Test	27
4.2 การทดสอบ Unit root ด้วยวิธี Augmented Dickey Fuller Test (ADF)	29
4.3 การทดสอบด้วยสมการถดถอย (Regression)	31
4.4 การวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง GARCH	38
4.5 การวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง ARCH	46
4.6 การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนการถือครอง และผลตอบแทนของ SET50 Index และ ผลตอบแทนของราคาทองคำ	52
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	54
บรรณานุกรม	57
ภาคผนวก	59
ประวัติผู้วิจัย	71

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
3.1	แสดงจำนวนช่วงเวลาคงเหลือ (Daily Time to Maturity) ในแต่ละ Nearby ของ SET50 Index Futures และ Gold Futures	20
4.1	แสดงผลการทดสอบด้วย Jonckheer-Terpstra Test ของค่ามัธยฐาน (Median) ของความผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index Futures	28
4.2	แสดงผลการทดสอบด้วย Jonckheer-Terpstra Test ของค่ามัธยฐาน (Median) ของความผันผวนของผลตอบแทน Gold Futures	28
4.3	แสดงผลการทดสอบด้วย Augmented Dickey Fuller (ADF) รูปแบบที่ 1 ของค่าความผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index Futures	29
4.4	แสดงผลการทดสอบด้วย Augmented Dickey Fuller (ADF) รูปแบบที่ 1 ของค่าความผันผวนของผลตอบแทน Gold Futures	29
4.5	แสดงผลการทดสอบด้วย Augmented Dickey Fuller (ADF) รูปแบบที่ 2 ของค่าความผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index Futures	30
4.6	แสดงผลการทดสอบด้วย Augmented Dickey Fuller (ADF) รูปแบบที่ 2 ของค่าความผันผวนของผลตอบแทน Gold Futures	30
4.7	แสดงผลการทดสอบด้วย Augmented Dickey Fuller (ADF) รูปแบบที่ 3 ของค่าความผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index Futures	30
4.8	แสดงผลการทดสอบด้วย Augmented Dickey Fuller (ADF) รูปแบบที่ 3 ของค่าความผันผวนของผลตอบแทน Gold Futures	30
4.9	แสดงผลการทดสอบความผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index Futures และ Samuelson Hypothesis ด้วยสมการถดถอย $\sigma_t = \alpha + \beta.TTM_t + \varepsilon_t$	34
4.10	แสดงผลการทดสอบความผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index Futures และ Samuelson Hypothesis ด้วยสมการถดถอย $\ln(\sigma_t) = \alpha + \beta.TTM_t + \varepsilon_t$	35
4.11	แสดงผลการทดสอบความผันผวนของผลตอบแทน Gold Futures และ Samuelson Hypothesis ด้วยสมการถดถอย $\sigma_t = \alpha + \beta.TTM_t + \varepsilon_t$	35

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.12 แสดงผลการทดสอบความผันผวนของผลตอบแทน Gold Futures และ Samuelson Hypothesis $\ln(\sigma_t) = \alpha + \beta.TTM_t + \varepsilon_t$	36
4.13 แสดงผลการทดสอบความผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index Futures และ Samuelson Hypothesis ด้วยสมการถดถอย $\sigma_t = \alpha + \beta.TTM_t + \gamma.Volspot_t + \varepsilon_t$	36
4.14 แสดงผลการทดสอบความผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index Futures และ Samuelson Hypothesis ด้วยสมการถดถอย $\ln(\sigma_t) = \alpha + \beta.TTM_t + \gamma.Volspot_t + \varepsilon_t$	37
4.15 แสดงผลการทดสอบความผันผวนของผลตอบแทน Gold Futures และ Samuelson Hypothesis ด้วยสมการถดถอย $\sigma_t = \alpha + \beta.TTM_t + \gamma.Volspot_t + \varepsilon_t$	37
4.16 แสดงผลการทดสอบความผันผวนของผลตอบแทน Gold Futures และ Samuelson Hypothesis ด้วยสมการถดถอย $\ln(\sigma_t) = \alpha + \beta.TTM_t + \gamma.Volspot_t + \varepsilon_t$	38
4.17 ค่า BIC ของสมการ GARCH สำหรับแต่ละ Lag Length (n,m) สำหรับการวิเคราะห์ความผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index Futures	39
4.18 ค่า BIC ของสมการ GARCH สำหรับแต่ละ Lag Length (n,m) สำหรับการวิเคราะห์ความผันผวนของผลตอบแทน Gold Futures	39
4.19 แสดงผลการทดสอบผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index Futures และ Samuelson Hypothesis ด้วยแบบจำลอง GARCH(2,1) แบบไม่มี AR	42
4.20 แสดงผลการทดสอบผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index Futures และ Samuelson Hypothesis ด้วยแบบจำลอง GARCH(2,1) แบบมี AR	43
4.21 แสดงผลการทดสอบความผันผวนของผลตอบแทน Gold Futures และ Samuelson Hypothesis ด้วยแบบจำลอง GARCH(2,2) แบบไม่มี AR	44
4.22 แสดงผลการทดสอบความผันผวนของผลตอบแทน Gold Futures และ Samuelson Hypothesis ด้วยแบบจำลอง GARCH(2,2) แบบมี AR	45
4.23 ค่า BIC ของสมการ ARCH สำหรับแต่ละ Lag Length (n,m) ของ SET50 Index Futures	46
4.24 ค่า BIC ของสมการ ARCH สำหรับแต่ละ Lag Length (n,m) ของ Gold Futures	46

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
4.25	แสดงผลการทดสอบความผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index Futures และ Samuelson Hypothesis ด้วยแบบจำลอง ARCH(4) แบบไม่มี AR	48
4.26	แสดงผลการทดสอบความผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index Futures และ Samuelson Hypothesis ด้วยแบบจำลอง ARCH(4) แบบมี AR	49
4.27	แสดงผลการทดสอบความผันผวนของผลตอบแทน Gold Futures และ Samuelson Hypothesis ด้วยแบบจำลอง ARCH(2) แบบไม่มี AR	50
4.28	แสดงผลการทดสอบความผันผวนของผลตอบแทน Gold Futures และ Samuelson Hypothesis ด้วยแบบจำลอง ARCH(2) แบบมี AR	51
4.29	แสดงผลการทดสอบ Cost of Carry กับผลตอบแทนของ SET50 Index ด้วยสมการถดถอย $\Delta c_t = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot r^s_t + \varepsilon_t$, โดยที่ $c = \frac{\log f - \log s}{TTM}$	53
4.30	แสดงผลการทดสอบ Cost of Carry กับผลตอบแทนราคาทองคำ (Gold spot price) ด้วยสมการถดถอย $\Delta c_t = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot r^s_t + \varepsilon_t$, โดยที่ $c = \frac{\log f - \log s}{TTM}$	53
A-1	แสดงค่าทางสถิติเบื้องต้น (descriptive statistics) ของผลตอบแทนสัญญาฟิวเจอร์ในแต่ละช่วงเวลา และผลตอบแทนของ SET50 Index	59
A-2	แสดงค่าทางสถิติเบื้องต้น (descriptive statistics) ของความผันผวนของผลตอบแทนสัญญาฟิวเจอร์ในแต่ละช่วงเวลา และความผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index (Spot Volatility)	59
A-3	แสดงค่าทางสถิติเบื้องต้น (descriptive statistics) ของผลตอบแทนสัญญาฟิวเจอร์ในแต่ละช่วงเวลา และผลตอบแทนของราคาทองคำ	60
A-4	แสดงค่าทางสถิติเบื้องต้น (descriptive statistics) ของความผันผวนของผลตอบแทนสัญญาฟิวเจอร์ในแต่ละช่วงเวลา และความผันผวนของผลตอบแทนของราคาทองคำ (Spot Volatility)	60
A-5	ค่า Correlation ระหว่างความผันผวนของผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์ (SET50 INDEX FUTURES) ในแต่ละช่วงเวลากับระยะเวลาก่อนครบกำหนด (TTM)	61

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า	
A-6	ค่า Correlation ระหว่างความผันผวนของผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์ (GOLD FUTURES) ในแต่ละช่วงเวลากับระยะเวลาก่อนครบกำหนด (TTM)	61
A-7	ค่า AIC และ BIC ของสมการ GARCH สำหรับแต่ละ Lag Length (n,m) (SET50 INDEX FUTURES)	61
A-8	ค่า AIC และ BIC ของสมการ ARCH สำหรับแต่ละ Lag Length (n,m) (SET50 INDEX FUTURES)	62
A-9	ค่า AIC และ BIC ของสมการ GARCH สำหรับแต่ละ Lag Length (n,m) (GOLD FUTURES)	62
A-10	ค่า AIC และ BIC ของสมการ ARCH สำหรับแต่ละ Lag Length (n,m) (GOLD FUTURES)	62

บทที่ 1

บทนำ

สำหรับนักลงทุนการซื้อขายตราสารอนุพันธ์โดยมีสินทรัพย์อ้างอิงเป็นหุ้นสามัญเริ่มได้รับความสนใจมากขึ้นในช่วงระยะเวลาไม่กี่ปีที่ผ่านมา เนื่องจากการซื้อขายตราสารอนุพันธ์เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพซึ่งนักลงทุนสามารถใช้ในการบริหารความเสี่ยงและเก็งกำไร ประกอบกับการส่งเสริมความรู้การลงทุนในตลาดซื้อขายสินค้าล่วงหน้ามากขึ้น ปัจจุบันตลาดตราสารอนุพันธ์ในประเทศไทยมีสินทรัพย์อ้างอิงบนหุ้นสามัญ 3 ชนิด คือ SET50 INDEX FUTURES, SET INDEX OPTION และ SINGLE STOCK FUTURES

งานวิจัยนี้เลือกทำการศึกษา SET50 INDEX FUTURES และ GOLD FUTURES โดย SET50 INDEX FUTURES เป็นตราสารอนุพันธ์ที่ได้รับความนิยมจากนักลงทุน เนื่องจาก ไม่ต้องมีการซื้อขายหุ้นทีละตัวซึ่งใช้เงินลงทุนจำนวนมาก และการวิเคราะห์ตลาดทำได้โดยง่ายกว่าการวิเคราะห์หุ้นรายตัวด้วยการมองความเคลื่อนไหวของตลาดเป็นภาพรวม ในส่วนของ GOLD FUTURES เป็นสินทรัพย์ที่นักลงทุนทั่วโลกสนใจและให้ความสำคัญเมื่อมีวิกฤตทางเศรษฐกิจหรือสงครามโลก อีกทั้งยังสามารถทำกำไรได้ทั้งขาขึ้นและลงโดยไม่ต้องลงทุนมาก

ราคาของสินทรัพย์อ้างอิง FUTURES เคลื่อนไหวตามการเปลี่ยนแปลงของราคาสินทรัพย์อ้างอิง คือ SET50 INDEX และราคาทองคำ โดยความผันผวนของฟิวเจอร์ จะถูกกำหนดขึ้นจากหลายปัจจัยที่สำคัญ ได้แก่ ระยะเวลาครบกำหนดของสัญญา (Time to Maturity), ความผันผวนของสินทรัพย์อ้างอิง (spot volatility) และการเข้ามาของข้อมูลข่าวสาร (Information flow) และปริมาณการซื้อขาย (Volume) ทั้งนี้หากนักลงทุนสามารถคาดการณ์ความผันผวนของสัญญาฟิวเจอร์ที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลาได้ โดยพิจารณาจากปัจจัยที่มีผลกระทบ นักลงทุนก็ย่อมสามารถปรับกลยุทธ์การลงทุนหรือการบริหารความเสี่ยงของตนให้เหมาะสมไปตามเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้

Samuelson (1965) ได้เสนอทฤษฎีซึ่งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความผันผวนของสัญญาฟิวเจอร์กับระยะเวลาครบกำหนดของสัญญาและการเข้ามาของข้อมูล โดยพิสูจน์ว่าความผันผวนของผลตอบแทนสัญญาฟิวเจอร์ มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับระยะเวลาที่ครบกำหนดของสัญญา กล่าวคือเมื่อสัญญาใกล้ครบกำหนดหรืออายุสัญญาเหลือน้อยลง ความผันผวนของสัญญาฟิว

เจอร์จะมากขึ้น คำทำนายทฤษฎีดังกล่าวนี้ถูกเรียกว่า Samuelson Hypothesis และเรียกผลที่เกิดขึ้นว่า Maturity Effect

งานวิจัยนี้เป็นการทดสอบเชิงประจักษ์ (Empirical Test) สำหรับสัญญาฟิวเจอร์ว่า Samuelson Hypothesis นั้นเป็นจริงหรือไม่ สำหรับสัญญา SET50 Index Future และ Gold Futures และเป็นไปตามเงื่อนไขทางทฤษฎี Bessembinder, Coughenour, Seguin, and Smoller (1996) หรือไม่ โดยเสนอทฤษฎีที่พิสูจน์ว่า Samuelson Hypothesis จะเป็นจริงได้ ก็ต่อเมื่อ ความแปรปรวนร่วม (covariance) ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของราคาสินค้าพื้นฐาน (spot price) กับ อัตราต้นทุนการถือครอง (cost of carry) ต่อปี มีค่าเป็นลบ นอกจากนี้ งานวิจัยยังศึกษาถึงความสำคัญของข้อมูลข่าวสารที่มีต่อความผันผวนของผลตอบแทนสัญญาฟิวเจอร์ตามทฤษฎีของ Anderson and Danthine (1983)

งานวิจัยนี้ใช้วิธีการทางสถิติ คือ การทดสอบขั้นต้นด้วย Non-parametric Test แบบจำลองสมการถดถอย (Regression Analysis), แบบจำลอง GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) และแบบจำลอง ARCH (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) ในการศึกษาผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์และค่าความผันผวนของผลตอบแทนดังกล่าว

ผลการศึกษาของ SET50 Index Futures พบ Maturity Effect ตาม Samuelson Hypothesis เมื่อทดสอบด้วยวิธี Non-parametric Test และแบบจำลองสมการถดถอย (Regression) โดยจะชัดเจนเมื่อพิจารณาจากระยะเวลาก่อนครบกำหนดที่ยาวนาน แต่หากพิจารณาช่วงระยะเวลาที่สั้น ผลการศึกษาไม่พบ Maturity Effect สาเหตุที่เป็นเช่นนี้น่าจะเนื่องมาจาก ระยะเวลาไม่ยาวนานพอ การเปลี่ยนแปลงในราคาสินค้าพื้นฐาน (SET50 Index) จึงยังไม่ค่อยมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงในต้นทุนการถือครอง (cost of carry) แต่เมื่อพิจารณาระยะเวลาก่อนครบกำหนดที่ยาวนานพอ ผลของความสัมพันธ์เชิงผกผันระหว่างการเปลี่ยนแปลงของราคาสินค้าพื้นฐาน (SET50 Index) กับต้นทุนในการถือครอง (cost of carry) ทำให้เราพบ Maturity Effect สอดคล้องกับ Samuelson Hypothesis ตามเงื่อนไขทางทฤษฎีของ (Bessembinder et al., 1996) ในส่วนของผลการทดสอบตามแบบจำลอง GARCH และแบบจำลอง ARCH ไม่พบ Maturity Effect ที่สนับสนุน Samuelson Hypothesis ในทุกช่วงเวลา

ทั้งนี้ งานของ พัสกันตร์ พยัคติกุล,ศุภกัญช์ ย่านาวารี,อรกุล ดลสุธรรม และ ดร.ปิยภัทร ธาระวานิช (2011) NIDA Business Journal¹ เรื่อง ความผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index Futures และ Samuelson Hypothesis ได้ทำการทดสอบด้วยสมการถดถอย (Regression) ผล

¹วารสารบริหารธุรกิจนิด้า เล่มที่ 9 พฤศจิกายน 2554 ISSN 1905-6826

การศึกษาไม่พบ Maturity Effect ในทุกช่วงเวลา แต่เมื่อมีการเพิ่มตัวแปรความผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index (Spot Volatility) เพื่อควบคุมผลของข้อมูลข่าวสารที่เข้ามาในตลาด ผลการศึกษาพบ Maturity Effect ตาม Samuelson Hypothesis เมื่อพิจารณาช่วงระยะเวลาครบกำหนดที่ยาวนาน ส่วนผลการทดสอบตามแบบจำลอง GARCH พบ Maturity Effect ในทุกช่วงเวลา สอดคล้องกับ Samuelson Hypothesis แต่เนื่องจากพบปัญหาบางประการ คือ ระยะเวลาคงเหลือก่อนครบกำหนดอายุสัญญา (TTM) ถูกสะท้อนอยู่ในค่าความผันผวนของผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์ ในทุกช่วงเวลาจนกระทั่งครบอายุสัญญาผ่านตัวแปร lag volatility งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาต่อด้วยวิธีการทดสอบตามแบบจำลอง ARCH เนื่องจากได้แก้ปัญหาที่ทำให้เกิดผลกระทบดังกล่าวออกไปแล้ว

ในส่วนของการศึกษาของ Gold Futures พบ Maturity Effect ตาม Samuelson Hypothesis ไม่ว่าจะทำการทดสอบด้วยแบบจำลองใดก็ตาม จึงอาจกล่าวได้ว่า เราจะพบความสัมพันธ์ตาม Samuelson Hypothesis สำหรับสินค้าโภคภัณฑ์ (Commodity products) มากกว่าสินค้าทางการเงิน ตามเงื่อนไขที่ทำให้ Samuelson Hypothesis เป็นจริง ของ Bessembinder et al. (1996)

งานวิจัยฉบับนี้ได้ถูกแบ่งออกเป็น 5 ส่วนดังนี้ บทนำ (Introduction) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature Review) วิธีการดำเนินการวิจัย (Methodology) ผลการวิจัย (Results) และสรุปผล (Conclusion) ตามลำดับ

บทที่ 2

ทฤษฎี แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีเกี่ยวข้อง (Theories)

2.1.1 Samuelson Hypothesis

Samuelson (1965) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความผันผวนของผลตอบแทนสัญญาฟิวเจอร์² กับระยะเวลาครบกำหนดอายุของสัญญาฟิวเจอร์ว่าความผันผวนของผลตอบแทนสัญญาฟิวเจอร์จะเพิ่มมากขึ้น เมื่อเข้าใกล้ระยะเวลาครบกำหนดของสัญญาฟิวเจอร์ หรือ ความผันผวนของผลตอบแทนสัญญาฟิวเจอร์มีความสัมพันธ์เชิงผกผันกับระยะเวลาครบกำหนดอายุสัญญาฟิวเจอร์ เรียก “Samuelson Hypothesis” ซึ่งงานวิจัยเชิงประจักษ์ที่สนับสนุน Samuelson Hypothesis โดยมากมักพบในตลาดสัญญาซื้อขายล่วงหน้าสินค้าโภคภัณฑ์ เนื่องจาก Samuelson Hypothesis ไม่เป็นที่ประจักษ์โดยง่ายจึงมีการพิสูจน์ทฤษฎีมาเสนอ ดังนี้ (ที่มาจากงานวิจัยของ พัสเกนทร์ พยัคติกุล ,ศุภกัญย์ ย่านวารี,อรกุล ตลสุธรรม และ ดร.ปิยภัสกร ธาระวานิช (2011)

ตามทฤษฎีอนุกรมเวลา ถ้าตัวแปรอนุกรมเวลาคือราคาสินค้าพื้นฐาน P_t (spot price) มีการกระจายตัวทางสถิติ (probability distribution) ที่มีเสถียรภาพ กลไกการกำหนดอดีตย้อนหลังไป p งวด (period) ทั้งนี้ เราสมมติว่าให้ค่านี้เป็นค่าจำกัด และทำการ normalize ให้ค่าเฉลี่ยของราคาสินค้าพื้นฐาน P_t (spot price) มีค่าเท่ากับศูนย์ ซึ่ง P_t คือ ค่าล็อก (Natural Logarithm) ของราคามาหมายความว่า เมื่อราคาสินค้าพื้นฐานมีค่าเท่ากับ 1 ดังนั้น $\ln(1)$ จึงมีค่าเท่ากับ 0

สมการ autoregression ดังกล่าว สามารถเขียนในรูปสมการเมตริกซ์ (matrix equation) โดยราคาสินค้าที่ซื้อขายกันที่มีความสัมพันธ์กับข้อมูลราคาของตัวเองในอดีตผ่านมาย้อนหลังไป 1 งวด ซึ่งเรียกว่า first order Autoregression ในรูปสมการเมตริกซ์ (matrix equation) ดังสมการ (1) ข้างล่างนี้ แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างราคาฟิวเจอร์ ณ เวลา $t+1$ กับราคาฟิวเจอร์ ณ เวลา t โดยค่า A เป็นเมตริกซ์สัมประสิทธิ์ (coefficient matrix) และค่า u_{t+1} เป็นค่าเมตริกซ์ความผิดพลาดทางสถิติ (error terms) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์

² ความผันผวนในงานวิจัยนี้ หมายถึง ส่วนเบนเบี่ยงมาตรฐาน (Standard deviation)

$$P_{t+1} = P_t A + U_{t+1} \quad (1)$$

ถ้าราคาฟิวเจอร์ (Futures Price) มีการกระจายตัวที่มีเสถียรภาพ (stationary) เมตริกซ์ A จะต้องมีค่าสมบูรณ์ทุกค่าน้อยกว่าหนึ่ง จึงกำหนดให้ค่า A เป็นค่าคงที่ค่านึงที่น้อยกว่าหนึ่ง ทั้งนี้จะมีค่าของเหตุการณ์ที่ไม่ได้คาดการณ์ ที่ส่งผลต่อ spot price จากเหตุการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้น ผ่านตัวแปร U จะส่งผลต่อ spot price เพียงชั่วคราวเท่านั้น เมื่อระยะเวลาผ่านไปผลของมันจะหายไป

$$[\text{กรณี } A < 1 \text{ ค่า } A^T \rightarrow 0 \text{ เมื่อ } T \rightarrow \infty]$$

จากสมการ (1) สามารถเขียนค่า Spot price ณ เวลาที่ $t+T$ ได้ โดยการแทนค่าย้อนหลังกลับมาเรื่อยๆ (backward recursion) จนถึงค่า Spot price ณ เวลาที่ t เราจะได้สมการที่ (2) ข้างล่างนี้

$$P_{t+T} = P_t A^T + U_{t+1} A^{T-1} + \dots + U_{t+T-1} A + U_{t+T} \quad (2)$$

