



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (การจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร)

ปริญญา

การจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร

เทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของประเทศไทยด้วยแบบจำลองเชิง
ปริมาณ

Forecasting Thailand's Cut-Flower Orchid Export Volume Using Quantitative Models

นามผู้วิจัย นางสาวรุ่งทิพย์ พุ่มกumar

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์รวิพิมพ์ ฉวีสุข, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์รวิพิมพ์ ฉวีสุข, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ธีระกถ, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของประเทศไทย
ด้วยแบบจำลองเชิงปริมาณ

Forecasting Thailand's Cut-Flower Orchid Export Volume
Using Quantitative Models

โดย

นางสาวรุ่งทิพย์ พุ่มกุมาร

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร)

พ.ศ. 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รุ่งทิพย์ พุ่มกุมาร 2555: การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของประเทศไทย
ด้วยแบบจำลองเชิงปริมาณ ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (การจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
เกษตร) สาขาการจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์รวิพิมพ์ จวีสุข, Ph.D. 280 หน้า

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของประเทศไทยไปยังตลาดส่งออกที่สำคัญ คือ ตลาดญี่ปุ่น ตลาดอเมริกา และตลาดจีน ระหว่างเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาและเทคนิคการพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาทำการเปรียบเทียบแบบจำลองปรับเรียบทางสถิติ แบบจำลองบ็อกซ์และเจนกินส์ และแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับ (Backpropagation neural network; BPN) พบว่า แบบจำลอง BPN มีความถูกต้องในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกไปยังประเทศจีนทั้งแบบล่วงหน้า 1 เดือนและล่วงหน้า 12 เดือน ในขณะที่อเมริกานั้น แบบจำลองบ็อกซ์และเจนกินส์มีความถูกต้องมากที่สุดในการพยากรณ์ทั้งแบบล่วงหน้า 1 เดือนและล่วงหน้า 12 เดือน ส่วนญี่ปุ่นพบว่า แบบจำลองปรับให้เรียบฤดูกาลแบบบวก มีความถูกต้องมากที่สุดในการพยากรณ์ทั้งแบบล่วงหน้า 1 เดือนและล่วงหน้า 12 เดือน นอกจากนี้พบว่าแบบจำลองที่คัดเลือกได้ของแต่ละประเทศให้ผลการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือนถูกต้องมากกว่าการพยากรณ์ล่วงหน้า 12 เดือน ส่วนเทคนิคการพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทำการสร้างแบบจำลองการถดถอย (แบบเชิงเส้นและไม่เชิงเส้น) และแบบจำลอง BPN เพื่อจำลองความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรนำเข้าที่อยู่ในรูปปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการกล้วยไม้ตัดดอกของไทยในตลาดญี่ปุ่น จำนวน 9 ตัวแปร ตลาดอเมริกาและตลาดจีนประเทศละ 12 ตัวแปร หรือในรูปของการวิเคราะห์ปัจจัย จำนวน 2 กลุ่มปัจจัยในญี่ปุ่นและอเมริกา และ 3 กลุ่มปัจจัยในจีนกับตัวแปรผลลัพธ์ คือปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังตลาดส่งออกทั้งสามประเทศ โดยพยากรณ์เฉพาะแบบล่วงหน้า 1 เดือนพบว่าแบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่งแบบขั้นบันไดที่สร้างจากตัวแปรทั้งหมดของตลาดอเมริกาและญี่ปุ่นมีความถูกต้องในการพยากรณ์สูงกว่าแบบจำลองอื่น ๆ และสามารถบ่งชี้ว่าอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบกับของไทยกับญี่ปุ่นและราคากล้วยไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไร่นา มีความสำคัญต่อการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกไปยังญี่ปุ่นมากที่สุด แต่อเมริกาพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณส่งออกมากที่สุด ลำดับแรก คือ ดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไปย้อนหลัง 3 เดือน และอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบกับของไทยกับอเมริกาช้อนหลัง 2 เดือน ในขณะที่แบบจำลองที่เหมาะสมสำหรับประเทศจีน คือ แบบจำลอง BPN ที่สร้างจากกลุ่มปัจจัยโดยสามารถบ่งชี้ได้ว่า ปัจจัยด้านเศรษฐกิจและปัจจัยด้านราคาขายกล้วยไม้ตัดดอก มีความสำคัญต่อการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบการพยากรณ์แบบล่วงหน้า 1 เดือนพบว่าแบบจำลองที่สร้างจากเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลามีความถูกต้องในการพยากรณ์และสามารถใช้งานทั่วไปสูงกว่าแบบจำลองที่สร้างจากเทคนิคการพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

Roongthip Poomkumarn 2012: Forecasting Thailand's Cut-Flower Orchid Export Volume Using Quantitative Models. Master of Science (Agro-Industry Technology Management), Major Field: Agro-Industry Technology Management, Department of Agro-Industry Technology. Thesis Advisor: Assistant Professor Ravipim Chaveesuk, Ph.D. 280 pages.

The purpose of this research was to compare time series forecasting and causal forecasting techniques to forecast Thailand's cut-flower orchid export volume to major markets, i.e., Japan, USA and the People's Republic of China (PRC). For the time series forecasting technique, smoothing models, Box-Jenkins model and backpropagation neural network (BPN) model were evaluated. The BPN model was found to have highest accuracy in forecasting the export volume to the PRC for both 1-month ahead forecast and 12-month ahead forecast whereas Box-Jenkins model was the most accurate in both 1-month ahead forecast and 12-month ahead forecast for USA market. In addition, the seasonal additive smoothing model exhibited most accuracy for both 1-month ahead forecast and 12-month ahead forecast in Japanese market. It was also observed that the 1-month ahead forecast was superior to 12-month ahead forecast for all time series models. Under the causal forecasting technique, linear and nonlinear regression models and BPN model were built to capture the relationship between factors influencing the cut-flower orchid demand and the export volume to each country. The influencing factors were included in the model as 9 independent variables in Japan, 12 independent variables in USA and the PRC or as 2 factor groups in Japan and USA and 3 factor groups in the PRC which were obtained from factor analysis. The dependent variable was Thai cut-flower orchid export volume to each country. Only 1-month ahead forecast was studied under this forecasting technique. Results indicated that stepwise linear regression built from independent variables possessed highest accuracy in forecasting the export volume to USA and Japan. The Japanese model pointed out that Thai-Japanese exchange rate and farm price of cut-flower orchids were the most important variables affecting the export volume. On the other hand, USA model exhibited that the consumer price index 3-month earlier and the Thai-USA exchange rate 2-month earlier were most influential. For PRC market, the BPN model built from factor groups was most accurate and could identify that economic factors and price cut-flower orchid factors had greatest effect on the export volume. The comparison of 1-month ahead forecast revealed that the model built from the time series technique had higher forecasting accuracy than the causal forecasting models.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิพิมพ์ จวิสุข อาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์หลักผู้ให้วิชาความรู้ด้านต่าง ๆ ในการทำงานวิจัยวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ตลอดจนกรุณาให้
คำปรึกษา แนะนำ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ให้ความอนุเคราะห์ในเรื่องของข้อมูลสำหรับ
งานวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่ง
สอน และประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปประยุกต์ใช้สำหรับ
การดำเนินชีวิตในทุก ๆ ด้าน และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตรทุก
ท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำต่าง ๆ ด้วยความยินดีเสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดาที่ให้การสนับสนุนทุกด้าน ทั้งกำลังใจ แรงผลักดันและ
ทุนในการศึกษา รวมถึงขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ และเป็น
กำลังใจตลอดมา

รุ่งทิพย์ พุ่มกุมาร
มีนาคม 2555

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(7)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการวิจัย	55
อุปกรณ์	55
วิธีการวิจัย	55
ผลและวิจารณ์	81
สรุปและข้อเสนอแนะ	149
สรุป	149
ข้อเสนอแนะ	151
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	152
ภาคผนวก	159
ภาคผนวก ก ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย	160
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ผล	267
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	280

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แหล่งผลิตและปริมาณการผลิตกล้วยไม้ ปีพ.ศ. 2543-2553	5
2	ปริมาณการค้ากล้วยไม้ของตลาดภายในประเทศและต่างประเทศ ปีพ.ศ. 2545- 2552	7
3	อันดับประเทศที่เป็นผู้ส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกไปยังประเทศญี่ปุ่นในช่วงปี พ.ศ. 2550 - 2552	11
4	ปริมาณและมูลค่าการนำเข้ากล้วยไม้ตัดดอกของประเทศญี่ปุ่น ปีพ.ศ. 2540 - 2552	12
5	ปริมาณและมูลค่าการนำเข้ากล้วยไม้ตัดดอกของประเทศสาธารณรัฐ ประชาชนจีน ปีพ.ศ. 2541-2552	13
6	ปริมาณและมูลค่าการนำเข้ากล้วยไม้ตัดดอกของประเทศสหรัฐอเมริกา ปี พ.ศ. 2541-2552	15
7	ลักษณะของ p_k และ p_{kk} สำหรับรูปแบบ ARMA (p, q)	28
8	ลักษณะของ p_k และ p_{kk} สำหรับรูปแบบ SARMA (P,Q) ₁₂	29
9	การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ทางสถิติ	35
10	ค่าพารามิเตอร์ปรับเรียบที่เหมาะสมของแบบจำลองปรับให้เรียบทางสถิติ	84
11	สมการพยากรณ์ของแบบจำลองปรับให้เรียบทางสถิติทั้ง 4 วิธี สำหรับการ พยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน	85
12	การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนจากการใช้แบบจำลองทั้ง 4 รูปแบบ ใน การพยากรณ์ข้อมูลชุดทดสอบของการส่งออกไปยังทั้งสามประเทศ แบบ ล่วงหน้า 1 เดือน	87
13	ค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองปรับเรียบทางสถิติสำหรับพยากรณ์ ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศ สหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน แบบล่วงหน้า 1 เดือน และแบบล่วงหน้า 1 ปี	88

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
14	โครงสร้างและพารามิเตอร์การเรียนรู้ที่เหมาะสมของแบบจำลอง BPN ที่คัดเลือกได้	89
15	โครงสร้างและพารามิเตอร์การเรียนรู้ที่เหมาะสมของแบบจำลอง BPN ที่คัดเลือกได้	90
16	ค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง BPN ที่คัดเลือกได้	90
17	ค่าความคลาดเคลื่อนข้อมูลชุดทดสอบของแบบจำลอง BPN ที่คัดเลือกได้	91
18	ค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง BPN ที่เหมาะสมในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศญี่ปุ่น และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนของข้อมูลชุดทดสอบแบบล่วงหน้า 1 เดือนและล่วงหน้า 1 ปี	92
19	ค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองบ็อกซ์และเจนกินส์ในรูป MAE สำหรับการพยากรณ์ข้อมูลชุดทดสอบ แบบล่วงหน้า 1 เดือน และ 1 ปี	95
20	ภาพของแบบจำลองที่ใช้พยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยแบบล่วงหน้า 1 เดือน	96
21	ประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ใช้พยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยแบบล่วงหน้า 1 ปี	101
22	เปรียบเทียบการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือน และล่วงหน้า 1 ปี ของข้อมูลชุดทดสอบสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศญี่ปุ่น และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน	106
23	ผลการวิเคราะห์ปัจจัยจากตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการกล้วยไม้ตัดดอกในประเทศญี่ปุ่น	108
24	ผลการวิเคราะห์ปัจจัยจากตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการกล้วยไม้ตัดดอกในประเทศสหรัฐอเมริกา	110
25	ผลการวิเคราะห์ปัจจัยจากตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการกล้วยไม้ตัดดอกในประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน	111

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
26	ค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลชุดเรียนรู้และชุดทดสอบของแบบจำลองการถดถอยในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น	113
27	ค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลชุดเรียนรู้และชุดทดสอบของแบบจำลองการถดถอยในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา	114
28	ค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลชุดเรียนรู้และชุดทดสอบของแบบจำลองการถดถอยในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน	116
29	โครงสร้างและพารามิเตอร์การเรียนรู้ที่เหมาะสมของแบบจำลอง BPN สำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน	118
30	ค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลชุดเรียนรู้และชุดทดสอบจากข้อมูลในรูปแบบตัวแปรทั้งหมดของแบบจำลองการถดถอยไม่เชิงเส้น ในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา และสาธารณรัฐประชาชนจีน	121
31	การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลชุดเรียนรู้และชุดทดสอบของแบบจำลองการถดถอยเชิงเส้น แบบจำลองการถดถอยไม่เชิงเส้น และแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมที่สร้างจากข้อมูลในรูปแบบตัวแปรทั้งหมดและกลุ่มปัจจัย ในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น	122

