การพยากรณ์ราคากุ้งขาวแวนนาไม ด้วยวิธีการของบอกซ์-เจนกินส์

Forecasting the Litopenaeus vannamei price by Box-Jenkins method

นางสาวณัฏฐวดี นิสัยมั่น

รหัสประจำตัวนิสิต 51035261

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาสถิติ ปีการศึกษา 2554

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ชื่อเรื่อง

การพยากรณ์ราคากุ้งขาวแวนนาไม ด้วยวิธีการของบอกซ์-เจนกินส์

Forecasting the Litopenaeus vannamei price by Box-Jenkins method

ชื่อนิสิต นางสาวณัฏฐวดี นิสัยมั่น รหัสประจำตัวนิสิต ๕๑๐๓๕๒๖๑

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ผู้ช่วยศาสตราจารย์คณินทร์ ธีรภาพโอฬาร

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาสถิติ ปีการศึกษา 2554

คณะกรรมการสอบ

....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จตุภัทร เมฆพายัพ)

....

(อาจารย์ปรียารัตน์ นาคสุวรรณ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์คณินทร์ ธีรภาพโอฬาร)

ลงชื่อ...

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรรณ์ทนา พรมสวย)

หัวหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์

วันที่ .... /........../..........

ลงชื่อ...

(อาจารย์ปรียารัตน์ นาคสุวรรณ์)

ประธานหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติ

วันที่ .... /........../..........

51035261: สาขาวิชา: สถิติ ; วท.บ.(สถิติ)
คำสำคัญ : กุ้งขาวแวนนาไม / วิธีการของบอกซ์-เจนกินส์

ณัฏฐวดี นิสัยมั่น: การพยากรณ์ราคาขาวแวนนาไม ด้วยวิธีการของบอกซ์-เจนกินส์

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์คณินทร์ ธีรภาพโอหาร

จำนวน 19 หน้า, ปีการศึกษา 2554.

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพยากรณ์ราคากุ้งขาวแวนนาไมขนาด 40 ตัวต่อกิโลกรัมด้วยวิธีการของบอกซ์-เจนกินส์ โดยใช้ข้อมูลรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2548 ถึงเดือน ตุลาคม พ.ศ.2554 รวมทั้งสิ้น 82 เดือน ซึ่งจากการวิเคราะห์โดยวิธีการของบอกซ์-เจนกินส์ ตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลชุดนี้คือ

ตัวแบบ ARIMA(1,0,1) หรือ ARMA(1,1) คือ $\hat{X}_t = 21.894 + 0.8646_1 X_{t-1} + 0.6294 u_{t-1}$

51035261: MAJOR: Statistics;B.Sc.(STATISTICS)

KEYWORDS: Litopenaeus vannamei price / Box-Jenkins method

Natthawadee Nisaiman: Forecasting the Litopenaeus vannamei price by Box-Jenkins method

ADVISOR : Assistant Professor Kanint Teerapabolarn

19 P. Academic Year 2011.

ABSTRACT

The aim of this study is market price forcasting of the litopenaeus vannamei shrimp Sampling size 40 shrimp per kg and the box-jankins method was use through out this study. Data was collected for 82 months, started from January 2005 to October 2011. After data analysis was done using stated method, main factor in which given the most accurate forcast for this study was

ARIMA Model(1,0,1) or ARMA Model(1,1) is $\hat{X}_t = 21.894 + 0.8646_1 X_{t-1} + 0.6294 u_{t-1}$

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วง ถูกต้อง และสมบูรณ์ ไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์คณินทร์ ธีรภาพโอฬาร เป็นที่ปรึกษา คอยให้คำชี้แนะ อบรมสั่งสอน ให้คำปรึกษา และคอยช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในปัญหาพิเศษฉบับนี้ จึงทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้ มีความถูกต้องและสมบูรณ์

ขอขอบคุณอาจารย์ปรียารัตน์ นาคสุวรรณ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์จตุภัทร เมฆพายัพ ที่คอยให้คำแนะนำเกี่ยวกับวิธีการศึกษาจึงทำให้การศึกษาเป็นไปได้ด้วยดี ตลอดจนชี้แนะข้อบกพร่องเกิดขึ้นในปัญหาพิเศษฉบับนี้ จึงทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้ มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ อบรม สั่งสอน ให้คำแนะนำต่างๆ จนข้าพเจ้าศึกษาเล่าเรียนมาจนถึงบัดนี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาคณิตศาสตร์ ที่อำนวยความสะดวกด้านสื่อและสถานที่ จนทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้

ขอขอบคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่เลี้ยงดู อบรมสั่งสอน และคอยเป็นกำลังใจให้ข้าพเจ้าตลอดมา และสุดท้ายขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจ

สำหรับประโยชน์ที่ได้รับจากปัญหาพิเศษฉบับนี้ขอมอบแก่คณาจารย์ ครอบครัว ตลอดจนผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับปัญหาพิเศษเรื่องนี้ทุกท่าน

ณัฏฐวดี นิสัยมั่น

กุมภาพันธ์ 2555

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูปภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ที่ศึกษา	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ผลงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	7
บทที่ 3 วิธีดำเนินการศึกษา	12
บทที่ 4 ผลการศึกษา	
4.1 การตรวจสอบข้อมูล	14
4.2 การกำหนดตัวแบบ	15
4.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์	15
4.4 การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ	15
4.5 การพยากรณ์	16
บทที่ 5 สรุปและเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการศึกษา	18
5.2 ข้อเสนอแนะ	18
บรรณานุกรม	

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 การพิจารณาคาACF และค่าPACF 8

ตารางที่ 2 ราคากุ้งขาวแวนนาไมขนาด 40 ตัวต่อกิโลกรัม รายเดือน (หน่วย: บาทต่อกิโลกรัม) 12

ตารางที่ 3 ค่าประมาณของพารามิเตอร์ของตัวแบบ $\hat{X}_t = \hat{\delta} + \phi_1 X_{t-1} - \theta_1 u_{t-1}$ 15

ตารางที่ 4 Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic 16

ตารางที่ 5 ผลการพยากรณ์ราคากุ้งขาวแวนนาไมขนาด 40 ตัวต่อกิโลกรัม เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2554 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ.2555 ตัวแบบ ARIMA(1,0,1) หรือARMA(1,1) 16

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 กราฟ ACF ของราคากุ้งขาวแวนนาไมขนาด 40 ตัวต่อกิโลกรัม 14

ภาพที่ 2 กราฟ PACF ของราคากุ้งขาวแวนนาไมขนาด 40 ตัวต่อกิโลกรัม 14

ภาพที่ 3 กราฟ ACF ของค่าคงเหลือจากวิธีของบอกซ์-เจนกินส์ด้วยตัวแบบ ARIMA(1,0,1) หรือARMA(1,1) 15

ภาพที่ 4 กราฟแสดงข้อมูลจริงและค่าพยากรณ์ราคากุ้งขาวแวนนาไมขนาด 40 ตัวต่อกิโลกรัม 17

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

กุ้งเป็นสัตว์เศรษฐกิจของประเทศไทยที่มีการส่งออกเป็นอันดับ 1 ของโลก โดยมีมูลค่าการส่งออกของกุ้งแช่เย็นแช่แข็งและกุ้งปรุงแต่ง เท่ากับ 52,973 ล้านบาท และ47,812 ล้านบาท ในปี 2553 นอกจากนี้ประเทศไทยยังเป็นผู้ผลิตกุ้งรายใหญ่เป็นอันดับ 1 ของโลก คิดเป็นร้อยละ 23 ของผลผลิตโลก แหล่งเพาะเลี้ยงกุ้งที่สำคัญในประเทศไทย 5 อันดับแรกคือ สุราษฎร์ธานี จันทร์บุรี ฉะเชิงเทรา นครศรีธรรมราช และสงขลา โดยกุ้งที่เพาะเลี้ยงมีอยู่ 2 ชนิด คือกุ้งขาวแวนนาไม และกุ้งกุลาดำ (สำนักเศรษฐกิจการเกษตร, 2553) ซึ่งในปัจจุบันเกษตรกรส่วนใหญ่นิยมเพาะเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ในปี 2553 มีสัดส่วนกุ้งขาวแวนนาไมต่อกุ้งกุลาดำเท่ากับ 99:1(สำนักเศรษฐกิจการเกษตร, 2553) ของปริมาณกุ้งเพาะเลี้ยงทั้งหมด เนื่องจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำประสบปัญหาต่างๆ เช่น ปัญหาโรคกุ้งโตช้าและมีขนาดแตกต่างกันมาก ปัญหาโรคระบาดทำให้ผลผลิตต่ำส่งผลให้ต้นทุนการผลิตโดยรวมแล้วสูงมาก ในขณะที่ระดับราคามีแนวโน้มลดลงตามราคาในตลาดโลก ทำให้ผลตอบแทนไม่คุ้มกับการลงทุน ในช่วงปลายปี 2545 ผู้เลี้ยงกุ้งจึงได้เริ่ม หันมาเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ซึ่งผลจากการทดลองเลี้ยงพบว่า กุ้งขาวแวนนาไมเจริญเติบโตดี มีอัตรารอดสูงถึงร้อยละ 80–90 และ ให้ผลผลิตต่อไร่สูงถึง 3–4 เท่าของกุ้งกุลาดำ ประกอบกับต้นทุนการผลิตต่ำกว่ากุ้งกุลาดำ และมีระดับราคาดีทำให้เกษตรกรปรับเปลี่ยนมาเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมเพิ่มขึ้นมากโดยในปี 2546 มีการผลิตกุ้งขาวได้ประมาณ 170,000 – 200,000 ตัน ในขณะที่ผลิตกุ้งกุลาดำได้ประมาณ 120,000 – 150,000 ตันและแนวโน้มคาดว่าเกษตรกรจะผลิตกุ้งขาวแวนนาไมมากกว่ากุ้งกุลาดำ (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2548)