เมื่อเรารู้ราคาปัจจุบัน (spot price) เราก็สามารถคาดการณ์ราคาในอนาคตได้ (future spot price) โดยที่ราคาฟิวเจอร์ (Futures Price) นั้นจะเท่ากับการคาดการณ์ราคาในอนาคตของสินทรัพย์อ้างอิง (Futures Price = expected future spot price) ซึ่งในที่นี้จะเป็น SET50 Index และ Gold ได้เป็นสมการ (3) ทั้งนี้ ค่าความคาดเคลื่อน (U_{t+1}) โดยเฉลี่ยจะมีค่าเท่ากับศูนย์

$$F_{t+T,t} = E[P_{t+T} | P_t] = P_t A^T + 0 + \dots + 0 \quad (3)$$

ความผันผวนของผลตอบแทนสัญญาฟิวเจอร์ซึ่งวัดโดยความแปรปรวน (variance) ของการเปลี่ยนแปลงราคาฟิวเจอร์ (ΔF) สามารถถูกคำนวณได้ ดังแสดงโดยสมการที่ (4) ข้างล่างนี้

$$\text{var}\{F_{t+T,t+1} - F_{t+T,t}\} = \text{var}\{P_t A^T + U_{t+1} A^{T-1} - P_t A^T\} = \text{var}\{U_{t+1} A^{T-1}\} \quad (4)$$

สมการ (4) พิสูจน์ Samuelson Hypothesis ที่ว่าความผันผวนของผลตอบแทนสัญญาฟิวเจอร์จะมีค่ามากขึ้น เมื่อเข้าไปใกล้ระยะเวลาครบกำหนดของสัญญา (Time to Maturity) หรือกล่าวอีกอย่างได้ว่า ความผันผวนของผลตอบแทนสัญญาฟิวเจอร์ มีความสัมพันธ์เชิงผกผัน (inverse relationship) กับระยะเวลาครบกำหนดของสัญญา (Time to Maturity)

2.1.2 ทฤษฎีการไหลเข้าของข้อมูลในตลาด (Information flow theory)

Anderson and Danthine (1983) เสนอความสัมพันธ์ระหว่างความผันผวนของผลตอบแทนราคาฟิวเจอร์ กับระยะเวลาครบกำหนดของสัญญาฟิวเจอร์จะเป็นแบบใด ปัจจัยหนึ่งขึ้นอยู่กับ การเกิดขึ้นและการเข้ามาของข้อมูลข่าวสารในตลาด โดยถ้าข้อมูลข่าวสารในตลาดส่งผลเกี่ยวข้องกับราคาสินค้าพื้นฐาน เมื่อสัญญาฟิวเจอร์นั้นเพิ่งเริ่มต้นสัญญา ข้อมูลข่าวสารอาจจะมีการ

เปลี่ยนแปลงได้ในภายหลัง หรือมีข้อมูลข่าวสารเข้ามาน้อยเนื่องจากยังมีระยะเวลานานกว่าสัญญาฟิวเจอร์นั้นจะครบกำหนด ความผันผวนของผลตอบแทนฟิวเจอร์ก็จะน้อย ในทางตรงกันข้ามกัน ถ้าข้อมูลข่าวสารเข้ามามากเมื่อใกล้ระยะเวลาครบกำหนดของสัญญา ความผันผวนของสัญญาก็จะเพิ่มมากขึ้น ตัวอย่างที่สำคัญคือ ในส่วนของตลาดซื้อขายล่วงหน้าสินค้าเกษตรกรรม ซึ่งราคาสินค้าพื้นฐาน (spot price) จะมีการเปลี่ยนแปลงเป็นไปตามเงื่อนไขของสภาพอากาศและฤดูกาลที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะในเวลาใกล้วันส่งมอบสินค้า

สรุปได้ว่า ทฤษฎีนี้เห็นว่า ปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อความผันผวนของผลตอบแทนสัญญาฟิวเจอร์ คือ การเข้ามาของข้อมูลข่าวสาร (Information Flow) ถ้ามีข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับราคาสินค้าพื้นฐานเข้ามามากเมื่อระยะเวลาใกล้ครบกำหนดสัญญาฟิวเจอร์ตลาดก็จะผันผวนมาก แต่ถ้ามีข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับราคาสินค้าพื้นฐานเข้ามาน้อยตลาดเมื่อระยะเวลาครบกำหนดของสัญญาฟิวเจอร์นั้นก็ผันผวนน้อย ดังนั้น ทฤษฎีนี้จึงทำนายว่า Samuelson Hypothesis จะเป็นจริงก็ต่อเมื่อข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวข้องเข้ามามากในช่วงระยะเวลาที่สัญญาฟิวเจอร์ใกล้ครบกำหนดงานนี้ได้สรุปมาจากงานวิจัยของ พัสเคนทร์ พยัคติกุล,ศุภกันย์ ย่านวารี,อรกุล คลสุธรรม และ คร.ปิยภัทร ธาระวานิช (2011)

2.1.3 ทฤษฎีเงื่อนไขที่ทำให้ Samuelson Hypothesis เป็นจริงของ Bessembinder et al. (1996)

Bessembinder et al. (1996) ได้เสนอทฤษฎีที่พิสูจน์ว่า Samuelson Hypothesis จะเป็นจริงได้ ก็ต่อเมื่อค่าความแปรปรวนของการเปลี่ยนแปลงราคาสินค้าพื้นฐานกับต้นทุนการถือครอง มีความสัมพันธ์กันในทิศทางตรงกันข้าม เงื่อนไขนี้ส่วนใหญ่จะถูกพบว่าเป็นจริงสำหรับสินค้าเกษตรหรือสินค้าโภคภัณฑ์ (commodities) มากกว่าที่จะพบในสินค้าทางการเงิน (financial assets)

Bessembinder et al. (1996) ชี้ว่าราคาสินค้าพื้นฐาน (spot price) นั้นไม่จำเป็นต้องมีเสถียรภาพในทางสถิติ (stationary) อย่างในข้อสมมติฐานของ Samuelson (1965) ขอเพียงแต่ว่า spot price จะต้องมิลักษณะของการกลับเข้าสู่ค่าเฉลี่ยบางส่วน เมื่อเข้าใกล้วันครบกำหนดอายุสัญญา

แบบจำลองเริ่มจากสมการสำหรับการคาดการณ์ราคาสินค้าพื้นฐานในอนาคต (future spot prices) ในเวลา $t+j$ ณ เวลา t ตามสมการ (5)

$$E_t \left(P_{t+j} \right) = P_t \cdot e^{(r_t + \pi_t - y_t)j} \quad (5)$$

กล่าวคือราคาคาดหวังของสินค้าพื้นฐานในอนาคต ณ เวลา $t+j$ (expected future spot price) จะมีค่าเท่ากับราคาในปัจจุบัน (spot price) ณ เวลา t ที่เติบโตแบบต่อเนื่อง (continuous growth) เป็นระยะเวลา j งวด (period) โดยเติบโตด้วยผลรวมของอัตราผลตอบแทนของพันธบัตรรัฐบาล (r_t) และผลตอบแทนส่วนเกินเพื่อชดเชยความเสี่ยง (risk premium, π_t) ซึ่งเป็นผลตอบแทนที่นักลงทุนต้องการเพิ่มขึ้น เมื่อลงทุนในสินทรัพย์ที่มีความเสี่ยงมากกว่าการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาล หักลบด้วยผลตอบแทนที่นักลงทุนได้รับในช่วงระยะเวลาที่ถือครองสินทรัพย์นั้นๆ (convenience yield, y_t) เช่น เงินปันผล, coupon เป็นต้น

การที่สัญญาฟิวเจอร์ได้กำหนดวันส่งมอบสินทรัพย์อ้างอิงในอนาคต จึงมีการเก็บรักษาและขนส่งก่อนถึงวันครบกำหนดเข้ามาเกี่ยวข้องกับกับการซื้อขายสัญญาฟิวเจอร์ โดยต้นทุนการถือครอง ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายทางการเงิน (Financial cost) ซึ่งเป็นค่าเสียโอกาสทางการเงินที่ผู้ขายใช้เงินทุนของตนเองลงทุนในสินทรัพย์อ้างอิง หรือค่าใช้จ่ายจากการกู้ยืมเงินเพื่อลงทุนในสินทรัพย์อ้างอิง โดยต้องคำนึงถึงค่าธรรมเนียมในการซื้อขาย (Transaction cost), อัตราดอกเบี้ยการกู้ยืม (Borrowing rate) และอัตราดอกเบี้ยการให้ยืม (Lending rate) ด้วย

สมการถัดมาในแบบจำลองคือสมการที่กำหนดราคาฟิวเจอร์ ตาม cost-of-carry model ดังสมการ (6) ข้างล่างนี้

$$F_{t,T} = P_t \cdot e^{C_t(T-t)}$$

$$C_t = r_t - y_t \quad (6)$$

ราคาฟิวเจอร์ของสินทรัพย์อ้างอิง ณ เวลา t ที่จะมีการส่งมอบหรือชำระราคากัน โดยวันครบกำหนดอายุสัญญา ณ เวลา T จะถูกกำหนดจากราคาในปัจจุบัน (spot price) ณ เวลา t ที่เติบโตแบบต่อเนื่อง (continuous growth) เป็นระยะเวลา $(T-t)$ งวด (period) โดยเติบโตด้วยอัตราเท่ากับอัตราผลตอบแทนของพันธบัตรรัฐบาล (r_t) ลบด้วยผลตอบแทนที่นักลงทุนได้รับในช่วงระยะเวลาที่ถือครองสินทรัพย์นั้นๆ (convenience yield, y_t) ค่าที่ได้คือ $C_t = r_t - y_t$ เราเรียกค่านี้ว่า ต้นทุนสุทธิในการถือสินทรัพย์พื้นฐาน (net carrying cost) ต่อหนึ่งงวดระยะเวลา ค่านี้จะเท่ากับค่าความชัน (futures term slope)

งานของ Bessembinder et al. (1996) นิยามค่าต่อไปนี้

$$\Delta C_t \equiv C_{t+1} - C_t$$

แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนสุทธิในการถือสินทรัพย์พื้นฐาน (net carrying cost) หรือ ค่าความชัน (futures term slope) จากเวลา t ไป $t+1$

$$\Delta f_t \equiv \ln(F_{t+1}) - \ln(F_{t,T})$$

แสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงในราคาฟิวเจอร์ที่จะครบกำหนดอายุสัญญา ณ เวลา T

$$\Delta P_t \equiv \ln(P_{t+1}) - \ln(P_t)$$

แสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงในราคาสินค้าพื้นฐาน (spot price)

$$\tau \equiv (T - t - 1)\Delta f_t$$

เป็นจำนวนระยะเวลาก่อนวันครบอายุสัญญา (Time to Maturity)

จาก (6) สามารถเขียนสมการการเปลี่ยนแปลงของราคาฟิวเจอร์ (futures price) ได้เป็นสมการ

$$\Delta f_t = \Delta P_t + \Delta C_t \tau - C_t \quad (7)$$

นิยามค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของราคาที่เกิดการเปรียบเทียบที่ราคาที่เกิดขึ้นจริง (spot price) ให้เป็นค่า u_t โดยที่ $u_t = \ln(P_{t+1} / E_t(P_{t+1}))$ ดังนั้น

$$\ln(P_{t+1}) = \ln(E_t(P_{t+1})) + u_t \quad (8)$$

จากสมการที่ (5) และ (8) เราจะได้สมการแสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงของราคาสินค้าพื้นฐาน (spot price) ดังนี้

$$\Delta P_t = C_t + \pi_t + u_t \quad (9)$$

จากสมการที่ (7) และ (9) เราจะได้สมการดังนี้

$$\Delta f_t = \pi_t + u_t + \Delta C_t \tau \quad (10)$$

สมการ (10) แสดงว่า อัตราการเปลี่ยนแปลงของราคาฟิวเจอร์ เกิดจากผลรวมของสามองค์ประกอบต่อไปนี้

1. ผลตอบแทนส่วนเกินเพื่อชดเชยความเสี่ยง (risk premium, u_t)
2. ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของราคาที่เกิดการเปรียบเทียบที่ราคาที่เกิดขึ้นจริง (spot price)

จริง (spot price)

3. การเปลี่ยนแปลงของต้นทุนสุทธิในการถือสินทรัพย์พื้นฐาน (net carrying cost) หรือค่าความชัน (futures term slope) คูณกับเวลาที่เหลืออยู่ก่อนครบกำหนดอายุสัญญา (Time to Maturity)

จากสมการ (10) เราสามารถคำนวณหาความแปรปรวนของอัตราการเปลี่ยนแปลงของราคาฟิวเจอร์ได้ดังนี้

Samuelson Hypothesis เสนอว่าความผันผวนของผลตอบแทนสัญญาฟิวเจอร์

$$VAR(\Delta f_t) = VAR(u_t) + \tau^2 \cdot VAR(\Delta C_t) + 2\tau \cdot COV(u_t, \Delta C_t) \quad (11)$$

Samuelson Hypothesis เสนอว่าความผันผวนของผลตอบแทนสัญญาฟิวเจอร์ $VAR(\Delta f_t)$ จะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาที่เหลืออยู่ก่อนการส่งมอบสินทรัพย์อ้างอิง τ เหลือน้อยลง หรือกล่าวอีกอย่างได้ว่าค่า $VAR(\Delta f_t)$ จะต่อน้อยลง เมื่อค่า τ เพิ่มสูงขึ้น

สังเกตได้ว่าถ้าการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนสุทธิในการถือสินทรัพย์พื้นฐาน (Net carrying cost) หรือ ค่าความชัน (futures term slope) $[\Delta C_t]$ เท่ากับค่าคงที่หรือศูนย์ หรือในกรณีที่ C_t เป็นค่าคงที่แล้ว พจน์ที่สองและสามของสมการ (11) จะมีค่าเท่ากับศูนย์ ดังนั้น Samuelson Hypothesis จะเป็นจริงได้ก็ต่อเมื่อความผันผวนของค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของราคาที่เกิดการเปรียบเทียบที่ราคาที่เกิดขึ้นจริง (spot price) หรือ $VAR(u_t)$ เพิ่มขึ้นเมื่อถึงวันใกล้วันครบกำหนดอายุสัญญาทั้งที่ไม่มีเหตุผลใดที่จะต้องเป็นเช่นนั้น ดังนั้นการที่ Samuelson Hypothesis จะเป็นจริงโดยไม่ต้องพึ่งพียงเงื่อนไขซึ่งไม่น่าเป็นไปได้ว่า $VAR(u_t)$ เพิ่มขึ้นเมื่อถึงวันใกล้ครบกำหนดอายุสัญญา จะต้องเกิดจากพจน์ที่สาม โดยพจน์ที่สาม โดยพจน์นี้สามารถมีค่าติดลบได้และจะติดลบมากขึ้นเมื่อระยะเวลาครบกำหนดของสัญญา τ มากขึ้น อันทำให้ค่า $VAR(\Delta f_t)$ น้อยลงตาม Samuelson Hypothesis ดังนั้น เงื่อนไขที่จะทำให้ Samuelson Hypothesis เป็นจริงได้ก็คือพจน์ที่สามมีค่าเป็นลบและนั่นหมายความว่า ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนของราคาที่เกิดการเปรียบเทียบที่ราคาที่เกิดขึ้นจริง (u_t) และการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนสุทธิในการถือครองของสินทรัพย์อ้างอิงในสัญญา ΔC_t จะต้องมีค่าเป็นลบ (negative covariance) หรือกล่าวอีกอย่างได้ว่าสองตัวแปรข้างต้นนี้ต้องมีความสัมพันธ์แบบผกผันกัน (negative relationship)

งานนี้สรุปมาจากงานวิจัยของ พัสเกนทร์ พยัคติกุล,ศุภกันย์ ย่านาวารี,อรกุล คลสุธรรม และ ดร.ปิยภัทร ธาระวานิช (2011)

2.2 การศึกษาเชิงประจักษ์ที่เกี่ยวข้อง (Empirical studies)

งานวิจัยเชิงประจักษ์ที่เกี่ยวข้องกับ Samuelson Hypothesis สามารถถูกแบ่งออกได้สองประเภทตามชนิดของสินค้าพื้นฐาน ได้แก่ สินค้าทางการเงิน และ สินค้าทางการเกษตรหรือสินค้าโภคภัณฑ์

2.2.1 สัญญาฟิวเจอร์ของสินค้าทางการเงิน

Chen, Duan, and Hung (1999) ใช้ GARCH Model ทดสอบ Samuelson Hypothesis ใน The Nikkei-255 Stock Index Futures โดยใช้ข้อมูลช่วงระหว่าง 24 พฤศจิกายน 1988 ถึง 6 มิถุนายน 1996 ผลการศึกษาพบความสัมพันธ์ที่ไม่สนับสนุน Samuelson Hypothesis โดยพบว่าความผันผวนของสัญญาฟิวเจอร์มีแนวโน้มลดลงเมื่ออายุสัญญาเข้าใกล้วันครบกำหนด

Floros and Vougas (2006) ใช้สมการเชิงเส้นถดถอย (Linear Regression) และ GARCH Model ทดสอบความผันผวนในสัญญาฟิวเจอร์ในตลาดซื้อขายล่วงหน้าประเทศกรีซ (The Athens Derivative Exchange) โดยใช้ข้อมูลรายวันของ FTSE/ASE-20 Stock index future ระหว่างเดือนสิงหาคม 1999 ถึงสิงหาคม 2001 และข้อมูลรายวันของ FTSE/ASE Mid 40 Stock index futures ระหว่างเดือนมกราคม 2000 ถึง สิงหาคม 2001 ผลการศึกษานับสนับสนุน (Samuelson Hypothesis) โดยผลทางสถิติที่ได้ของทั้งวิธี สมการถดถอยเชิงเส้นตรง และ GARCH Model พบว่าสัญญาฟิวเจอร์จะมีความผันผวนมากขึ้นเมื่อเข้าใกล้วันครบกำหนดอายุสัญญา (maturity)

Duong and Kalev (2008) ได้ทำการทดสอบ Samuelson Hypothesis ด้วย GARCH Model และ OLS Regression ในหกสัญญาฟิวเจอร์สินทรัพย์ทางการเงิน ได้แก่ เงินตราสกุลต่างประเทศ (Euro FX) และหุ้น (E-mini S&P 500) S&P 500 index ที่อยู่ในตลาด CBOT, CME, NYMEX, MGEX, DCE, TOCOM โดยใช้ข้อมูลระหว่างวัน ในช่วงระยะเวลาตั้งแต่มกราคม 1996 ถึงตุลาคม 2003 ผลการศึกษาไม่พบความสัมพันธ์ที่สนับสนุน Samuelson Hypothesis ในสินค้าทางการเงิน

พัสกันตร์ พยัคติกุล, สุภคันย์ ย่านาวารี, อรุณ คลสุธรรม และ ดร.ปิยภัทร ธาระวานิช (2011) ได้ทำการศึกษาความผันผวนของผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์ SET 50 INDEX และ SAMUELSON HYPOTHESIS จากการทดสอบด้วยสมการถดถอย (Regression) ผลการศึกษาไม่พบ Maturity Effect ในทุกช่วงเวลา แต่เมื่อมีการเพิ่มตัวแปรความผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index (Spot Volatility) เพื่อควบคุมผลของข้อมูลข่าวสารที่เข้ามาในตลาด ผลการศึกษาพบ Maturity Effect ตาม Samuelson Hypothesis ในช่วงระยะเวลาครบกำหนดที่ยาวนาน ส่วนผลการทดสอบตามแบบจำลอง GARCH พบ Maturity Effect ในทุกช่วงเวลา สอดคล้องกับ Samuelson Hypothesis

2.2.2 สัญญาฟิวเจอร์ของสินค้าเกษตรและสินค้าโภคภัณฑ์

งานวิจัยเชิงประจักษ์ส่วนใหญ่จะพบความสัมพันธ์ที่สนับสนุน Samuelson Hypothesis ในสัญญาฟิวเจอร์ของสินค้าการเกษตรและสินค้าโภคภัณฑ์ เช่น การศึกษาของ Duong and Kelev (2008) ได้ทำการทดสอบ Samuelson Hypothesis ด้วย GARCH Model และ OLS Regression ใน 20

สัญญาฟิวเจอร์ของสินค้าเกษตร เช่น ข้าวโพด, ข้าวสาลี และกากถั่วเหลือง ในส่วนของสินค้าโภคภัณฑ์ เช่น น้ำมันดิบ, ทอง และอาหารสัตว์ ที่อยู่ในตลาด CBOT, CME, NYMEX, MGEX, DCE, TOCOM โดยใช้ข้อมูลระหว่างวัน ในช่วงระยะเวลาตั้งแต่ มกราคม 1996 ถึง ตุลาคม 2003 ผลการศึกษาพบความสัมพันธ์ที่สนับสนุน Samuelson Hypothesis ในสินค้าการเกษตรในเกือบทุกตลาดที่ได้ทำการศึกษา

Allen and Cruickshank (2002) ได้ทดสอบ Samuelson Hypothesis ในสัญญาฟิวเจอร์ของสินค้าเกษตร เช่น น้ำมันดิบ ข้าวสาลี และขนสัตว์ ที่ซื้อขายใน (SFE), (LIFFE) และ (SIMEX) ด้วย GARCH/ARCH MODEL โดยใช้ข้อมูลรายวัน ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1979 ถึง 2002 ซึ่งผลการศึกษาพบความสัมพันธ์ที่สนับสนุน Samuelson Hypothesis ในสัญญาฟิวเจอร์ของสินค้าการเกษตรที่ทำการศึกษาเป็นส่วนใหญ่ ในขณะที่พบความสัมพันธ์ที่ไม่เป็นไปตาม Samuelson Hypothesis เฉพาะตลาด futures ข้าวสาลีที่ซื้อขายใน SFE เท่านั้น นั่นคือความผันผวนของสัญญาฟิวเจอร์ลดลงเมื่อเข้าใกล้วันครบอายุสัญญา

การศึกษาเชิงประจักษ์ที่เกี่ยวข้องข้างต้น สรุปมาจากงานวิจัยของ พัสเกนทร์ พยัคติบูล, สุกกันย์ ย่านวารี, อรุณกุล ดลสุธรรม และ ดร.ปิยภัทร ธาระวานิช (2011)