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
32	การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลชุดเรียนรู้และชุดทดสอบของแบบจำลองการถดถอยเชิงเส้น แบบจำลองการถดถอยไม่เชิงเส้น และแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมที่สร้างจากข้อมูลในรูปแบบตัวแปรทั้งหมด และกลุ่มปัจจัย ในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา	124
33	การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลชุดเรียนรู้และชุดทดสอบของแบบจำลองการถดถอยเชิงเส้น แบบจำลองการถดถอยไม่เชิงเส้น และแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมที่สร้างจากข้อมูลในรูปแบบตัวแปรทั้งหมด และกลุ่มปัจจัย ในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน	125
34	ค่าความลำเอียง TS ของแบบจำลองที่เหมาะสมในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน	130
35	ตัวแปรปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น	131
36	ตัวแปรปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา	132
37	กลุ่มปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน	133
38	เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือนของแบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนด้วยเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาและเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร	135
39	ค่าความลำเอียงในการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือนของแบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาและเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร	139

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
40	ค่าความคลาดเคลื่อน MAPE ของข้อมูลชุดเรียนรู้และชุดทดสอบในการพยากรณ์ระยะสั้นของแบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาและเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร	140
41	การเปรียบเทียบแบบจำลองในการพยากรณ์ปริมาณส่งออกกล้วยไม้ในหลายปัจจัย	142
42	ค่าพยากรณ์ปริมาณส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน พ.ศ. 2554 แบบล่วงหน้า 12 เดือน	142
43	ค่าพยากรณ์ปริมาณส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน พ.ศ. 2555 แบบล่วงหน้า 12 เดือน	146

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1	วิถีตลาดกล้วยไม้ตัดดอกของไทย ปีพ.ศ. 2551
2	การทำงานของเครือข่ายประสาทของมนุษย์
3	การทำงานของเครือข่ายประสาทเทียม
4	เครือข่ายประสาทเทียมแบบชั้นเดียว
5	เครือข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น
6	ฟังก์ชันซิกมอยด์ (Sigmoid function)
7	ฟังก์ชันไบโพลาร์ซิกมอยด์ (Bipolar sigmoid function)
8	ฟังก์ชันไฮเพอร์โบลิกแทนเจน (Hyperbolic tangent)
9	โครงสร้างของแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับที่มีชั้นซ่อน 1 ชั้น
10	แผนภาพสรุปการดำเนินงานวิธีวิจัย
11	ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปประเทศญี่ปุ่น
12	ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปประเทศสหรัฐอเมริกา
13	ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน
14	การเปรียบเทียบปริมาณการส่งออกที่แท้จริงและค่าพยากรณ์ของปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปประเทศญี่ปุ่นจากข้อมูลชุดเรียนรู้ และชุดทดสอบสำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือน
15	การเปรียบเทียบปริมาณการส่งออกที่แท้จริงและค่าพยากรณ์ของปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปประเทศสหรัฐอเมริกาจากข้อมูลชุดเรียนรู้ และชุดทดสอบสำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือน
16	การเปรียบเทียบปริมาณการส่งออกที่แท้จริงและค่าพยากรณ์ของปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน จากข้อมูลชุดเรียนรู้ และชุดทดสอบสำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือน
17	การเปรียบเทียบปริมาณการส่งออกที่แท้จริงและค่าพยากรณ์ของปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปประเทศญี่ปุ่นจากข้อมูลชุดเรียนรู้ และชุดทดสอบสำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปี

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
18 การเปรียบเทียบปริมาณการส่งออกที่แท้จริงและค่าพยากรณ์ของปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปอเมริกาจากข้อมูลชุดเรียนรู้ และชุดทดสอบสำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปี	103
19 การเปรียบเทียบปริมาณการส่งออกที่แท้จริงและค่าพยากรณ์ของปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปจีน จากข้อมูลชุดเรียนรู้และชุดทดสอบสำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปี	104
20 การเปรียบเทียบระหว่างค่าจริงและค่าพยากรณ์ของปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังญี่ปุ่นของข้อมูลชุดเรียนรู้ และชุดทดสอบด้วยแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร	126
21 การเปรียบเทียบระหว่างค่าจริงและค่าพยากรณ์ของปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังอเมริกาของข้อมูลชุดเรียนรู้ และชุดทดสอบด้วยแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร	127
22 การเปรียบเทียบระหว่างค่าจริงและค่าพยากรณ์ของปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังจีนของข้อมูลชุดเรียนรู้ และชุดทดสอบด้วยแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร	129
23 การเปรียบเทียบปริมาณการส่งออกที่แท้จริงและค่าพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือนของปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปญี่ปุ่นจากข้อมูลชุดทดสอบด้วยเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาและเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร	137
24 การเปรียบเทียบปริมาณการส่งออกที่แท้จริงและค่าพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือนของปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปอเมริกาจากข้อมูลชุดทดสอบด้วยเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาและเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร	137
25 การเปรียบเทียบปริมาณการส่งออกที่แท้จริงและค่าพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือนของปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปจีนจากข้อมูลชุดทดสอบด้วยเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาและเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร	138

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
26	ปริมาณการส่งออกที่แท้จริงและค่าพยากรณ์ในปีพ.ศ. 2554 ของปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน	144
27	ปริมาณการส่งออกที่แท้จริงและค่าพยากรณ์ในปีพ.ศ. 2555 ของปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน	147

การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของประเทศไทย ด้วยแบบจำลองเชิงปริมาณ

Forecasting Thailand's Cut-Flower Orchid Export Volume Using Quantitative Models

คำนำ

อุตสาหกรรมกล้วยไม้ของไทยเจริญก้าวหน้าอย่างมาก สามารถสร้างรายได้เข้าสู่ประเทศเป็นอันดับหนึ่งในบรรดาไม้ดอกไม้ประดับทั้งหมดที่มีการส่งออก ประเทศไทยเป็นอันดับหนึ่งในการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของโลก โดยในปี 2553 มีมูลค่าการส่งออก 2,305 ล้านบาท (สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร, 2554)

ตลาดนำเข้าสำคัญของกล้วยไม้ตัดดอกของไทยสองอันดับแรก คือ ญี่ปุ่น และสหรัฐอเมริกา ในตลาดญี่ปุ่นนั้นมูลค่าการค้ากล้วยไม้ผ่านตลาดประมูลดอกไม้ในญี่ปุ่นมีมูลค่าต่อปีสูงถึง 230 ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ และยังเป็นผู้นำเข้ากล้วยไม้ถึงร้อยละ 42 ของกล้วยไม้ที่มีการค้าในตลาดโลกทั้งหมด โดยมากกว่าครึ่งหนึ่งเป็นการนำเข้าจากไทย ส่วนตลาดสหรัฐอเมริกา มีความสำคัญเป็นอันดับสองรองจากญี่ปุ่น และแนวโน้มการส่งออกยังคงเพิ่มขึ้น โดยตลาดกล้วยไม้นำเข้าของสหรัฐอเมริกานั้นแบ่งออกเป็นกล้วยไม้สกุลหวาย และกล้วยไม้สกุลอื่นๆ ซึ่งไทยนั้นมีส่วนแบ่งตลาดถึงร้อยละ 98 ของการนำเข้ากล้วยไม้สกุลหวาย คู่แข่งสำคัญของกล้วยไม้สกุลหวายของไทยในตลาดสหรัฐอเมริกา คือ โคลัมเบีย ปานามา คอสตาริกา และสิงคโปร์ (ศูนย์วิจัยกสิกรรมไทย, 2553)

นอกจากนี้ยังมีตลาดนำเข้าที่น่าสนใจอีกตลาดหนึ่ง คือ สาธารณรัฐประชาชนจีน เนื่องจากปัจจุบันจีนนิยมนำเข้ากล้วยไม้ไทยมากขึ้น เพื่อใช้ประดับในงานแต่งงาน ใช้ในพิธีเปิดงานต่าง ๆ ซึ่งมักจะใช้ติดสื่อสำหรับแขกสำคัญที่เข้าร่วมงาน รวมทั้งการจัดกระเช้าในโอกาสต่าง ๆ จากสถิติปีพ.ศ. 2552 ประเทศจีนนำเข้ากล้วยไม้ไทยมีมูลค่ารวมกว่า 43 ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ ส่วนใหญ่นำเข้าผ่านทางฮ่องกง แล้วส่งต่อเข้ามาจีนแผ่นดินใหญ่ผ่านทางเซินเจิ้น ปักกิ่ง เซี่ยงไฮ้ และคุนหมิง แต่ก็มีบางส่วนที่ส่งจากประเทศไทยเข้าจีนโดยตรง และจากการที่กล้วยไม้ไทยได้รับความนิยมจากตลาด

จีนอย่างต่อเนื่อง คาดการณ์ว่ามูลค่าการนำเข้ากล้วยไม้ไทยจนถึงปีพ.ศ. 2558 จะมีมูลค่ารวมทั้งสิ้นถึง 285 ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ (สำนักงานส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ ณ นครเฉิงตู, 2553)

อย่างไรก็ตามอุตสาหกรรมกล้วยไม้ตัดดอกส่งออกของไทยมีคู่แข่งจำนวนมาก ทั้งสิงคโปร์ มาเลเซีย ซึ่งเป็นคู่แข่งเดิม และประเทศที่เริ่มมีการขยายการปลูกกล้วยไม้ชนิดเดียวกันกับไทย ได้แก่ อินเดีย คอสตาริกา และเม็กซิโก ดังนั้นเพื่อรักษาศักยภาพการเป็นผู้นำในการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังตลาดสำคัญ 3 ประเทศ คือ ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา และสาธารณรัฐประชาชนจีน การพยากรณ์ปริมาณส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกในแต่ละประเทศ รวมทั้งการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการกล้วยไม้ตัดดอกในแต่ละประเทศกับปริมาณการส่งออก จะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในการจัดการด้านการวางแผนการผลิต การเก็บเกี่ยว ตลอดจนการกำหนดนโยบายเชิงกลยุทธ์ทางการตลาด ให้มีความเหมาะสมตรงตามความต้องการของประเทศคู่ค้าหลัก ซึ่งจะช่วยกำหนดทิศทางการส่งออกให้มีความชัดเจน งานวิจัยนี้จึงศึกษาเปรียบเทียบเทคนิคการพยากรณ์ 2 ประเภท ได้แก่ เทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time series analysis) และเทคนิคการพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (Causal forecasting or Associative) โดยเทคนิควิเคราะห์อนุกรมเวลาจะพยากรณ์ปริมาณการส่งออกจากข้อมูลปริมาณการส่งออกในอดีตในรูปอนุกรมเวลาเท่านั้น และอยู่บนพื้นฐานที่ว่าแนวโน้มในอดีตจะเกิดขึ้นต่อไปในอนาคต ในขณะที่เทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรนั้นจะพิจารณาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความต้องการกล้วยไม้ตัดดอกนอกเหนือจากปริมาณการส่งออกในอดีต เช่น ราคาส่งออก (F.O.B) กล้วยไม้ตัดดอกของไทย ปรับด้วยดัชนีราคาของผู้บริโภคทั่วไปของประเทศผู้นำเข้า อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบของไทยกับประเทศผู้นำเข้า ดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไปของประเทศผู้นำเข้า ราคากล้วยไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไร่นา อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ของประเทศผู้นำเข้า และรายได้เฉลี่ยต่อบุคคลของประเทศผู้นำเข้า ปรับด้วยดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไปของประเทศผู้นำเข้าในตลาดต่าง ๆ ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. พยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลา
2. พยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ด้วยเทคนิคการพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่ออุปสงค์นำเข้ากล้วยไม้ตัดดอกของไทย
3. คัดเลือกแบบจำลองเพื่อนำไปใช้สำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน โดยเปรียบเทียบเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลา และเทคนิคการพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

การตรวจเอกสาร

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ดังนั้นเพื่อให้งานวิจัยสามารถดำเนินไปได้จึงต้องอาศัยความรู้ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกล้วยไม้ตัดดอก ตลอดจนเทคนิค และแบบจำลองในการพยากรณ์ ผู้วิจัยจึงรวบรวมข้อมูลพื้นฐาน ตลอดจนทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการศึกษาเอกสารทางวิชาการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อประกอบการศึกษาดังนี้

1. สถานการณ์ทางการผลิต และสภาพทางการตลาดของกล้วยไม้ตัดดอกของไทย
2. ลักษณะตลาดนำเข้ากล้วยไม้ตัดดอกที่สำคัญของไทย
3. ประเทศคู่แข่งที่สำคัญของไทย
4. ความรู้พื้นฐานสำหรับการพยากรณ์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สถานการณ์ทางการผลิต และสภาพทางการตลาดของกล้วยไม้ตัดดอกของไทย