ปริมาณผลผลิตกุ้งขาวแวนนาไมมีแนวโน้มเป็นฤดูกาลโดยในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนพฤศจิกายนของทุกปีเป็นช่วงที่มีปริมาณผลผลิตออกสู่ตลาดมาก ในขณะที่ช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน มีปริมาณผลผลิตน้อยทั้งนี้เนื่องจากเกษตรกรจะหลีกเลี่ยงการลงลูกกุ้งในช่วงที่มีฤดูหนาว ได้แก่ ช่วงเดือนกันยายนถึงเดือนธันวาคมของทุกปี เนื่องจากในช่วงฤดูหนาว กุ้งจะกินอาหารน้อย ส่งผลให้กุ้งโตช้าสิ้นเปลืองต้นทุน และอาหารที่เหลือในบ่อจะทำให้คุณภาพน้ำในบ่อแย่ลง ซึ่งต่อมาอาจก่อให้เกิดโรคในบ่อได้ง่ายขึ้น ส่งผลให้อัตราการรอดต่ำลง ดังนั้นปริมาณผลผลิตกุ้งขาวมีน้อยในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายนของปีถัดมา แบบจำลองการพยากรณ์ราคากุ้งขาวแวนนาไม จะช่วยให้เกษตรกรสามารถคาดการณ์ราคากุ้งได้ล่วงหน้า และสามารถใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการผลิต แผนการตลาด และใช้ในการพัฒนาเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันของอุตสาหกรรมกุ้ง และยังเป็นประโยชน์ต่อรัฐบาลในด้านวางนโยบายเชิงกลยุทธ์ทางด้านการค้าทั้งภายในประเทศและต่างประเทศต่อไป (เสกศักดิ์ ดวงมณี และ รวิพิมพ์ ฉวีสุข, 2552)

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการพยากรณ์ราคากุ้งขาวแวนนาไม โดยทำการวิเคราะห์หาตัวแบบพยากรณ์ราคากุ้งขาวแวนนาไมขนาด 40 ตัวต่อกิโลกรัม ที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ตัวแบบพยากรณ์ที่ดีที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์ที่ศึกษา

1.2.1 สร้างตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับราคากุ้งขาวแวนนาไมขนาด 40 ตัวต่อกิโลกรัม ด้วยวิธีการของบอกซ์-เจนกินส์

1.2.2 เพื่อหาค่าพยากรณ์ราคากุ้งขาวแวนนาไมขนาด 40 ตัวต่อกิโลกรัม ด้วยวิธีการของบอกซ์-เจนกินส์

1.3 ขอบเขตการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ราคากุ้งขาวแวนนาไมขนาด 40 ตัวต่อกิโลกรัมรายเดือนของกรมการค้าภายใน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2548 ถึงเดือน ตุลาคม พ.ศ.2554 รวมทั้งสิ้น 82 เดือน และวิธีการที่ใช้ในการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ คือ วิธีการของบอกซ์-เจนกินส์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถสร้างตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับราคากุ้งขาวแวนนาไมขนาด 40 ตัวต่อกิโลกรัม ด้วยวิธีการของบอกซ์-เจนกินส์

1.4.2 สามารถพยากรณ์ราคากุ้งขาวแวนนาไมขนาด 40 ตัวต่อกิโลกรัม ล่วงหน้าได้จากตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสม

บทที่ 2
ผลงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

คธาฤทธิ์ สิทธิกูล, 2540 ศึกษาพฤติกรรมราคาและการพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรที่สำคัญกรณีศึกษา: ข้าว ยางพารา มันสำปะหลัง ข้าวโพด กุ้งกุลาดำ ผลการศึกษาพบว่า การส่งผ่านราคาจากตลาดระดับส่งออกมายังตลาดระดับขายส่งตลาดกรุงเทพมหานคร ของสินค้าที่ศึกษาเกือบทุกชนิดค่อนข้างมีประสิทธิภาพด้วยค่าความยืดหยุ่นของการส่งผ่านราคาอยู่ในช่วง 0.8658 ถึง 0.9336 แต่สำหรับกรณีของมันสำปะหลังจะเป็นเพียง 0.3382 เท่านั้น สำหรับการส่งผ่านราคาจากตลาดขายส่งไปสู่เกษตรกรพบว่า ยางพารา มันสำปะหลังและกุ้งกุลาดำ มีประสิทธิภาพสูงด้วยความยืดหยุ่นของการส่งผ่านราคาอยู่ในช่วง 0.9487 ถึง 0.9968 แต่สำหรับข้าวและข้าวโพดเป็นเพียง 0.453 และ 0.7568 ตามลำดับ

ส่วนการวิเคราะห์อนุกรมเวลา พบว่าอนุกรมเวลาของทุกราคาสามารถปรับให้อนุกรมเวลาที่มีเสถียรภาพได้ ซึ่งสามารถนำไปใช้พยากรณ์ราคาในอนาคตได้ ราคาสินค้าที่ศึกษาทุกชนิดมีแนวโน้มที่สูงขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า ราคาข้าวเปลือก 5% ที่เกษตรกรได้รับ และราคาข้าวโพดขายส่งตลาดกรุงเทพมหานครมีลักษณะของการเคลื่อนไหวแบบฤดูกาล ที่ใช้เวลา 12 เดือน สำหรับราคาหัวมันสำประหลังสดที่เกษตรกรได้รับและราคามันอัดเม็ดแข็งขายส่งกรุงเทพมหานครมีลักษณะเคลื่อนไหวแบบวัฏจักร ซึ่งใช้เวลาถึง 16 เดือน ส่วนราคากุ้งกุลาดำที่เกษตรกรได้รับและที่โรงงานแปรรูปจะมีลักษณะการเคลื่อนไหวแบบฤดูกาลที่ใช้เวลาเพียง 5 เดือนเท่านั้น

จินตนา เอี่ยมละออ, 2541 วิเคราะห์หาตลาดที่มีศักยภาพในการส่งออกกุ้งสดแช่เย็นแช่แข็งของไทยไปประเทศคู่ค้าที่สำคัญ โดยพิจารณาจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงมาตรการทางการค้าของประเทศคู่ค้ารวมทั้งพยากรณ์แนวโน้มความต้องการกุ้งสดแช่เย็นแช่แข็งของไทยโดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาเป็นรายปี ระหว่างปีพ.ศ.2520-2539 ในการประมาณค่าทางสถิติได้ทดสอบคุณสมบัติ stationary ของข้อมูลโดยการทดสอบ Unit Root ตามวิธีของ Dickey และ Fuller (1979,1981) จากนั้นวิเคราะห์หาตลาดที่มีศักยภาพมากที่สุดโดยใช้ความยืดหยุ่นต่อรายได้ที่หาได้จากการอุปสงค์การส่งออกกุ้งสดแช่เย็นของประเทศไทยมากที่สุด คือญี่ปุ่นรองลงมา คือ สหรัฐฯ อังกฤษ เยอรมัน และฝรั่งเศส โดยมีค่าความยืดหยุ่นของอุปสงค์ต่อรายได้เท่ากับ 1.80, 0.7, 0.69, 0.45 และ 0.32 ตามลำดับ แต่ละประเทศคู่ค้าเหล่านี้ได้ใช้มาตรการทางการค้า ซึ่งส่งผลกระทบต่อการส่งออกกุ้งสดแช่เย็นแช่แข็งของไทย โดยญี่ปุ่นได้ลดอัตราภาษีศุลกากรลงตามพันธะกรณีของแกตต์ มีผลให้การส่งออกกุ้งสดแช่เย็นแช่แข็งของไทยเพิ่มขึ้น ร้อยละ 0.13 ประเทศสหรัฐอเมริกาไม่เก็บภาษีนำเข้ากุ้งสดแช่เย็นแช่แข็งจากไทย แต่ใช้มาตรการที่มิใช่ภาษีมีผลให้การส่งออกกุ้งสดแช่เย็นแช่แข็งไปสหรัฐอเมริกาลดลง ส่วนสหภาพยุโรปผลการเปลี่ยนแปลงการให้สิทธิพิเศษทางภาษีศุลกากรแก่ไทยมีผลให้การส่งออกกุ้งสดแช่เย็นแช่แข็งของไทยไปอังกฤษลดลงร้อยละ 2.4-5.8 ฝรั่งเศสลดลงร้อยละ 0.4-0.9 และเยอรมันลดลงร้อยละ 0.6-1.4 และคาดคะเนว่าความต้องการกุ้งสดแช่เย็นแช่แข็งของประเทศญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกา จากไทยในปีพ.ศ.2540-2543 ดีขึ้นแต่ประเทศอังกฤษ ฝรั่งเศส และเยอรมันไม่เป็นไปตามที่คาดคะเนไว้เพราะการเปลี่ยนแปลงการให้สิทธิพิเศษทางภาษีศุลกากร