วรดี จงอัศญากุล (2014) ได้ศึกษาวิจัยปัจจัยที่กำหนดความผันผวนของผลตอบแทน Gold Futures ในตลาดสัญญาซื้อขายล่วงหน้าประเทศไทย โดยใช้แบบจำลองถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ และแบบจำลอง GARCH โดยใช้ข้อมูลรายวันของราคาที่ใช้ชำระราคา ปริมาณการซื้อขาย และสถานะคงค้างของสัญญาซื้อขาย ใช้ข้อมูลตั้งแต่ กุมภาพันธ์ พ.ศ.2552 ที่มีการซื้อขายจนถึงวันที่ 26 มิถุนายน พ.ศ.2556 ผลการศึกษาทั้ง 2 แบบจำลอง พบว่าความผันผวนของผลตอบแทนสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าจะเพิ่มขึ้นเมื่อเข้าใกล้วันครบกำหนดอายุ ปริมาณการซื้อขายก็มากขึ้นด้วย และมีสถานะคงค้างลดลง นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์พบว่าความแปรปรวนร่วมระหว่างผลตอบแทนของราคาทองคำ (Gold spot price) และการเปลี่ยนแปลงต้นทุนในการถือครองเป็นลบ

2.3 ทฤษฎี Drift-Independent Volatility Estimation Based on High, Low, Open, and Close Prices ของ Dennis and Qiang (2000)

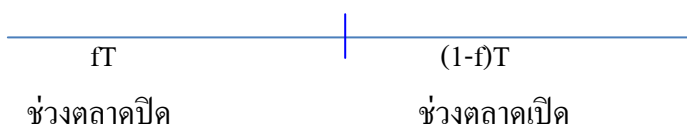
2.3.1 การประมาณค่าความผันผวนตามราคาสูงสุด ราคาต่ำสุด ราคาเปิด และราคาปิด โดยไม่ขึ้นกับคริฟท์ (Drift)

การประมาณค่าความผันผวนของหลักทรัพย์นั้นสำคัญต่อการกำหนดราคาของสินทรัพย์ทางการเงิน ซึ่งวิธีการประมาณค่าความผันผวนแบบเดิมใช้ข้อมูลราคาปิดเท่านั้น งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการประมาณค่าความผันผวนที่ให้ความแม่นยำมากยิ่งขึ้น โดยการเพิ่มความถี่ของข้อมูลในแต่ละวัน ได้แก่ ราคาสูงสุด ราคาต่ำสุด ราคาเปิด และราคาปิด

ในการสร้างตัวประมาณค่าเหล่านี้ นักวิจัยได้สมมติว่าราคาหลักทรัพย์ไม่มีการเคลื่อนที่แบบคริฟท์ (กรณีที่ราคาสูงหรือต่ำไปจากค่าปกติ) ซึ่งการมีค่าคริฟท์จะทำให้มีแนวโน้มที่จะประเมินค่าความผันผวนสูงเกินไป และสมมติว่าราคาไม่มีการเปลี่ยนแปลงกระโดด (ราคาเปิดในช่วงนี้มีราคาที่สูงกว่าหรือต่ำกว่าราคาปิดในช่วงก่อน) ซึ่งกรณีที่ราคามีการเปลี่ยนแปลงกระโดด (opening jump) จะทำให้ค่าความผันผวนต่ำเกินไป

ในบทความนี้ได้นำเสนอตัวประมาณค่าความผันผวนที่ไม่มี bias (ความผันผวนไม่สูงเกินไปหรือต่ำเกินไป) โดยคำนวณจากราคาเปิด ราคาปิด ราคาสูงสุด และราคาต่ำสุดหลายช่วงเวลา ตัวประมาณค่านั้นจะไม่ขึ้นอยู่กับทั้งการเคลื่อนที่แบบคริฟท์และราคาที่เปลี่ยนแปลงกระโดด ซึ่งทำให้ตัวประมาณค่าของเรามีความแปรปรวนน้อยที่สุดในหมู่ตัวประมาณค่าที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน

จากงานวิจัยจะสมมติว่าสามารถจำลองการเคลื่อนไหวของราคาได้เป็น การเคลื่อนที่แบบบราวน์เนียน (การเคลื่อนที่แบบสุ่มซึ่งแต่ละเหตุการณ์จะทำให้ราคาหุ้นเปลี่ยนแปลงได้หลายรูปแบบ) ซึ่งค่า Logarithm ของราคาหลักทรัพย์ประกอบด้วย สองตัวแปรคือ ความผันผวนและคริฟท์



Garman and Klass (1980) กำหนดใน T มีค่าเท่ากับ 1 ช่วงเวลา โดยจะเริ่มต้นที่ราคาปิดของช่วงเวลาก่อนหน้า ในแต่ละช่วงเวลายังแบ่งออกเป็นสองช่วงคือช่วง f และ $1 - f$ ซึ่งตลาดซื้อขายจะปิดระหว่างช่วงแรกนาน fT จึงไม่สามารถจับการเคลื่อนไหวของราคาในช่วงเวลานี้ (ช่วงเวลาที่ปิดวันก่อนจนถึงเปิดวันนี้)

ราคาสูงสุดและราคาต่ำสุดในชุดข้อมูลสามารถสังเกตได้จากช่วงความยาวที่สอง $(1-f)T$ (ช่วงเวลาซื้อขาย) ซึ่ง fT ในที่นี้ไม่ใช่ช่วงเวลาจริงแต่เป็นช่วงที่ตลาดปิดซึ่งจะจำลอง Opening Jump เป็นการเคลื่อนไหวของราคาที่ไม่สามารถสังเกตได้

เศษส่วน f วัดขนาดความสัมพันธ์ของ Opening Jump โดยถ้า $f = 0$ หมายความว่าไม่มี Opening Jump ส่วน $f \rightarrow 1$ หมายความว่า การเคลื่อนไหวของราคาในช่วงเวลา T ได้รับผลกระทบจาก Opening Jump ซึ่งโดยทั่วไปค่าของ f จะขึ้นอยู่กับระยะเวลา T ตัวอย่างเช่น f ที่สอดคล้องกับข้อมูลรายวัน จะมากกว่าข้อมูลรายสัปดาห์

เราสมมติให้ตัวแปรดริฟท์และตัวแปรความแปรปรวนในช่วงตลาดเปิดคือ $\mu T(1-f)$ และ $\sigma^2 T(1-f)$ ตามลำดับ และตัวแปรดริฟท์ในช่วงตลาดปิด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\mu f T$ และความแปรปรวนเท่ากับ $\sigma^2 f T$ สัญลักษณ์ในบทความนี้อ้างอิงจากงานวิจัยของ Garman and Klass (1980)

T = ช่วงเวลา โดยปกติจะมีค่าเป็นหนึ่ง

f = ส่วนของช่วงเวลา (ระหว่าง $[0, 1]$) ในช่วงที่ปิดการซื้อขาย

V = ความแปรปรวนที่ยังไม่ทราบค่า ซึ่งก็คือค่าความผันผวนกำลังสองที่ยังไม่ทราบค่า (σ^2)

C_0 = ราคาปิดช่วงเวลาก่อนหน้า (ณ เวลา 0) O_1 = ราคาเปิดของช่วงเวลาปัจจุบัน (ณ เวลา f)

H_1 = ราคาสูงสุดในช่วงเวลาปัจจุบัน ระหว่างช่วงเวลาที่ซื้อขาย (ระหว่าง $[f, 1]$)

L_1 = ราคาต่ำสุดในช่วงเวลาปัจจุบัน ระหว่างช่วงเวลาที่ซื้อขาย (ระหว่าง $[f, 1]$)

C_1 = ราคาปิดของช่วงเวลาปัจจุบัน (ณ เวลา 1)

$o = \ln O_1 - \ln C_0$, ค่าเปิดปกติ

$u = \ln H_1 - \ln O_1$, ค่าสูงสุดปกติ

$d = \ln L_1 - \ln O_1$, ค่าต่ำสุดปกติ

$c = \ln C_1 - \ln O_1$, ค่าปิดปกติ

n = ช่วงเวลาใน 1 period

โดยการใช้สัญลักษณ์ดังกล่าวข้างต้น ตัวประมาณค่าความแปรปรวนแบบเดิมซึ่งคำนวณจากราคาปิดเพียงอย่างเดียวในช่วงเวลา จากชุดข้อมูลในอดีต คือ

$$V_{cc} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n [(o_i + c_i) - \overline{(o+c)}]^2 \quad (1)$$

ซึ่ง i หมายถึงปริมาณช่วงเวลา n และ $\overline{(o+c)} = (1/n) \sum_{i=1}^n (o_i + c_i)$

ตัวประมาณค่า V_{cc} นี้ไม่ขึ้นกับดริฟท์ (μ) และค่า Opening Jump (f) จึงทำให้ค่านี้เป็นกลาง ซึ่งหมายความว่า $E[V_{cc}] = \sigma^2$

ความแปรปรวนของตัวประมาณค่าถูกนำมาใช้วัดความไม่แน่นอนของการประมาณค่า ยิ่งค่าความแปรปรวนน้อย การประมาณค่ายิ่งแม่นยำ ในชุดตัวประมาณค่าที่เป็นกลาง ตัวประมาณค่าที่มีความแปรปรวนน้อยที่สุดจะช่วยลดความไม่แน่นอนลงได้ จากงานวิจัย Garman and Klass (1980) ได้พบค่าความแปรปรวนน้อยที่สุดกำลังสองของการเคลื่อนที่แบบบราวน์เนียน (การเคลื่อนที่แบบสุ่มซึ่งแต่ละเหตุการณ์จะทำให้ราคาหุ้นเปลี่ยนแปลงได้หลายรูปแบบ) ที่มีค่าดริฟท์เท่ากับศูนย์ ในบทความนี้เรานำเสนอตัวประมาณค่าความแปรปรวนสำหรับการเคลื่อนที่แบบบราวน์เนียน ที่มีความแปรปรวนน้อยที่สุดขณะที่ค่าดริฟท์ไม่เท่ากับศูนย์

จากงานวิจัยดังกล่าวสามารถลดความแปรปรวนของ ตัวประมาณค่าความแปรปรวนแบบเดิมที่ใช้แต่ราคาปิด โดยการเพิ่มจำนวนช่วงเวลา n แต่ก็ยังไม่ใช่วิธีที่ดีที่สุดในทางปฏิบัติ เนื่องจากในระยะยาวชุดเวลาจะไม่ค่อยนิ่ง ทำให้ความผันผวนอาจมีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ เมื่อเวลาผ่านไป ดังนั้นข้อมูลเก่าจึงมีความสัมพันธ์ กับสถานการณ์ปัจจุบันบ้าง ทางเลือกที่จะปรับปรุงความแม่นยำอื่นนอกจากเพิ่ม n คือการใช้ข้อมูลอื่นที่มีอยู่เช่นราคาสูงสุด ราคาต่ำสุด ราคาเปิด และราคาปิด

Parkinson (1980) พบตัวประมาณค่าความแปรปรวน โดยใช้เฉพาะราคาสูงสุดและราคาต่ำสุด คือ

$$V_P = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{4 \ln 2} (u_i - d_i)^2 \quad (2)$$

ตัวประมาณค่านี้ใช้ได้เมื่อไม่มี Opening Jump ($f = 0$) และไม่มีดริฟท์ ($\mu = 0$) ซึ่งใช้ไม่ได้กับสถานการณ์จริงที่มีทั้งดริฟท์และ Opening Jump

ตัวประมาณค่าความแปรปรวนที่ดีกว่าโดยใช้ราคาสูงสุด ราคาต่ำสุด ราคาเปิด และราคาปิด ซึ่งถูกค้นพบโดย Rogers, Satchell, and Yoon (1994); (Rogers & Satchell, 1991) คือ

$$V_{RS} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [(u_i(u_i - c_i)) + d_i(d_i - c_i)] \quad (3)$$

V_{RS} ดีกว่า V_P ในสองด้าน คือ ความแปรปรวนของ V_{RS} น้อยกว่า V_P , V_{RS} ไม่ขึ้นกับดริฟท์ และ V_{RS} ยังถูกสมมติว่าไม่มี Opening Jump ($f = 0$) ภายใต้สมมติฐานที่ไม่มีดริฟท์ ($\mu = 0$)

ค่าดริฟท์และ Opening Jump เกิดขึ้นในสถานการณ์จริงแต่เนื่องจากไม่สามารถสังเกตค่า f หรือ μ จากตลาดได้ จึงควรสร้างตัวประมาณค่าความแปรปรวนที่เป็นกลางซึ่งไม่ขึ้นกับทั้ง f และ μ โดยตัวประมาณค่า V_P , V_{RS} เป็นค่าเฉลี่ยเลขคณิตของตัวประมาณค่าช่วงเวลาเดียว ($n = 1$) ที่สอดคล้องกัน ดังนั้นจึงเรียกว่าตัวประมาณค่าช่วงเวลาเดียว ขณะที่ V_{CC} เป็นตัวประมาณค่าหลายช่วงเวลา

2.3.2 ตัวประมาณค่าความแปรปรวนที่เป็นกลางซึ่งมีความแปรปรวนน้อยที่สุดโดยพิจารณาข้อมูลจากหลายช่วงเวลา

ตัวประมาณค่าความแปรปรวนตามข้อมูลจากหลายช่วงเวลาใหม่ ($n > 1$) ซึ่งเป็นตัวประมาณค่าความแปรปรวนที่เป็นกลางซึ่งมีความแปรปรวนน้อยที่สุดที่ไม่ขึ้นกับคริฟท์ และ Opening Jump จะต้องมีรูปแบบดังต่อไปนี้

$$V = V_o + kV_c + (1-k)V_{RS} \quad (4)$$

เมื่อ V_o และ V_c ถูกกำหนดไว้ดังต่อไปนี้

$$V_o = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (o_i - \bar{o})^2, \quad (5)$$

$$V_c = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (c_i - \bar{c})^2, \quad (6)$$

เรากำหนดให้ $\bar{o} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n o_i$, และ $\bar{c} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n c_i$ โดยค่าคงที่ k นำมาใช้ในสมการ เพื่อลดความแปรปรวนของตัวประมาณค่า V

เนื่องจากทั้งสามตัวแปร V_o , V_c และ V_{RS} ไม่ขึ้นกับคริฟท์ เช่นเดียวกับ V สาเหตุที่ f ไม่ปรากฏในสมการ (4) เป็นเพราะ V ไม่ขึ้นกับค่า f หมายความว่าตัวประมาณค่าความแปรปรวนใหม่ยังถูกต้องเมื่อ f เป็นจำนวนสุ่มอิสระ (ระหว่างศูนย์และหนึ่ง) แทนที่จะเป็นค่าคงที่

กำหนดค่าคงที่ k เพื่อลดความแปรปรวน V ดังนี้

$$k_0 = \frac{\alpha - 1}{\alpha + \frac{n+1}{n-1}} \quad (7)$$

จากสมการเมื่อ $k = k_0$ ความแปรปรวนของตัวประมาณค่า จากสมการ (4) น้อยที่สุด

Rogers and Satchell (1991) แสดงให้เห็นว่าในทางทฤษฎี α จะมีค่าต่ำสุดเมื่อคริฟท์เป็นศูนย์ โดยใช้สูตรของช่วงเวลาของ Garman and Klass (1980) เมื่อคริฟท์เป็นศูนย์ α จะมีค่าเท่ากับ 1.331 ซึ่งในทางปฏิบัติ ค่าคริฟท์จะไม่เท่ากับศูนย์เหมือนในทางทฤษฎี แต่จะมีค่ามากกว่าศูนย์เล็กน้อย จึงทำให้ค่า α สูงกว่า 1.331 เล็กน้อยเช่นกัน เพราะฉะนั้น ค่า α ในทางปฏิบัติควรมีค่าเท่ากับ 1.34

$$Eff_c = 1 + \frac{1}{k_0} \quad (8)$$

ค่า Eff_c (Efficiency of variance estimator) คือ ค่าที่ใช้สำหรับบอกความแม่นยำของตัวประมาณค่าความแปรปรวน หาก Eff_c มีค่าสูงจะทำให้ตัวประมาณค่าความแปรปรวนที่ได้มีความแม่นยำสูง ในทางกลับกัน หาก Eff_c มีค่าต่ำ ตัวประมาณค่าความแปรปรวนที่ได้ก็จะมีความแม่นยำต่ำตามไปด้วย จากสมการที่ (8) ค่า k_0 ควรมีค่าต่ำ จึงจะทำให้ Eff_c มีค่าสูง

การหาค่าความแปรปรวนโดยวิธีปกติที่ใช้เพียงราคาปิดรายวันเท่านั้น ไม่ได้คำนึงถึงความแปรปรวนระหว่างวัน งานวิจัย Dennis and Qiang (2000) จึงได้เพิ่มความถี่ของข้อมูลระหว่างวัน คือ ราคาสูงสุด ราคาต่ำสุด ราคาปิด และราคาเปิด เพื่อให้ค่าความแปรปรวนที่คำนวณได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เนื่องจากงานวิจัยดังกล่าว ได้แสดงให้เห็นว่า แม้จะมีจำนวนข้อมูลเพิ่มมากขึ้นเท่าใด การคำนวณแปรปรวนจะได้ค่าที่ดีขึ้นต่างจากวิธีปกติไม่มากนัก เนื่องจากมีจำนวนข้อมูลมากขึ้นไป วิธีนี้จะใช้ได้ผลดี เมื่อ n มีค่าน้อย โดย $n=2$ จะทำให้ค่า k_0 มีค่าน้อยที่สุดซึ่งส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพผลสูงที่สุด โดยจะทำให้การคำนวณความแปรปรวนมีประสิทธิภาพสูงสุดเช่นกัน

2.3.3 บทสรุป

ชุดข้อมูลในอดีตประกอบด้วย n ($n > 1$) ช่วงเวลาของราคาสูงสุด ราคาต่ำสุด ราคาเปิด และราคาปิดควรใช้สูตรในสมการ (4) เพื่อคำนวณความแปรปรวน (ความผันผวนกำลังสอง) ของหลักทรัพย์ระหว่างช่วงเวลาเหล่านี้เมื่อค่าคงที่ k เท่ากับ

$$k_0 = \frac{1.34 - 1}{1.34 + \frac{2+1}{2-1}} \quad (9)$$

ซึ่งค่า k_0 คำนวณได้เท่ากับ 0.07834 ($k_0 = 0.07834$)

แสดงให้เห็นว่าตัวประมาณค่า V ใหม่จากสมการ (4) เป็นตัวประมาณค่าความแปรปรวนที่เป็นกลางซึ่งมีความแปรปรวนน้อยที่สุดที่ไม่ขึ้นกับทั้งดริฟท์และ Opening Jump ของการเคลื่อนไหวของราคาหลักทรัพย์ ในทางปฏิบัติ ผลของ V จากสมการ (4) โดยทั่วไปจะแม่นยำกว่าผลลัพธ์จากตัวประมาณค่า V_{CC} แบบเดิมจากสมการ (1) ซึ่งอาศัยราคาปิดเพียงอย่างเดียว

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ข้อมูลการจัดเรียงข้อมูล และการหาค่าความผันผวนของผลตอบแทนสัญญาฟิวเจอร์

3.1.1 การหาค่าความผันผวนของผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์ (Daily Futures volatility) และความผันผวนของผลตอบแทนราคาสปอต (Daily Spot Volatility)

ในการศึกษาจะใช้การวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative Research) และใช้ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) จากตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย³ ในช่วง พ.ศ. 2549-2559 ได้แก่ ราคาเปิด ราคาปิด ราคาสูงสุด และราคาต่ำสุด ในแต่ละวัน ของ SET50 Index และ SET50 Index Futures เริ่มตั้งแต่สัญญาแรกคือ S50M06 (2/05/2549-29/06/2549) จนถึงสัญญา S50Z16 (30/12/2558-26/07/2559) จำนวนทั้งสิ้น 43 สัญญา ทั้งนี้ในแต่ละสัญญาจะมีวันครบกำหนดที่แตกต่างกันออกไป ใน 4 ช่วงเวลา คือ สัญญาที่ครบกำหนดในเดือนมีนาคม (H) มิถุนายน (M) กันยายน (U) และ ธันวาคม (Z) นอกจากนี้ทางกลุ่มได้ทำการเก็บข้อมูลราคาทองคำ⁴ (Gold spot price) และ Gold Futures เริ่มตั้งแต่สัญญา GFG09 (2/2/2552-26/2/2552) จนถึงสัญญา GFJ17 (31/10/2559-24/02/2560) จำนวนทั้งสิ้น 51 สัญญา โดยทางกลุ่มได้นำข้อมูลราคาเปิด ราคาปิด ราคาสูงสุด และราคาต่ำสุด แต่ละวันของทั้งราคาสปอต (Gold price และ SET50 Index) และสัญญาฟิวเจอร์ (Gold Futures และ SET50 Index Futures) ในแต่ละสัญญามาใช้ในการหาความผันผวนต่อวันตาม Dennis and Qiang (2000) กล่าวไว้ว่า เราสามารถลดความแปรปรวนแบบเดิมที่ใช้ราคาปิดเพียงอย่างเดียว โดยการเพิ่มความถี่ของข้อมูลราคา ด้วยการใส่ราคาสูงสุด ราคาต่ำสุด ราคาเปิด และราคาปิด

ค่าความแปรปรวนนี้ (V) ถูกค้นพบโดย Rogers and Satchell (1991) และ (Rogers et al., 1994) ซึ่งประกอบไปด้วยค่า V_{RS} , V_O และ V_C รวมกัน คำนวณตามสมการดังต่อไปนี้

$$V = V_O + kV_C + (1 - k)V_{RS} \quad (1)$$

³แหล่งข้อมูลมาจาก ระบบข้อมูลตลาดหลักทรัพย์ฉบับออนไลน์ (SET Market Analysis and Reporting Tool)

“<http://www.setsmart.com/ism/login.jsp>”

⁴แหล่งข้อมูลมาจาก สมาคมค้าทองคำ “<http://www.goldtraders.or.th/>”

ตัวประมาณค่าความแปรปรวนนี้ได้รับการพิสูจน์ว่ามีความแปรปรวนน้อยที่สุดโดยพิจารณาข้อมูลจากหลายช่วงเวลา V_{RS} , V_O และ V_C ถูกคำนวณดังนี้

$$V_{RS} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [(u_i(u_i - c_i)) + d_i(d_i - c_i)] \quad (2)$$

$$V_O = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (o_i - \bar{o})^2, \quad (3)$$

$$V_C = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (c_i - \bar{c})^2, \quad (4)$$

V = ความแปรปรวนที่ยังไม่ทราบค่า (σ^2)

C_0 = ราคาปิดช่วงเวลาก่อนหน้า

O_1 = ราคาเปิดของช่วงเวลาปัจจุบัน

H_1 = ราคาสูงสุดในช่วงเวลาปัจจุบัน ระหว่างช่วงเวลาซื้อขาย

L_1 = ราคาต่ำสุดในช่วงเวลาปัจจุบัน ระหว่างช่วงเวลาซื้อขาย

C_1 = ราคาปิดของช่วงเวลาปัจจุบัน

$o = \ln O_1 - \ln C_0$

$u = \ln H_1 - \ln O_1$

$d = \ln L_1 - \ln O_1$

$c = \ln C_1 - \ln O_1$

\bar{o} = ค่าเฉลี่ย o ใน 1 period

\bar{c} = ค่าเฉลี่ย c ใน 1 period

n = จำนวนวันใน 1 period

ค่า k สามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$k_0 = \frac{\alpha - 1}{\alpha + \frac{n+1}{n-1}} \quad (5)$$