1. สถานการณ์การผลิต

การปลูกเลี้ยงกล้วยไม้ในประเทศไทยเริ่มมีการปลูกเลี้ยงตั้งแต่ปีพ.ศ. 2429 และได้พัฒนา มาเป็นการค้าและเริ่มมีการส่งออกอย่างจริงจังในปีพ.ศ. 2508 (สมาคมพืชสวน, 2552) จนกระทั่งถึง ปัจจุบัน ซึ่งจะเห็นได้ว่า ประเทศไทยมีการพัฒนาการผลิตเพื่อการส่งออกอย่างต่อเนื่อง ทำให้ เกษตรกรไทยมีการสะสมประสบการณ์และความชำนาญมานานกว่า 40 ปี จึงทำให้กล้วยไม้ตัดดอก ของไทยมีชื่อเสียงเป็นที่รู้จักและได้รับความนิยมของผู้บริโภคทั้งในประเทศและในตลาด ต่างประเทศ การเจริญเติบโตของกล้วยไม้ต้องอาศัยปัจจัยหลายอย่างคือ แสงสว่าง ความชื้น และ อุณหภูมิ สำหรับระยะเวลาที่แสงสว่าง ความชื้น และอุณหภูมิที่เหมาะสมนั้นได้แก่ ฤดูร้อน เป็น ระยะเวลาที่มีกลางวันยาวที่สุด และกล้วยไม้เจริญเติบโตดี โดยเฉพาะกล้วยไม้สกุลหวายนี้จะ เจริญเติบโตดีตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ดังนั้นฤดูกาลที่เหมาะสมกับการเพาะปลูกจึงควรเริ่มต้นตั้งแต่ เดือนกุมภาพันธ์ หลังจากนั้นไปประมาณ 1 ถึง 2 เดือน กล้วยไม้จะแตกหน่อและราก และเจริญเติบโต ขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงฤดูฝน เมื่อกล้วยไม้ได้นำฝนก็จะเติบโตเต็มที่แล้วแทงช่อดอกในเดือนสิงหาคม

และกันยายน พอมันฤดูฝนช่วงเดือนตุลาคมก็ย่างเข้าฤดูหนาวอากาศจะแห้งแล้งกล้วยไม้จะเริ่มพักตัว (อภิสิทธิ์และคณะ, 2551)

สถิติเนื้อที่เพาะปลูกกล้วยไม้ ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2542-2553 (ตารางที่ 1) ซึ่งให้เห็นว่าการผลิตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้การวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างฤดูกาลผลิตกล้วยไม้ของไทยกับปริมาณความต้องการของประเทศผู้นำเข้าที่สำคัญ (กิริติ, 2543) พบว่า

1.1 ไตรมาสที่ 1 อยู่ระหว่าง เดือน มกราคม ถึง มีนาคม เป็นช่วงที่ปริมาณผลผลิตมีไม่ค่อยมากแต่ปริมาณความต้องการของประเทศผู้นำเข้ามีมาก เพราะในแถบประเทศสหรัฐอเมริกา สหภาพยุโรป และญี่ปุ่น อากาศหนาวเย็น และเป็นช่วงที่ขาดแคลนดอกไม้ที่ปลูกได้ในประเทศ ความต้องการกล้วยไม้ตัดดอกของไทยจึงมีมาก จึงทำให้ราคาในช่วงนี้อาจสูงกว่าปกติ

1.2 ไตรมาสที่ 2 อยู่ระหว่างเดือน เมษายน ถึง มิถุนายน ช่วงนี้เป็นช่วงที่มีเทศกาลต่าง ๆ ในต่างประเทศจึงเป็นช่วงที่มีการใช้ดอกไม้มากเช่นกัน แต่ในไตรมาสนี้มีปริมาณผลผลิตค่อนข้างน้อยเนื่องจากเป็นช่วงระยะที่ต้นกล้วยไม้แทงหน่อใหม่ ประกอบกับสภาพอากาศร้อนและแห้งแล้ง

1.3 ไตรมาสที่ 3 อยู่ระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน ในช่วงนี้เป็นช่วงวันหยุดพักผ่อนประจำปีของประเทศผู้นำเข้า ซึ่งในช่วงนี้ปริมาณความต้องการกล้วยไม้ตัดดอกจากไทยน้อยลง แต่ปริมาณผลผลิตกล้วยไม้ของไทยมีมาก ราคาจึงลดลง

ตารางที่ 1 แหล่งผลิตและปริมาณการผลิตกล้วยไม้ ปีพ.ศ. 2543-2553

ปี	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (ไร่)	ผลผลิต (ต้น)	ผลผลิตต่อไร่ (กก.)
2543	15,718	33,890	2,156
2544	17,049	37,602	2,206
2545	18,505	40,852	2,208
2546	19,562	43,247	2,211

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ปี	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (ไร่)	ผลผลิต (ตัน)	ผลผลิตต่อไร่ (กก.)
2547	19,909	44,316	2,226
2548	20,386	45,791	2,246
2549	20,032	45,972	2,295
2550	20,746	48,639	2,345
2551	21,602	51,834	2,400
2552	22,200	52,422	2,361
2553	22,779	54,692	2,401

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2554)

2. พันธุ์กล้วยไม้ที่นิยมปลูกเชิงการค้า

พันธุ์กล้วยไม้ที่นิยมปลูกเป็นการค้าเพื่อส่งออกส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 80 เป็นกล้วยไม้สกุลหวาย (*Dendrobium* sp.) ได้แก่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2553)

2.1 สีม่วง ได้แก่ พันธุ์มาดามปอมปาดัวร์ (Madam Pompadour)

2.2 สีขาว ได้แก่ พันธุ์วอลเตอร์โอมา (Walter Oumae), แจ็กเกอลีนโทมัส (Jaquelyn Thomas)

2.3 สีชมพู ได้แก่ พันธุ์อินทวงศ์ (Intuwong), แพนด้า (Panda), ซีซาร์ (Caesar) และซอนเนีย (Sonnica)

2.4 สีเหลือง ได้แก่ พันธุ์เกษมโกลด์ (Kasem Gold)

สำหรับกล้วยไม้สกุลอื่น ๆ อีกร้อยละ 20 ได้แก่

2.5 สกุลแวนด้า (Vanda sp.) ได้แก่ พันธุ์รอชไฮล์เดียนา (Rothschildiana), 프린เซสมิกาสา (Princess Mikasa), วิรัตน์ (Wirat)

2.6 สกุลออนซิเดียม (Oncidium sp.) ได้แก่ พันธุ์โกลเด้นโชว์เวอร์ (Golden Shower), โกรเวอร์แรมเซย์ (Grower Ramsey)

3. การตลาดกล้วยไม้ตัดดอกของไทย

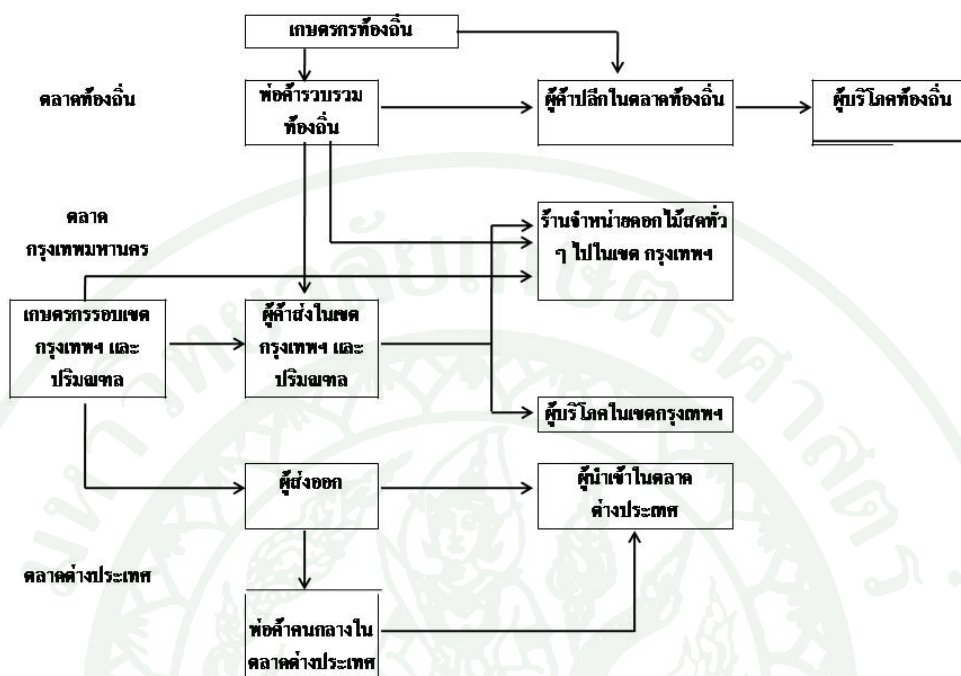
ปริมาณการค้ากล้วยไม้ตัดดอกในประเทศและต่างประเทศ แสดงดังภาพที่ 1 ซึ่งกล้วยไม้ที่สามารถส่งออกได้จะต้องมีการคัดเกรดคุณภาพให้ได้มาตรฐานตามกำหนดส่วนกล้วยไม้ที่ตกเกรดหรือที่ไม่สามารถส่งออกได้นั้น จะนำมาจำหน่ายในตลาดภายในประเทศ โดยล่าสุดนั้นสัดส่วนระหว่างตลาดในประเทศและต่างประเทศเป็น 50:50 (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ปริมาณการค้ากล้วยไม้ของตลาดภายในประเทศและต่างประเทศ ปีพ.ศ. 2545-2552

ปี	ปริมาณ (ตัน)	
	ในประเทศ	ต่างประเทศ
2545	25,888	14,964
2546	25,832	17,415
2547	25,386	18,694
2548	25,055	20,917
2549	24,306	24,333
2550	21,373	27,367
2551	24,290	26,393
2552	26,175	26,748

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2552)

สำหรับวิถีตลาดจะประกอบด้วย ตลาดท้องถิ่น ตลาดกรุงเทพฯ และตลาดต่างประเทศ ดังนี้



ภาพที่ 1 วิถีตลาดกล้วยไม้ตัดดอกของไทย ปีพ.ศ. 2551

ที่มา: คัดแปลงจากชัยเชษฐ์ (2551)

3.1 ตลาดท้องถิ่น

เริ่มจากพ่อค้ารวบรวมท้องถิ่นจะมีบทบาทในการรวบรวม ผลผลิตกล้วยไม้จากเกษตรกรในท้องถิ่นนั้น ๆ เพื่อนำมาจำหน่ายให้แก่ผู้ค้าปลีกในตลาดใหญ่ ๆ ประจำจังหวัด หรือจังหวัดใกล้เคียง จากนั้นผู้ค้าปลีกจะจำหน่ายต่อไปยังผู้บริโภคภายในท้องถิ่นนอกจากนี้ พ่อค้ารวบรวมท้องถิ่นยังมีบทบาทโดยเป็นคนกลางหรือเป็นตัวแทนในการจำหน่ายกล้วยไม้ระหว่างเกษตรกรท้องถิ่นกับผู้ขายส่งในเขตกรุงเทพฯ ในกรณีที่เกษตรกรรอบ ๆ เขตกรุงเทพฯ มีผลผลิตไม่เพียงพอับความต้องการของตลาด