Shabri, 2001 พยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลา 5 ข้อมูลที่แตกต่างกันเพื่อเปรียบเทียบระหว่างเครือข่าย-ประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับกับวิธีบ๊อกซ์และเจนกินส์แบบล่วงหน้า 12 เดือน พบว่าวิธีบ๊อกซ์ และเจนกินส์ สามารถพยากรณ์ได้ถูกต้องเมื่อข้อมูลมีรูปแบบของแนวโน้มและฤดูกาล แต่แบบจำลอง BPN สามารถพยากรณ์ได้ดีในทุกๆข้อมูล และเหมาะกับการพยากรณ์ระยะยาว

Alon และคณะ, 2001 พยากรณ์ยอดขายสินค้าปลีกซึ่งมีองค์ประกอบของแนวโน้มและฤดูกาลโดยใช้แบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมกับแบบจำลองทางสถิติ 3 ประเภทได้แก่แบบจำลองปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลของวินเทอร์ แบบจำลองบ๊อกซ์และเจนกินส์ และ แบบจำลองการถดถอยแบบหลายตัวแปร โดยเปรียบเทียบระหว่างการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือนกับการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปี พบว่าในช่วงที่เศรษฐกิจตกต่ำข้อมูลจะมีความผันผวนสูงส่งผลให้การพยากรณ์ล่วงหน้าหลายหน่วยเวลา (1 ปีล่วงหน้า) ให้ค่าพยากรณ์ที่ถูกต้องสูงกว่าการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 หน่วยเวลา (1 เดือนล่วงหน้า) แต่โดยรวมแล้วแบบจำลองเครือข่าย-ประสาทเทียมให้ผลการพยากรณ์ถูกต้องที่สุด

Ho และคณะ, 2002 เปรียบเทียบการพยากรณ์ข้อมูลเวลาที่ผิดพลาดของระบบคอมเพรสเซอร์สำหรับระบบการซ่อมแซมในโรงงาน ด้วยเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยเปรียบเทียบแบบจำลองเครือข่าย-ประสาทเทียมแบบหลายชั้น มีทิศทางไปข้างหน้า (Multi-layerfeed-forward neural network; MFNN) และแบบทิศทางย้อนกลับ (Recurrent neural network; RNN) และแบบจำลองบ๊อกซ์และเจนกินส์ ผลการศึกษาพบว่า ทั้งแบบจำลองบ๊อกซ์และเจนกินส์และแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมสามารถพยากรณ์ระยะสั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าการพยากรณ์ระยะยาว เมื่อพิจารณาเปอร์เซนต์ความถูกต้องพบว่าแบบจำลองบ๊อกซ์และเจนกินส์ มีประสิทธิภาพดีที่สุด

สวันญา เสนารัตน์, 2547 ศึกษาการพยากรณ์อนุกรมเวลาของราคากุ้งกุลาดำที่เกษตรกรขายได้ภายในประเทศไทยพบว่าราคากุ้งกุลาดำที่เกษตรกรขายได้ ของกุ้งกุลาดำขนาดใหญ่ 15-30 ตัวต่อกิโลกรัม ข้อมูลของราคามีลักษณะไม่นิ่ง (Nonstationary) จึงทำให้การหาค่าผลต่างของอันดับที่ 1 (First Difference) ได้ผลคือข้อมูลอนุกรมเวลานี้เป็นแบบ I(1) ณ ระดับ P-lag ที่ 2 และเมื่อทำการหาแบบจำลองอารีมา (ARIMA:p,d,q) โดยวิธี Box-Jenkins ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้คือ ขั้นตอนแรกการกำหนดแบบจำลอง (Identificatiom) โดยกำหนดแบบจำลองที่มีความเหมาะสมได้คือ $\Delta lnLS_t$ ค่าคงที่ AR(2), $\Delta lnLS_t$ ค่าคงที่ AR(2), AR(9), $\Delta lnLS_t$ ค่าคงที่ AR(2) MA(9) และ $\Delta lnLS_t$ ค่าคงที่ MA(2) MA(9) ขั้นตอนที่สอง คือการประมาณค่าพารามิเตอร์ในรูปแบบอนุกรมเวลา(Parameter Estimation) ขั้นตอนที่สามคือการตรวจสอบความถูกต้อง(Diagnostics Checking) พบว่าค่า ρ_j ของแบบจำลองทั้ง 4 แบบจำลองไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1% แสดงว่า ε_t เป็น White Noise มีการกระจายแบบปกติ (NormalDistribution) ไม่มีAutocorrelation และไม่มีความแปรปรวนแตกต่างกัน (Heteroscedasticity) เพราะฉะนั้นจึงสามารถนำแบบจำลองทั้ง 4 แบบที่ได้ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องและมีความเหมาะสมมาดำเนินการพยากรณ์(Forecasting) ราคาต่อไปในขั้นตอนสุดท้าย ก็คือการเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมและดีที่สุดจากแบบจำลองทั้งหมด โดยจะพิจารณาจากค่า SMSE (Root Mean Squared Error) และค่า U (theil Inequality Coefficient) ที่มีราคาต่ำที่สุด พบว่าแบบจำลอง $\Delta lnLS_t$ ค่าคงที่ MA(2) MA(9) เป็นแบบจำลองที่เหมาสมและดีที่สุดดังนั้น จึงได้สมการราคากุ้งกุลาดำที่เกษตรกรขายได้ของกุ้งกุลาดำขนาดใหญ่

15-30 ตัวต่อกิโลกรัมดังนี้ $\Delta lnLS_t = 0.0009 + \varepsilon_t - 0.2032(\varepsilon_{t-2}) - 0.1592(\varepsilon_{t-9})$ และได้นำไปพยากรณ์ราคากุ้งกุลาดำที่เกษตรกรขายได้ของกุ้งกุลาดำขนาดใหญ่ 15-30 ตัวต่อกิโลกรัม ล่วงหน้า 1 ไตรมาสหรือ 3 เดือนคือ เดือนตุลาคมพฤศจิกายน และเดือนธันวาคม ปี พ.ศ.2546 ดังนี้ 237.12, 277.52 และ 280.43 บาทต่อกิโลกรัม

ราคากุ้งกุลาดำที่เกษตรกรขายได้ ของกุ้งกุลาดำขนาดกลาง 31-40 ตัวต่อกิโลกรัม ข้อมูลของราคามีลักษณะไม่นิ่ง จึงทำให้การหาค่าผลต่างของอันดับที่ 1 ได้ผลคือข้อมูลอนุกรมเวลานี้เป็นแบบ I(1) ณ ระดับ *P-lag* ที่ 0 และเมื่อทำการหาแบบจำลองอารีมาโดยวิธี Box-Jenkins ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้คือ ขั้นตอนแรกการกำหนดแบบจำลอง โดยกำหนดแบบจำลองที่มีความเหมาะสมได้คือ $\Delta lnLS_t$ ค่าคงที่ AR(1) AR(35), $\Delta lnLS_t$ ค่าคงที่ AR(1) AR(2) AR(35), $\Delta lnLS_t$ ค่าคงที่ AR(1) MA(1), $\Delta lnLS_t$ ค่าคงที่ AR(2) MA(2) และ $\Delta lnLS_t$ ค่าคงที่ AR(1) AR(2) MA(1) MA(2) ขั้นตอนที่สอง คือการประมาณค่าพารามิเตอร์ในรูปแบบอนุกรมเวลา ในขั้นนี้ได้นำแบบจำลองทั้ง 5 แบบจำลองขั้นต้นมาประมาณค่าสัมประสิทธิ์ สำหรับขั้นตอนที่สามคือ การตรวจสอบความถูกต้อง พบว่าค่า ρ_j ของแบบจำลองทั้ง 5 แบบจำลองไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1% แสดงว่า ε_t เป็น White Noise มีการกระจายแบบปกติ และไม่มี Autocorrelation และไม่มีความแปรปรวนแตกต่างกัน เพราะฉะนั้นจึงสามารถนำแบบจำลองทั้ง 5 แบบจำลองที่ได้ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องและมีความเหมาะสมมาดำเนินการพยากรณ์ ราคาต่อไปได้ในขั้นตอนสุดท้าย ก็คือการเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมและดีที่สุดจากรูปแบบจำลองทั้งหมด โดยจะพิจารณาจากค่า SMSE และค่า TIC ที่มีราคาต่ำที่สุด พบว่าแบบจำลอง $\Delta lnLS_t$ ค่าคงที่ AR(1) AR(35) เป็นแบบจำลองที่เหมาสมและดีที่สุดดังนั้น จึงได้สมการราคากุ้งกุลาดำที่เกษตรกรขายได้ของกุ้งกุลาดำขนาดกลาง 31- 40 ตัวต่อกิโลกรัมดังนี้