Rogers and Satchell (1991) แสดงให้เห็นว่าในทางทฤษฎี α จะมีค่าต่ำสุดเมื่อคริฟท์เป็นศูนย์ โดยใช้สูตรของช่วงเวลาของ Garman and Klass (1980) เมื่อคริฟท์เป็นศูนย์ α จะมีค่าเท่ากับ 1.331 ซึ่งในทางปฏิบัติ ค่าคริฟท์จะไม่เท่ากับศูนย์เหมือนในทางทฤษฎี แต่จะมีค่ามากกว่าศูนย์เล็กน้อย จึงทำให้ค่า α สูงกว่า 1.331 เล็กน้อยเช่นกัน เพราะฉะนั้น ค่า α ในทางปฏิบัติควรมีค่าเท่ากับ 1.34

นอกจากนี้สาเหตุที่งานวิจัยนี้ใช้ $n=2$ เนื่องจากมีการพิสูจน์มาแล้วว่าที่ $n=2$ จะให้ค่าความแปรปรวนที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งจะทำให้ค่า $k_0=0.07834$ มีค่าต่ำที่สุด และจะส่งผลให้ค่า Eff_c (ค่าประสิทธิภาพ) มีค่าสูงที่สุด

ค่า Eff_c (Efficiency of variance estimator) คือ ค่าที่ใช้สำหรับบอกความแม่นยำของตัวประมาณค่าความแปรปรวน หาก Eff_c มีค่าสูงจะทำให้ตัวประมาณค่าความแปรปรวนที่ได้มีความแม่นยำสูง ในทางกลับกัน หาก Eff_c มีค่าต่ำ ตัวประมาณค่าความแปรปรวนที่ได้ก็จะมีความแม่นยำต่ำตามไปด้วย

$$Eff_c = 1 + \frac{1}{k_0} \quad (6)$$

การหาค่าความแปรปรวนโดยวิธีปกติที่ใช้เพียงราคาปิดรายวันเท่านั้น ไม่ได้คำนึงถึงความแปรปรวนระหว่างวัน งานวิจัย Dennis and Qiang (2000) จึงได้เพิ่มความถี่ของข้อมูลระหว่างวัน คือ ราคาสูงสุด ราคาต่ำสุด ราคาปิด และราคาเปิด เพื่อให้ค่าความแปรปรวนที่คำนวณได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เนื่องจากงานวิจัยดังกล่าว ได้แสดงให้เห็นว่า แม้จะมีจำนวนข้อมูลเพิ่มขึ้นเท่าใด การคำนวณความแปรปรวนจะได้ค่าที่ดีขึ้นจากวิธีเดิม ไม่มากนัก เนื่องจากมีจำนวนข้อมูลมากเกินไป วิธีนี้จะใช้ได้ผลดี เมื่อ n มีค่าน้อย โดย $n=2$ มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยจะทำให้การคำนวณความแปรปรวนมีประสิทธิภาพสูงสุดเช่นกัน

ในกรณีที่ข้อมูลมีการขาดหาย เช่น วันหยุดหรือไม่มีการซื้อขาย (ไม่มีข้อมูลราคาฟิวเจอร์ ณ เวลา t) งานวิจัยนี้จะใช้ราคาเปิด ราคาปิด ราคาสูงสุด และราคาต่ำสุด ของ วันก่อนหน้า (ณ เวลา $t-1$) มาทดแทนและคำนวณความผันผวนโดยใช้สูตรตามปกติ โดยผู้วิจัยอ้างอิงวันที่เรียงสัญญาฟิวเจอร์จากวันที่เรียงราคาสปอตที่มีการซื้อขาย ถ้าสัญญาฟิวเจอร์ไม่มีการซื้อขายในวันนั้นแต่ราคาสปอตมีการซื้อขาย งานวิจัยนี้สมมติให้ราคาเปิด ราคาปิด ราคาสูงสุด และราคาต่ำสุดของสัญญาฟิวเจอร์ในวันนั้นมีค่าเท่ากับวันก่อนหน้าที่สัญญาฟิวเจอร์มีการซื้อขาย

3.1.2 การจัดเรียงข้อมูลตัวแปรความผันผวนของผลตอบแทนรายวัน

ค่าความผันผวนที่ได้จะถูกนำมาจัดเรียงเป็นอนุกรมเวลาของความผันผวนของผลตอบแทนสัญญาฟิวเจอร์ (Time Series of Daily Volatility of Closet to Maturity Futures Returns) ที่ใกล้ครบกำหนดที่สุด ซึ่งจะถูกนำมาเรียงคู่กับระยะเวลาคงเหลือ (Daily Time to Maturity) หรือเพื่อความง่ายจะเรียกอนุกรมเวลาของความผันผวนนี้ว่า Nearby1

สำหรับข้อมูลความผันผวนตามสัญญาฟิวเจอร์ที่ใกล้ครบกำหนดลำดับถัดไป (Second Closet to Maturity Futures Price) ก็จะถูกนำมาจัดเรียงตามแบบแผนข้างต้น จะได้เป็นอนุกรมเวลา

ของความผันผวนของผลตอบแทนสัญญาฟิวเจอร์ที่ใกล้ครบกำหนดที่สุดลำดับที่สอง (Time Series of Daily Volatility of Second Closet to Maturity Futures Returns) หรือเรียกว่า Nearby2 โดยการใช้วิธีเดียวกัน เราก็จะหาค่าอนุกรมเวลาของความผันผวนของผลตอบแทนสัญญาฟิวเจอร์ที่ใกล้ครบกำหนดลำดับถัดไปได้อีก โดยเรียกค่าอนุกรมเวลาดังกล่าวว่า Nearby3 และ Nearby4 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.1: แสดงจำนวนช่วงเวลาคงเหลือ (Daily Time to Maturity) ในแต่ละ Nearby ของสินทรัพย์ SET50 และ GOLD

	NEARBY 1	NEARBY 2	NEARBY 3	NEARBY 4
SET50 INDEX FUTURES	0-70	52-129	120-191	181-246
GOLD FUTURES	0-42	38-84	79-124	-

สำหรับ Gold Futures เมื่อจัดเรียงข้อมูลความผันผวนพบนุกรมเวลาดังแต่ Nearby1 Nearby2 และ Nearby3 เท่านั้น โดยงานวิจัยนี้ใช้ราคาทองคำบริสุทธิ์ 96.5% (Gold Futures)

ทั้งนี้สาเหตุที่ระยะเวลา จำนวนวันก่อนครบกำหนดของแต่ละอนุกรมเวลา Nearby เป็นแค่ค่าประมาณ เพราะว่า จำนวนวันซื้อขายก่อนครบกำหนดของชุดของสัญญาฟิวเจอร์ (series of futures contract) ที่ใกล้ครบกำหนดที่สุด และใกล้ครบกำหนดลำดับรองลงมาอันดับสอง สาม หรือสี่ ตอนที่เข้ามาเป็นอนุกรมเวลา Nearby1-4 ตามลำดับนั้น มีจำนวนวันก่อนครบกำหนด (Time to maturity) ที่เหลืออยู่ไม่แน่นอน ค่าประมาณข้างต้น คือ จำนวนวันซื้อขายก่อนครบกำหนดสูงสุดที่พบในชุดข้อมูล

3.1.3 ตัวแปร

สำหรับ SET50 Index และราคาทองคำรายวัน (ตัวแปรต้น) งานวิจัยนี้ได้ใช้ราคาทองคำบริสุทธิ์ 96.5% จากสมาคมค้าทองคำ ซึ่งจะถูกนำมาใช้ในการคำนวณค่าความผันผวนของสินทรัพย์อ้างอิง (Spot Volatility) ในแนวทางเดียวกับวิธีข้างต้น

ในงานวิจัยนี้ ตัวแปรตามก็คือความผันผวนของผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์ในแต่ละช่วงเวลา, (σ ; หน่วย: ร้อยละต่อวัน) ตามอนุกรมเวลา Nearby1-4 และมีตัวแปรอิสระ คือ ระยะเวลาคงเหลือของสัญญา (TTM; หน่วย: วัน) และอนุกรมเวลาของความผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index (σ ; หน่วย: ร้อยละต่อวัน)

3.2 การทดสอบ Samuelson Hypothesis ขั้นต้นด้วย Non-parametric Test

การทดสอบ Samuelson Hypothesis ขั้นต้นจะทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความผันผวนของผลตอบแทนสัญญาฟิวเจอร์ในแต่ละช่วงเวลา เพื่อทดสอบว่าค่าเฉลี่ยของความผันผวนของผลตอบแทนสัญญาฟิวเจอร์จะเพิ่มขึ้นเมื่อเข้าใกล้วันครบกำหนดอายุสัญญาหรือไม่ โดยถ้า Samuelson Hypothesis เป็นจริงแล้ว ค่ามัธยฐานของค่าความผันผวนตามอนุกรมเวลา Nearby1 ควรจะมากกว่าค่าเฉลี่ยของความผันผวนตามอนุกรมเวลา Nearby2 และมากกว่าค่าของ Nearby3 และค่าของ Nearby4 ตามลำดับ

ทั้งนี้ อาจกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า ค่าเฉลี่ยของความผันผวนของผลตอบแทนของสัญญา SET50 Futures ในช่วงระยะเวลาตั้งแต่ 0 ถึงประมาณ 70 วันซื้อขาย ก่อนครบอายุสัญญา ควรจะมีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของความผันผวนของผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์ในช่วงระยะเวลาตั้งแต่ประมาณ 52 ถึง ประมาณ 129 วันซื้อขายก่อนครบกำหนดอายุสัญญา ซึ่งควรจะมีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของความผันผวนในช่วงประมาณ 120 ถึงประมาณ 191 วันซื้อขายก่อนครบกำหนดสัญญา ซึ่งก็ควรจะมีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของความผันผวนในช่วงประมาณ 181 ถึง ประมาณ 246 วันซื้อขาย ก่อนครบกำหนดสัญญาตามลำดับ

สำหรับสัญญา Gold Futures ในช่วงระยะเวลาตั้งแต่ 0 ถึงประมาณ 42 วันซื้อขาย ก่อนครบอายุสัญญา ควรจะมีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของความผันผวนของผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์ในช่วงระยะเวลาตั้งแต่ประมาณ 38 ถึง ประมาณ 84 วันซื้อขาย ก่อนครบอายุสัญญา ซึ่งควรจะมีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของความผันผวนในช่วงประมาณ 79 ถึงประมาณ 124 วันซื้อขายก่อนครบอายุสัญญา ตามลำดับ

วิธีการทางสถิติที่ใช้ทดสอบคือ JT Test (Jonckheere-Terpstra Test for Ordered Alternative)⁵ ซึ่งเป็นการทดสอบว่าค่ามัธยฐาน (Median) ของความผันผวนของผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์ (σ :หน่วย.ร้อยละต่อวัน) ในแต่ละช่วงเวลาก่อนครบกำหนดอายุสัญญา มีค่าเท่ากันหรือไม่ด้วยวิธี ดังนี้

สามารถเขียนเป็นสมมติฐานทางสถิติได้ดังนี้

$$H_0 : \sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 = \sigma_4$$

$$H_1 : \sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3 \geq \sigma_4$$

โดยค่า $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \sigma_4$ คือ ค่ามัธยฐานของค่าความผันผวนตามอนุกรมเวลา Nearby1-4 ตามลำดับ ซึ่งสะท้อนถึงระยะเวลาตามวันซื้อขายก่อนครบกำหนดในแต่ละช่วงเวลา

⁵ ที่มาจาก “https://en.wikipedia.org/wiki/Jonckheere%27s_trend_test”

เมื่อสมมุติฐานหลัก (H_0) คือ ค่ามัธยฐานของค่าความผันผวนตามอนุกรมเวลา Nearby1-4 มีค่าเท่ากัน และสมมุติฐานรอง (H_1) คือ ค่ามัธยฐานของค่าความผันผวนในแต่ละช่วงเวลาก่อนครบอายุสัญญาไม่เท่ากัน ซึ่งผลที่ได้ควรจะปฏิเสธสมมุติฐานหลัก คือ ค่า $\Pr(Z>J)$ จะต้องมีค่าน้อยกว่า 0.1 และได้ข้อสรุปตามสมมุติฐานรอง (H_1) จึงจะสอดคล้องกับทฤษฎี

3.3 การทดสอบ Unit Root ด้วยวิธี Augmented Dickey Fuller Test (ADF)

ทั้งนี้ เนื่องจากข้อมูลที่น่ามาใช้วิเคราะห์เป็นข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series Data) ดังนั้นก่อนการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการใช้สมการถดถอย จึงมีความจำเป็นต้องทดสอบว่าข้อมูลอนุกรมเวลาเหล่านี้ มี Unit Root หรือไม่ ถ้าหากข้อมูลมี Unit Root ก็จะเป็นการสะท้อนว่า ข้อมูลดังกล่าวมีลักษณะทางสถิติที่ไม่มีเสถียรภาพ (Non-Stationary) และไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ต่อได้ด้วยวิธีสมการถดถอย โดยตัวแปรที่ทดสอบคือความผันผวนในอดีตและความผันผวนในปัจจุบัน

วิธีทดสอบ ADF Test ที่ใช้ในการทดสอบ มี 3 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 1 คือ ADF test with Drift and Trend, รูปแบบที่ 2 คือ ADF Test with drift but without trend และรูปแบบที่ 3 คือ ADF Test without drift and trend

$$\sigma_t^2 = \sum_{j=1}^n \alpha_j \cdot \varepsilon_{t-j}^2 + \sum_{i=1}^m \beta_i \cdot \sigma_{t-i}^2 + \exp(\lambda_0 + \lambda_1 TTM + \lambda_2 Volspot) \quad (7)$$

ในกรณีที่สมมุติฐานที่ว่าข้อมูลมี Unit Root ถูกปฏิเสธ (Stationary) ทั้ง 3 รูปแบบ คือ ความผันผวนในปัจจุบันไม่ขึ้นกับความผันผวนในอดีต ไม่มีดริฟท์และเทรน ดังนั้น ข้อมูลอนุกรมความผันผวนของผลตอบแทนจะสามารถทำการวิเคราะห์ต่อไปด้วยสมการถดถอยได้

3.4 การทดสอบโดยสมการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression)

การทดสอบจะใช้สมการถดถอยข้างล่างนี้ โดยหาก Samuelson Hypothesis เป็นจริงแล้ว ค่าสัมประสิทธิ์ที่ประเมินได้ของระยะเวลาก่อนครบกำหนด (TTM; หน่วย: วัน) หรือ β จะต้องมีค่าเป็นลบ แสดงว่าระยะเวลาคงเหลือจะมีความสัมพันธ์เชิงผกผันกับความผันผวนของผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์ ซึ่งตรงกับทฤษฎี Samuelson Hypothesis

$$\sigma_t = \alpha + \beta.TTM_t + \varepsilon_t \quad (8)$$

โดย σ_t คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลตอบแทนของสัญญา ณ เวลา t (σ ; หน่วย:ร้อยละต่อวัน), TTM_t คือ ระยะเวลาก่อนครบกำหนด ณ เวลา t (TTM ; หน่วย:วัน) และ ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อนทางสถิติ ณ เวลา t

นอกจากสมการข้างต้นแล้ว งานวิจัยนี้ยังใช้ค่า Natural. Logarithm ของ σ_t ($\ln \sigma_t$) เป็นตัวแปรตาม เพื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบอีกด้วย ทั้งนี้ การตีความผลที่ได้เมื่อตัวแปรตามเป็น σ_t กับ $\ln(\sigma_t)$ นั้นแตกต่างกันดังนี้

ในกรณีที่ค่าสัมประสิทธิ์ β ของความสัมพันธ์ระหว่างความผันผวนของผลตอบแทนสัญญาฟิวเจอร์กับระยะเวลาก่อนครบกำหนด ที่ได้จากตัวแปรตาม σ_t มีความหมายคือ ถ้าจำนวนวันซื้อขายเพิ่มขึ้นอีก 1 วัน ค่าความผันผวนของผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์จะเพิ่มขึ้นเท่ากับ β หน่วย

ในกรณีที่ตัวแปรตามได้แก่ $\ln(\sigma_t)$ ค่า β ที่ได้มีความหมายคือ ถ้าจำนวนวันซื้อขายเพิ่มขึ้นอีก 1 วัน ค่าความผันผวนของผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์จะเพิ่มขึ้นเท่ากับ $\beta\%$ จากวันก่อนหน้า

นอกจากนี้ เพื่อควบคุมผลของการไหลเข้าของข้อมูลข่าวสาร (Information Flow) ที่มีต่อความผันผวนของผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์ งานวิจัยนี้จึงได้เพิ่มตัวแปรตามคือ ความผันผวนของผลตอบแทนของ SET50 Index (Spot Volatility) ตามสมการดังต่อไปนี้

$$\sigma_t = \alpha + \beta.TTM_t + \gamma.Volspot_t + \varepsilon_t \quad (10)$$

โดย $Volspot_t$ คือความผันผวนของผลตอบแทนของ SET50 Index ณ เวลา t (σ ; หน่วย:ร้อยละต่อวัน) โดยใช้วิธีการหาในแนวทางเดียวกับการหา Futures Volatility ซึ่งค่า γ ที่ได้ควรจะมีค่าเป็นบวกซึ่งจะสอดคล้องกับทฤษฎีของ Anderson and Danthine (1983) ที่ว่าข่าวสารส่งผลกระทบต่อความผันผวนในทางบวก คือ เมื่อมีข่าวสารมากขึ้นก็จะทำให้ค่าความผันผวนมีค่ามากขึ้นตามไปด้วย

3.5 การทดสอบโดยใช้แบบจำลอง GARCH

แบบจำลอง GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity) เป็นแบบจำลองสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series) ซึ่งสะท้อนถึงปรากฏการณ์ที่ว่าความผันผวนของผลตอบแทน ของสินทรัพย์ ทางการเงิน (Financial Returns) ที่เกิดขึ้นในวันนี้ มักขึ้นอยู่กับ

ความผันผวนที่เกิดขึ้นในอดีต เพราะความผันผวนของผลตอบแทนมักมีลักษณะเกาะกลุ่มไปด้วยกัน (volatility clustering) สามารถเขียนแบบจำลองในรูปสมการได้ดังนี้

$$R_t = \mu + \varepsilon_t \quad (11)$$

$$\varepsilon_t \sim N(0, \sigma_t^2)$$

$$\sigma_t^2 = \sum_{j=1}^n \alpha_j \cdot \varepsilon_{t-j}^2 + \sum_{i=1}^m \beta_i \cdot \sigma_{t-i}^2 + \exp(\lambda_0 + \lambda_1 TTM + \lambda_2 Volspot) \quad (12)$$

โดยสาเหตุที่งานวิจัยนี้เพิ่ม Exponential term ในสมการ เนื่องจากรูปแบบ Exponential ทำให้พจน์นั้นมีค่าเป็นบวก และจะทำให้ค่า variance (σ_t^2) มีค่าเป็นบวกเสมอ โดยหากค่าสัมประสิทธิ์ของระยะเวลาครบกำหนดของสัญญา (λ_1) ติดลบมาก ประกอบกับระยะเวลาก่อนครบกำหนด (TTM) มีค่าสูง การใช้รูปแบบสมการที่ไม่มี Exponential term ค่า variance (σ_t^2) ที่ได้จะมีค่าเป็นลบ

นอกจากแบบจำลองขั้นต้นแล้ว งานวิจัยนี้ยังใช้แบบจำลองที่มี Autoregressive Term ของผลตอบแทน เพื่อสะท้อนถึงลักษณะของผลตอบแทนที่มีแนวโน้มจะกลับไปหาค่าเฉลี่ย (Mean Reverting) ตามรูปแบบสมการ ดังนี้

$$R_t = \mu_0 + \mu_1 \cdot R_{t-1} + \varepsilon_t \quad (13)$$

$$\varepsilon_t \sim N(0, \sigma_t^2)$$

$$\sigma_t^2 = \sum_{j=1}^n \alpha_j \cdot \varepsilon_{t-j}^2 + \sum_{i=1}^m \beta_i \cdot \sigma_{t-i}^2 + \exp(\lambda_0 + \lambda_1 TTM + \lambda_2 Volspot) \quad (14)$$

แต่เนื่องจากพบปัญหาบางประการจากการทดสอบสมมติฐานด้วย GARCH คือ ระยะเวลาคงเหลือก่อนครบกำหนดอายุสัญญา (TTM) สะท้อนอยู่ในค่าความผันผวนของผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์ในทุกช่วงเวลาจนกระทั่งครบอายุสัญญาผ่านตัวแปร lag volatility (σ_{t-i}^2) จึงใช้การประเมินค่าตามแบบจำลอง ARCH เป็นลำดับถัดไป.