3.2 ตลาดกรุงเทพฯ

เกษตรกรรอบ ๆ เขตกรุงเทพฯ จะนำผลผลิตเข้าสู่ตลาดสำคัญ ๆ ในเขตกรุงเทพฯ โดยตรง โดยลักษณะการจำหน่ายอาจเป็นในรูปการวางจำหน่ายให้กับผู้บริโภคโดยตรงหรือการจำหน่ายให้แก่ผู้ค้าปลีก ตลาดขายส่งที่สำคัญในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล คือ ตลาดปากคลองตลาด ตลาดสี่มุมเมือง ตลาดไท เป็นต้น ปัจจุบันกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้มีนโยบายที่จะสร้างตลาดกลางในเขตกรุงเทพมหานครที่จะเป็นแหล่งรับซื้อและจำหน่ายกล้วยไม้ที่ใหญ่ที่สุดในเมืองไทย เนื่องจากปากคลองตลาดมีสภาพไม่เหมาะสมที่จะพัฒนาให้เป็นตลาดมาตรฐานสากลเพื่อรองรับสินค้ากลุ่มนี้ของประเทศได้ เนื่องจากสถานที่คับแคบและแออัด ทำให้มีความจำเป็นที่จะจัดตั้งตลาดกลาง เพื่อยกระดับมาตรฐานตลาดไม้ดอกและไม้ประดับให้สูงขึ้น และเป็นการพัฒนาระบบการผลิตการตลาดขึ้นมาใหม่ เพื่อการส่งออกโดยตรง(สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553) นอกจากนี้ผู้ค้าส่งจะมีทั้งประเภทผู้ค้าส่งประจำ และผู้ค้าส่งขาจร ส่วนตลาดค้าปลีกนั้นแบ่งออกเป็น 5 ประเภทตามลักษณะการดำเนินงานและหน้าที่ทางการตลาด คือ ผู้ค้าปลีกในร้านจำหน่ายดอกไม้ทั่วไป ผู้ค้าปลีกในตลาดสด และตามแผงลอย ผู้รับจัดดอกไม้ในวัดและโรงแรม โดยจะรับซื้อกล้วยไม้จากเกษตรกร ผู้ค้าท้องถิ่น และ ผู้ค้าขายส่งในกรุงเทพมหานคร (ชัยเชษฐ์, 2551) วิธีการรับซื้อของผู้ค้าปลีกมี 2 วิธี คือ ผู้ค้าปลีกออกไปรับซื้อเอง หรือมีผู้นำดอกกล้วยไม้มาขายให้ถึงที่โดยเฉพาะร้านดอกไม้และผู้รับจัดดอกไม้ในวัด และโรงแรม การกำหนดราคาซื้อขายส่วนใหญ่ผู้ค้าปลีกจะไม่มีอำนาจในการกำหนดราคารับซื้อจึงต้องรับราคาจากผู้นำดอกกล้วยไม้ไปจำหน่ายให้เท่านั้น โดยชำระเงินทั้งเงินสดและเงินเชื่อ การจำหน่ายดอกกล้วยไม้ของผู้ค้าปลีกโดยปกติจะจำหน่ายให้ลูกค้าโดยทั่วไปทั้งลูกค้าประจำและลูกค้าขาจร สำหรับราคาจำหน่ายนั้นไม่แน่นอนแล้วแต่การพิจารณาของผู้จำหน่าย ลักษณะของดอกกล้วยไม้ที่ตลาดค้าปลีกต้องการซึ่งช่วยให้จำหน่ายได้มากขึ้น คือ สวย บานทน ช่อดอกดี ฟอรั่ม ดอกดีและเป็นกล้วยไม้พันธุ์ใหม่ ส่วนปัจจัยสำคัญที่กระทบต่อจำนวนลูกค้าผู้ซื้อหรือปริมาณการจำหน่ายดอกกล้วยไม้ของผู้ค้าปลีกที่จะทำให้มีความต้องการดอกกล้วยไม้เพิ่มขึ้น ได้แก่ เทศกาลต่าง ๆ วันสำคัญทางศาสนา งานฉลอง เช่น งานรับปริญญา จำนวนแขกที่พักในโรงแรม จำนวนงานศพ และวันพระ นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาถึงลักษณะการใช้งานเป็นสำคัญ เช่น ใช้จัดแจกัน พวงหรีด ร้อยพวงมาลัย จัดโต๊ะอาหาร เป็นต้น ซึ่งผู้ค้าปลีกส่วนใหญ่นิยมใช้ดอกกล้วยไม้สกุลหวายมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ ช่อดอกแบบออนชิติยม แวนด้า แต่ดอกกล้วยไม้ที่สามารถใช้งานได้หลายรูปแบบ คือ คัทลียา

3.3 ตลาดต่างประเทศ

ผู้ส่งออกจะทำหน้าที่รวบรวมผลผลิตจากเกษตรกรโดยตรงแล้วนำไปจัดการคัดเกรดก่อนการบรรจุหีบห่อแล้วส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ โดยผู้ส่งออกกล้วยไม่มีช่องทางการจำหน่าย 2 ทางคือ

3.3.1 ผู้ส่งออกส่งผ่านตัวแทนจำหน่ายในต่างประเทศแล้ว ผู้นำเข้าในต่างประเทศจะไปติดต่อตัวแทนจำหน่ายเพื่อนำเข้าไปกำหนดราคาในตลาดประมูล

3.3.2 ผู้ส่งออกจะส่งตรงให้กับผู้นำเข้าในต่างประเทศแล้วผู้นำเข้าจึงจะทำการจำหน่ายต่อไปให้ผู้ขายส่งและผู้ปลีกในตลาดต่างประเทศ โดยผู้ส่งออกจะเสนอราคาขายเป็นราคา F.O.B. โดยค่าระวาง ผู้นำเข้าจากต่างประเทศจะเป็นผู้จ่าย ซึ่งการชำระเงินอาจจะเป็นต้นทางที่ประเทศไทยหรือปลายทางของประเทศผู้นำเข้า (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552)

4. ตลาดกล้วยไม้ต่างประเทศ

ตลาดนำเข้ากล้วยไม้ตัดดอกที่สำคัญจากประเทศไทยแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ ตลาดเอเชีย ตลาดสหภาพยุโรป และตลาดอเมริกาเหนือ ซึ่งในที่นี้ขอกล่าวถึงเฉพาะ ตลาดเอเชีย และตลาดอเมริกาเหนือ เนื่องจากเป็นตลาดที่มีสามประเทศคู่ค้าที่สำคัญของไทย ได้แก่ ญี่ปุ่น สาธารณรัฐประชาชนจีน และสหรัฐอเมริกา ตามลำดับ

4.1 ตลาดเอเชีย

ประเทศนำเข้าที่สำคัญ ได้แก่ ญี่ปุ่น และสาธารณรัฐประชาชนจีน โดยประเทศญี่ปุ่นเป็นตลาดนำเข้าไม้ตัดดอกมานานกว่า 40 ปี โดยเริ่มจากการนำเข้าดอกเบญจมาศจากไต้หวัน จากนั้นก็เริ่มนำเข้าดอกกล้วยไม้จากประเทศในแถบเอเชีย (กรมส่งเสริมการส่งออก, 2552) มีมูลค่านำเข้าในปีพ.ศ. 2552 ประมาณ 61 ล้านดอลลาร์สหรัฐ โดยนำเข้าจากไทยเป็นอันดับที่ 1 ร้อยละ 52 มูลค่า 31.8 ล้านดอลลาร์สหรัฐ รองลงมาคือไต้หวัน ร้อยละ 22 มูลค่า 13.2 ล้านดอลลาร์สหรัฐ นิวซีแลนด์ ร้อยละ 14 มูลค่า 8.8 ล้านดอลลาร์สหรัฐ มาเลเซีย ร้อยละ 7 มูลค่า 4.4 ล้านดอลลาร์สหรัฐ และเวียดนาม ร้อยละ 3 มูลค่า 1.68 ล้านดอลลาร์สหรัฐ อันดับประเทศที่เป็นผู้ส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกไปยังประเทศญี่ปุ่นแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 อันดับประเทศที่เป็นผู้ส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกไปยังประเทศญี่ปุ่นในช่วงปี พ.ศ. 2550 - 2552

อันดับ	ประเทศ	ปริมาณการนำเข้า (ล้านดอลลาร์สหรัฐ)			ส่วนแบ่งตลาด (%)		
		2550	2551	2552	2550	2551	2552
	ทั่วโลก	58.47	57.52	61.43	100.00	100.00	100.00
1	ไทย	33.71	31.97	31.88	57.66	55.58	51.89
2	ไต้หวัน	9.01	10.88	13.20	15.42	18.93	21.50
3	นิวซีแลนด์	9.44	8.22	8.87	16.15	14.30	14.44
4	มาเลเซีย	4.28	4.38	4.48	7.33	7.62	7.30
5	เวียดนาม	0.43	0.57	1.68	0.75	1.01	2.74
6	สิงคโปร์	1.28	1.05	0.95	2.20	1.84	1.55

ที่มา : Japan Customs (2009)

โดยปริมาณและมูลค่าการนำเข้ากล้วยไม้ตัดดอกของประเทศญี่ปุ่น ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 - 2552 แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณและมูลค่าการนำเข้ากล้วยไม้ตัดดอกของประเทศญี่ปุ่น ปี พ.ศ. 2540 -2552

ปี พ.ศ.	ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (บาท)
2540	4,654.95	542,203,518
2541	4,754.95	551,868,419
2542	4,982.74	593,020,622
2543	4,763.18	615,375,224
2544	5,084.07	674,255,698
2545	4,798.99	674,255,698
2546	4,632.51	738,798,317
2547	4,618.91	764,329,548
2548	4,710.95	985,228,966
2549	4,602.42	834,735,667
2550	4,604.19	831,591,293
2551	4,333.87	719,979,403
2552	4,307.21	740,458,764

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2553)

แหล่งนำเข้าดอกกล้วยไม้ที่สำคัญของญี่ปุ่น คือ ประเทศไทย โดยจะนำเข้าดอกกล้วยไม้มากในช่วงฤดูหนาวประมาณเดือนธันวาคมถึงกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นช่วงที่ดอกไม้ท้องถิ่นมีน้อยและเป็นช่วงเทศกาลต่าง ๆ เช่น วันคริสต์มาสและปีใหม่ สำหรับพฤติกรรมผู้บริโภคดอกไม้ของชาวญี่ปุ่น พบว่า กล้วยไม้ตัดดอกที่เป็นที่นิยมมากโดยเฉพาะในช่วงการเฉลิมฉลอง การประดับตกแต่งห้อง การปักแจกันในโรงแรมหรือภัตตาคาร เนื่องจากมีความทนทานและหายากกว่าดอกไม้ชนิดอื่น กล้วยไม้ที่นิยมอยู่ในสกุลหวาย เช่น ชอนเนีย แอนนา ซากุระ มีสทิน สกุลแวนด้า และสกุลแอสโคเซ็นด้า โดยเฉพาะกล้วยไม้ที่มีโทนสีอ่อน (สีขาว สีชมพูอ่อนใส) หรือออกโทนสีฟ้าหรือฟ้าอมม่วง ลักษณะของดอกต้องเป็นทรงกลม ช่อดอกยาว จำนวนดอกต่อช่อที่นิยมคือ 10 ดอก ดอกโตสม่ำเสมอ นอกจากนี้กล้วยไม้สกุลฟาแลนนอโฟซิส และปาปิยองส์สีขาว ซึ่งเป็นกล้วยไม้ที่มีราคาสูงและหายากกว่ากล้วยไม้สกุลอื่นก็ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นมาก (กรมส่งเสริมการค้าส่งออก, 2552)

ประเทศนำเข้ากล้วยไม้ตัดดอกในแถบเอเชียที่สำคัญอีกประเทศหนึ่งคือ สาธารณรัฐประชาชนจีน โดยพบว่าปริมาณการนำเข้ากล้วยไม้ตัดดอกจากไทยมีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้น ดังเช่น ในปี พ.ศ. 2541 ที่มีปริมาณ 86 ตัน เพิ่มขึ้นเป็น 7,493 ตัน ในปี พ.ศ. 2552 ปริมาณและมูลค่าการนำเข้ากล้วยไม้ตัดดอกของประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ปี พ.ศ. 2541-2552 แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ปริมาณและมูลค่าการนำเข้ากล้วยไม้ตัดดอกของประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ปี พ.ศ. 2541-2552

ปี	ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (บาท)
2541	86.40	5,968,964
2542	378.55	6,340,719
2543	146.03	12,744,829
2544	463.36	38,242,532
2545	947.74	56,921,258
2546	1,144.41	77,763,611
2547	1,388.91	67,844,756
2548	2,103.59	79,451,933
2549	5,338.01	184,859,535
2550	7,179.12	222,755,623
2551	7,625.99	209,115,517
2552	7,493.04	232,170,590

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2553)

ปัจจุบันสาธารณรัฐประชาชนจีนนิยมกล้วยไม้ไทยมากขึ้น เพื่อใช้ประดับในงานแต่งงาน ใช้ในพิธีเปิดต่าง ๆ รวมทั้งการติดสื่อสำหรับแขกสำคัญที่เข้าร่วมงาน รวมทั้งการจัดกระเช้าในโอกาสต่าง ๆ การที่ปริมาณการส่งออกมายังประเทศจีนเพิ่มขึ้นแบบก้าวกระโดด เกิดจากผู้บริโภคชาวจีนรู้จักกล้วยไม้ไทยมากขึ้นและนำไปใช้ประดับในเทศกาลต่างๆ โดยเฉพาะงานกีฬาโอลิมปิกปี ค.ศ. 2008 ที่ผ่านมา เช่น แวนด้า นอกจากนี้ยังพบว่า สาธารณรัฐประชาชนจีนมีความต้องการกล้วยไม้สีแดงประมาณ 300,000 ช่อต่อวัน แต่นิยมสินค้าราคาไม่สูง ช่อดอกสั้นที่สุด ไม่นาน