$\Delta \ln MS_t = 0.0034 + 0.2096(\Delta \ln MS_{t-1}) + 0.1123(\Delta \ln MS_{t-35}) + \varepsilon_t$ และได้นำไปพยากรณ์ราคากุ้งกุลาดำที่เกษตรกรขายได้ของกุ้งกุลาดำขนาดกลาง 31-40 ตัวต่อกิโลกรัม ล่วงหน้า 1 ไตรมาสหรือ 3 เดือนคือ เดือนตุลาคม พฤศจิกายน และเดือนธันวาคม ปี พ.ศ.2546 ดังนี้ 224.66, 225.78 และ227.76 บาทต่อกิโลกรัม

เสกศักดิ์ ดวงมณี และ รวิพิมพ์ ฉวีสุข, 2552 ศึกษาเปรียบเทียบการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตกุ้งขาว-แวนนาไมโดยใช้เทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรระหว่างแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับ และแบบจำลองการถดถอย 5 รูปแบบ ได้แก่ แบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่งทุกตัวแปร และกำลังหนึ่งแบบขั้นบันได แบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่งที่มีปฏิสัมพันธ์แบบขั้นบันได แบบจำลองการถดถอยโพลิโนเมียลกำลังสอง และกำลังสองแบบ-ขั้นบันได เพื่อจำลองความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตที่อยู่ในรูปตัวแปรปัจจัยการผลิตทั้งหมดจำนวน 12 ตัวแปรหรืออยู่ในรูปกลุ่มปัจจัย 3 กลุ่ม จากการวิเคราะห์ปัจจัยกับปริมาณผลผลิตกุ้งขาวแวนนาไมรายเดือน พบว่าการลดจำนวนตัวแปรด้วยการวิเคราะห์ปัจจัยไม่ช่วยเพิ่มความถูกต้องในการพยากรณ์แบบจำลองทั้ง 2 ประเภท นอกจากนี้ยังพบว่าแบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่งที่มีปฏิสัมพันธ์แบบขั้นบันไดซึ่งสร้างขึ้นจากการใช้ตัวแปรปัจจัยการผลิตเป็นแบบจำลองที่มีความถูกต้องในการพยากรณ์ และความสามารถในการใช้งานทั่วไปสูงกว่าแบบจำลองในรูปแบบอื่นๆ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ในรูปค่าเฉลี่ยของค่าความ-คลาดเคลื่อนสมบูรณ์ ของข้อมูลชุดทวนสอบที่ 7,095 ตัน และมีความ

ลำเอียงในระดับที่ยอมรับได้ เมื่อนำแบบจำลองการถดถอยดังกล่าวมาบ่งชี้ตัวแปรที่มีอิทธิพลสูงต่อปริมาณผลผลิตกุ้ง พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ย 1 เดือนก่อนการเก็บเกี่ยว และปริมาณผลผลิต 1 เดือนก่อนการเก็บเกี่ยวส่งผลต่อปริมาณผลผลิตกุ้งมากที่สุด ดังนั้นเกษตรกรควรให้ความสนใจกับการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยดังกล่าว

ในการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตกุ้งขาวแวนนาไมระหว่างการสร้างแบบจำลองจากตัวแปรปัจจัยการผลิตจำนวน 12 ตัวแปร และการใช้กลุ่มปัจจัยของปัจจัยการผลิตจำนวน 3 กลุ่ม พบว่าการลดจำนวนตัวแปรอิสระ 12 ตัวลงเหลือ 3 กลุ่มปัจจัยนั้นไม่ส่งผลให้ความถูกต้องในการพยากรณ์ของแบบจำลองการถดถอย และแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับนั้นสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตกุ้งขาวแวนนาไมระหว่างแบบจำลองการถดถอย และแบบจำลอง BPN พบว่าแบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่ง และปฏิสัมพันธ์แบบขั้นบันไดที่สร้างขึ้นจากการใช้ตัวแปรการผลิตทั้งหมด 12 ตัวแปรมีความถูกต้องในการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตกุ้งขาวแวนนาไม และมีความสามารถในการใช้งานทั่วไปได้ดีกว่าแบบจำลองในรูปแบบอื่นๆ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตกุ้งขาว-แวนนาไมของข้อมูลชุดทวนสอบในรูป MAE เท่ากับ 7,095 ตัน และมีความลำเอียงอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ เมื่อนำแบบจำลองที่มีความเหมาะสมมาใช้วิเคราะห์หาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณผลผลิตกุ้งขาวแวนนาไม พบว่าปัจจัยที่มีความสำคัญต่อค่าพยากรณ์ คือ ปริมาณฝนเฉลี่ยในเดือนผลิตที่ 1 ปริมาณฝนเฉลี่ยในเดือนผลิตที่ 3 อุณหภูมิเฉลี่ยในเดือนผลิตที่ 3 และปริมาณผลผลิตในเดือนผลิตที่ 3 โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยในเดือนผลิตที่ 3 และปริมาณผลผลิตในเดือนผลิตที่ 3 เป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่าพยากรณ์สูงที่สุดอย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้มีจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองที่ค่อนข้างจำกัด คือ 48 ข้อมูล จึงส่งผลให้ประสิทธิภาพของแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับซึ่งขึ้นกับจำนวนข้อมูลที่ใช้ไม่ดีเท่าที่ควร ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการพยากรณ์ของแบบจำลองประเภทนี้ควรนำข้อมูลในปีการเพาะเลี้ยงถัดมาไปให้แบบจำลองที่คัดเลือกได้เรียนรู้เพิ่มเติม นอกจากนี้ควรศึกษาเปรียบเทียบกับเทคนิคพยากรณ์แบบใช้อนุกรมเวลาของปริมาณผลผลิตในอดีตได้ ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ซับซ้อนน้อยกว่า และอาจเหมาะสมกับจำนวนข้อมูลที่มีน้อยกว่า

ณัฐิมา ลิมากุล และ รวิพิมพ์ ฉวีสุข, 2552 ศึกษาเปรียบเทียบเทคนิควิเคราะห์อนุกรมเวลาเพื่อหาแบบจำลองที่เหมาะสมในการพยากรณ์ปริมาณส่งออกผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแช่แข็งของตลาดส่งออกที่สำคัญจากไทยคือประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศญี่ปุ่นแบบระยะสั้น (ล่วงหน้า 1 เดือน) และระยะยาว (ล่วงหน้า 1 ปี) ระหว่างวิธีปรับเรียบทางสถิติ 2 วิธี ได้แก่วิธีปรับให้เรียบฤดูกาลแบบบวก และวิธีปรับให้เรียบฤดูกาลแบบคูณกับแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับ โดยใช้ข้อมูลปริมาณการส่งออกกุ้งขาวสด-แช่แข็งของประเทศไทยที่ส่งไปยังประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศญี่ปุ่นในช่วง ปี พ.ศ.2548 ถึง พ.ศ.2551 ผลการศึกษาพบว่าแบบจำลองปรับเรียบฤดูกาลแบบบวกมีความถูกต้องในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกุ้งขาวแช่แข็งของไทยไปทั้งประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศญี่ปุ่นมากกว่าแบบจำลองปรับให้เรียบฤดูกาลแบบคูณ และเมื่อนำแบบจำลองนี้ไปเปรียบเทียบกับแบบจำลอง BPN พบว่าแบบจำลองปรับให้เรียบฤดูกาลแบบบวกมีความถูกต้องในการพยากรณ์การส่งออกกุ้งขาวแช่แข็งไปประเทศสหรัฐอเมริกาล่วงหน้า 1 เดือนและล่วงหน้า 1 ปีสูงกว่าแบบจำลอง BPN ด้วยค่าความคลาดเคลื่อน MAPE เฉลี่ยร้อยละ 9.83 ในขณะที่การพยากรณ์ปริมาณส่งออกกุ้งขาวแช่แข็งไปประเทศญี่ปุ่นล่วงหน้า 1 เดือนและล่วงหน้า 1ปีแบบจำลอง BPN

มีความถูกต้องเหมาะสมในการพยากรณ์มากกว่าด้วยค่าความคลาดเคลื่อน MAPE เฉลี่ยร้อยละ 12.71 และแบบจำลองทุกประเภทให้ผลการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือนถูกต้องมากกว่าการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปี และ มีความลำเอียงในระดับที่ยอมรับได้ แต่การพยากรณ์ระยะยาวมีแนวโน้มที่จะมีค่าความลำเอียงในทางลบคือให้ค่าพยากรณ์ที่ต่ำกว่าค่าจริง

ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการพยากรณ์ของปริมาณการส่งออกกุ้งขาวสดแช่แข็งของประเทศไทยไปยังประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศญี่ปุ่นด้วยเทคนิควิเคราะห์อนุกรมเวลา 2 แบบ คือ แบบจำลองปรับให้เรียบทางสถิติ และแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับ พบว่า แบบจำลอง SAS มีความถูกต้องในการพยากรณ์การส่งออกกุ้งขาวแช่แข็งไปประเทศสหรัฐอเมริกาล่วงหน้า 1 เดือนและล่วงหน้า 1 ปีสูงกว่าแบบจำลอง BPN ในขณะที่การพยากรณ์ปริมาณส่งออกกุ้งขาวแช่แข็งไปประเทศญี่ปุ่นล่วงหน้า 1 เดือนและล่วงหน้า 1 ปีเมื่อพิจารณาโดยรวมแล้วแบบจำลอง BPN มีความถูกต้องเหมาะสมในการพยากรณ์มากที่สุด เนื่องจากข้อมูลการส่งออกกุ้งขาวแช่แข็งไปประเทศญี่ปุ่นมีรูปแบบไม่ชัดเจนและมีการแกว่งของข้อมูลมากกว่าข้อมูลของประเทศสหรัฐอเมริกา นอกจากนี้พบว่าแบบจำลองการพยากรณ์ระยะสั้นล่วงหน้า 1 เดือนให้ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ต่ำกว่าการพยากรณ์ระยะยาวล่วงหน้า 1 ปี และมีความลำเอียงในระดับที่ยอมรับได้เสมอ แต่การพยากรณ์ระยะยาวมักมีความลำเอียงในทางลบ (Underestimation) ดังนั้นการนำแบบจำลองไปใช้ในการวางแผนหรือตัดสินใจระยะยาวควรกระทำด้วยความระมัดระวัง

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

วิธีบอกซ์-เจนกินส์

การพยากรณ์ด้วยวิธีของบอกซ์-เจนกินส์เป็นการพยากรณ์เชิงปริมาณวิธีหนึ่งที่มีแนวคิดว่าพฤติกรรมในอดีตของสิ่งที่ต้องการพยากรณ์นั้นเพียงพอที่จะพยากรณ์พฤติกรรมในอนาคตของตัวเองได้ โดยในการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยวิธีการของบอกซ์-เจนกินส์นี้ จะแตกต่างจากการพยากรณ์โดยวิธีอื่นซึ่งผู้ที่สร้างตัวแบบพยากรณ์นั้นต้องกำหนดรูปแบบของความสัมพันธ์ก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ต่อไปได้ โดยเฉพาะเมื่ออนุกรมเวลาไม่มีแนวโน้มวัฏจักร หรือฤดูกาลที่ชัดเจน ทำให้ยากในการกำหนดรูปแบบ หรือการวิเคราะห์การถดถอยที่เหมาะสมได้ ซึ่งจะต้องทำการกำหนดรูปแบบของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามก่อน แต่วิธีพยากรณ์ของบอกซ์-เจนกินส์สามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้ เพราะวิธีการพยากรณ์ของบอกซ์-เจนกินส์นั้นไม่มีการกำหนดรูปแบบที่ตายตัวขึ้นก่อนทำการวิเคราะห์ โดยในระหว่างการวิเคราะห์รูปแบบจะถูกกำหนดขึ้นมาเอง

การพยาการณ์ด้วยวิธีการของบอกซ์-เจนกินส์มีขั้นตอนดังนี้

2.2.1 คำนวณหาค่าของฟังก์ชันอัตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation Function: ACF) และฟังก์ชันอัตสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation Function: PACF) เป็นขั้นตอนแรกสำหรับการวิเคราะห์อนุกรมเวลาที่มีคุณสมบัติ stationary คือการนำอนุกรมเวลาที่เราต้องการหาค่าการพยากรณ์มาคำนวณหาค่า ACF และ PACF เพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดรูปแบบหรือใช้ในการเลือกตัวแบบซึ่งจะบอกถึงลำดับหรือจำนวนเทอมของข้อมูลที่จะต้องพิจารณาย้อนหลังที่มีค่าสังเกต N คือ $X_1, X_2, X_3, ..., X_N$

คำนวณหาค่า ACF จากสมการ

$$r_j = \frac{\sum_{t=1}^{N-j}(X_t - \overline{X})(X_{t+j} - \overline{X})}{\sum_{t=1}^{N}(X_t - \overline{X})^2}$$

โดยที่ X_t คือ ข้อมูลหรือค่าสังเกต ณ เวลา t

j คือ จำนวนช่วงเวลาที่ข้อมูลอยู่ห่างกัน $j = 1, 2, 3, ..., k$

N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

$\overline{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมดโดยที่ $\overline{X} = \sum_{t=1}^{N} X_t$

คำนวณหาค่า PACF จากสมการ

$$\phi_{kk} = \begin{cases} r_1 & ; k = 1 \\ \dfrac{r_k - \sum_{j=1}^{k-1}(\hat{\phi}_{(k-1)j} r_{k-j})}{1 - \sum_{j=1}^{k-1}(\hat{\phi}_{(k-1)j} r_j)} & ; k = 2, 3, 4, ... \end{cases}$$

และ $\phi_{kj} = \phi_{(k-1)j} - \phi_{kk}\phi_{(k-1)(k-j)}; j = 1, 2, 3, ..., k-1$

2.2.2 การกำหนดตัวแบบสำหรับใช้การพยากรณ์

เป็นขั้นตอนที่พิจารณาว่าตัวแบบใดที่เหมาสมกับข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ โดยพิจารณาจากค่า ACF และค่า PACF ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การพิจารณาคาACF และค่าPACF

ตัวแบบ	ACF	PACF
AR(*p*)	ลดลงเข้าหา 0 อย่างรวดเร็ว	หลัง lag *p* มีค่าเท่ากับ 0
MA(*q*)	หลัง lag *q* มีค่าเท่ากับ 0	ลดลงเข้าหา 0 อย่างรวดเร็ว
ARMA(*p*,*q*)	ลดลงเข้าหา 0 อย่างรวดเร็ว	ลดลงเข้าหา 0 อย่างรวดเร็ว

ตัวแบบเชิงปริมาณที่ใช้ในการพยากรณ์ของงานวิจัยนี้คือกระบวนการ ARIMA(p,d,q) p คือจำนวนเทอมที่ถดถอยในตัวเอง d คืออันดับของผลต่างที่ทำให้ข้อมูล stationary q คือจำนวนเทอมของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ตัวอย่างเช่นกระบวนการ ARIMA(2,1,2) มีผลต่างอันดับที่ 1(d=1) ที่ทำให้ข้อมูล stationary และมีเทอมการถดถอย และเทอมค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 2 เทอมเท่ากัน ถ้า d=0 กระบวนการ ARIMA(p,d=0,q) หมายถึง ARMA(p,q) ข้อสังเกตกระบวนการ ARIMA(p,0,0) หมายถึงกระบวนการ AR(p) และกระบวนการ ARIMA(0,0,q) หมายถึงกระบวนการ MA(q) ตัวแบบ ARIMA(p,d,q) ได้มากจากกระบวนการ ARMA(p,q) ซึ่งมีรูปแบบทั่วไปดังต่อไปนี้

1) A *p*th-order autoregressive model : AR(p)

มีรูปแบบดังนี้

$$X_t = \delta + \phi_1 X_{t\text{-}1} + \phi_2 X_{t\text{-}2} + \ldots + \phi_p X_{t\text{-}p} + u_t$$

โดยที่

X_t = ตัวแปรตอบสนอง ณ เวลา t

δ = ค่าคงตัวของกระบวนการ

$X_{t\text{-}1}, X_{t\text{-}2}, \ldots, X_{t\text{-}p}$ = ตัวแปรตอบสนอง ณ lag ที่ $t-1, t-2, \ldots, t-p$

$\phi_1, \phi_2, \ldots, \phi_p$ = สัมประสิทธิ์ของเทอมถดถอย

u_t = ความคลาดเคลื่อนสุ่ม ณ เวลา t

2) A *q*th-order moving average model : MA(q)

มีรูปแบบดังนี้

$$X_t = \mu + u_t - \theta_1 u_{t\text{-}1} - \theta_2 u_{t\text{-}2} - \ldots - \theta_q u_{t\text{-}q}$$

โดยที่

X_t = ตัวแปรตอบสนอง ณ เวลา t

μ = ค่าเฉลี่ยคงที่

$\theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_q$ = สัมประสิทธิ์ของเทอมค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

u_t = ความคลาดเคลื่อนสุ่ม ณ เวลา t

$u_{t\text{-}1}, u_{t\text{-}2}, \ldots, u_{t\text{-}q}$ = เทอมของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ q เทอม

3) Autoregressive Moving Average Model: ARMA(p,q)

มีรูปแบบดังนี้

$$X_t = \delta + \phi_1 X_{t\text{-}1} + \phi_2 X_{t\text{-}2} + \ldots + \phi_p X_{t\text{-}p} + u_t - \theta_1 u_{t\text{-}1} - \theta_2 u_{t\text{-}2} - \ldots - \theta_q u_{t\text{-}q}$$