3.6 การทดสอบโดยใช้แบบจำลอง ARCH

$$R_t = \mu + \varepsilon_t \quad (15)$$

$$\varepsilon_t | \Omega_{t-1} \sim N(0, \sigma_{t-1}^2)$$

$$\sigma_t^2 = \sum_{j=1}^n \alpha_j \cdot \varepsilon_{t-1}^2 + \exp(\lambda_0 + \lambda_1 TTM + \lambda_2 Volspot) \quad (16)$$

นอกจากแบบจำลองขั้นต้นแล้ว งานวิจัยนี้ยังใช้แบบจำลองที่มี Autoregressive Term ของผลตอบแทน เพื่อสะท้อนถึงลักษณะของผลตอบแทนที่มีแนวโน้มจะกลับไปหาค่าเฉลี่ย (Mean Reverting) ตามรูปแบบสมการ ดังนี้

$$R_t = \mu_0 + \mu_1 \cdot R_{t-1} + \varepsilon_t \quad (17)$$

$$\varepsilon_t | \Omega_{t-1} \sim N(0, \sigma_t^2)$$

$$\sigma_t^2 = \sum_{j=1}^n \alpha_j \cdot \varepsilon_{t-j}^2 + \exp(\lambda_0 + \lambda_1 \cdot TTM + \theta \cdot Volspot) \quad (18)$$

โดย R_t คือ ผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์ ณ เวลา t

ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อนทางสถิติ ณ เวลา t

σ_t^2 คือ ความแปรปรวน (variance) ของผลตอบแทนสัญญาฟิวเจอร์ ณ เวลา t และ

TTM_t คือ ระยะเวลาก่อนครบกำหนดของสัญญาฟิวเจอร์ ณ เวลา t

$Volspot_t$ คือ ความผันผวนของผลตอบแทนของ SET50 Index หรือ Gold spot ณ เวลา t (Spot Volatility)

สำหรับระยะเวลาย้อนหลังไปในอดีต (lag length) ในแบบจำลอง คือค่า n และ m จะถูกประมาณค่าจากข้อมูล โดยใช้ค่า BIC (Bayesian Information Criterion) เป็นหลัก โดยแบบจำลองที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ คือ แบบจำลองที่ให้ค่า BIC ต่ำที่สุด

3.7 การทดสอบเงื่อนไขของ Samuelson Hypothesis ตามทฤษฎีของ Bessembinder

Bessembinder et al. (1996) พิสูจน์ทางทฤษฎีว่า Samuelson Hypothesis จะเป็นจริงได้ ก็ต่อเมื่อการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนการถือครองสินทรัพย์อ้างอิง (Cost of Carry) กับการเปลี่ยนแปลงของราคาปัจจุบัน (Spot Price) มีความสัมพันธ์ที่มีทิศทางตรงกันข้าม (Negative Covariance)

งานวิจัยนี้ทำการทดสอบเงื่อนไขข้างต้น โดยคำนวณหาต้นทุนของการถือครอง (c) จากค่าความชันของการเปลี่ยนแปลงราคาฟิวเจอร์ เมื่อเทียบกับราคาปัจจุบัน (Futures term slope) และระยะเวลาก่อนครบกำหนด (TTM) ดังสมการข้างล่างนี้

$$c = \frac{\log f - \log s}{TTM} \quad (19)$$

โดย c คือ ต้นทุนการถือครอง (Cost of Carry)

f คือ ราคาของสัญญาฟิวเจอร์ และ

s คือ ราคาของสินทรัพย์อ้างอิง ซึ่งก็คือ SET50 Index และ GOLD

การเปลี่ยนแปลงของต้นทุนการถือครอง Δc สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\Delta c = c_t - c_{t-1} \quad (20)$$

การหาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนการถือครอง Δc และผลตอบแทนของ SET50 Index และผลตอบแทนของราคาทองคำ สามารถทำได้โดยใช้สมการถดถอยต่อไปนี้

$$\Delta c = \alpha_0 + \alpha_1 r_t^s + \varepsilon_t ; r_t^s = \text{LN}(F_t/F_{t-1}) \quad (21)$$

โดย r_t^s คือผลตอบแทนของ SET50 Index และราคาทองคำ (Gold spot price) ณ เวลา t (total return)

ทั้งนี้ตามทฤษฎีของ Bessembinder et al. (1996) ถ้าหาก Samuelson Hypothesis เป็นจริง แล้วค่าสัมประสิทธิ์ α_1 จะต้องมีค่าเป็นลบ



บทที่ 4

ผลการทดสอบ

ผลการวิจัยนี้แบ่งผลการทดสอบออกเป็น 5 วิธี ได้แก่ การทดสอบ Samuelson Hypothesis ด้วยวิธี Non-parametric Test, การวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอย (Regression analysis), การวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง GARCH, การวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง ARCH และส่วนสุดท้ายเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนการถือครองและผลตอบแทนของสินทรัพย์อ้างอิง ได้แก่ SET50 Index และราคาทองคำ โดยแต่ละการทดสอบจะแบ่งผลการวิจัยออกเป็น 2 ส่วน คือ ผลการวิจัยความผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index Futures และ Samuelson Hypothesis กับ ผลการวิจัยความผันผวนของผลตอบแทน Gold Futures และ Samuelson Hypothesis โดยจะกล่าวถึงผลการวิจัยของ SET50 Index Futures และ Samuelson Hypothesis เป็นลำดับแรก และผลการวิจัยของ Gold Futures และ Samuelson Hypothesis เป็นลำดับถัดไป

4.1 การทดสอบด้วย Jonckheere-Terpstra Test

งานวิจัยนี้นำ Jonckheere-Terpstra Test มาใช้เพื่อทำการทดสอบว่าค่ามัธยฐาน (Median) ของความผันผวนของผลตอบแทนสัญญาฟิวเจอร์ในแต่ละช่วงเวลาก่อนสัญญาครบกำหนดตามอนุกรมเวลา Nearby1-4 มีค่าเท่ากันหรือไม่ โดยมีสมมติฐานดังนี้

$$H_0 : \sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 = \sigma_4$$

$$H_1 : \sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3 \geq \sigma_4$$

โดยค่า $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \sigma_4$ คือ ค่ามัธยฐานของค่าความผันผวนตามอนุกรมเวลา Nearby1-4 ตามลำดับ ซึ่งสะท้อนถึงระยะเวลาตามวันซื้อขายก่อนครบกำหนดในแต่ละช่วงเวลา

Futures Return Volatility คือ ค่าความผันผวนของผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์ตามอนุกรมเวลา Nearby1-4 ส่วนค่า Log of Volatility คือค่า natural logarithm ของค่าความผันผวนตามอนุกรมเวลา Nearby1-4 ส่วนค่าสถิติ J ใช้ในการทดสอบว่าค่ามัธยฐาน (Median) ของค่าข้างต้นมีค่าเท่ากันหรือไม่ สำหรับทุกอนุกรมเวลา Nearby

ตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดสอบ Jonckheere-Terpstra Test ของ SET50 Index Futures และ Gold Futures ตามลำดับ โดยการวิเคราะห์ผลจากตาราง เปรียบเทียบระดับนัยสำคัญกับค่า p-value ซึ่งค่า p-value คือความน่าจะเป็นที่คำนวณได้จากเงื่อนไขของสมมติฐานหลัก (Null hypothesis) หากค่า p-value ที่คำนวณได้มีค่าน้อยอาจหมายความว่าสมมติฐานหลักเป็นเท็จ โดยถ้าหากระดับนัยสำคัญมีค่ามากกว่าค่า p-value เราสามารถปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) และได้ข้อสรุปตามสมมติฐานรอง (H_1) แต่ถ้าหากระดับนัยสำคัญมีค่าน้อยกว่าค่า p-value เราจะได้ข้อสรุปตามสมมติฐานหลัก (H_0) ซึ่งผลที่ได้จากตารางพบว่า เราสามารถปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) ที่ว่าค่าความผันผวนของผลตอบแทนสัญญาฟิวเจอร์เท่ากันในทุกช่วงเวลา ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 10% โดยมีข้อสรุปตามสมมติฐานรอง (H_1) ว่าความผันผวนของผลตอบแทนสัญญาฟิวเจอร์ในแต่ละช่วงเวลาก่อนครบอายุสัญญามีค่าไม่เท่ากัน โดยค่าความผันผวนจะเพิ่มขึ้นเมื่อช่วงเวลาก่อนครบกำหนดของสัญญาฟิวเจอร์ (Time to Maturity) ลดลง สอดคล้องกับ Samuelson Hypothesis

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบด้วย Jonckheer-Terpstra Test ของค่ามัธยฐาน (Median) ของความผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index Futures

Daily Volatility	J	p-value
		(Descending Ordered Alternative)
Daily Volatility (vol)	-16.551 *	0.0000
Logarithm of Daily Volatility (Ivol)	-16.550 *	0.0000

หมายเหตุ: *, **, *** หมายถึง มีนัยสำคัญที่ระดับ 10%, 5%, 1% ตามลำดับ

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดสอบด้วย Jonckheer-Terpstra Test ของค่ามัธยฐาน (Median) ของความผันผวนของผลตอบแทน Gold Futures

Daily Volatility	J	p-value
		(Descending Ordered Alternative)
Daily Volatility (vol)	-10.887*	0.0000
Logarithm of Daily Volatility (Ivol)	-10.882*	0.0000

หมายเหตุ: *, **, *** หมายถึง มีนัยสำคัญที่ระดับ 10%, 5%, 1% ตามลำดับ

4.2 การทดสอบ Unit root ด้วยวิธี Augmented Dickey Fuller Test (ADF)

ข้อมูลที่น่ามาใช้ในการวิเคราะห์เป็นข้อมูลที่เป็นอนุกรมเวลา ดังนั้นก่อนการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเราจำเป็นต้องทดสอบว่าข้อมูลอนุกรมเวลาความผันผวนของผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์ Nearby 1-4 มี Unit Root หรือไม่ โดยใช้วิธีการทดสอบ ADF Test 3 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 1 คือ ADF Test with drift and trend รูปแบบที่ 2 คือ ADF Test with drift but without trend และ รูปแบบที่ 3 คือ ADF Test without drift and trend

ตารางที่ 3 ถึง ตารางที่ 8 แสดงค่าสถิติ Z ว่ามีนัยสำคัญที่ระดับ 1% ทำให้เราสามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ว่าตัวแปรอนุกรมเวลามี Unit Root และสรุปผลตามสมมติฐานรองที่ว่า ตัวแปรดังกล่าวมีเสถียรภาพทางสถิติ (Stationary) จากการทดสอบ ADF Test ทั้ง 3 รูปแบบ ดังนั้นความผันผวนของผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์ตามอนุกรมเวลา Nearby 1-4 และอนุกรมเวลา Spot Volatility สามารถถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยได้

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดสอบด้วย Augmented Dickey Fuller (ADF) รูปแบบที่ 1 ของค่าความผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index Futures

ช่วงเวลาก่อนครบกำหนด (วัน)	0-70	52-129	120-191	181-246	Spot Volatility
Z-test	-17.974 ***	-20.291 ***	-19.162 ***	-20.089 ***	-36.663 ***
Observation (N)	2,495	2,495	2,415	2,046	

หมายเหตุ: *, **, *** หมายถึง มีนัยสำคัญที่ระดับ 10%, 5%, 1% ตามลำดับ
Spot Volatility หมายถึง ความผันผวนของผลตอบแทนของ SET50 Index

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดสอบด้วย Augmented Dickey Fuller (ADF) รูปแบบที่ 1 ของค่าความผันผวนของผลตอบแทน Gold Futures

ช่วงเวลาก่อนครบกำหนด (วัน)	0-42	38-84	79-124	Spot Volatility
Z-test	-21.162 ***	-20.585 ***	-23.215 ***	-20.112 ***
Observation (N)	1,967	1,967	1,873	

หมายเหตุ: *, **, *** หมายถึง มีนัยสำคัญที่ระดับ 10%, 5%, 1% ตามลำดับ
Spot Volatility หมายถึง ความผันผวนของผลตอบแทนของ SET50 Index

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดสอบด้วย Augmented Dickey Fuller (ADF) รูปแบบที่ 2 ของค่าความผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index Futures

ช่วงเวลาก่อนครบกำหนด (วัน)	0-70	52-129	120-191	181-246	Spot Volatility
Z-test	-17.712 ***	-20.107 ***	-19.076 ***	-20.047 ***	-36.531 ***
Observation (N)	2,495	2,495	2,415	2,046	

หมายเหตุ: *, **, *** หมายถึง มีนัยสำคัญที่ระดับ 10%, 5%, 1% ตามลำดับ

Spot Volatility หมายถึง ความผันผวนของผลตอบแทนของ SET50 Index

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการทดสอบด้วย Augmented Dickey Fuller (ADF) รูปแบบที่ 2 ของค่าความผันผวนของผลตอบแทน Gold Futures

ช่วงเวลาก่อนครบกำหนด (วัน)	0-42	38-84	79-124	Spot Volatility
Z-test	-21.165 ***	-20.583 ***	-23.173 ***	-20.118 ***
Observation (N)	1,967	1,967	1,873	

หมายเหตุ: *, **, *** หมายถึง มีนัยสำคัญที่ระดับ 10%, 5%, 1% ตามลำดับ

Spot Volatility หมายถึง ความผันผวนของผลตอบแทนของ SET50 Index

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการทดสอบด้วย Augmented Dickey Fuller Test (ADF) รูปแบบที่ 3 ของค่า
ความผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index Futures

ช่วงเวลาก่อนครบกำหนด (วัน)	0-70	52-129	120-191	181-246	Spot Volatility
Z-test	-17.712 ***	-20.107 ***	-19.076 ***	-20.047 ***	-36.531 ***
Observation (N)	2,495	2,495	2,415	2,046	

หมายเหตุ: *, **, *** หมายถึง มีนัยสำคัญที่ระดับ 10%, 5%, 1% ตามลำดับ

Spot Volatility หมายถึง ความผันผวนของผลตอบแทนของ SET50 Index

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการทดสอบด้วย Augmented Dickey Fuller Test (ADF) รูปแบบที่ 3 ของค่า
ความผันผวนของผลตอบแทน Gold Futures

ช่วงเวลาก่อนครบกำหนด (วัน)	0-42	38-84	79-124	Spot Volatility
Z-test	-21.165 ***	-20.583 ***	-23.173 ***	-20.118 ***
Observation (N)	1,967	1,967	1,873	

หมายเหตุ: *, **, *** หมายถึง มีนัยสำคัญที่ระดับ 10%, 5%, 1% ตามลำดับ

Spot Volatility หมายถึง ความผันผวนของผลตอบแทนของราคาทองคำ

4.3 การทดสอบด้วยสมการถดถอย (Regression)

ตารางที่ 4.9 แสดงผลการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอย ระหว่างความผันผวนของผลตอบแทนของสัญญา SET50 Index Futures (σ ; หน่วย: ร้อยละต่อวัน) กับระยะเวลาก่อนครบกำหนด (TTM; หน่วย: วัน) พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์ที่ได้มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1% เมื่อเราพิจารณาระยะเวลาตั้งแต่ 0 ถึงประมาณ 191 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด และระยะเวลาตั้งแต่ 0 ถึงประมาณ 246 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด ทั้งนี้ ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้มีเครื่องหมายเป็นลบ สอดคล้องกับ Samuelson Hypothesis ที่ว่า ค่าความผันผวนของผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเข้าใกล้วันครบกำหนด

ตารางที่ 4.10 แสดงผลการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอย ระหว่างค่าล็อก (natural logarithm) ของความผันผวนของผลตอบแทนสัญญา SET50 Index Futures ($\ln \sigma$; หน่วย: ร้อยละต่อวัน) กับระยะเวลาก่อนครบกำหนด (TTM; หน่วย: วัน) ค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์ที่ได้มี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1% ที่ระยะเวลาตั้งแต่ 0 จนถึงประมาณ 191 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด และระยะเวลาตั้งแต่ 0 จนถึงประมาณ 246 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด และมีเครื่องหมายเป็นลบ สอดคล้องกับ Samuelson Hypothesis ที่ว่า ค่าความผันผวนของผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเข้าใกล้วันครบกำหนด

ตารางที่ 4.11 แสดงผลการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอย ระหว่างความผันผวนของผลตอบแทนของ Gold Futures (σ ; หน่วย:ร้อยละต่อวัน) กับระยะเวลาก่อนครบกำหนด (TTM ; หน่วย:วัน) ค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์ที่ได้มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 10% ที่ระยะเวลาตั้งแต่ 0 จนถึงประมาณ 84 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด ทั้งนี้ ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้มีเครื่องหมายเป็นลบ สอดคล้องกับ Samuelson Hypothesis ที่ว่า ค่าความผันผวนของผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเข้าใกล้วันครบกำหนด

ตารางที่ 4.12 แสดงผลการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอย ระหว่างค่าล็อก (natural logarithm) ของความผันผวนของผลตอบแทนของ Gold Futures ($\ln\sigma$; หน่วย:ร้อยละต่อวัน) กับระยะเวลาก่อนครบกำหนด (TTM ; หน่วย:วัน) ค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์ที่ได้มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 10% ที่ระยะเวลาตั้งแต่ 0 จนถึงประมาณ 84 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด และมีเครื่องหมายเป็นลบ กล่าวคือ เราจะพบความสัมพันธ์ตามคำทำนายของ Samuelson Hypothesis

อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยข้างต้น เป็นเพียงการวิเคราะห์ขั้นต้นเท่านั้น เพราะเรายังไม่ได้ควบคุมผลของข้อมูลข่าวสาร (Information Flow) ตามทฤษฎีของ Anderson and Danthine (1983) ที่อาจมีผลต่อความผันผวนของผลตอบแทนสัญญาฟิวเจอร์ได้ ซึ่งเป็นอีกปัจจัยหนึ่งนอกจากระยะเวลาก่อนครบกำหนดตาม Samuelson Hypothesis

ทั้งนี้ การวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยลำดับถัดไป เราจะทำการควบคุมผลดังกล่าว ด้วยค่าความผันผวนของผลตอบแทนของสินทรัพย์พื้นฐาน ซึ่งก็คือผลตอบแทนของ SET50 Index และราคาทองคำนั่นเอง เราเรียกค่าความผันผวนนี้ว่า Spot Volatility

ตารางที่ 4.13 แสดงผลการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอย ระหว่างความผันผวนของผลตอบแทนของ SET50 Index Futures (σ ; หน่วย:ร้อยละต่อวัน) กับระยะเวลาก่อนครบกำหนด (TTM ; หน่วย:วัน) และความผันผวนของ SET50 Index (Spot Volatility) ผลที่ได้พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของระยะเวลาก่อนครบกำหนด (β) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1% ที่ระยะเวลาตั้งแต่ 0 จนถึงประมาณ 191 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด เครื่องหมายที่ได้เป็นเครื่องหมายลบ สอดคล้องกับ Samuelson Hypothesis ส่วนค่าความผันผวนของ SET50 Index (Spot Volatility) มีผลต่อความผันผวนของสัญญาฟิวเจอร์ในทุกช่วงเวลา โดยมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน สอดคล้องกับทฤษฎีของ Anderson and Danthine (1983)

ตารางที่ 4.14 แสดงผลการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอย ระหว่างค่าล็อก (natural logarithm) ของความผันผวนของผลตอบแทนสัญญาฟิวเจอร์ ($\ln \sigma$; หน่วย: ร้อยละต่อวัน) กับระยะเวลาครบกำหนด (TTM ; หน่วย: วัน) และความผันผวนของ SET50 Index (Spot Volatility) ผลที่ได้พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของระยะเวลาก่อนครบกำหนด (β) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1% ที่ระยะเวลาตั้งแต่ 0 จนถึงประมาณ 191 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด เครื่องหมายที่ได้เป็นเครื่องหมายลบ สอดคล้องกับ Samuelson ส่วนค่าความผันผวนของผลตอบแทนของ SET50 Index (Spot Volatility) ยังคงมีผลในทิศทางเดียวกันต่อความผันผวนของผลตอบแทนสัญญาฟิวเจอร์ อย่างมีนัยสำคัญในทุกช่วงเวลา เช่นเดิม

ตารางที่ 4.15 แสดงผลการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอย ระหว่างความผันผวนของผลตอบแทนของ Gold Futures (σ ; หน่วย: ร้อยละต่อวัน) กับระยะเวลาก่อนครบกำหนด (TTM ; หน่วย: วัน) และความผันผวนของผลตอบแทนราคาทองคำ (Spot Volatility) ผลที่ได้พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของระยะเวลาก่อนครบกำหนด (β) ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติในทุกช่วงเวลา กล่าวคือผลที่ได้ไม่สอดคล้องกับ Samuelson Hypothesis ส่วนค่าความผันผวนของผลตอบแทนของราคาทองคำ (Spot Volatility) มีผลต่อความผันผวนของสัญญาฟิวเจอร์ในทุกช่วงเวลา โดยมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน สอดคล้องกับทฤษฎีของ Anderson and Danthine (1983)

ตารางที่ 4.16 แสดงผลการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอย ระหว่างค่าล็อก (natural logarithm) ของความผันผวนของผลตอบแทนสัญญา Gold Futures ($\ln \sigma$; หน่วย: ร้อยละต่อวัน) กับระยะเวลาครบกำหนด (TTM ; หน่วย: วัน) และความผันผวนของผลตอบแทนของราคาทองคำ (Spot Volatility) ผลที่ได้พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของระยะเวลาก่อนครบกำหนด (β) ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติในทุกช่วงเวลา กล่าวคือผลที่ได้ ไม่สอดคล้องกับ Samuelson ส่วนค่าความผันผวนของผลตอบแทนของราคาทองคำ (Spot Volatility) ยังคงมีผลในทิศทางเดียวกันต่อความผันผวนของผลตอบแทนสัญญาฟิวเจอร์ อย่างมีนัยสำคัญในทุกช่วงเวลาเช่นเดิม

ทั้งนี้ พบว่า ค่า R-square มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเราควบคุมผลของข้อมูลข่าวสาร (Information Flow) ตามทฤษฎีของ Anderson and Danthine (1983) ที่อาจมีผลต่อการผันผวนของผลตอบแทนสัญญาฟิวเจอร์ได้ ซึ่งเป็นอีกปัจจัยหนึ่งนอกจากระยะเวลาก่อนครบกำหนดตาม Samuelson Hypothesis โดยค่า R-square ที่เพิ่มขึ้น หมายถึง แบบจำลองที่ได้สามารถนำมาใช้ในการอธิบายค่าความผันผวนของสัญญาฟิวเจอร์ได้ดียิ่งขึ้น

เราอาจสรุปได้ว่า การทดสอบด้วยสมการถดถอย (Regression) พบ Maturity Effect ตาม Samuelson Hypothesis สำหรับ SET50 Index Futures จะเกิดขึ้นในช่วงระยะเวลา 0 จนถึง 191 วันซื้อขาย ก่อนวันครบกำหนด และช่วงระยะเวลา 0 จนถึงประมาณ 246 วันซื้อขาย ก่อนวันครบ

กำหนด และเมื่อควบคุมผลความผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index ซึ่งเป็นสินค้าอ้างอิง (Spot Volatility) พบผลของ Maturity Effect เพียงช่วงระยะเวลาเดียวกันเท่านั้น คือ ระยะเวลา 0 จนถึงประมาณ 191 วันซื้อขาย ก่อนวันครบกำหนด โดยไม่พบผลของ Maturity Effect เมื่อเราพิจารณา ช่วงระยะเวลาที่สั้นกว่าหรือยาวกว่านั้น ผลที่ได้สนับสนุน Samuelson Hypothesis เพียงบางส่วน เท่านั้น (partial support) ว่าความผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index futures มีแนวโน้มจะ เพิ่มขึ้นเมื่อเข้าใกล้วันครบกำหนด