คุณภาพมากนัก กลุ่มผู้บริโภคมีจุดประสงค์นำกล้วยไม้มาใช้ในการตกแต่งจานอาหาร ตกแต่งสถานที่ เช่น โรงแรม สถานที่จัดงานแต่งงาน เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีช่วงเทศกาลของสาธารณรัฐประชาชนจีนที่มีความต้องการใช้กล้วยไม้ ได้แก่ เทศกาลตรุษจีน และ วันชาติจีน เป็นต้น ตลาดจีนจึงเป็นอีกตลาดหนึ่งที่มีแนวโน้มเติบโตได้อีกมาก ซึ่งการจำหน่ายกล้วยไม้ไทยในจีน มีทั้งการจำหน่ายโดยตรงและจำหน่ายผ่านทางอินเทอร์เน็ต 24 ชั่วโมง

4.2 ตลาดอเมริกาเหนือ

ประเทศผู้นำเข้าที่สำคัญคือ สหรัฐอเมริกา ซึ่งนิยมกล้วยไม้สกุลหวายได้แก่ พันธุ์มาดามปอมปาดัวร์ และซีซาร์ ลักษณะดอกใหญ่ สีสวย ช่อดอกยาว จำนวนดอกมากอายุการใช้งานยาวนาน โดยความต้องการกล้วยไม้จะเพิ่มขึ้นมากที่สุดในช่วงเดือนพฤษภาคม เนื่องจากเป็นช่วงเทศกาลสำคัญ ได้แก่ เทศกาลวันพ่อแห่งชาติ เทศกาลวันกองทัพสหรัฐฯ (Armed Forces Day) และ เทศกาลวันธงชาติสหรัฐฯ (Flag Day) และรองลงมาคือ พฤศจิกายนและธันวาคม ซึ่งเป็นวันหยุดในเทศกาล วันขอบคุณพระเจ้า วันคริสต์มาส และวันปีใหม่ โดยวัตถุประสงค์ของการนำกล้วยไม้ไปใช้ส่วนใหญ่จะใช้ในการประดับฉากประกอบการโฆษณาประชาสัมพันธ์สินค้า เช่น เครื่องแต่งกาย เครื่องเรือน และการออกแบบตกแต่งภายใน (กรมส่งเสริมการส่งออก, 2552) ช่วงความต้องการดอกกล้วยไม้ของประเทศไทยจะเป็นช่วงที่รัฐฟลอริดา รัฐแคลิฟอร์เนีย และรัฐฮาวาย ซึ่งทั้ง 3 รัฐเป็นรัฐที่มีการปลูกกล้วยไม้เพื่อการค้าที่ใหญ่ที่สุดในสหรัฐ ซึ่งไม่สามารถผลิตดอกกล้วยไม้เพื่อสนองความต้องการในประเทศได้อย่างเพียงพอ (กรมส่งเสริมการส่งออก, 2552) โดยจากสถิติที่ผ่านมาพบว่า ประเทศไทยส่งออกดอกกล้วยไม้ไปยังประเทศสหรัฐอเมริกาเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในปี พ.ศ. 2541-2549 แต่ระยะสามปีที่ผ่านมาคือ ปี พ.ศ. 2550-2552 ปริมาณการส่งออกค่อนข้างนิ่งและมีปริมาณลดลงเล็กน้อย ปริมาณและมูลค่าการนำเข้ากล้วยไม้ตัดดอกของประเทศสหรัฐอเมริกา ปี พ.ศ. 2541-2552 แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ปริมาณและมูลค่าการนำเข้ากล้วยไม้ตัดดอกของประเทศสหรัฐอเมริกา ปี พ.ศ. 2541-2552

ปี พ.ศ.	ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (บาท)
2541	1,623.89	130,062,776
2542	1,770.71	166,876,838
2543	2,248.88	231,746,168
2544	2,331.13	316,516,139
2545	2,700.36	362,456,369
2546	2,966.95	421,642,776
2547	3,130.10	464,359,283
2548	3,502.75	527,457,646
2549	3,574.03	558,419,809
2550	3,609.20	568,805,763
2551	3,322.31	519,570,375
2552	2,891.57	445,854,050

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2553)

5. สถานการณ์การแข่งขัน

ในปัจจุบัน ประเทศคู่แข่งของไทยในตลาดญี่ปุ่น คือ สิงคโปร์และมาเลเซีย โดยประเทศสิงคโปร์ ได้เปรียบในด้านการบรรจุหีบห่อ คุณภาพมาตรฐานที่สม่ำเสมอ ความคงทนและความบานของกลีบดอก ความสดของก้านดอก ทำให้สิงคโปร์มีส่วนแบ่งในตลาดเพิ่มมากขึ้น ส่วนประเทศมาเลเซียได้มีการร่วมลงทุนกับประเทศญี่ปุ่น เพื่อทำการผลิต เพื่อการส่งออกโดยตรง โดยรัฐบาลให้การสนับสนุนด้านค่าใช้จ่ายเช่น การลดค่าระวางเครื่องบิน หรือจัดเที่ยวบินพิเศษ เพื่อการส่งออกไปยังญี่ปุ่น ส่วนคู่แข่งสำคัญของกล้วยไม้สกุลหวายของไทยในตลาดสหรัฐอเมริกา คือ โคลัมเบีย ปานามา คอสตาริกา และสิงคโปร์ (ศูนย์วิจัยกสิกรรมไทย, 2552)

6. ปัญหาในอุตสาหกรรมกล้วยไม้ตัดดอก

จากการสืบค้นสามารถสรุปปัญหาสำคัญในอุตสาหกรรมการผลิตกล้วยไม้ตัดดอกได้ดังนี้

6.1 ขาดแคลนกล้วยไม้พันธุ์ใหม่ๆ เนื่องจากการพัฒนา ปรับปรุงพันธุ์กล้วยไม้ในปัจจุบันมีน้อยเนื่องจากการขยายพันธุ์โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมีบทบาทมากขึ้น ทำให้การขยายพันธุ์ทำได้ง่ายขึ้น และพันธุ์ที่ได้อาจจะเกิดจากการกลายพันธุ์ขณะเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ทำให้เกษตรกรสนใจในการผสมพันธุ์น้อยลง นอกจากนี้ ปัญหาในเรื่องของการคุ้มครองพันธุ์ที่ยังไม่ชัดเจน ทำให้ผู้ปรับปรุงพันธุ์ไม่ยอมปล่อยพันธุ์ใหม่ ๆ ออกสู่ตลาด (สมาคมพืชสวน, 2552)

6.2 เทคโนโลยีการผลิตและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวยังไม่เหมาะสม เกษตรกรขาดความรู้และเทคโนโลยีใหม่ ๆ ในการพัฒนาและปรับปรุงการผลิตให้ดีขึ้น เช่น การให้น้ำ ปุ๋ย ขาดเทคโนโลยีด้านวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว การขนส่งดอกไม้เพื่อนำไปบรรจุหีบห่อยังไม่เหมาะสม ตลอดจนขาดความรู้ในการใช้สารเสริมคุณภาพดอกไม้ ทำให้ผลผลิตมีคุณภาพต่ำ ซึ่งสาเหตุที่สำคัญของการขาดเทคโนโลยีเหล่านี้ เนื่องมาจากขาดงานวิจัยรองรับและขาดการประสานงานเชื่อมโยงกันระหว่างเกษตรกร ผู้ส่งออก และรัฐบาล (ชัยเชษฐ, 2551)

6.3 เกษตรกรส่วนใหญ่ประสบกับปัญหาด้านทุนการผลิตสูง ผลผลิตต่อไร่ต่ำ และขนาดสวนเล็กเกินไป สาเหตุเพราะค่าใช้จ่ายของสารเคมี ปุ๋ย แรงงาน โรงเรือนปลูกกล้วยไม้มีราคาแพง และราคาที่ดินแพง (อภิสิทธิ์และคณะ, 2551)

6.4 ลักษณะรูปแบบการผลิตของเกษตรกรมีความกระจัดกระจายและสวนกล้วยไม้มีขนาดเล็ก ทำให้หน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนไม่สามารถเข้าไปปฏิบัติงานได้อย่างทั่วถึง และยังทำให้เกษตรกรมีอำนาจในการต่อรองน้อยในการซื้อปัจจัยการผลิต

6.5 การดูแลและการจัดการภายในสวนไม่ดีเท่าที่ควร มีโรคและแมลงรบกวนซึ่งได้แก่เพลี้ยไฟที่ติดไปกับดอกกล้วยไม้ส่งออก ทำให้ผลผลิตต่อไร่ต่ำและคุณภาพผลผลิตต่ำ จึงทำให้ตลาดต่างประเทศ โดยเฉพาะสหภาพยุโรปซึ่งมีความเข้มงวดมากในด้านของสุขอนามัยพืชกีดกันการนำเข้าจากไทย (สมาคมพืชสวน, 2552)

6.6 ปริมาณและคุณภาพไม่สอดคล้องกับความต้องการของตลาด คือ ในช่วงฤดูฝนมีปริมาณการผลิตดอกกล้วยไม้จำนวนมากและคุณภาพดี แต่ตลาดต่างประเทศมีความต้องการน้อยทำให้เกิดปัญหาราคาคต่ำ ส่วนในช่วงฤดูแล้งซึ่งเป็นนอกฤดูการผลิตปริมาณการผลิตน้อย แต่ตลาดต่างประเทศมีความต้องการมาก เนื่องจากไม่สามารถผลิตดอกไม้ในฤดูหนาวได้ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552)

6.7 ขาดความเชื่อมโยงและร่วมมือกันอย่างจริงจัง ระหว่าง เกษตรกร ผู้ส่งออก รัฐบาลและภาคเอกชน ในการวางแผน และจัดการการผลิตจนถึงการส่งออก เพื่อให้มีสินค้ามีมาตรฐานทั้งด้านราคาและคุณภาพ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551)

6.8 กล้วยไม้ตัดดอกที่ผลิตได้ส่วนใหญ่ คุณภาพไม่ได้มาตรฐานการส่งออก ทำให้จำหน่ายได้ในราคาไม่ดี และทำให้ประเทศผู้นำเข้าลดการนำเข้ากล้วยไม้ของไทยลง ส่งผลให้ไทยสูญเสียส่วนแบ่งตลาดให้กับประเทศคู่แข่ง คือ สิงคโปร์และมาเลเซียที่สามารถผลิตกล้วยไม้ได้คุณภาพที่ดีกว่า มีความสม่ำเสมอ และมีการบรรจุหีบห่อที่ได้มาตรฐาน

6.9 กล้วยไม้พันธุ์ใหม่ ๆ ออกสู่ตลาดน้อยลง ในขณะที่รสนิยมของผู้บริโภคเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ทำให้ผู้บริโภคในตลาดต่างประเทศ เริ่มหันไปนำเข้าไม้ตัดดอกชนิดอื่นแทน เช่น กุหลาบ เบญจมาศ และลิลลี่

6.10 กล้วยไม้ที่ส่งออกไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศ พบว่า มีโรคและแมลง เช่น เพลี้ยไฟติดไปกับดอกกล้วยไม้ ทำให้ประเทศคู่ค้า เช่น สหภาพยุโรป เผาทำลายกล้วยไม้จากไทยเป็นจำนวนมากสำหรับในญี่ปุ่น ถ้าหากตรวจพบเจอแมลงจะให้รมยาใหม่ แล้วจึงสามารถนำเข้าไปได้ แต่ทำให้ผู้ส่งออกของไทยต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นเหตุให้ประเทศคู่ค้าตรวจสอบกล้วยไม้จากประเทศไทยเข้มงวดมากขึ้น ทำให้การส่งออกลำบากมากขึ้น

6.11 ขาดการพัฒนาด้านการตลาดให้มีประสิทธิภาพ ที่สามารถเชื่อมโยงระหว่างตลาดภายในประเทศและตลาดต่างประเทศได้

6.12 พื้นที่ระวางไม้เพียงพอ ในบางช่วงที่มีสินค้าส่งออกทางอากาศมาก และอัตราค่าระวางขนส่งทางอากาศปรับตัวสูงขึ้น ทำให้ไทยเสียเปรียบประเทศคู่แข่งเช่น มาเลเซียเนื่องจาก

รัฐบาลมาเลเซียจัดสรรพื้นที่เพื่อการดำเนินการและสายการบินและยังสนับสนุนการส่งออกโดยการลดค่าขนส่ง รวมทั้งจัดเที่ยวบินพิเศษในการส่งออกไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา สหภาพยุโรป ญี่ปุ่น เป็นต้น

6.13 ขั้นตอนการขนส่งใช้เวลานานและผู้ส่งออกขาดห้องเย็นสำหรับพักสินค้าระหว่างการขนส่งที่ทำอากาศยาน ทำให้สินค้าเสื่อมคุณภาพเมื่อถึงปลายทาง