2.2.3 ประมาณค่าพารามิเตอร์

เป็นขั้นตอนการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่มีอยู่ในตัวแบบอนุกรมเวลา โดยใช้การประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีความควรจะเป็นสูงสุด (Maximum likelihood) $L(\underline{\phi},\underline{\theta},\delta,\sigma_u^2 \mid X_t, t=1,2,3,...,N)$ และค่าตัวประมาณของ $\underline{\phi},\underline{\theta}$ และ δ สามารถคำนวณได้จากการทำให้ผลบวกต่ำสุดของความคลาดเคลื่อนกำลังสองมีค่าต่ำสุด นั่นคือ

$$Minimum \sum_{t=1}^{n} \varepsilon_t^2$$

โดยที่ $\varepsilon_t = X_t - \phi_1 X_t - ... - \phi_p X_{t-p} - \delta + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + ... + \theta_q \varepsilon_{t-q}$ เป็นค่าประมาณของ u_t ซึ่งพิจารณาจากสมการ

$$u_t = X_t - \phi_1 X_t - ... - \phi_p X_{t-p} - \delta + \theta_1 u_{t-1} + ... + \theta_q u_{t-q}$$

เมื่อหาค่าประมาณของ $\underline{\phi},\underline{\theta}$ และ δ ได้แล้ว จะได้ค่าประมาณของ σ_u^2 คือ

$$\sigma_u^2 = \frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N} \varepsilon_t^2$$

ให้ $\hat{\beta}$ แทนตัวประกอบค่าพารามิเตอร์ต่างๆ สถิติที่ใช้ทดสอบตัวประมาณคือ สถิติ t ซึ่ง

$$t_{\hat{\beta}} = \frac{\hat{\beta}}{SE(\hat{\beta})}$$

โดย $SE(\hat{\beta})$ คือ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ $\hat{\beta}$ และมีองศาอิสระคือ จำนวนเทอม N ลบด้วยพารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณค่า

2.2.4 การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ

ตัวแบบอนุกรมเวลาที่ได้คัดเลือกไว้และได้ประมาณค่าพารามิเตอร์เรียบร้อยแล้ว ในขั้นตอนต่อไปเราจะต้องนำตัวแบบมาตรวจสอบความเหมาะสม ซึ่งหลักในการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบเราจะพิจารณาจากคุณสมบัติความน่าจะเป็นสุ่มของค่าความคลาดเคลื่อน u_t โดยเฉพาะที่เกี่ยวกับความไม่มีอัตสหสัมพันธ์นั่นคือ ถ้าตัวแบบที่ได้เลือกไว้มีความเหมาะสมและทราบค่าพารามิเตอร์เราจะใช้สถิติ Q ซึ่งมีการแจกแจงไคกำลังสอง โดยมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$Q(k) = \{(N-d)[(n-d)+2\}\sum_{j=1}^{k}\frac{r_j^2}{[(N-d)-j]}$$

สถิติ Q เป็นสถิติที่ใช้ทดสอบความไม่มีอัตสหสัมพันธ์ของค่าความคลาดเคลื่อน u_t โดยที่มีองศาอิสระของสถิติ $Q = k$ ลบด้วยจำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณค่าของตัวแบบที่ได้เลือกไว้

k คือ จำนวนช่วงเวลาที่ข้อมูลอยู่ห่างกัน k (จำนวน lag)

N คือ จำนวนค่าสังเกตทั้งหมดของค่าอนุกรมเวลา

d คือ อันดับของผลต่างของอนุกรมเวลา

r_j คือ ค่าอัตสหสัมพันธ์ที่ lag j

2.2.5 การพยากรณ์

เมื่อได้มีการตรวจสอบแล้วว่าตัวแบบที่กำหนดให้กับอนุกรมเวลามีความเหมาะสมขั้นตอนต่อไปจะมีการนำเอาสมการจากตัวแบบไปใช้ในการพยากรณ์ เพื่อหาค่าพยากรณ์

บทที่ 3
วิธีดำเนินการศึกษา

การพยากรณ์ราคากุ้งขาวแวนนาไม ขนาด 40 ตัวต่อกิโลกรัมด้วยวิธีบอกซ์-เจนกินส์ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์เป็นราคากุ้งขาวแวนนาไมขนาด 40 ตัวต่อกิโลกรัม ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2548 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ.2554 รวมทั้งสิ้น 82 เดือนซึ่งแหล่งที่มาของข้อมูลคือ (กรมการค้าภายในประเทศ 2554) แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ราคากุ้งขาวแวนนาไมขนาด 40 ตัวต่อกิโลกรัม รายเดือน (หน่วย: บาทต่อกิโลกรัม)

เดือน	พ.ศ.2548	พ.ศ.2549	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551	พ.ศ.2552	พ.ศ.2553	พ.ศ.2554
มกราคม	180.00	200.00	158.75	157.64	149.60	145.00	190.10
กุมภาพันธ์	189.29	197.00	154.00	160.50	163.33	140.90	192.00
มีนาคม	190.00	188.60	150.00	150.00	160.35	147.60	195.40
เมษายน	190.00	193.75	150.00	146.40	160.00	147.84	197.00
พฤษภาคม	189.38	194.06	149.00	137.56	155.85	145.20	200.00
มิถุนายน	166.00	190.00	138.00	130.00	137.40	153.44	200.00
กรกฎาคม	143.00	179.75	125.00	133.08	128.60	171.80	189.38
สิงหาคม	159.00	166.80	108.92	135.00	128.65	171.60	167.30
กันยายน	186.00	162.25	121.30	140.65	124.80	172.00	160.00
ตุลาคม	188.00	161.75	131.38	138.84	122.55	173.00	161.20
พฤศจิกายน	184.00	160.00	135.35	129.80	136.30	181.36	
ธันวาคม	190.00	158.00	153.00	136.50	146.00	186.00	

3.2 การพยากรณ์ที่ใช้ในการวิจัย คือ วิธีการของบอกซ์-เจนกินส์ โดยมีขั้นตอนการพยากรณ์ดังนี้

3.2.1 การตรวจสอบอนุกรมเวลาคงที่ หรือไม่ โดยการพิจารณาจากกราฟ ACF ถ้ามีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็วแสดงว่าอนุกรมเวลาคงที่

กรณีที่อนุกรมเวลาไม่คงที่ ต้องสร้างอนุกรมเวลาชุดใหม่ โดยการหาผลต่างอันดับที่ 1 ของอนุกรมเวลาชุดเดิม

3.2.2 สร้างกราฟ ACF

- กรณีอนุกรมเวลาไม่คงที่ จะต้องสร้างกราฟ ACF ของอนุกรมเวลาของผลต่างอันดับ 1 เพื่อพิจารณาว่าอนุกรมเวลาคงที่หรือไม่
- กรณีอนุกรมเวลาคงที่ ทำการกำหนดตัวแบบ โดยพิจารณาได้จากกราฟ ACF และ PACF

3.2.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์ เป็นการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบที่เลือกไว้

3.2.4 การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบการพยากรณ์ โดยพิจารณาจากค่าสถิติ Q ที่ได้มาจากค่า ACF ของค่าคงเหลือเทียบกับค่าไคกำลังสองที่เปิดจากตาราง ถ้าค่าสถิติ Q มากกว่าค่าวิกฤติแสดงว่าตัวแบบการพยากรณ์มีความเหมาะสม

3.2.5 ทำการพยากรณ์ราคากุ้งขาวแวนนาไมขนาด 40 ตัวต่อกิโลกรัม ล่วงหน้าด้วยวิธีของบอกซ์-เจนกินส์เป็นเวลา 5 เดือน ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2554 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ.2555

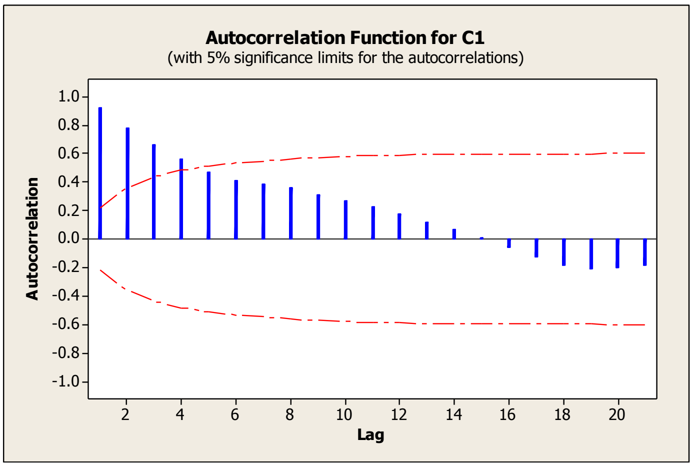
บทที่ 4

ผลการศึกษา

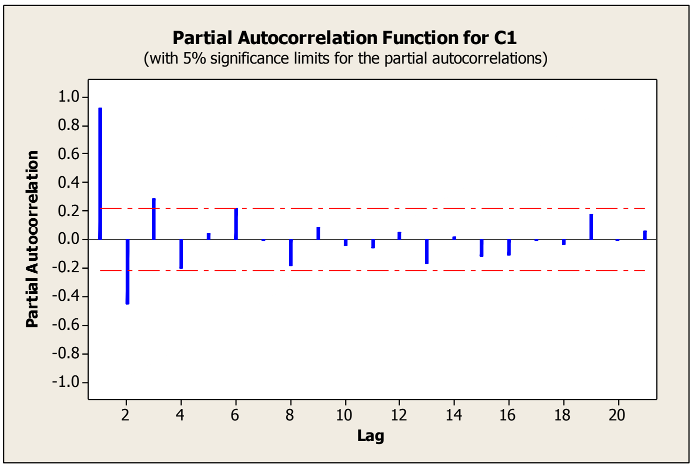
เมื่อนำข้อมูลราคากุ้งขาวแวนนาไมขนาด 40 ตัวต่อกิโลกรัม ไปวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Minitab ได้ผลการวิจัยดังนี้