ในส่วนผลการศึกษาของ Gold Futures เราพบผลของ Maturity Effect ตาม Samuelson Hypothesis ที่ระยะเวลาตั้งแต่ 0 จนถึงประมาณ 84 วันซื้อขาย ก่อนวันครบกำหนด และเมื่อควบคุม ผลของความผันผวนของผลตอบแทนราคาทองคำ ซึ่งเป็นสินค้าอ้างอิง (Spot Volatility) เราไม่พบ ผลของ Maturity Effect ในทุกช่วงเวลา

ทั้งนี้ งานของ พัสกันทร พยัคติกุล,ศุภกันย์ ย่านาวารี,อรกุล คลสุธรรม และ ดร.ปิยภัทร ธาระวานิช (2011) NIDA Business Journal เรื่อง ความผันผวนของราคา SET50 Index Futures และ Samuelson Hypothesis ได้ทำการทดสอบด้วยสมการถดถอย (Regression) ระหว่างความผันผวน ของ SET50 Index Futures (σ ; หน่วย:ร้อยละต่อวัน) กับระยะเวลาก่อนครบกำหนด (TTM; หน่วย: วัน) ผลการศึกษาไม่พบ Maturity Effect ในทุกช่วงเวลา แต่เมื่อมีการเพิ่มตัวแปรความผันผวนของ ผลตอบแทน SET50 Index (Spot Volatility) เพื่อควบคุมผลของข้อมูลข่าวสารที่เข้ามาในตลาด ผล การศึกษาพบ Maturity Effect ตาม Samuelson Hypothesis เมื่อพิจารณาช่วงเวลาจาก 0 จนถึง ประมาณ 246 วันซื้อขาย ก่อนวันครบกำหนด

ตารางที่ 4.9 แสดงผลการทดสอบความผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index Futures และ Samuelson Hypothesis ด้วยสมการถดถอย $\sigma_t = \alpha + \beta.TTM_t + \varepsilon_t$

ช่วงเวลา ก่อนครบกำหนด (วัน)	จำนวนข้อมูล	ค่าสัมประสิทธิ์ (TTM)	F-statistics	R-square
0-70	2,495	0.00000070 (0.00000074)	0.87	0.0003
0-129	4,990	-0.00000003 (0.00000027)	0.01	0.0000
0-191	7,405	-0.00000045 *** (0.00000014)	9.66 ***	0.0013
0-246	9,451	-0.00000031 *** (0.00000011)	8.04 ***	0.0008

หมายเหตุ: *,**,*** หมายถึง มีนัยสำคัญที่ระดับ 10%, 5%, 1% ตามลำดับ
ค่าภายในวงเล็บคือค่า Standard Error of the estimated coefficient

ตารางที่ 4.10 แสดงผลการทดสอบความผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index Futures และ Samuelson Hypothesis ด้วยสมการถดถอย $\ln(\sigma_t) = \alpha + \beta.TTM_t + \varepsilon_t$

ช่วงเวลา ก่อนครบกำหนด (วัน)	จำนวนข้อมูล	ค่าสัมประสิทธิ์ (TTM)	F-statistics	R-square
0-70	2,495	0.00000103 (0.00000109)	0.89	0.0004
0-129	4,990	-0.00000005 (0.00000040)	0.01	0.0000
0-191	7,405	-0.00000066 *** (0.00000021)	9.73 ***	0.0013
0-246	9,451	-0.00000046 *** (0.00000016)	8.21 ***	0.0009

หมายเหตุ: *,**,*** หมายถึง มีนัยสำคัญที่ระดับ 10%, 5%, 1% ตามลำดับ
ค่าภายในวงเล็บคือค่า Standard Error of the estimated coefficient

ตารางที่ 4.11 แสดงผลการทดสอบความผันผวนของผลตอบแทน Gold Futures และ Samuelson

Hypothesis ด้วยสมการถดถอย $\sigma_t = \alpha + \beta.TTM_t + \varepsilon_t$

ช่วงเวลา ก่อนครบกำหนด (วัน)	จำนวนข้อมูล	ค่าสัมประสิทธิ์ (TTM)	F-statistics	R-square
0-42	1,967	-0.00000040 (0.00000025)	2.60	0.0013
0-84	3,934	-0.00000018 * (0.00000010)	3.03 *	0.0008
0-124	5,807	-0.00000002 (0.00000008)	0.13	0.0000

หมายเหตุ: *,**,*** หมายถึง มีนัยสำคัญที่ระดับ 10%, 5%, 1% ตามลำดับ

ค่าภายในวงเล็บคือค่า Standard Error of the estimated coefficient

ตารางที่ 4.12 แสดงผลการทดสอบด้วยสมการถดถอยความผันผวนของผลตอบแทน Gold Futures

และ Samuelson Hypothesis $\ln(\sigma_t) = \alpha + \beta.TTM_t + \varepsilon_t$

ช่วงเวลา ก่อนครบกำหนด (วัน)	จำนวนข้อมูล	ค่าสัมประสิทธิ์ (TTM)	F-statistics	R-square
0-42	1,967	-0.00000056 (0.00000036)	2.52	0.0013
0-84	3,934	-0.00000025 * (0.00000015)	2.73 *	0.0007
0-124	5,807	-0.00000003 (0.00000012)	0.09	0.0000

หมายเหตุ: *,**,*** หมายถึง มีนัยสำคัญที่ระดับ 10%, 5%, 1% ตามลำดับ

ค่าภายในวงเล็บคือค่า Standard Error of the estimated coefficient

ตารางที่ 4.13 แสดงผลการทดสอบความผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index Futures และ

Samuelson Hypothesis ด้วยสมการถดถอย $\sigma_t = \alpha + \beta.TTM_t + \gamma.Volspot_t + \varepsilon_t$

ช่วงเวลา ก่อนครบกำหนด (วัน)	จำนวนข้อมูล	ค่าสัมประสิทธิ์ (TTM)	ค่าสัมประสิทธิ์ (Spot Volatility)	F-statistics	R-square
0-70	2,495	0.00000029 (0.00000032)	1.2759 *** (0.0121)	5,610.12 ***	0.8183
0-129	4,990	-0.00000008 (0.00000017)	1.1861 *** (0.0135)	3,848.68 ***	0.6068
0-191	7,405	-0.00000049 *** (0.00000012)	0.8156 *** (0.0134)	1,868.56 ***	0.3355
0-246	9,451	-0.00000016 (0.00000010)	0.7142 *** (0.0150)	1,137.79 ***	0.1941

หมายเหตุ: *,**,*** หมายถึง มีนัยสำคัญที่ระดับ 10%, 5%, 1% ตามลำดับ

ค่าภายในวงเล็บคือค่า Standard Error of the estimated coefficient

ตารางที่ 4.14 แสดงผลการทดสอบความผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index Futures และ

Samuelson Hypothesis ด้วยสมการถดถอย $\ln(\sigma_t) = \alpha + \beta.TTM_t + \gamma.Volspot_t + \varepsilon_t$

ช่วงเวลา ก่อนครบกำหนด (วัน)	จำนวนข้อมูล	ค่าสัมประสิทธิ์ (TTM)	ค่าสัมประสิทธิ์ (Spot Volatility)	F-statistics	R-square
0-70	2,495	0.00000043 (0.00000046)	1.8683 *** (0.0177)	5,597.09 ***	0.8179
0-129	4,990	-0.00000012 (0.00000025)	1.7370 *** (0.0198)	3,861.35 ***	0.6076
0-191	7,405	-0.00000073 *** (0.00000017)	1.1945 *** (0.0196)	1,870.5 ***	0.3357
0-246	9,451	-0.00000024 (0.00000014)	1.0460 *** (0.0219)	1,144.55 ***	0.1950

หมายเหตุ: *,**,*** หมายถึง มีนัยสำคัญที่ระดับ 10%, 5%, 1% ตามลำดับ

ค่าภายในวงเล็บคือค่า Standard Error of the estimated coefficient

ตารางที่ 4.15 แสดงผลการทดสอบความผันผวนของผลตอบแทน Gold Futures และ Samuelson

$$\text{Hypothesis ด้วยสมการถดถอย } \sigma_t = \alpha + \beta.TTM_t + \gamma.Volspot_t + \varepsilon_t$$

ช่วงเวลา ก่อนครบกำหนด (วัน)	จำนวน ข้อมูล	ค่าสัมประสิทธิ์ (TTM)	ค่าสัมประสิทธิ์ (Spot Volatility)	F-statistics	R-square
0-42	1,967	-0.00000011 (0.00000021)	0.5089 *** (0.0178)	2.52 ***	0.2641
0-84	3,934	-0.00000011 (0.00000008)	0.5310 *** (0.0146)	2.73 ***	0.2532
0-124	5,807	-0.00000001 (0.00000008)	0.3863 *** (0.0192)	0.09 **	0.0749

หมายเหตุ: *,**,*** หมายถึง มีนัยสำคัญที่ระดับ 10%, 5%, 1% ตามลำดับ
ค่าภายในวงเล็บคือค่า Standard Error of the estimated coefficient

ตารางที่ 4.16 แสดงผลการทดสอบความผันผวนของผลตอบแทน Gold Futures และ Samuelson

$$\text{Hypothesis ด้วยสมการถดถอย } Ln(\sigma_t) = \alpha + \beta.TTM_t + \gamma.Volspot_t + \varepsilon_t$$

ช่วงเวลา ก่อนครบกำหนด (วัน)	จำนวนข้อมูล	ค่าสัมประสิทธิ์ (TTM)	ค่าสัมประสิทธิ์ (Spot Volatility)	F-statistics	R-square
0-42	1,967	-0.00000014 (0.00000031)	0.7469 *** (0.0278)	363.57 ***	0.2702
0-84	3,934	-0.00000015 (0.00000013)	0.7804 *** (0.0213)	674.93 ***	0.2556
0-124	5,807	-0.00000001 (0.00000011)	0.5679 *** (0.0261)	236.2 ***	0.0753

หมายเหตุ: *,**,*** หมายถึง มีนัยสำคัญที่ระดับ 10%, 5%, 1% ตามลำดับ
ค่าภายในวงเล็บคือค่า Standard Error of the estimated coefficient

4.4 การวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง GARCH

ในการประเมินค่าตามแบบจำลอง GARCH นั้น ขั้นตอนแรกมีความจำเป็นต้องหาค่าระยะเวลาย้อนหลังไปในอดีต (lag length) ในแบบจำลอง คือค่า n และ m เพื่อที่จะได้แบบจำลองที่เหมาะสมกับข้อมูล งานวิจัยนี้ใช้ค่า BIC (Bayesian Information Criterion) เป็นหลักในการเลือกระยะเวลาย้อนหลัง โดยเราพบว่าแบบจำลองที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ความผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index Futures และ Samuelson Hypothesis คือ GARCH(2,1) หมายถึงแบบจำลองที่มีค่าของเหตุการณ์ที่ไม่คาดการณ์ในอดีตย้อนหลัง 2 งวด ได้แก่ ε_{t-1}^2 และ ε_{t-2}^2 และมีค่า lag volatility ในอดีตย้อนหลัง 1 งวด ได้แก่ σ_{t-1}^2 แบบจำลองที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ความผันผวนของผลตอบแทน Gold Futures และ Samuelson Hypothesis คือ GARCH(2,2) หมายถึงแบบจำลองที่มีค่าของเหตุการณ์ที่ไม่คาดการณ์ในอดีตย้อนหลัง 2 งวด ได้แก่ ε_{t-1}^2 และ ε_{t-2}^2 และมีค่า lag volatility ในอดีตย้อนหลัง 2 งวด ได้แก่ σ_{t-1}^2 และ σ_{t-2}^2 เนื่องจากแบบจำลองนี้ให้ค่า BIC ต่ำที่สุด ดังนั้น เราจึงใช้แบบจำลองนี้เป็นหลักในการศึกษา

ตารางที่ 4.17 ค่า BIC ของสมการ GARCH สำหรับแต่ละ Lag Length (n,m) สำหรับการวิเคราะห์ความผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index Futures

GARCH	BIC
(1,1)	-50,769.43
(1,2)	-50,331.86
(2,1)	-50,885.00
(2,2)	-50,616.70

ตารางที่ 4.18 ค่า BIC ของสมการ GARCH สำหรับแต่ละ Lag Length (n,m) สำหรับการวิเคราะห์ความผันผวนของผลตอบแทน Gold Futures

GARCH	BIC
(1,1)	-36408.69
(1,2)	-36209.49
(2,1)	-36355.40
(2,2)	-36417.39

ตารางที่ 4.19 แสดงผลการประมาณค่าทางสถิติด้วยแบบจำลอง GARCH(2,1) ผลการศึกษาพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ (λ_1) ของระยะเวลาก่อนครบกำหนด (TTM ; หน่วย:วัน) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1% ที่ช่วงระยะเวลาตั้งแต่ 0 จนถึงประมาณ 70 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด หรือ อนุกรมเวลาของความผันผวนของผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์ Nearby1 แต่ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้มีค่าเป็นบวก ตรงข้ามกับ Samuelson Hypothesis ผลที่ได้แสดงว่า ค่าความผันผวนของผลตอบแทนสัญญาฟิวเจอร์จะมีค่าลดลง เมื่อเข้าใกล้วันครบกำหนด

ตารางที่ 4.20 แสดงผลการประมาณค่าทางสถิติด้วยแบบจำลอง GARCH(2,1) และเพิ่มตัวแปร Autoregressive Term เข้าไปในสมการผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์เพื่อให้สะท้อนถึงแนวโน้มที่ผลตอบแทนทางการเงินมักมีลักษณะเคลื่อนกลับเข้าไปสู่ค่าเฉลี่ย (Mean reverting) ผลการศึกษาพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ (λ_1) ของระยะเวลาก่อนครบกำหนด (TTM ; หน่วย:วัน) ยังคงมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1% ที่ช่วงระยะเวลาตั้งแต่ 0 จนถึงประมาณ 70 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด แต่ค่าสัมประสิทธิ์มีค่าเป็นบวก เหมือนกับแบบจำลองทางสถิติที่ไม่มี AR ที่กล่าวไว้ข้างต้น จึงไม่สอดคล้องกับ Samuelson Hypothesis ในขณะที่ค่า Autoregressive Term (μ_1) มีนัยสำคัญทางสถิติครอบคลุมระยะเวลาตั้งแต่ 0 จนถึงประมาณ 70 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด ระยะเวลา 0 จนถึงประมาณ 129 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด และ 0 จนถึงประมาณ 191 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด ซึ่งแสดงว่าผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์ในแต่ละวัน ขึ้นอยู่กับผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์ในวันก่อนหน้า

สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลอง GARCH (2,1) คือค่า (α_1) (α_1) และ (β_1) ล้วนมีนัยสำคัญทางสถิติทุกช่วงเวลาในทั้งสองแบบจำลองข้างต้น เป็นการยืนยันว่าการใช้แบบจำลอง GARCH ในการวิเคราะห์ผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์ก็มีลักษณะเหมือนกับผลตอบแทนทางการเงินทั่วไป กล่าวคือ ค่าความผันผวนของผลตอบแทนนั้นมักจะเกาะกลุ่มกัน (Volatility Clustering) และนักลงทุนสามารถทำนายค่าความผันผวนที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้โดยดูจากค่าความผันผวนในอดีตที่เพิ่งเกิดขึ้น นอกจากนี้ค่าความผันผวนที่จะเกิดขึ้นยังเป็นผลมาจากค่าของเหตุการณ์ที่ไม่คาดการณ์ในอดีตอีกด้วย (shock) ส่วนค่าความผันผวนของ SET50 Index (Spot Volatility) มีผลต่อความผันผวนของสัญญาฟิวเจอร์ในทุกช่วงเวลา โดยมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน สอดคล้องกับทฤษฎีของ Anderson and Danthine (1983) ในทั้งสองแบบจำลองทั้งที่มีและไม่มี Autoregressive Term

ตารางที่ 4.21 แสดงผลการประมาณค่าทางสถิติด้วยแบบจำลอง GARCH(2,2) ผลการศึกษาพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ (λ_1) ของระยะเวลาก่อนครบกำหนด (TTM ; หน่วย:วัน) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1% ที่ระยะเวลาตั้งแต่ 0 ถึงประมาณ 42 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด และ

ระยะเวลาตั้งแต่ 0 ถึงประมาณ 84 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด และค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้มีค่าเป็นลบ สอดคล้องกับ Samuelson Hypothesis

ตารางที่ 4.22 แสดงผลการประมาณค่าทางสถิติด้วยแบบจำลอง GARCH(2,2) และเพิ่มตัวแปร Autoregressive Term เข้าไปในสมการผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์เพื่อให้สะท้อนถึงแนวโน้มที่ผลตอบแทนทางการเงินมักมีลักษณะเคลื่อนกลับเข้าไปสู่ค่าเฉลี่ย (Mean reverting) ผลการศึกษาพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ (λ_1) ของระยะเวลาก่อนครบกำหนด (TTM ; หน่วย:วัน) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1% สำหรับระยะเวลา 0 ถึงประมาณ 84 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด และค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้มีค่าเป็นลบ สอดคล้องกับ Samuelson Hypothesis ในขณะที่ค่า Autoregressive Term (μ_1) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระยะเวลาตั้งแต่ 0 จนถึงประมาณ 42 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด เป็นอย่างน้อย ซึ่งแสดงว่าผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์ในแต่ละวัน ขึ้นอยู่กับผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์ในวันก่อนหน้า

สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลอง GARCH (2,2) คือค่า α_1 , α_2 และ β_1 ล้วนมีนัยสำคัญทางสถิติทุกช่วงเวลา ยกเว้น β_1 ที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติในทั้งสองแบบจำลองข้างต้น กล่าวคือ การใช้แบบจำลอง GARCH ในการวิเคราะห์ผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์ก็มีลักษณะเหมือนกับผลตอบแทนทางการเงินทั่วไป กล่าวคือ ค่าความผันผวนของผลตอบแทนนั้นมักจะเกาะกลุ่มกัน (Volatility Clustering) และนักลงทุนสามารถทำนายค่าความผันผวนที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้โดยดูจากค่าความผันผวนในอดีตที่เพิ่งเกิดขึ้น นอกจากนี้ค่าความผันผวนที่จะเกิดขึ้นยังเป็นผลมาจากค่าของเหตุการณ์ที่ไม่คาดการณ์ในอดีต (shock) อีกด้วย ส่วนค่าความผันผวนของผลตอบแทนของราคาทองคำ (Spot Volatility) มีผลต่อความผันผวนของสัญญาฟิวเจอร์ในระยะเวลาตั้งแต่ 0 จนถึงประมาณ 84 วันก่อนครบกำหนดเป็นอย่างน้อยในทั้งแบบจำลอง GARCH ที่มีและไม่มี AR โดยมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน สอดคล้องกับทฤษฎีของ Anderson and Danthine (1983)

ทั้งนี้งานของพัสเกนทร์ พยัคติกุล,ศุภกันย์ ย่านวารี,อรกุล ดลสุธรรม และ ดร.ปิยภัทร ธาระวานิช (2011) NIDA Business Journal เรื่อง ความผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index Futures และ Samuelson Hypothesis ได้ทำการทดสอบด้วยแบบจำลอง GARCH(1,1) ทั้งในกรณีที่มีและไม่มี Autoregressive Term พบ Maturity Effect ในทุกช่วงระยะเวลา สนับสนุน Samuelson Hypothesis

ตารางที่ 4.19 แสดงผลการทดสอบผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index Futures และ

Samuelson Hypothesis ด้วยแบบจำลอง GARCH(2,1) แบบไม่มี AR

$$R_t = \mu + \varepsilon_t$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_1 \cdot \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \cdot \varepsilon_{t-2}^2 + \beta_1 \cdot \sigma_{t-1}^2 + \exp(\lambda_0 + \lambda_1 TTM + \lambda_2 Volspot)$$

ช่วงเวลา ก่อนครบกำหนด (วัน)	0-70	0-129	0-191	0-246
Mean Equation				
Future Return (μ)	0.00078 *** (0.00025)	0.00081 *** (0.00018)	0.00092 *** (0.00015)	0.00097 (0.00013)
Variance Equation				
ARCH (α_1)	0.03043 * (0.01557)	0.03051 *** (0.01129)	0.03331 *** (0.01064)	0.03704 *** (0.00951)
ARCH (α_2)	0.09458 *** (0.01897)	0.11290 *** (0.01321)	0.27261 *** (0.01088)	0.22035 *** (0.00948)
GARCH (β_1)	0.85190 *** (0.01076)	0.84091 *** (0.00735)	0.74687 *** (0.00585)	0.77251 *** (0.00480)
TTM (λ_1)	0.01627 *** (0.00528)	0.00166 (0.00160)	0.00060 (0.00116)	0.00006 (0.00078)
Volspot (λ_2)	725.45851 *** (40.29932)	692.29052 *** (28.69071)	697.48132 *** (30.54841)	684.29991 *** (24.48592)
Constant (λ_0)	-505.16331 ***	-482.24301 ***	-485.57515 ***	-476.63351 ***
Observation (N)	2,495	4,990	7,405	9,451

หมายเหตุ: *, **, *** หมายถึง มีนัยสำคัญที่ระดับ 10%, 5%, 1% ตามลำดับ

ค่าภายในวงเล็บคือค่า Standard Error of the estimated coefficient

ตารางที่ 4.20 แสดงผลการทดสอบความผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index Futures และ Samuelson Hypothesis ด้วยแบบจำลอง GARCH(2,1) แบบมี AR

$$R_t = \mu_0 + \mu_1.R_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_1.\varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2.\varepsilon_{t-2}^2 + \beta_1.\sigma_{t-1}^2 + \exp(\lambda_0 + \lambda_1.TTM + \lambda_2.Volspot)$$

ช่วงเวลา ก่อนครบกำหนด (วัน)	0-70	0-129	0-191	0-246
Mean Equation				
Future Return (μ_0)	0.00078 *** (0.00025)	0.00081 *** (0.00018)	0.00092 *** (0.00015)	0.00097 *** (0.00013)
AR (μ_1)	-0.03380 (0.02044)	-0.02811 (0.01461)	0.02217 (0.00879)	0.01339 (0.00903)
Variance Equation				
ARCH (α_1)	0.03016 * (0.01567)	0.03002 *** (0.01133)	0.03483 *** (0.01083)	0.03736 *** (0.00955)
ARCH (α_2)	0.09335 *** (0.01906)	0.11182 *** (0.01321)	0.27197 *** (0.01201)	0.22055 *** (0.01027)
GARCH (β_1)	0.85403 *** (0.01071)	0.84279 *** (0.00732)	0.74528 *** (0.00596)	0.77168 *** (0.00509)
TTM (λ_1)	0.01699 *** (0.00538)	0.00168 (0.00161)	0.00053 (0.00115)	0.00004 (0.00077)
Volspot (λ_2)	725.8474 *** (39.96252)	690.7703 *** (28.10483)	697.4502 *** (30.99971)	684.5331 *** (24.69581)
Constant (λ_0)	-505.47621 ***	-481.23192 ***	-485.52993 ***	-476.78082 ***
Observation (N)	2,495	4,990	7,405	9,451
Wald chi2	2.73 *	3.70 *	6.36 **	2.20