6.14 ผู้ส่งออกมีการแข่งขันตัดราคากันเอง เนื่องจากประเทศผู้นำเข้าจะซื้อกล้วยไม้โดยการประมูลราคาที่เสนอขายต่ำสุด ทำให้ผู้ส่งออกจึงเสนอขายในราคาที่ต่ำกว่าผู้ส่งออกรายอื่นเพื่อให้สามารถขายกล้วยไม้ของตนได้ และนอกจากนี้กล้วยไม้จะออกดอกชุกในฤดูฝนและขณะที่ตลาดต่างประเทศจะมีความต้องการน้อยในช่วงนี้ ทำให้สินค้าล้นตลาดผู้ส่งออกจึงต้องเร่งระบายสินค้าของตนให้มากที่สุด ทำให้ราคากล้วยไม้ในช่วงนี้ตกต่ำมากกว่าในช่วงอื่น

6.15 เที่ยวบินมีความล่าช้า หรือเลื่อนเวลา ทำให้สินค้าสูญเสียคุณภาพ

6.16 ขาดการดำเนินการทางการตลาดอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การโฆษณา ประชาสัมพันธ์ให้กล้วยไม้ไทยเป็นที่รู้จักในตลาดต่างประเทศ การเจรจาต่อรอง การแสวงหาตลาดใหม่ ๆ เป็นต้น

การพยากรณ์

1. กระบวนการพยากรณ์

การพยากรณ์ (Forecasting) หมายถึง การทำนาย การประมาณค่า การคาดการณ์ ในอนาคต โดยอาศัยข้อมูลหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในอดีตที่มีพื้นฐานองค์ประกอบสถานการณ์เดียวกับการพยากรณ์เป็นส่วนสำคัญในการวางแผนงานที่สำคัญ

ทรงศิริ (2549) และนิภา (2551) ได้สรุปรายละเอียดกระบวนการพยากรณ์ไว้ว่า ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การกำหนดวัตถุประสงค์ของการพยากรณ์ (Specific objective) โดยเป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ให้ชัดเจนว่าจะนำการพยากรณ์จะไปใช้ในการตัดสินใจอย่างไร

ขั้นที่ 2 การกำหนดสิ่งที่จะพยากรณ์ให้ชัดเจน (Determine what to forecast)

ขั้นที่ 3 การเก็บรวบรวมข้อมูล (Data collection) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์อย่างเหมาะสม และเป็นข้อมูลที่ถูกต้อง ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ใช้เวลามากที่สุด โดยในการเก็บรวบรวมข้อมูลต้องพิจารณาถึง ข้อกำหนดด้านเวลา โดยพิจารณา 2 ประการคือ (1) ช่วงระยะเวลาการพยากรณ์ เช่นประจำปี (2) ความเร่งด่วนในการพยากรณ์ ถ้ามีความจำเป็นเร่งด่วน วิธีที่ใช้ในการพยากรณ์จะมีความซับซ้อนน้อยกว่า และข้อกำหนดเกี่ยวกับข้อมูล การพิจารณาจากปริมาณและประเภทของข้อมูลที่มีว่าเป็นรายเดือนหรือรายปี เป็นต้น

ขั้นที่ 4 การลดจำนวนตัวแปรในข้อมูล (Data reduction) จำนวนตัวแปรที่เก็บรวบรวมมาอาจมีมากเกินไปทำให้การพยากรณ์มีความถูกต้องน้อยลง จึงจำเป็นต้องลดตัวแปรบางตัวที่อาจไม่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์ลง

ขั้นที่ 5 การเลือกแบบจำลองในการพยากรณ์ (Model selection) การเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับข้อมูลจะช่วยลดความผิดพลาดในการพยากรณ์ รูปแบบการพยากรณ์ที่ยังง่ายจะยิ่งดีต่อการยอมรับของผู้ตัดสินใจ วิธีการพยากรณ์ควรมีความสมดุลระหว่างความถูกต้องและเข้าใจง่าย

ขั้นที่ 6 กำหนดรูปแบบและสร้างสมการพยากรณ์ (Model extrapolation) วิเคราะห์หาสมการพยากรณ์จากข้อมูลที่เก็บรวบรวมมา ค่าพยากรณ์ที่ดีต้องไม่มีความลำเอียง คือค่าต้องไม่สูงหรือต่ำกว่าค่าจริงเกินไป

ขั้นที่ 7 การใช้ค่าพยากรณ์และการประเมินรูปแบบการพยากรณ์ (Tracking results) สมการพยากรณ์ที่สร้างขึ้นต้องมีการติดตามผลอย่างต่อเนื่อง เพื่อพิจารณาว่าค่าพยากรณ์ที่ได้ยังคงความถูกต้องและมีประสิทธิภาพหรือไม่ ถ้าค่าพยากรณ์ที่ใช้ไม่เหมาะสมควรแก้ไขโดยสร้างหรือปรับปรุงสมการพยากรณ์ใหม่โดยใช้ค่าสังเกตที่เก็บมาเพิ่มเติม

ขั้นที่ 8 การนำเสนอผลการพยากรณ์ (Forecast presentation)

2. เทคนิคการพยากรณ์

เทคนิคการพยากรณ์แบ่งได้เป็น 2 เทคนิคใหญ่ ๆ (คณิงนิจ, 2547; ทรงศิริ, 2549) ได้แก่

2.1 เทคนิคการพยากรณ์เชิงคุณภาพ (Qualitative forecasting techniques)

เป็นการพยากรณ์ที่อาศัยวิจารณ์ญาณ หรือความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ หรือผู้มีประสบการณ์ในเรื่องนั้น ๆ ไม่มีทฤษฎีหรือหลักเกณฑ์สนับสนุน ลักษณะการพยากรณ์จะไม่มีรูปแบบแน่นอนเทคนิคการพยากรณ์เชิงคุณภาพมีหลายวิธี ได้แก่ วิธีเดลไฟ (Delphi method) การวิจัยตลาด (Market research method) เป็นต้น

2.2 เทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณ (Quantitative forecasting techniques)

เป็นเทคนิคที่ขึ้นกับการวิเคราะห์ข้อมูลในอดีต โดยพยายามหาความสัมพันธ์หรือแนวโน้ม ซึ่งสามารถใช้สำหรับการพยากรณ์ได้ อาจแบ่งได้เป็น 2 วิธี คือ เทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time series analysis) และเทคนิคการพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (Causal or Associative forecasting)

3. เทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time series analysis)

เป็นเทคนิคที่บ่งชี้รูปแบบหรือแนวโน้มในข้อมูล เพื่อให้พยากรณ์อนาคตภายใต้ข้อสมมติว่าแนวโน้มในอดีตจะยังคงมีต่อไปในอนาคต ซึ่งแบบจำลองที่ใช้ในการพยากรณ์วิธีนี้ที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ ได้แก่ แบบจำลองการปรับเรียบทางสถิติ (smoothing model) และวิธีการของบ็อกซ์และเจนกินส์

3.1 แบบจำลองการปรับให้เรียบ

แบบจำลองการปรับให้เรียบ (Smoothing model) เป็นการสร้างสมการพยากรณ์จากค่าสังเกตในอนุกรมเวลาบางส่วนหรือทั้งหมด โดยให้น้ำหนักกับค่าสังเกตในอนุกรมเวลาบางส่วนหรือทั้งหมดต่างกัน แบบจำลองการปรับให้เรียบเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีการเคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา โดยทุกครั้งที่มีการสังเกตใหม่เข้ามาจะนำค่าสังเกตใหม่นั้นไปปรับ

สมการพยากรณ์ แบบจำลองการปรับเรียบทางสถิติที่นิยมใช้มีหลายวิธี งานวิจัยนี้ได้เลือกศึกษาแบบจำลองการปรับให้เรียบ 2 รูปแบบ คือแบบจำลองปรับให้เรียบฤดูกาลแบบบวกและแบบคูณ ซึ่งเหมาะสมกับการพยากรณ์อนุกรมเวลาที่มีฤดูกาลเป็นองค์ประกอบ และแบบจำลองปรับให้เรียบของโฮลท์และวินเทอร์แบบบวก และแบบคูณ ซึ่งเหมาะสมกับการพยากรณ์อนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มและฤดูกาลเป็นองค์ประกอบในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และสาธารณรัฐประชาชนจีน เนื่องจากกล้วยไม้เป็นสินค้าทางการเกษตรซึ่งมักจะมีผลผลิตออกมากในช่วงเดียวกันของทุกปี ผู้บริโภคต่างประเทศนิยมนำไปประดับตกแต่งหรือใช้มากในช่วงเทศกาลต่าง ๆ ดังนั้น ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกจึงมักมีอิทธิพลของฤดูกาลและแนวโน้มมาเกี่ยวข้อง

วิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลาปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล โดยทั่วไปสามารถใช้ได้กับการพยากรณ์ทั้งระยะใกล้ (การพยากรณ์ที่มีระยะเวลาน้อยกว่า 1 เดือน) ระยะสั้น (การพยากรณ์ที่มีระยะเวลาระหว่าง 1 เดือนถึง 3 เดือน) ระยะปานกลาง (การพยากรณ์ที่มีระยะเวลา 3 เดือนถึง 2 ปี) และระยะยาว (การพยากรณ์ที่มีระยะเวลานานเกินกว่า 2 ปี) เหมาะกับข้อมูลอนุกรมเวลาที่ลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลามีแบบแผนที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาและนิยมใช้กับอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาลและอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาลและแนวโน้มมาเกี่ยวข้อง โดยการพยากรณ์ด้วยวิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลาปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลนี้ต้องการข้อมูลในอดีตมาใช้ในการพยากรณ์อย่างต่ำ 10 ค่า ในกรณีที่มียอดประกอบของฤดูกาลควรมีรูปแบบของฤดูกาลอย่างน้อย 2 ช่วงฤดูกาล มีค่าใช้จ่ายในการพยากรณ์ต่ำ ซึ่งความต้องการข้อมูลในอดีตและค่าใช้จ่ายเพื่อใช้พยากรณ์ที่น้อยกว่าเมื่อเทียบกับวิธีที่เหมาะสมกับองค์ประกอบเดียวกัน ซึ่งต้องใช้ข้อมูลในอดีตและค่าใช้จ่ายในการพยากรณ์ที่สูงกว่า เช่น แบบจำลองบ็อกซ์และเจนกินส์ที่ต้องใช้ข้อมูลในอดีตอย่างน้อย 50 ค่า และควรมีรูปแบบของฤดูกาลอย่างน้อย 6 ช่วงฤดูกาล อีกทั้งค่าใช้จ่ายในการพยากรณ์ที่สูง ทำให้แบบจำลองปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลจึงได้รับความนิยมในการนำไปใช้งาน (Makridakis et al., 1983; ทรงศิริ, 2549; ญัฐิมา, 2553) แบบจำลองปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลที่เลือกใช้ในการงานวิจัยนี้ได้แก่

3.1.1 แบบจำลองปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลฤดูกาล (Seasonal exponential smoothing model)

Oracle Corporation (2008) และทรงศิริ (2549) สรุปว่า แบบจำลองปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาลมีความเหมาะสมสำหรับอนุกรมเวลาที่มีการเคลื่อนไหวเนื่องจาก

อิทธิพลของฤดูกาลที่มีรูปแบบฤดูกาลแบบบวกหรือแบบคูณ โดยแบบจำลองปรับให้เรียบฤดูกาลแบบบวก (Seasonal additive smoothing model หรือ SAS) เป็นวิธีที่เหมาะสมกับการพยากรณ์อนุกรมเวลาที่ไม่มีความโน้ม แต่มีการเคลื่อนไหวเนื่องจากอิทธิพลของฤดูกาลที่ส่วนประกอบของฤดูกาลคงที่เมื่อเทียบกับเวลาหรืออิทธิพลของฤดูกาลไม่เพิ่มขึ้นหรือลดลงตามเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป ในขณะที่แบบจำลองปรับให้เรียบฤดูกาลแบบคูณ (Seasonal multiplicative smoothing model หรือ SMS) เป็นวิธีที่เหมาะสมกับการพยากรณ์อนุกรมเวลาที่ไม่มีความโน้มแต่มีการเคลื่อนไหวเนื่องจากอิทธิพลของฤดูกาลที่ส่วนประกอบฤดูกาลเพิ่มขึ้นหรือลดลงเป็นอัตราส่วนคงที่เมื่อเทียบกับเวลา

การสร้างแบบจำลองใช้ค่าพารามิเตอร์ในการปรับเรียบ 2 ค่าเพื่อกำหนดค่าระดับ (Level) และค่าฤดูกาล (Seasonal) ได้แก่ ค่าคงที่ในการปรับเรียบระดับ (α) และค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล (γ) ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 แบบจำลองหรือสมการพยากรณ์เป็นดังนี้