4.1 การตรวจสอบข้อมูล

พิจารณากราฟ ACF ของราคากุ้งขาวแวนนาไมขนาด 40 ตัวต่อกิโลกรัม แสดงดังรูปที่ 1 พบว่า อนุกรมเวลาคงที่จึงกำหนดตัวแบบ โดยพิจารณาจากกราฟ ACF และ PACF แสดงดังภาพที่ 1 และภาพที่ 2



ภาพที่ 1 กราฟ ACF ของราคากุ้งขาวแวนนาไมขนาด 40 ตัวต่อกิโลกรัม



ภาพที่ 2 กราฟ PACF ของราคากุ้งขาวแวนนาไมขนาด 40 ตัวต่อกิโลกรัม

4.2 การกำหนดตัวแบบ

จากรูปที่ 1 และรูปที่ 2 เมื่อพิจารณาจากกราฟ ACF และ PACF จะได้ตัวแบบที่เหมาะสมคือ ตัวแบบ ARIMA(1,0,1) หรือ ARMA(1,1) ซึ่งมีรูปแบบทั่วไปดังนี้

$$\hat{X}_t = \hat{\delta} + \phi_1 X_{t-1} - \theta_1 u_{t-1}$$

4.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์

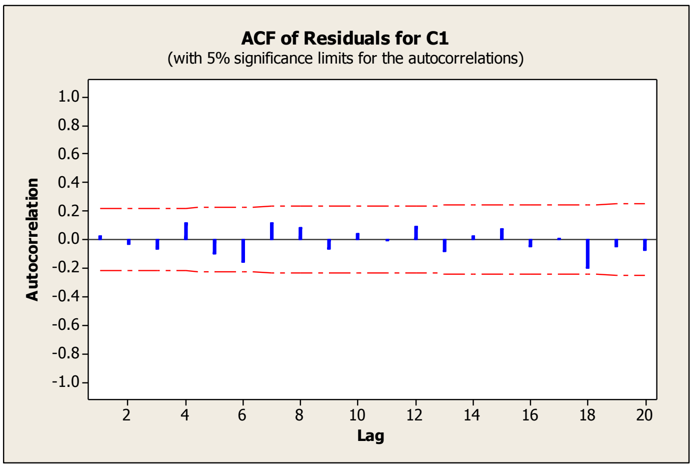
ค่าประมาณของพารามิเตอร์แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าประมาณของพารามิเตอร์ของตัวแบบ $\hat{X}_t = \hat{\delta} + \phi_1 X_{t-1} - \theta_1 u_{t-1}$

พารามิเตอร์	ค่าประมาณ	SE	ค่าสถิติ T	P-value
ϕ_1 (AR 1)	0.8646	0.0587	14.74	0.000
θ_1 (MA 1)	-0.6294	0.0906	-6.94	0.000
$\hat{\delta}$ (CONSATANT)	21.894	1.379	15.87	0.000
Mean	161.74	10.19		

4.4 การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ

ตัวแบบ ARIMA(1,0,1) หรือ ARMA(1,1) เมื่อพิจารณาค่า ACF ของค่าคงเหลือดังภาพที่ 3 จะได้ว่า ฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองของค่าคงเหลือจะตกอยู่ในขอบเขตความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 3 กราฟ ACF ของค่าคงเหลือจากวิธีของบอกซ์-เจนกินส์ด้วยตัวแบบ ARIMA(1,0,1) หรือ ARMA(1,1)

ค่าสถิติของ BOX-Pierce (Ljune-Box) จากตารางที่ 4 พบว่าค่าของตัวทดสอบสถิติ $Q_{12} = 8.1$ (P-value=0.520) , $Q_{24} = 16.4$ (P-value=0.747) , $Q_{36} = 27.2$ (P-value=0.753) และ $Q_{48} = 39.9$ (P-value=0.688) ไม่มีนัยสำคัญที่ 0.05 แสดงว่าตัวแบบ ARIMA(1,0,1) หรือ ARMA(1,1) เหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้

ตารางที่ 4 Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	8.1	16.4	27.2	39.9
DF	9	21	33	45
P-value	0.520	0.747	0.753	0.688

4.5 การพยากรณ์

ตัวแบบการพยากรณ์ของราคากุ้งขาวแวนนาไมขนาด 40 ตัวต่อกิโลกรัม
ตัวแบบ ARIMA(1,0,1) หรือ ARMA(1,1) สมการพยากรณ์คือ

$$\hat{X}_t = 21.894 + 0.8646_1 X_{t-1} + 0.6294 u_{t-1}$$

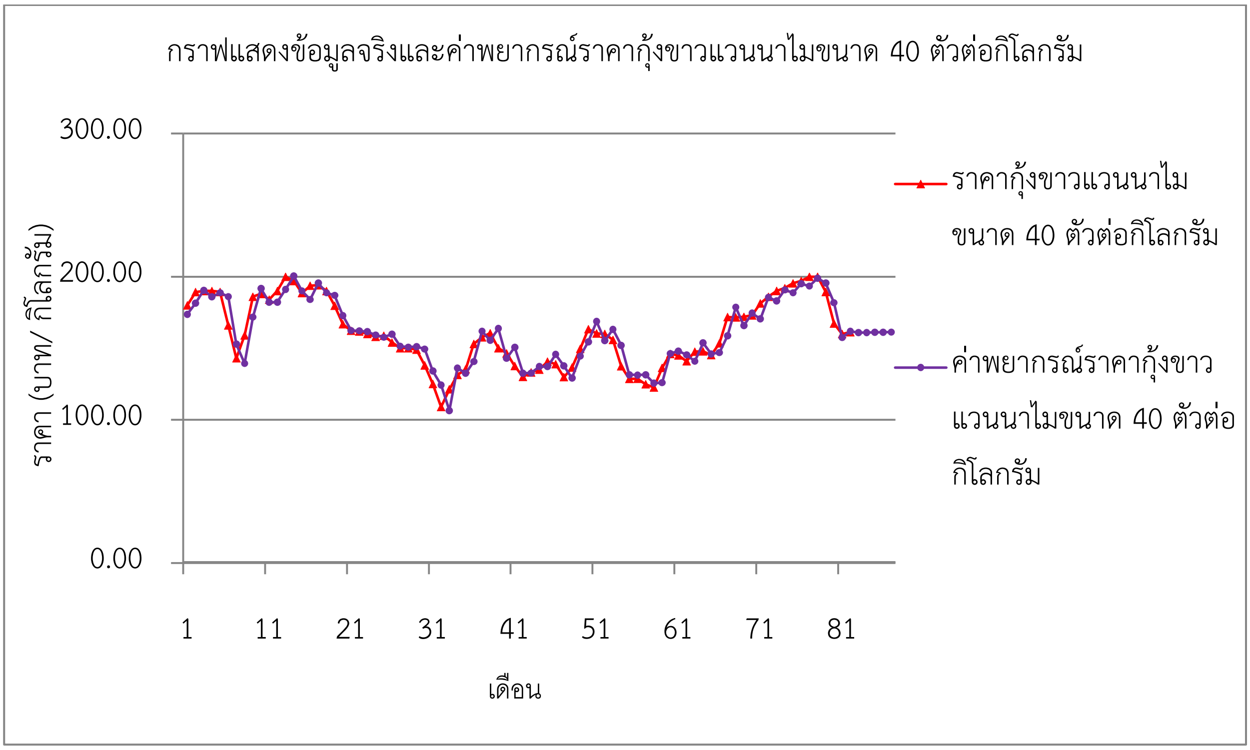
โดยที่ $\hat{X}_t$ เป็นค่าพยากรณ์ที่เวลา t ของข้อมูลราคากุ้งขาวแวนนาไมขนาด 40 ตัวต่อกิโลกรัม

พยากรณ์ราคากุ้งขาวแวนนาไมขนาด 40 ตัวต่อกิโลกรัม ล่วงหน้าจำนวน 5 เดือน คือตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2554 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ.2555 แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการพยากรณ์ราคากุ้งขาวแวนนาไมขนาด 40 ตัวต่อกิโลกรัม ของเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2554 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ.2555 ตัวแบบ ARIMA(1,0,1) หรือ ARMA(1,1) (หน่วย: บาทต่อกิโลกรัม)