หมายเหตุ: *, **, *** หมายถึง มีนัยสำคัญที่ระดับ 10%, 5%, 1% ตามลำดับ

ค่าภายในวงเล็บคือค่า Standard Error of the estimated coefficient

ตารางที่ 4.21 แสดงผลการทดสอบความผันผวนของผลตอบแทน Gold Futures และ Samuelson

Hypothesis ด้วยแบบจำลอง GARCH(2,2) แบบไม่มี AR

$$R_t = \mu + \varepsilon_t$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_1 \cdot \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \cdot \varepsilon_{t-2}^2 + \beta_1 \cdot \sigma_{t-1}^2 + \beta_2 \cdot \sigma_{t-2}^2 + \exp(\lambda_0 + \lambda_1 \cdot TTM + \lambda_2 \cdot Volspot)$$

ช่วงเวลา ก่อนครบกำหนด (วัน)	0-42	0-84	0-124
Mean Equation			
Future Return (μ)	0.00021 (0.00019)	0.00037 *** (0.00012)	0.00038 *** (0.0001)
Variance Equation			
ARCH (α_1)	0.05758 *** (0.01737)	0.25652 *** (0.01779)	0.25441 *** (0.01707)
ARCH (α_2)	0.11169 *** (0.01760)	0.53958 *** (0.01730)	0.78858 *** (0.01568)
GARCH (β_1)	0.26874 (0.20292)	-0.01379 (0.02494)	0.01436 (0.01489)
GARCH (β_2)	0.50766 *** (0.17613)	0.26949 *** (0.02482)	0.18791 *** (0.01444)
TTM (λ_1)	-0.02996 *** (0.00815)	-0.00550 *** (0.00131)	-0.00067 *** (0.00041)
Volspot (λ_2)	799.0904 (684.90125)	1,233.07 *** (282.45663)	1,085.04 *** (286.25286)
Constant (λ_0)	-533.94117	-847.41855 ***	-747.11170 ***
Observation (N)	1,967	3,934	5,807

หมายเหตุ: *, **, *** หมายถึง มีนัยสำคัญที่ระดับ 10%, 5%, 1% ตามลำดับ

ค่าภายในวงเล็บคือค่า Standard Error of the estimated coefficient

ตารางที่ 4.22 แสดงผลการทดสอบความผันผวนของผลตอบแทน Gold Futures และ Samuelson

Hypothesis ด้วยแบบจำลอง GARCH(2,2) แบบมี AR

$$R_t = \mu_0 + \mu_1.R_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_1.\varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2.\varepsilon_{t-2}^2 + \beta_1.\sigma_{t-1}^2 + \beta_2.\sigma_{t-2}^2 + \exp(\lambda_0 + \lambda_1.TTM + \lambda_2.Volspot)$$

ช่วงเวลา ก่อนครบกำหนด (วัน)	0-42	0-84	0-124
Mean Equation			
Future Return (μ_0)	0.00022 (0.00020)	0.00038 *** (0.00013)	0.00039 *** (0.00010)
AR (μ_1)	0.04304 * (0.02479)	0.06127 *** (0.02130)	0.06019 *** (0.01711)
Variance Equation			
ARCH (α_1)	0.05631 *** (0.01754)	0.23921 *** (0.01770)	0.24997 *** (0.01699)
ARCH (α_2)	0.11447 *** (0.01847)	0.54026 *** (0.01714)	0.78138 *** (0.01549)
GARCH (β_1)	0.29574 (0.20803)	-0.00180 (0.02670)	0.01753 (0.01562)
GARCH (β_2)	0.47950 *** (0.18013)	0.27318 *** (0.02464)	0.19163 *** (0.01453)
TTM (λ_1)	-0.02924 *** (0.00815)	-0.00537 *** (0.00133)	-0.00059 (0.00041)
Volspot (λ_2)	804.93291 (691.19986)	1,217.70623 *** (287.45667)	1,097.89811 *** (279.29932)
Constant (λ_0)	-557.92061	-837.03513 ***	-755.86943 ***
Observation (N)	1,967	3,934	5,807
Wald chi2	3.01 *	8.28 ***	12.38 ***

หมายเหตุ: *, **, *** หมายถึง มีนัยสำคัญที่ระดับ 10%, 5%, 1% ตามลำดับ

ค่าภายในวงเล็บคือค่า Standard Error of the estimated coefficient

4.5 การวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง ARCH

ในขั้นต้นเรามีความจำเป็นต้องหาค่าระยะเวลาย้อนหลังไปในอดีต (lag length) ในแบบจำลอง เพื่อที่จะได้แบบจำลองที่เหมาะสมกับข้อมูล โดยใช้ค่า BIC (Bayesian Information Criterion) เป็นหลักในการเลือกแบบจำลอง เราพบว่าแบบจำลองที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ความผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index Futures และ Samuelson Hypothesis คือ ARCH(2) หมายถึง แบบจำลองที่มีค่าของเหตุการณ์ที่ไม่ได้คาดการณ์ในอดีตย้อนหลัง 2 งวด ได้แก่ ε_{t-1}^2 และ ε_{t-2}^2 และแบบจำลองที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ความผันผวนของผลตอบแทน Gold Futures และ Samuelson Hypothesis คือ ARCH(4) หมายถึง แบบจำลองที่มีค่าของเหตุการณ์ที่ไม่ได้คาดการณ์ในอดีตย้อนหลัง 4 งวด ได้แก่ ε_{t-1}^2 , ε_{t-2}^2 , ε_{t-3}^2 และ ε_{t-4}^2 ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ให้ค่า BIC ที่ต่ำที่สุด ดังนั้น เราจึงใช้แบบจำลองนี้เป็นหลักในการศึกษา

ตารางที่ 4.23 ค่า BIC ของสมการ ARCH สำหรับแต่ละ Lag Length (n,m) ของ SET50 Index

Futures

ARCH	BIC
(1)	-49227.77
(2)	-48801.40
(3)	-49348.53
(4)	-49644.44
(6)	-48696.00
(7)	-49050.27

ตารางที่ 4.24 ค่า BIC ของสมการ ARCH สำหรับแต่ละ Lag Length (n,m) ของ Gold Futures

ARCH	BIC
(1)	-36208.34
(2)	-36220.70
(3)	-35884.30
(4)	-35901.50
(6)	-36007.24
(7)	36167.82

ตารางที่ 4.25 แสดงผลการประมาณค่าทางสถิติด้วยแบบจำลอง ARCH(4) ผลการศึกษาพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของระยะเวลาก่อนครบกำหนด (λ_1) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1% สำหรับทุกช่วงระยะเวลาก่อนครบอายุสัญญา แต่ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้มีค่าเป็นบวก ตรงข้ามกับ Samuelson Hypothesis ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ (α_1) (α_2) (α_3) และ (α_4) ล้วนมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1% และมีค่าสัมประสิทธิ์ที่มีค่าสูงกว่าค่าสัมประสิทธิ์ของระยะเวลาครบกำหนดของสัญญา (TTM ; หน่วย:วัน) จึงอาจกล่าวได้ว่า ความผันผวนที่จะเกิดขึ้นอยู่กับเหตุการณ์ที่ไม่ได้คาดการณ์ในอดีต (shock)

ตารางที่ 4.26 แสดงผลการประมาณค่าทางสถิติด้วยแบบจำลอง ARCH(4) แบบมี Autoregressive Term ผลการศึกษาพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของระยะเวลาก่อนครบกำหนด (λ_1) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1% สำหรับทุกช่วงระยะเวลาก่อนครบอายุสัญญา แต่ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้มีค่าเป็นบวก ตรงข้ามกับ Samuelson Hypothesis ส่วนผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์ในแต่ละวัน ขึ้นอยู่กับผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์ในวันก่อนหน้า และค่าความผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index (Spot Volatility) มีผลต่อความผันผวนของสัญญาฟิวเจอร์ในทุกช่วงเวลา โดยมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน สอดคล้องกับทฤษฎีของ Anderson and Danthine (1983) ในทั้งสองแบบจำลองทั้งที่มีและไม่มี Autoregressive Term

ตารางที่ 4.27 แสดงผลการประมาณค่าทางสถิติด้วยแบบจำลอง ARCH(2) ผลการศึกษาพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของระยะเวลาครบกำหนด (λ_1) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1% ในช่วงระยะเวลาตั้งแต่ 0 จนถึงประมาณ 84 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด และค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้มีค่าเป็นลบ ผลที่ได้สนับสนุน Samuelson Hypothesis

ตารางที่ 4.28 แสดงผลการประมาณค่าทางสถิติด้วยแบบจำลอง ARCH(2) แบบมี Autoregressive Term ผลการศึกษาพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของระยะเวลาครบกำหนด (λ_1) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1% สำหรับระยะเวลา 0 ถึงประมาณ 84 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด สอดคล้องกับ Samuelson Hypothesis ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ α_1 และ α_2 ล้วนมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1% สำหรับทุกช่วงเวลา จึงอาจกล่าวได้ว่า ความผันผวนของสัญญาฟิวเจอร์ขึ้นอยู่กับเหตุการณ์ที่ไม่ได้คาดการณ์ในอดีต (shock) ด้วย นอกจากนี้ ความผันผวนของผลตอบแทนของราคาทองคำ (Spot Volatility) มีผลต่อความผันผวนของสัญญาฟิวเจอร์ในทุกช่วงเวลาในแบบจำลอง ARCH ทั้งที่มีและไม่มี AR โดยมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน สอดคล้องกับทฤษฎีของ Anderson and Danthine (1983) ในทั้งสองแบบจำลองทั้งที่มีและไม่มี Autoregressive Term

ตารางที่ 4.25 แสดงผลการทดสอบความผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index Futures และ

Samuelson Hypothesis ด้วยแบบจำลอง ARCH(4) แบบไม่มี AR

$$R_t = \mu + \varepsilon_t$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_1 \cdot \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \cdot \varepsilon_{t-2}^2 + \alpha_3 \cdot \varepsilon_{t-3}^2 + \alpha_4 \cdot \varepsilon_{t-4}^2 + \exp(\lambda_0 + \lambda_1 \cdot TTM + \lambda_2 \cdot Volspot)$$

ช่วงเวลา ก่อนครบกำหนด (วัน)	0-70	0-129	0-191	0-246
Mean Equation				
Future Return (μ)	0.00072 ** (0.00028)	0.00087 *** (0.00020)	0.00099 *** (0.00015)	0.00106 *** (0.00014)
Variance Equation				
ARCH (α_1)	0.08248 *** (0.01778)	0.18128 *** (0.01589)	0.17728 *** (0.01251)	0.18976 *** (0.01075)
ARCH (α_2)	0.19191 *** (0.02537)	0.38226 *** (0.02341)	0.35646 *** (0.01556)	0.33846 *** (0.01304)
ARCH (α_3)	0.11444 *** (0.02208)	0.22210 *** (0.02043)	0.52430 *** (0.01781)	0.24981 *** (0.01512)
ARCH (α_4)	0.11424 *** (0.01907)	0.24330 *** (0.02069)	0.52430 *** (0.00921)	0.43252 *** (0.00722)
TTM (λ_1)	0.01027 *** (0.00155)	0.00546 *** (0.00075)	0.00170 *** (0.00042)	0.00135 *** (0.00028)
Volspot (λ_2)	1,090.23712 *** (93.90990)	731.83722 *** (90.74344)	634.06878 *** (67.56153)	619.81243 *** (63.97191)
Constant (λ_0)	-749.63143 ***	-506.63117 ***	-440.31566 ***	-430.56431 ***
Observation (N)	2,495	4,990	7,405	9,451

หมายเหตุ: *, **, *** หมายถึง มีนัยสำคัญที่ระดับ 10%, 5%, 1% ตามลำดับ

ค่าภายในวงเล็บคือค่า Standard Error of the estimated coefficient

ตารางที่ 4.26 แสดงผลการทดสอบความผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index Futures และ Samuelson Hypothesis ด้วยแบบจำลอง ARCH(4) แบบมี AR

$$R_t = \mu_0 + \mu_1 R_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \varepsilon_{t-2}^2 + \alpha_3 \varepsilon_{t-3}^2 + \alpha_4 \varepsilon_{t-4}^2 + \exp(\lambda_0 + \lambda_1 TTM + \lambda_2 Volspot)$$

ช่วงเวลา ก่อนครบกำหนด (วัน)	0-70	0-129	0-191	0-246
Mean Equation				
Future Return (μ_0)	0.00072 *** (0.00027)	0.00088 *** (0.00019)	0.00099 *** (0.00014)	0.00106 *** (0.00013)
AR (μ_1)	-0.03244 (0.02037)	-0.04353 *** (0.01589)	-0.06485 ** (0.00927)	-0.05928 *** (0.00865)
Variance Equation				
ARCH (α_1)	0.08212 *** (0.01767)	0.17458 *** (0.01629)	0.15844 *** (0.01280)	0.17449 *** (0.01108)
ARCH (α_2)	0.19282 *** (0.02544)	0.38412 *** (0.02331)	0.36037 *** (0.01580)	0.34158 *** (0.01327)
ARCH (α_3)	0.11290 *** (0.02191)	0.21716 *** (0.02029)	0.23781 *** (0.01733)	0.23594 *** (0.01475)
ARCH (α_4)	0.11801 *** (0.01992)	0.26467 *** (0.02189)	0.57958 *** (0.00961)	0.47851 *** (0.00768)
TTM (λ_1)	0.01032 *** (0.00156)	0.00547 *** (0.00076)	0.00168 *** (0.00044)	0.00138 *** (0.00030)
Volspot (λ_2)	1,091.76632 *** (93.10575)	730.88441 *** (89.14442)	634.88111 *** (64.51665)	620.86876 *** (61.84671)
Constant (λ_0)	-750.67402 ***	-505.99914 ***	-440.88803 ***	-431.30372 ***
Wald chi2	2.54	7.51 ***	48.97 ***	46.95 ***
Observation (N)	2,495	4,990	7,405	9,451

หมายเหตุ: *, **, *** หมายถึง มีนัยสำคัญที่ระดับ 10%, 5%, 1% ตามลำดับ

ค่าภายในวงเล็บคือค่า Standard Error of the estimated coefficient

ตารางที่ 4.27 แสดงผลการทดสอบความผันผวนของผลตอบแทน Gold Futures และ Samuelson Hypothesis ด้วยแบบจำลอง ARCH(2) แบบไม่มี AR

$$R_t = \mu + \varepsilon_t$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_1 \cdot \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \cdot \varepsilon_{t-2}^2 + \exp(\lambda_0 + \lambda_1 \cdot TTM + \lambda_2 \cdot Volspot)$$

ช่วงเวลา ก่อนครบกำหนด (วัน)	0-42	0-84	0-124
Mean Equation			
Future Return (μ)	0.00039 * (0.00020)	0.00048 *** (0.00013)	0.00048 *** (0.00010)
Variance Equation			
ARCH (α_1)	0.09073 *** (0.02104)	0.38951 *** (0.02025)	0.46524 *** (0.01662)
ARCH (α_2)	0.12885 *** (0.01862)	0.56809 *** (0.01989)	0.75167 *** (0.01655)
TTM (λ_1)	-0.00003 (0.00184)	-0.00475 *** (0.00100)	-0.00021 (0.00028)
Volspot (λ_2)	6,019.51124 *** (242.89103)	2,593.57227 *** (206.10174)	1,484.03523 *** (209.80228)
Constant (λ_0)	-4096.17227 ***	-1770.39739 ***	-1017.42455 ***
Observation (N)	1,967	3,934	5,807

หมายเหตุ: *, **, *** หมายถึง มีนัยสำคัญที่ระดับ 10%, 5%, 1% ตามลำดับ
ค่าภายในวงเล็บคือค่า Standard Error of the estimated coefficient

ตารางที่ 4.28 แสดงผลการทดสอบความผันผวนของผลตอบแทน Gold Futures และ Samuelson Hypothesis ด้วยแบบจำลอง ARCH(2) แบบมี AR

$$R_t = \mu_0 + \mu_1.R_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_1.\varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2.\varepsilon_{t-2}^2 + \exp(\lambda_0 + \lambda_1.TTM + \lambda_2.Volspot)$$

ช่วงเวลา ก่อนครบกำหนด (วัน)	0-42	0-84	0-124
Mean Equation			
Future Return (μ_0)	0.00039 * (0.00022)	0.00048 *** (0.00013)	0.00048 *** (0.00010)
AR (μ_1)	0.06170 (0.02694)	0.02649 (0.02013)	0.02248 (0.01550)
Variance Equation			
ARCH (α_1)	0.07629 *** (0.02078)	0.38175 *** (0.02003)	0.45667 *** (0.01660)
ARCH (α_2)	0.12921 *** (0.01854)	0.56930 *** (0.01966)	0.75584 *** (0.01641)
TTM (λ_1)	0.00044 (0.00188)	-0.00470 *** (0.00100)	-0.00021 (0.00027)
Volspot (λ_2)	6,201.97153 *** (242.66125)	2,646.49224 *** (205.80875)	1,514.30122 *** (206.69421)
Constant (λ_0)	-4,220.04552 ***	-1,806.31912 ***	-1,037.97422 ***
Observation (N)	1,967	3,934	5,807
Wald chi2	5.25 **	1.73	0.1

หมายเหตุ: *, **, *** หมายถึง มีนัยสำคัญที่ระดับ 10%, 5%, 1% ตามลำดับ

ค่าภายในวงเล็บคือค่า Standard Error of the estimated coefficient

4.6 การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนการถือครอง (Cost of Carry) และผลตอบแทนของ SET50 Index และ ผลตอบแทนของราคาทองคำ

ตารางที่ 4.29 และตารางที่ 4.30 แสดงผลการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอย ระหว่างการเปลี่ยนแปลงต้นทุนการถือครองสินค้าพื้นฐานของสัญญาฟิวเจอร์ (cost of carry) และผลตอบแทนของสินค้าพื้นฐาน ซึ่งก็คือ ผลตอบแทนของ SET50 Index ผลการศึกษาพบความสัมพันธ์ที่ผกผันกัน (negative relationship) เนื่องจาก เครื่องหมายของค่าสัมประสิทธิ์ของผลดังกล่าว (α_1) เป็นลบ ซึ่งสะท้อนถึง Maturity Effect สอดคล้องกับ Samuelson Hypothesis ตามเงื่อนไขทางทฤษฎีของ Bessembinder et al. (1996) โดยจากการศึกษา SET50 Index Futures พบผลที่สนับสนุน Samuelson Hypothesis เมื่อทำการทดสอบด้วยวิธี Non-parametric Test และแบบจำลองสมการถดถอย (Regression) ในขณะที่การศึกษา Gold Futures พบผลที่สนับสนุน Samuelson Hypothesis ไม่ว่าจะทำการทดสอบด้วยวิธีใดก็ตาม

ทั้งนี้งานของ พัสเกนทร์ พยัคติกุล,ศุภคັນย์ ย่านวารี,อรกุล ดลสุธรรม และ ดร.ปิยภัทร ธาระวานิช (2011) NIDA Business Journal เรื่อง ความผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index Futures และ Samuelson Hypothesis ได้ทำการทดสอบเช่นเดียวกัน ผลการศึกษาพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ดังกล่าวมีค่าเป็นลบ แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงไม่พบผลที่สอดคล้องกับ Samuelson Hypothesis

ตารางที่ 4.29 แสดงผลการทดสอบ Cost of Carry กับผลตอบแทนของ SET50 Index ด้วยสมการ

$$\text{ถดถอย } \Delta c_t = \alpha_0 + \alpha_1 r_t^s + \varepsilon_t \text{ โดยที่ } c = \frac{\log f - \log s}{TTM}$$

$\Delta c_{j,t}$	ค่าสัมประสิทธิ์	F-Statistics	R-squared
ผลตอบแทน SET50 Index (r_s)	-8.6337** (3.9301)	4.83**	0.0005
Observation (N)	9365		

หมายเหตุ: *, **, *** หมายถึง มีนัยสำคัญที่ระดับ 10%, 5%, 1% ตามลำดับ

ค่าภายในวงเล็บคือค่า Standard Error of the estimated coefficient

ตารางที่ 4.30 แสดงผลการทดสอบ Cost of Carry กับผลตอบแทนราคาทองคำ (Gold spot price)

$$\text{ด้วยสมการถดถอย } \Delta c_t = \alpha_0 + \alpha_1 r_t^s + \varepsilon_t \text{ โดยที่ } c = \frac{\log f - \log s}{TTM}$$

$\Delta c_{j,t}$	ค่าสัมประสิทธิ์	F-Statistics	R-squared
ผลตอบแทนราคาทองคำ (r_s)	-10.8385*** (3.1891)	11.55***	0.0020
Observation (N)	5705		

หมายเหตุ: *, **, *** หมายถึง มีนัยสำคัญที่ระดับ 10%, 5%, 1% ตามลำดับ

ค่าภายในวงเล็บคือค่า Standard Error of the estimated coefficient

บทที่ 5

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

Samuelson (1965) เสนอทฤษฎีทำนายว่า ความผันผวนของผลตอบแทนสัญญาฟิวเจอร์ ควรจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อสัญญาเข้าใกล้วันครบกำหนด คำทำนายนี้ถูกเรียกต่อมาว่า Samuelson Hypothesis และผลของระยะเวลาครบกำหนดของสัญญาฟิวเจอร์ (Time to maturity) ที่มีต่อความผันผวนของผลตอบแทนสัญญาฟิวเจอร์ถูกเรียกต่อมาว่า Maturity Effect ขณะที่ Anderson and Danthine (1983) กล่าวเพิ่มเติมว่ารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างความผันผวนของผลตอบแทนสัญญาฟิวเจอร์กับระยะเวลาครบกำหนดของสัญญา จะเป็นรูปแบบใดนั้น ส่วนหนึ่งยังขึ้นอยู่กับ การเข้ามาของข้อมูลข่าวสารในตลาด (Information Flow) ถ้าข้อมูลข่าวสารเข้ามามากเมื่อใกล้วันครบกำหนดของสัญญา ความผันผวนของสัญญาก็จะเพิ่มมากขึ้น ต่อมา Bessembinder et al. (1996) พิสูจน์ทางทฤษฎีว่า Samuelson Hypothesis จะเป็นจริงหรือไม่นั้น ไม่ได้ขึ้นอยู่กับ การเข้ามาของข้อมูลข่าวสารในตลาดเพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ร่วมของความผันผวนที่ตรงข้ามกัน (Negative Covariance) ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของราคาสินค้าพื้นฐาน (Spot price) และการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนการถือครองของสินค้าอ้างอิงในสัญญาฟิวเจอร์ (Cost of Carry) ที่ต้องลดลง (ติดลบมากขึ้น) เมื่อจำนวนวันก่อนครบกำหนดเพิ่มมากขึ้น