ก. แบบจำลองปรับให้เรียบฤดูกาลแบบบวก (SAS)

$$\text{สมการพยากรณ์} \quad \hat{Y}_{t+n} = L_t + S_{t+n-s} \quad (1)$$

$$\text{โดย} \quad (\text{Level}) \quad L_t = \alpha(Y_t - S_{t-s}) + (1-\alpha)L_{t-1} \quad (2)$$

$$(\text{Seasonal}) \quad S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1-\gamma)S_{t-s} \quad (3)$$

ข. แบบจำลองปรับให้เรียบฤดูกาลแบบคูณ (SMS)

$$\text{สมการพยากรณ์} \quad \hat{Y}_{t+n} = L_t \times S_{t+n-s} \quad (4)$$

$$\text{โดย} \quad (\text{Level}) \quad L_t = \alpha(Y_t / S_{t-s}) + (1-\alpha)L_{t-1} \quad (5)$$

$$(\text{Seasonal}) \quad S_t = \gamma(Y_t / L_t) + (1-\gamma)S_{t-s} \quad (6)$$

โดยที่	$\hat{Y}_{t+n}$	=	ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t+n
	L_t	=	ค่าปรับเรียบระดับ ณ เวลา t
	S_t	=	ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลหรือดัชนีฤดูกาล ณ เวลา t
	Y_t	=	ค่าสังเกตของอุปสงค์ ณ เวลา t
	α	=	ค่าคงที่ในการปรับเรียบระดับ

γ	=	ค่าคงที่ในการปรับเรียบฤดูกาล
n	=	จำนวนช่วงเวลาล่วงหน้าที่ต้องการพยากรณ์
s	=	ขนาดของอนุกรมฤดูกาล (Length of seasonal)

3.1.2 แบบจำลองปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลของโฮลท์และวินเทอร์ (Holt – Winters’ Seasonal Smoothing Model หรือ HWS) (ทรงศิริ, 2549; Oracle Corporation, 2008)

แบบจำลองปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลของโฮลท์และวินเทอร์ เหมาะสำหรับ อนุกรมเวลาที่มีการเคลื่อนไหวเนื่องจากแนวโน้มและฤดูกาลทั้งแบบบวกและแบบคูณ โดยแบบจำลองปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลของโฮลท์และวินเทอร์แบบบวก (Holt-Winters’ Additive Seasonal Smoothing Model หรือ Additive HWS) จะใช้กับอนุกรมเวลาที่มีความแปรปรวนของฤดูกาลคงที่และมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงในลักษณะเชิงเส้นตรง และแบบจำลองปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลของโฮลท์และวินเทอร์แบบคูณ (Holt-Winters’ Multiplicative Seasonal Smoothing Model หรือ Multiplicative HWS) จะใช้กับอนุกรมเวลาที่มีความแปรปรวนของฤดูกาลมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาที่เปลี่ยนไปและมีแนวโน้มเชิงเส้นตรง

การสร้างแบบจำลองใช้ค่าพารามิเตอร์ในการปรับเรียบ 3 ค่า เพื่อกำหนดค่าระดับ (Level) ค่าแนวโน้ม (Trend) และค่าฤดูกาล (Seasonal) ได้แก่ ค่าคงที่ในการปรับเรียบระดับ (α) ค่าความลาดชัน (β) และค่าวัฏจักรฤดูกาล (γ) ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 สมการพยากรณ์เป็นดังนี้

ก. แบบจำลองปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลของโฮลท์และวินเทอร์แบบบวก (Additive HWS)

$$\text{สมการพยากรณ์} \quad \hat{Y}_{t+n} = L_t + nb_t + S_{t+n-s} \quad (7)$$

$$\text{โดย (Level)} \quad L = \alpha (L_t - S_{t-s}) + (1-\alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (8)$$

$$\text{(Trend)} \quad b_t = \beta (L_t - L_{t-1}) + (1-\beta) b_{t-1} \quad (9)$$

$$\text{(Seasonal)} \quad S_t = \gamma (D_t - L_t) + (1-\gamma) S_{t-s} \quad (10)$$

ข. แบบจำลองปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลของโฮลท์และวินเทอร์แบบคูณ (Multiplicative HWS)

$$\text{สมการพยากรณ์} \quad \hat{Y}_{t+n} = (L_t + nb_t) \times S_{t+n-s} \quad (11)$$

$$\text{โดย (Level)} \quad L = \alpha (D_t / S_{t-s}) + (1-\alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (12)$$

$$\text{(Trend)} \quad b_t = \beta (L_t - L_{t-1}) + (1-\beta) b_{t-1} \quad (13)$$

$$\text{(Seasonal)} \quad S_t = \gamma (D_t / L_t) + (1-\gamma) S_{t-s} \quad (14)$$

โดยที่	$\hat{Y}_{t+n}$	=	ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t+n
	L_t	=	ค่าปรับเรียบระดับ ณ เวลา t
	b_t	=	ค่าแนวโน้ม ณ เวลา t
	S_t	=	ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลหรือดัชนีฤดูกาล ณ เวลา t
	Y_t	=	ค่าสังเกตของอุปสงค์ ณ เวลา t
	α	=	ค่าคงที่ในการปรับเรียบระดับ
	β	=	ค่าคงที่ปรับเรียบแนวโน้ม
	γ	=	ค่าคงที่ในการปรับเรียบฤดูกาล
	n	=	จำนวนช่วงเวลาล่วงหน้าที่ต้องการพยากรณ์
	s	=	ขนาดของอนุกรมฤดูกาล

3.2 วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์

อนุกรมเวลาที่จะนำมาวิเคราะห์โดยวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์เพื่อหาสมการพยากรณ์แบ่งออกได้ 2 ลักษณะตามลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาดังนี้ (ทรงศิริ 2549)

3.2.1 ประเภทของอนุกรมเวลา

ก. อนุกรมเวลาที่มีลักษณะคงที่ (Stationary series) เป็นอนุกรมเวลาที่มีค่าเฉลี่ยคงที่ ค่าความแปรปรวนคงที่ และฟังก์ชันความน่าจะเป็นของค่าสังเกต ณ เวลาต่าง ๆ คงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลาที่เปลี่ยนไป และ ρ_k ที่ lag k เป็นฟังก์ชันของ k อย่างเดียว โดย ρ คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากร และ k คือ ช่วงเวลา จาก 1, ..., n

ข. อนุกรมเวลาที่มีลักษณะไม่คงที่ (Nonstationary series) เป็นอนุกรมเวลาที่ไม่มีความสมบัติเป็นลักษณะคงที่ แต่การกำหนดรูปแบบของบ็อกซ์และเจนกินส์ให้กับอนุกรมเวลานั้นอนุกรมเวลาจะต้องมีคุณสมบัติความคงที่ ถ้าหากอนุกรมเวลาไม่มีความสมบัติความคงที่ที่จะต้องแปลงอนุกรมเวลาดังกล่าวให้มีความสมบัติความคงที่ก่อน โดยการกำจัดแนวโน้ม ฤดูกาล หรือการ

แปลงอนุกรมเวลาให้มีค่าความแปรปรวนคงที่ที่เวลา t ซึ่งอาจทำได้โดยวิธีการต่าง ๆ ดังนี้คือ การหาผลต่าง (Regular differencing) เมื่ออนุกรมเวลาที่มีความผันแปรเนื่องจากแนวโน้ม การหาผลต่างฤดูกาล (Seasonal differencing) เมื่ออนุกรมเวลาที่มีความผันแปรเนื่องจากฤดูกาล การหาผลต่างและผลต่างฤดูกาล เมื่ออนุกรมเวลาที่มีความผันแปรเนื่องจากทั้งแนวโน้มและฤดูกาล การหาลอการิทึมของค่าสังเกตในอนุกรมเวลา เมื่อความแปรปรวนของอนุกรมเวลาไม่คงที่ ซึ่งการพิจารณาว่าอนุกรมเวลามีคุณสมบัติความคงที่หรือไม่ พิจารณาได้จากกราฟแสดงการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาหรือค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองระหว่างค่าสังเกตที่อยู่ห่างกัน k ช่วงเวลา โดย $k = 1, \dots, n$ (Autocorrelation function at Lag k หรือ ACF at Lag k)

3.2.2 ขั้นตอนการพยากรณ์โดยวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ (ทรงศิริ, 2549; สุริรัตน์, 2550; Box and Jenkins, 1994)

ก. การกำหนดรูปแบบของแบบจำลองอนุกรมเวลา (Model identification)

เป็นการหารูปแบบ ARMA (p, q) ที่คาดว่าเหมาะสม ให้กับอนุกรมเวลาที่มีความคงที่ โดยการพิจารณาเปรียบเทียบลักษณะของคอเรลโลแกรมของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองที่ช่วงเวลาห่างกัน k (r_k) กับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองของประชากร (ρ_k) และลักษณะของคอเรลโลแกรมของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองเชิงส่วนที่ช่วงเวลาห่างกัน k (r_{kk}) กับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองเชิงส่วนของประชากร (ρ_{kk}) โดย $k = 1, \dots, n$ ซึ่งรูปแบบของอนุกรมเวลาที่เป็นไปได้ในการพยากรณ์โดยวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ มีดังนี้

1) รูปแบบผสมออโตรีเกรสซีฟอันดับที่ p และค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่ q (Nonseasonal mixed autoregressive and moving average model) หรือ ARMA (p, q) ซึ่งข้อมูลมีลักษณะคงที่แล้ว แสดงดังสมการที่ 15

$$Y_t = \delta + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (15)$$

เมื่อ Y_t คือ ค่าสังเกตของอนุกรมเวลา ณ เวลาที่ t
 δ คือ ค่าคงที่

ε_t	คือ	ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลาที่ t มีการแจกแจงอิสระแบบปกติมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และค่าความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา t
φ_p	คือ	พารามิเตอร์ของออโตรีเกรสซีฟอันดับที่ p
θ_q	คือ	พารามิเตอร์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่ q
p	คือ	อันดับของออโตรีเกรสซีฟ
q	คือ	อันดับของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

2) รูปแบบผสมออโตรีเกรสซีฟอันดับที่ P และค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่ Q ที่มีอิทธิพลจากฤดูกาล (Seasonal mixed autoregressive and moving average model) หรือ SARMA $(p, q)(P, Q)$ เป็นรูปแบบที่กำหนดให้กับอนุกรมเวลาที่มีลักษณะเคลื่อนไหวเนื่องจากฤดูกาล แสดงดังสมการที่ 16

$$Y_t = \delta + \varphi_{1,L} Y_{t-L} + \varphi_{2,L} Y_{t-2L} + \dots + \varphi_{P,L} Y_{t-PL} + \varepsilon_t - \theta_{1,L} \varepsilon_{t-L} - \theta_{2,L} \varepsilon_{t-2L} - \dots - \theta_{Q,L} \varepsilon_{t-QL} \quad (16)$$

เมื่อ	Y_t	คือ	ค่าสังเกตของอนุกรมเวลา ณ เวลาที่ t
	δ	คือ	ค่าคงที่
	ε_t	คือ	ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลาที่ t มีการแจกแจงอิสระแบบปกติมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และค่าความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา t
	$\varphi_{P,L}$	คือ	พารามิเตอร์ของออโตรีเกรสซีฟเนื่องจากฤดูกาลอันดับที่ P สำหรับ L ฤดูกาลต่อปี
	$\theta_{Q,L}$	คือ	พารามิเตอร์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เนื่องจากฤดูกาลอันดับที่ Q สำหรับ L ฤดูกาลต่อปี
	L	คือ	จำนวนฤดูกาลต่อปี

3) รูปแบบผสมออโตรีเกรสซีฟอันดับที่ p และค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่ q โดยการหาผลต่าง d (Autoregressive integrated moving average model) หรือ ARIMA $(p, d, q)(P, D, Q)$ เป็นรูปแบบที่กำหนดให้กับอนุกรมเวลาที่มีลักษณะไม่คงที่เนื่องจากแนวโน้ม จึงต้องแปลงอนุกรมเวลาเดิมที่ไม่คงที่ให้เป็นอนุกรมเวลาใหม่ที่มีลักษณะคงที่ โดยการหาผลต่าง แสดงดังสมการที่ 17

$$Y_t = \delta + (1+\phi_1)Y_{t-1} - \phi_1 Y_{t-2} + \dots + (1+\phi_p)Y_{t-p} - \phi_p Y_{t-p-1} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (17)$$

เมื่อ	Y_t	คือ	ค่าสังเกตของอนุกรมเวลา ณ เวลาที่ t
	δ	คือ	ค่าคงที่
	ε_t	คือ	ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลาที่ t มีการแจกแจงอิสระแบบปกติมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และค่าความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา t
	ϕ_p	คือ	พารามิเตอร์ของออโตรีเกรสซีฟอันดับที่ p
	θ_q	คือ	พารามิเตอร์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่ q