เดือน	ค่าพยากรณ์ล่วงหน้า
พฤศจิกายน พ.ศ. 2554	160.86
ธันวาคม พ.ศ. 2554	160.979
มกราคม พ.ศ. 2555	161.082
กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2555	161.172
มีนาคม พ.ศ. 2555	161.249

เมื่อพิจารณากราฟค่าจริงกับค่าพยากรณ์ จะได้ว่าค่าพยากรณ์มีลักษณะใกล้เคียงกับค่าจริง ดังภาพที่ 4 โดยมีรากที่สองค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Root Mean Square Error: RMSE) = 7.67 บาทต่อกิโลกรัม



ภาพที่ 4 กราฟแสดงข้อมูลจริงและค่าพยากรณ์ราคากุ้งขาวแวนนาไมขนาด 40 ตัวต่อกิโลกรัม

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

การศึกษาเรื่องการพยากรณ์ราคากุ้งขาวแวนนาไมขนาด 40 ตัวต่อกิโลกรัม ด้วยวิธีการของบอกซ์-เจนกินส์ ในการศึกษาครั้งนี้จะทำการพยากรณ์กุ้งขาวแวนนาไมขนาด 40 ตัวต่อกิโลกรัม รายเดือนโดยเริ่มตั้งแต่ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2548 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ.2554 รวมทั้งสิ้น 82 เดือน ใช้ข้อมูลจากกรมการค้าภายในประเทศ พยากรณ์ด้วยวิธีการของบอกซ์-เจนกินส์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Minitab จากการศึกษาและวิเคราะห์สามารถสรุปได้ดังนี้

จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าอนุกรมเวลาคงที่ (stationary) จึงกำหนดตัวแบบ โดยพิจารณาจากกราฟ ACF และ PACF ได้ตัวแบบที่เหมาะสมคือ

ตัวแบบ ARIMA(1,0,1) หรือ ARMA(1,1) คือ $\hat{X}_t = \hat{\delta} + \phi_1 X_{t-1} - \theta_1 u_{t-1}$

จากนั้นประมาณค่าพารามิเตอร์จะได้สมการพยากรณ์ของตัวแบบ ARIMA(1,0,1) หรือ ARMA(1,1) ดังนี้

$$\hat{X}_t = 21.894 + 0.8646_1 X_{t-1} + 0.6294 u_{t-1}$$

เมื่อทำการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบแล้วพบว่าตัวแบบ ARIMA(1,0,1) หรือARMA(1,1) มี ความเหมาะสมโดยพิจารณากราฟ ACF ของค่าคงเหลือจะได้ว่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองของค่าคงเหลือจะตกอยู่ในขอบเขตความเชื่อมั่น 95% และพบว่าค่าสถิติ Q ของตัวแบบไม่แตกต่างจากศูนย์ แสดงว่าตัวแบบบอกซ์-เจนกินส์ที่ได้มานั้นมีความเหมาะสมแล้วจากนั้นพยากรณ์ราคากุ้งขาวแวนนาไมขนาด 40 ตัวต่อกิโลกรัม ล่วงหน้าจำนวน 5 เดือน คือตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2554 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ.2555 ด้วยตัวแบบ ARIMA(1,0,1) หรือARMA(1,1) ได้ค่าพยากรณ์ เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2554 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2554 เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2555 และเดือนมีนาคม พ.ศ. 2555 ค่าพยากรณ์เป็น 160.86 160.979 161.082 161.172 และ161.249 บาทต่อกิโลกรัม มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Square Error: MSE) = 58.9

5.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ข้อเป็นรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2548 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ.2554 รวมทั้งสิ้น 82 เดือน ข้อมูลจากกรมการค้าภายในประเทศ ในการพยากรณ์ราคาขาวแวนนาไมขนาด 40 ตัวต่อกิโลกรัมอีกทั้งการพยากรณ์ล่วงหน้ารายเดือนเป็นเพียงระยะสั้นๆที่สามารถใช้ล่วงหน้าได้เพียงระยะเวลาดังกล่าว ดังนั้นควรปรับปรุงข้อมูลให้มีความทันสมัยอยู่ตลอดเวลา จึงทำให้ได้ราคาพยากรณ์มีความเป็นปัจจุบันมากที่สุด หรือควรเลือกใช้ข้อมูลรายปี และทำการพยากรณ์ล่วงหน้าไปอีก 3-4 ปี

ค่าพยากรณ์ออกมาได้นั้นอาจจะไม่แม่นยำสำหรับราคาที่เกษตรกรขายได้ ณ ตลาดในประเทศไทย เช่นตลาดทะเลไทย และตลาดสัตว์น้ำไทย จังหวัดสุราษฎร์ธานี แต่มีความแม่นยำต่อสภาพโดยรวมของราคากุ้งขาวแวนนาไมที่เกษตรขายได้ในขนาด 40 ตัวต่อกิโลกรัม ควรแบ่งประเภทของตลาด และควรจะทำการศึกษา

เปรียบเทียบราคากุ้งขาวแวนนาไมในแต่ละขนาดเนื่องจากผู้วิจัยได้ทำการพยากรณ์ราคากุ้งขาว-แวนนาไม ขนาด 40 ตัวต่อกิโลกรัมเพียงขนาดเดียวจึงไม่สามารถพยากรณ์ราคากุ้งราคากุ้งขาวแวนนาไมในขนาดอื่นได้

จากการพยากรณ์โดยวิธีอารีมา (ARIMA) นั้นเป็นการพยากรณ์ภายใต้ข้อสมมติฐานที่ว่าข้อมูลอนุกรมเวลาจะไม่ได้รับผลกระทบจากปัจจัยอื่นๆซึ่งในความเป็นจริงราคาสินค้าส่วยมากมักจะได้รับผลกระทบจากปัจจัยภายในและภายนอกมากมาย ทั้งในด้านสภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจภายในประเทศและต่างประเทศ

เพื่อให้ผลการพยากรณ์มีความน่าเชื่อถือมากขึ้นควรจะมีการวิเคราะห์การพยากรณ์ด้วยวิธีอื่นๆและนำมาเปรียบเทียบกันเพื่อแสดงให้เห็นว่าวิธีการแบบใดที่ให้ผลการพยากรณ์ใกล้เคียงกับข้อมูลจริงมากที่สุด

บรรณานุกรม

คธาฤทธิ์ สิทธิกูล. (2540). การศึกษาพฤติกรรมราคาและการพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรที่สำคัญ กรณีศึกษา: ข้าว ยางพารา มันสำปะหลัง ข้าวโพด กุ้งกุลาดำ.วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาเศรษฐศาสตร์, วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จินตนา เอี่ยมละออ. (2541). ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงมาตรการทางการค้าต่อการส่งออกกุ้งสดแช่แข็งของไทย.วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาเศรษฐศาสตร์, วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ณัฐิมา ลิมากุล และ รวิพิมพ์ ฉวีสุข. (2552). การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกุ้งขาวแช่แข็งของประเทศไทยไปยังประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศญี่ปุ่นด้วยเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลา. ใน *การประชุมสัมมนาวิชาการด้านการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน ครั้งที่ 9 (ThaiVCML2009).* (หน้า 189-200).

สวันญา เสนารัตน์. (2547). การพยากรณ์ราคากุ้งกุลาดำ โดยวิธีอารีมา.วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาเศรษฐศาสตร์เกษตร, เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เสกศักดิ์ ดวงมณี และ รวิพิมพ์ ฉวีสุข. (2552). การพยากรณ์ผลผลิตกุ้งขาวแวนาไมด้วยเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร. ใน *การประชุมสัมมนาวิชาการด้านการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน ครั้งที่ 9 (ThaiVCML2009).* (หน้า 177-187).

สำนักเศรษฐกิจการเกษตร. (2553). ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตรปี 2553, 84-85.

Alon, I., Oi, M., Sadowski, R.J. Forecasting aggregate retail sales: a comparison of artificial neural networks and traditional methods. [ออนไลน์]. Journal of Retailing and Consumer Services8, 147-156. เข้าถึงได้จาก: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0969698900000114#CORR1). (วันที่ค้นข้อมูล: 2 ธันวาคม 2554)

Ho, S.L., Xie, M., Goh, T.N. A comparative study of neural network and Box-Jenskins ARIMA modeling in time series prediction. [ออนไลน์]. Computers and Industrial Engineering 42:371-375. เข้าถึงได้จาก: http://www.sciencedirect.com/science/article/ 00360. (วันที่ค้นข้อมูล: 23 ธันวาคม 2554)

Shabri, A.B. Comparision of Time Series Forecasting Methods Using Neural Networks and Box-Jenkins Model. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.fs.utm.my/ matematika/content /view/50/31/ . (วันที่ค้นข้อมูล: 20 พฤศจิกายน 2554)