งานวิจัยนี้ใช้วิธีคำนวณค่าความผันผวนของผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์จากข้อมูล ราคาปิด ราคาเปิด ราคาสูงสุดและราคาต่ำสุดระหว่างวัน ค่าความผันผวนของสัญญาฟิวเจอร์ที่ได้จะ มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้นต่างจากการคำนวณค่าความผันผวนโดยปกติที่ใช้เฉพาะราคาปิดเท่านั้น นอกจากนี้ได้ทำการศึกษาต่อด้วยวิธีการทดสอบตามแบบจำลอง ARCH เพื่อแก้ไขปัญหาระยะเวลา คงเหลือก่อนครบกำหนดอายุสัญญา (TTM) ถูกสะท้อนอยู่ในค่าความผันผวนของผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์ในทุกช่วงเวลาจนกระทั่งครบอายุสัญญาผ่านตัวแปร lag volatility (σ_{t-j}^2) โดยเมื่อทดสอบตามแบบจำลอง ARCH กลับไม่พบความสัมพันธ์ตามคำทำนายของ Samuelson Hypothesis สำหรับการทดสอบกับ SET50 Index Futures แต่พบความสัมพันธ์ดังกล่าวเมื่อทดสอบกับ Gold Futures

งานวิจัยนี้ พบ Maturity effect ตาม Samuelson Hypothesis สำหรับ SET50 Index Futures เมื่อทดสอบด้วยวิธี Non-Parametric Test และแบบจำลองสมการถดถอย (Regression) โดย

จะชัดเจนเฉพาะเมื่อพิจารณาจากระยะเวลาก่อนครบกำหนดที่ยาวนาน กล่าวคือ ประมาณหกเดือน ก่อนครบกำหนดหรือมากกว่านั้น แต่ถ้าพิจารณาช่วงระยะเวลาที่สั้น (ประมาณน้อยกว่าหกเดือน ก่อนครบกำหนด) โดยเฉพาะระยะเวลาใกล้ครบกำหนด ผลการศึกษาไม่พบ Maturity Effect สาเหตุที่เป็นเช่นนี้น่าจะเนื่องมาจาก ระยะเวลาไม่ยาวนานพอ การเปลี่ยนแปลงในราคาสินค้าพื้นฐาน (SET50 Index) จึงยังไม่ค่อยมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงในต้นทุนการถือครอง (cost of carry) แต่เมื่อพิจารณาระยะเวลาก่อนครบกำหนดที่ยาวนานพอ ผลของความสัมพันธ์เชิงผกผันระหว่างการเปลี่ยนแปลงของราคาสินค้าพื้นฐาน (SET50 Index) กับต้นทุนในการถือครอง (cost of carry) ทำให้เราพบ Maturity Effect สอดคล้องกับ Samuelson Hypothesis ตามเงื่อนไขทางทฤษฎีของ Bessembinder et al. (1996) ในส่วนของการทดสอบกับความผันผวนของผลตอบแทน Gold Futures พบ Maturity Effect ไม่ว่าจะทำการทดสอบด้วยวิธีใดก็ตาม จึงสามารถกล่าวได้ว่า เราจะพบความสัมพันธ์ตาม Samuelson Hypothesis สำหรับการทดสอบกับสินค้าโภคภัณฑ์ (Commodity products) มากกว่า สินค้าทางการเงิน ตาม Bessembinder et al. (1996)

เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ พัสกันตร์ พยัคติกุล,ศุภกันย์ ย่านวารี,อรกุล ดลสุธรรม และ ดร.ปิยภัทร ธาระวานิช (2011) NIDA Business Journal เรื่อง ความผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index Futures และ Samuelson Hypothesis ได้ทำการทดสอบด้วยสมการถดถอย (Regression) ผลการศึกษาไม่พบ Maturity Effect ในทุกช่วงเวลา แต่เมื่อมีการเพิ่มตัวแปรความผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index (Spot Volatility) เพื่อควบคุมผลของข้อมูลข่าวสารที่เข้ามาในตลาด ผลการศึกษาพบ Maturity Effect ตาม Samuelson Hypothesis เมื่อพิจารณาช่วงระยะเวลาครบกำหนดที่ยาวนาน ส่วนผลการทดสอบตามแบบจำลอง GARCH พบ Maturity Effect ในทุกช่วงเวลา สอดคล้องกับ Samuelson Hypothesis

งานวิจัยนี้ศึกษาเรื่องความผันผวนของผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์ กับ ระยะเวลาครบกำหนดของสัญญาฟิวเจอร์ตาม Samuelson Hypothesis มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักลงทุนสามารถวางแผนและเลือกใช้ชุดของสัญญาฟิวเจอร์ (futures series) ในการบริหารความเสี่ยงได้อย่างเหมาะสม โดยจากผลการศึกษาพบว่าสัญญาฟิวเจอร์ที่ระยะเวลาครบกำหนดน้อยลง จะมีความผันผวนของผลตอบแทนมากขึ้นตาม Samuelson Hypothesis แต่ก็มีข้อดี คือ มีสภาพคล่องในการซื้อขายสูง ในขณะที่สัญญาฟิวเจอร์ที่มีระยะเวลาครบกำหนดยาวนานออกไป ความผันผวนของผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์จะมีแนวโน้มลดลง แต่อย่างไรก็ตาม สภาพคล่องในการซื้อขายจะต่ำ ดังนั้น นักลงทุนควรเลือกลงทุนในสัญญาฟิวเจอร์ด้วยความระมัดระวัง เปรียบเทียบระหว่างข้อดีและข้อเสีย เพื่อที่จะสามารถเลือกใช้สัญญาฟิวเจอร์ในการบริหารความเสี่ยงได้อย่างเหมาะสม

ข้อจำกัดบางประการสำหรับงานวิจัยนี้ คือ ใช้ข้อมูลผลตอบแทนรายวันซ้ำกันในการคำนวณความผันผวนของผลตอบแทนจาก Dennis and Qiang (2000) ด้วยวิธี Drift Independent Volatility Estimation Based on High Low Open Close Prices ตัวอย่างเช่น ใช้ข้อมูลผลตอบแทนวันที่ 1 และ 2 ในการหาค่าเฉลี่ยของผลตอบแทนสำหรับวันที่ 2 ใช้ข้อมูลผลตอบแทนวันที่ 2 และ 3 ในการหาค่าเฉลี่ยผลตอบแทนสำหรับวันที่ 3 และใช้ข้อมูลผลตอบแทนวันที่ 3 และ 4 ในการหาค่าเฉลี่ยผลตอบแทนสำหรับวันที่ 4 จึงมีผลทำให้ความผันผวนรายวันที่ได้ไม่เป็นอิสระต่อกันเนื่องจากใช้ข้อมูลซ้ำกัน จึงอาจทำให้ผลที่ได้จากการศึกษามีความคลาดเคลื่อนได้ หากมีผู้สนใจและต้องการศึกษาต่อควรใช้ข้อมูลผลตอบแทนรายวัน ไม่ซ้ำกันเพื่อให้ความผันผวนที่คำนวณได้เป็นอิสระต่อกัน

สำหรับข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป ผู้วิจัยเห็นว่าข้อมูลราคาของสินค้าทางการเงินและสินค้าโภคภัณฑ์อื่นๆ เช่น Sector Index Futures , Currency Futures, Energy Futures, Interest rate Futures และ Agriculture Futures เป็นต้น อาจมีความพร้อมของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษามากเพียงพอแล้ว เช่น มีสภาพคล่องในการซื้อขาย และมีข้อมูลในอดีตที่ใช้ในการศึกษาเป็นระยะเวลาที่ยาวนานขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้นักลงทุนสามารถบริหารความเสี่ยงได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการเลือกลงทุนในสินค้าในตลาดซื้อขายล่วงหน้าที่มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

- Allen, D. E., & Cruickshank, S. N. (2002). *Empirical Testing of the Samuelson Hypothesis : An Application to Futures Markets in Australia, Singapore and the UK.*, School of Finance and Business Economics Edith Cowan University, Joondalup Campus, Joondalup, Western Australia 6027.
- Anderson, R. W., & Danthine, J.-P. (1983). The Time Pattern of Hedging and the Volatility of Futures Prices. *The Review of Economic Studies*, 50(2), 1983.
- Bessembinder, H., Coughenour, J. F., Seguin, P. J., & Smoller, M. M. (1996). Is There a Term Structure of Futures Volatilities? Reevaluating the Samuelson Hypothesis. *Derivatives*, 4(2), 45-58.
- Chen, Y.-J., Duan, J.-C., & Hung, M.-W. (1999). Volatility and Maturity Effects in the Nikkei Index Futures. *The Journal of Futures Markets*, 19(8), 895–909.
- Dennis, Y., & Qiang, Z. (2000). Drift-Independent Volatility Estimation Based on High, Low, Open, and Close Prices. *Journal of Business*, 73(3), 477-488.
- Duong, H. N., & Kalev, P. S. (2008). The Samuelson hypothesis in futures markets: An analysis using intraday data. *Journal of Banking & Finance* 32, 489–500. doi:10.1016/j.jbankfin.2007.06.01
- Floros, C., & Vougas, D. V. (2006). Samuelson's Hypothesis in Greek Stock Index Futures Market. *Investment Management and Financial Innovations*, 3(2), 154-170.
- Garman, M. B., & Klass, M. J. (1980). On the Estimation of Security Price Volatilities from Historical Data. *The Journal of Business*, 53(1), 67-78.
- Rogers, L. C. G., Satchell, S., & Yoon. (1994). Estimating the Volatility of Stock Prices: A Comparison of Methods That Use High and Low Prices. *Chapman & Hall*, 4, 241-247. doi:10.1080/758526905
- Rogers, L. C. G., & Satchell, S. E. (1991). Estimating Variance From High, Low and Closing Prices. *The Annals of Applied Probability*, 1(4), 504-512.

Samuelson, P. (1965). Proof That Properly Anticipated Prices Fluctuate Randomly. *Industrial Management Review*, 6(2), 41-49.

พัสเกนทร์ พยัคติบูล,ศุภกัณย์ ย่านวารี,อรกุล คลสุธรรม และ ดร.ปิยภัทร ธาระวานิช (2011). ความผันผวนของผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์ส Set 50 Index และSamuelson Hypothesis. *NIDA BUSINESS JOURNAL*, 67-71.

วรรดี จงอัญญากุล (2014) ปัจจัยที่กำหนดความผันผวนของราคาทองคำล่วงหน้า:กรณีศึกษาตลาดสัญญาซื้อขายล่วงหน้าในประเทศไทย. *วารสารเศรษฐศาสตร์ประยุกต์*, 21(1), 59-78



ภาคผนวก

ตารางที่ A-1 แสดงค่าทางสถิติเบื้องต้น (descriptive statistics) ของผลตอบแทนสัญญาฟิวเจอร์ใน
แต่ละช่วงเวลา และผลตอบแทนของ SET50 Index

ช่วงเวลา(วัน)	จำนวนข้อมูล	Mean	SD	Min	Max
0-70	2,495	0.0002316	0.0170506	-0.1437585	0.1139662
52-129	2,495	-0.0000011	0.0206019	-0.5780187	0.1139662
120-191	2,415	-0.0002564	0.0231569	-0.5706175	0.1139662
181-246	2,046	0.000326	0.0180102	-0.1437585	0.1139662
Spot Return	2,495	-0.0002316	0.0157594	-0.1228927	0.1276621

ตารางที่ A-2 แสดงค่าทางสถิติเบื้องต้น (descriptive statistics) ของความผันผวนของผลตอบแทน
สัญญาฟิวเจอร์ในแต่ละช่วงเวลา และความผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index
(Spot Volatility)

ช่วงเวลา(วัน)	จำนวนข้อมูล	Mean	SD	Min	Max
0-70	2,495	0.6791225	0.0006585	0.6788442	0.693722
52-129	2,495	0.679118	0.0007593	0.6788495	0.695138
120-191	2,415	0.6790642	0.0006016	0.6788442	0.6906034
181-246	2,046	0.6790762	0.0009304	0.6788442	0.7056311
Spot Volatility	2,495	0.6790485	0.0004668	0.6788447	0.688193

**ตารางที่ A-3 แสดงค่าทางสถิติเบื้องต้น (descriptive statistics) ของผลตอบแทนสัญญาฟิวเจอร์ใน
แต่ละช่วงเวลา และผลตอบแทนของราคาทองคำ**

ช่วงเวลา(วัน)	จำนวนข้อมูล	Mean	SD	Min	Max
0-42	1,967	0.0001689	0.0097395	-0.11912	0.04515
38-84	1,967	-0.000000254	0.0123278	-0.33503	0.04515
79-124	1,873	-0.0000341	0.012606	-0.33503	0.06138
Spot Return	1,967	0.0001745	0.0085969	-0.119844	0.080257

**ตารางที่ A-4 แสดงค่าทางสถิติเบื้องต้น (descriptive statistics) ของความผันผวนของผลตอบแทน
สัญญาฟิวเจอร์ในแต่ละช่วงเวลา และความผันผวนของผลตอบแทนของราคาทองคำ
(Spot Volatility)**

ช่วงเวลา(วัน)	จำนวนข้อมูล	Mean	SD	Min	Max
0-42	1,967	0.678925	0.0001445	0.678846	0.6810955
38-84	1,967	0.678921	0.000163	0.6788454	0.6814839
79-124	1,873	0.6789294	0.0002883	0.6788442	0.6848455
Spot Return	1,967	0.6788911	0.0001457	0.67884	0.68326

ตารางที่ A-5 ค่า Correlation ระหว่างความผันผวนของผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์ (SET50 INDEX FUTURES) ในแต่ละช่วงเวลากับระยะเวลาก่อนครบกำหนด (TTM)

ช่วงเวลาโดยประมาณ (วัน)	0-70	52-129	120-191	181-246	TTM
0-70	1.0000				
52-129	0.6673	1.0000			
120-191	0.3448	0.3154	1.0000		
181-246	0.0372	0.0336	0.0246	1.0000	
TTM	0.0187	-0.0100	-0.0334	0.0110	1.0000

ตารางที่ A-6 ค่า Correlation ระหว่างความผันผวนของผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์ (GOLD FUTURES) ในแต่ละช่วงเวลากับระยะเวลาก่อนครบกำหนด (TTM)

ช่วงเวลาโดยประมาณ (วัน)	0-42	38-84	79-124	TTM
0-42	1.0000			
38-84	0.9264	1.0000		
79-124	0.1090	0.0968	1.0000	
TTM	-0.0363	-0.0219	-0.0264	1.0000

ตารางที่ A-7 ค่า AIC และ BIC ของสมการ GARCH สำหรับแต่ละ Lag Length (n,m) (SET50 INDEX FUTURES)

GARCH	AIC	BIC
(1,1)	-50812.36	-50769.43
(1,2)	-50374.79	-50331.86
(2,1)	-50927.92	-50885
(2,2)	-50659.62	-50616.7

ตารางที่ A-8 ค่า AIC และ BIC ของสมการ ARCH สำหรับแต่ละ Lag Length (n,m) (SET50 INDEX FUTURES)

ARCH	AIC	BIC
(1)	-49263.54	-49227.77
(2)	-48837.17	-48801.4
(3)	-49384.3	-49348.53
(4)	-49680.2	-49644.44
(6)	-48731.77	-48696
(7)	-49086.04	-49050.27

ตารางที่ A-9 ค่า AIC และ BIC ของสมการ GARCH สำหรับแต่ละ Lag Length (n,m) (GOLD FUTURES)

GARCH	AIC	BIC
(1,1)	-36448.69	-36408.69
(1,2)	-36249.49	-36209.49
(2,1)	-36395.48	-36355.4
(2,2)	-36457.4	-36417.39

ตารางที่ A-10 ค่า AIC และ BIC ของสมการ ARCH สำหรับแต่ละ Lag Length (n,m) (GOLD FUTURES)

ARCH	AIC	BIC
(1)	-36241.68	-36208.34
(2)	-36254.04	-36220.7
(3)	-35917.64	-35884.3
(4)	-35934.83	-35901.5
(5)	-36040.57	-36007.24
(6)	-36201.15	-36167.82

คำสั่งที่ใช้ในโปรแกรม Stata (do file)

คำสั่งเริ่มต้น

```
set more off
```

```
xtset id t
```

ค่าทางสถิติเบื้องต้น (descriptive statistics) ของผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์ในแต่ละช่วงเวลา และผลตอบแทนของ SET50 Index

```
summarize r if id==1
```

```
summarize r if id==2
```

```
summarize r if id==3
```

```
summarize r if id==4
```

```
summarize r if id==1, detail
```

```
summarize r if id==2, detail
```

```
summarize r if id==3, detail
```

```
summarize r if id==4, detail
```

```
summarize rs if id==1
```

ค่าทางสถิติเบื้องต้น (descriptive statistics) ของความผันผวนของผลตอบแทนสัญญาฟิวเจอร์ในแต่ละช่วงเวลา และความผันผวนของผลตอบแทน SET50 Index (Spot Volatility)

```
summarize vol if id<=1
```

```
summarize vol if id==2
```

```
summarize vol if id==3
```

summarize vol if id==4

summarize vol if id<=1, detail

summarize vol if id==2, detail

summarize vol if id==3, detail

summarize vol if id==4, detail

summarize volspot if id==1

summarize volspot if id==1, detail

correlate vol ttm if id==1

correlate vol ttm if id==2

correlate vol ttm if id==3

correlate vol ttm if id==4

การทดสอบ Samuelson Hypothesis ขั้นต้นด้วย Non-parametric Test โดยใช้ Jonckheere-

Terpstra test

findit jonter

jonter vol,by(id)

jonter lvol,by(id)

การทดสอบ Augmented Dickey Fuller Test (ADF Test)

dfuller vol if id==1, regress

dfuller vol if id==2, regress

dfuller vol if id==3, regress

dfuller vol if id==4, regress

dfuller volspot if id==1, regress

dfuller volspot if id==2, regress

dfuller volspot if id==3, regress

dfuller volspot if id==4, regress

การทดสอบโดยสมการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) จากสมการ

$$\sigma_t = \alpha + \beta.TTM_t + \varepsilon_t$$

reg vol ttm if id<=4

reg vol ttm if id<=3

reg vol ttm if id<=2

reg vol ttm if id<=1

การทดสอบโดยสมการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression)

จากสมการ $\ln(\sigma_t) = \alpha + \beta.TTM_t + \varepsilon_t$

reg lvol ttm if id<=4

reg lvol ttm if id<=3

reg lvol ttm if id<=2

reg lvol ttm if id<=1

การทดสอบโดยสมการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression)

จากสมการ $\sigma_t = \alpha + \beta.TTM_t + \gamma.Volspot_t + \varepsilon_t$

reg vol volspot ttm if id<=4

reg vol volspot ttm if id<=3

reg vol volspot ttm if id<=2

reg vol volspot ttm if id<=1

การทดสอบโดยสมการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression)

$Ln(\sigma_t) = \alpha + \beta.TTM_t + \gamma.Volspot_t + \varepsilon_t$

reg lvol volspot ttm if id<=4

reg lvol volspot ttm if id<=3

reg lvol volspot ttm if id<=2

reg lvol volspot ttm if id<=1

ค่า AIC และ BIC ของสมการ GARCH สำหรับแต่ละ Lag Length (n,m)

arch r if id<=4, arch(1) garch(1) het(ttm volspot) nolog

estat ic

arch r if id<=4, arch(1) garch(2) het(ttm volspot) nolog

estat ic

arch r if id<=4, arch(2) garch(1) het(ttm volspot) nolog

estat ic

arch r if id<=4, arch(2) garch(2) het(ttm volspot) nolog

estat ic

การทดสอบโดยใช้แบบจำลอง GARCH

การทดสอบโดยใช้แบบจำลอง GARCH แบบไม่มี AR

arch r if id<=4, arch(1/2) garch(1) het(ttm volspot) nolog

arch r if id<=3, arch(1/2) garch(1) het(ttm volspot) nolog

arch r if id<=2, arch(1/2) garch(1) het(ttm volspot) nolog

arch r if id<=1, arch(1/2) garch(1) het(ttm volspot) nolog

การทดสอบโดยใช้แบบจำลอง GARCH แบบมี AR

arch r if id<=4, ar(1) arch(1/2) garch(1) het(ttm volspot) nolog

arch r if id<=3, ar(1) arch(1/2) garch(1) het(ttm volspot) nolog

arch r if id<=2, ar(1) arch(1/2) garch(1) het(ttm volspot) nolog

arch r if id<=1, ar(1) arch(1/2) garch(1) het(ttm volspot) nolog

ค่า AIC และ BIC ของสมการ ARCH สำหรับแต่ละ Lag Length

arch r if id<=4, arch(1) het(ttm volspot) nolog

estat ic

arch r if id<=4, arch(2) het(ttm volspot) nolog

estat ic

arch r if id<=4, arch(3) het(ttm volspot) nolog

estat ic

arch r if id<=4, arch(4) het(ttm volspot) nolog

estat ic

arch r if id<=4, arch(5) het(ttm volspot) nolog

estat ic

arch r if id<=4, arch(6) het(ttm volspot) nolog

estat ic

arch r if id<=4, arch(7) het(ttm volspot) nolog

estat ic

การทดสอบโดยใช้แบบจำลอง ARCH

การทดสอบโดยใช้แบบจำลอง ARCH แบบไม่มี AR

arch r if id<=4, arch(1/4) het(ttm volspot) nolog

arch r if id<=3, arch(1/4) het(ttm volspot) nolog

arch r if id<=2, arch(1/4) het(ttm volspot) nolog

arch r if id<=1, arch(1/4) het(ttm volspot) nolog

การทดสอบโดยใช้แบบจำลอง ARCH แบบมี AR

arch r if id<=4, ar(1) arch(1/4) het(ttm volspot) nolog

arch r if id<=3, ar(1) arch(1/4) het(ttm volspot) nolog

arch r if id<=2, ar(1) arch(1/4) het(ttm volspot) nolog

arch r if id<=1, ar(1) arch(1/4) het(ttm volspot) nolog

การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนการถือครองและผลตอบแทน
ของราคาดัชนีหุ้นสามัญ SET50

reg deltac rs