4) รูปแบบผสมออโตรีเกรสซีฟอันดับที่ P และค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับ Q โดยการหาผลต่างฤดูกาล D (Seasonal autoregressive integrated moving average model) หรือ SARIMA $(p, d, q)(P, D, Q)$ เป็นรูปแบบที่กำหนดให้กับอนุกรมเวลาที่มีลักษณะไม่คงที่ เนื่องจากฤดูกาล จึงต้องแปลงอนุกรมเวลาเดิมที่ไม่คงที่ให้เป็นอนุกรมเวลาใหม่ที่มีลักษณะคงที่ โดยการหาผลต่างฤดูกาล แสดงดังสมการที่ 18

$$Y_t = \delta + (1+\phi_{1,L})Y_{t-L} - \phi_{1,L} Y_{t-2L} + \dots + (1+\phi_{P,L})Y_{t-PL} - \phi_{P,L} Y_{t-L-1} + \varepsilon_t - \theta_{1,L} \varepsilon_{t-L} - \dots - \theta_{Q,L} \varepsilon_{t-Q,L} \quad (18)$$

เมื่อ	Y_t	คือ	ค่าสังเกตของอนุกรมเวลา ณ เวลาที่ t
	δ	คือ	ค่าคงที่
	ε_t	คือ	ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลาที่ t มีการแจกแจงอิสระแบบปกติมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และค่าความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา t
	$\phi_{P,L}$	คือ	พารามิเตอร์ของออโตรีเกรสซีฟเนื่องจากฤดูกาลอันดับที่ P สำหรับ L ฤดูกาลต่อปี
	$\theta_{Q,L}$	คือ	พารามิเตอร์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เนื่องจากฤดูกาลอันดับที่ Q สำหรับ L ฤดูกาลต่อปี
	L	คือ	จำนวนฤดูกาลต่อปี

ขั้นตอนการหารูปแบบที่เหมาะสมของแบบจำลองอนุกรมเวลา ต้องทดสอบลักษณะคงที่ของข้อมูล โดยพิจารณาได้จากค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตนเองเชิงส่วน (Partial

autocorrelation function; PACF) ระหว่างค่าสังเกตที่ช่วงเวลาอยู่ห่างกัน k จากนั้นพิจารณาเปรียบเทียบลักษณะของแผนภาพคอเรโลแกรมของค่าสัมประสิทธิ์สัมพันธ์ในตนเองที่ช่วงเวลาห่างกัน k (r_k) กับค่าสัมประสิทธิ์สัมพันธ์ในตนเองของประชากร (ρ_k) และลักษณะของคอเรโลแกรมของค่าสัมประสิทธิ์สัมพันธ์ในตนเองเชิงส่วนที่ช่วงเวลาห่างกัน k (r_{kk}) กับค่าสัมประสิทธิ์สัมพันธ์ในตนเองเชิงส่วนของประชากร (ρ_{kk}) ซึ่งเกณฑ์ในการพิจารณาแสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ลักษณะของ ρ_k และ ρ_{kk} สำหรับรูปแบบ ARMA (p, q)

รูปแบบ ARMA	ลักษณะของ ρ_k	ลักษณะของ ρ_{kk}
Random walk	ลดลงช้า ๆ แต่ทำ 1 st difference จะเป็น 0 ทุกค่า	$\rho_{kk} \neq 0$ สำหรับ $k=1$ แต่ทำ 1 st difference จะเป็น 0 ทุกค่า
AR (1)	ค่าลดลงเร็วใกล้ 0	$\rho_{kk} \neq 0$ สำหรับ $k=1$ $\rho_{kk} = 0$ สำหรับช่วงเวลาที่เหลือ
AR (2)	ค่าลดลงเร็วใกล้ 0	$\rho_{kk} \neq 0$ สำหรับ $k=1, 2$ $\rho_{kk} = 0$ สำหรับช่วงเวลาที่เหลือ
MA (1)	$\rho_{kk} \neq 0$ สำหรับ $k=1$ $\rho_{kk} = 0$ สำหรับช่วงเวลาที่เหลือ	ค่าลดลงเร็วใกล้ 0
MA (2)	$\rho_{kk} \neq 0$ สำหรับ $k=1, 2$ $\rho_{kk} = 0$ สำหรับช่วงเวลาที่เหลือ	ค่าลดลงเร็วใกล้ 0
ARMA (1,1)	ค่าลดลงเร็วใกล้ 0	ค่าลดลงเร็วใกล้ 0

ที่มา: Box and Jenkins (1994)

การพิจารณาแผนภาพคอเรโลแกรม หากพบว่า ลักษณะแผนภาพเป็นคลื่น และมีบางค่าไม่เป็น 0 เนื่องจากอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นรูปแบบของ Seasonal autoregressive integrated moving average หรือ SARIMA (p, d, q)(P, D, Q) ซึ่งค่า L เป็นค่าช่วงเวลาที่แสดงให้เห็นถึงช่วงฤดูกาล เช่น $L = 12, 24, 36$ หมายถึง ค่า ACF และ PACF ในช่วง Lag ที่ 12, 24, 36 มีค่าไม่เท่ากับ 0 ซึ่งเกณฑ์ในการพิจารณาแสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ลักษณะของ ρ_k และ ρ_{kk} สำหรับรูปแบบ SARMA (P,Q)₁₂

รูปแบบ ARMA	ลักษณะของ ρ_k	ลักษณะของ ρ_{kk}
AR (1)	$\rho_{12}, \rho_{24}, \dots$ ค่าลดลงเร็วใกล้ 0	$\rho_{12,12} \neq 0$ แต่ $\rho_{24,24}, \rho_{36,36}, \dots$ เท่ากับ 0
AR (2)	$\rho_{12}, \rho_{24}, \dots$ ค่าลดลงเร็วใกล้ 0	$\rho_{12,12}, \rho_{24,24} \neq 0$ แต่ $\rho_{36,36}, \rho_{48,48}, \dots$ เท่ากับ 0
MA (1)	$\rho_{12} \neq 0$ แต่ $\rho_{24}, \rho_{36}, \dots$ เท่ากับ 0	$\rho_{12,12}, \rho_{24,24}, \dots$ ค่าลดลงเร็วใกล้ 0
MA (2)	$\rho_{12}, \rho_{24} \neq 0$ แต่ $\rho_{36}, \dots$ เท่ากับ 0	$\rho_{12,12}, \rho_{24,24}, \dots$ ค่าลดลงเร็วใกล้ 0
ARMA (1,1)	$\rho_{12}, \rho_{24}, \dots$ ค่าลดลงเร็วใกล้ 0	$\rho_{12,12}, \rho_{24,24}, \dots$ ค่าลดลงเร็วใกล้ 0

ที่มา: Box and Jenkins (1994)

ข. การประมาณค่าพารามิเตอร์ของรูปแบบ (Parameter estimation)

เมื่อกำหนดรูปแบบจำลองที่ได้แล้ว ถ้าแบบจำลองที่ได้เป็น ARIMA หรือ ARMA จะนำรูปแบบจำลองที่ได้มาทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ในสมการข้างต้น ซึ่งการประมาณค่านี้จะใช้วิธีกำลังสองน้อยสุดด้วยการวิเคราะห์เชิงตัวเลข (Numerical analysis) และการทำซ้ำกันหลายครั้ง (Iterative) มีการกำหนดค่าประมาณเบื้องต้น (Initial estimates) เพื่อหาค่าประมาณขั้นสุดท้าย (Final estimates) ค่าประมาณที่ได้จะเป็นค่าที่ให้ผลรวมกำลังสองของความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด ในทำนองเดียวกันถ้าแบบจำลองที่ได้เป็น SARIMA หรือ SARMA จะนำรูปแบบจำลองที่ได้มาทำการประมาณค่าในสมการข้างต้นเช่นเดียวกัน

ค. การตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบ (Diagnostic checking)

การตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบมีหลายวิธี แต่ละวิธีอาจให้ผลสรุปไม่เหมือนกัน ดังนั้นควรใช้การตรวจสอบความเหมาะสมหลาย ๆ วิธี พร้อมกันในการตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบ วิธีที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่

1) ทดสอบว่าพารามิเตอร์ในรูปแบบมีค่าเป็น 0 โดยสมมติฐาน $H_0: \theta = 0$ กับ $H_1: \theta \neq 0$ ด้วยค่าสถิติ t คำนวณได้จากสมการต่อไปนี้ และปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ α เมื่อ $|t| \geq t_{\alpha/2}$ หรือหมายถึงแบบจำลองนั้นมีความเหมาะสม

$$t = \frac{\hat{\theta}}{s_{\hat{\theta}}}$$

โดยที่ $\hat{\theta}$ คือ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ θ

$s_{\hat{\theta}}$ คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวประมาณ $\hat{\theta}$

2) ทดสอบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่ช่วงเวลา k สำหรับ $k = 1, 2, \dots, m$ เป็นอิสระต่อกัน ได้แก่ การทดสอบสมมติฐาน $H_0: \rho_1(e_t) = \dots = \rho_m(e_t) = 0$ กับ $H_1: \rho_k(e_t)$ สำหรับ $k = 1, 2, \dots, m$ อย่างน้อย 1 ค่าที่ไม่เป็น 0 ระดับนัยสำคัญ α ด้วยการทดสอบสหสัมพันธ์ในตนเองของบ็อกซ์และเจนกินส์ (Ljung-Box statistic) จากค่าสถิติ Q^* และปฏิเสธ H_0 เมื่อ $Q^* \geq \chi^2_{\alpha, m-a}$ กรณียอมรับ H_0 แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนที่มีความเคลื่อนไหวที่ช่วงเวลาต่างกันนั้นเป็นอิสระต่อกันหรือแบบจำลองมีความเหมาะสม

$$Q^* = n(n+2) \sum_{t=1}^m \frac{r_k^2(e_t)}{n-k}; \text{ สำหรับทุก ๆ } k \text{ โดยที่ } k \neq n \quad (23)$$

โดยที่ n คือ ขนาดของอนุกรมเวลาที่หยุดนิ่ง

m คือ ช่วงเวลาห่าง (lag) สูงสุดที่ต้องการทดสอบ

$r_k(e_t)$ คือ ค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตนเองของค่าความคลาดเคลื่อนที่อยู่ห่างกัน k ช่วงเวลา

3) ทดสอบว่าอนุกรมเวลาของค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ (ε_t) มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกัน โดยทดสอบสมมติฐาน $H_0: \rho_k(e_t) = 0$ กับ $H_1: \rho_k(e_t) \neq 0$ สำหรับ $k = 1, 2, \dots, m$ อย่างน้อย 1 ค่าที่ไม่เป็น 0 และปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ α เมื่อ $|r_k(e_t)| \geq 2/\sqrt{n}$ โดย n เป็นขนาดของอนุกรมเวลา แสดงว่ารูปแบบ ARIMA ที่กำหนดไม่มีความเหมาะสม

ง. การสร้างค่าพยากรณ์ (Forecasting)

เมื่อมีการตรวจสอบแล้วว่าตัวแบบที่กำหนดเหมาะสมกับอนุกรมเวลานั้น ๆ ขึ้นต่อไปจะเป็นการนำเสนอพยากรณ์ที่สร้างจากตัวแบบดังกล่าวไปใช้ในการพยากรณ์ ซึ่งการพยากรณ์นั้นจะเป็นทั้งการพยากรณ์แบบจุด (Point forecast) และการพยากรณ์แบบช่วง (Interval forecast)

3.2.3 ข้อดีของแบบจำลองบ็อกซ์และเจนกินส์

- ก. ให้ค่าพยากรณ์ที่มีความถูกต้องสูงกว่าวิธีอื่น ๆ ในการพยากรณ์ระยะสั้น
- ข. รูปแบบของแบบจำลองแสดงให้เห็นถึงความเป็นฤดูกาลและวัฏจักรได้

3.2.4 ข้อเสียของแบบจำลองบ็อกซ์และเจนกินส์

- ก. วิธีการคำนวณค่อนข้างยุ่งยากและใช้เวลาในการคำนวณมาก

4. เทคนิคการพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (Causal or Associative forecasting)

เทคนิคการพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร มีแนวความคิดว่าพฤติกรรมของสิ่งที่จะพยากรณ์ไม่ขึ้นกับอนุกรมเวลาของสิ่งที่ต้องการพยากรณ์เพียงอย่างเดียว แต่จะถูกกำหนดโดยปัจจัยภายนอกซึ่งมีอิทธิพลต่อสิ่งที่จะพยากรณ์ในรูปแบบความสัมพันธ์บางลักษณะ แบบจำลองการพยากรณ์จากเทคนิคดังกล่าว ได้แก่ แบบจำลองการถดถอย (Regression analysis) ซึ่งใช้การคาดคะเนความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์ระหว่างตัวแปรที่ต้องการพยากรณ์ (ตัวแปรตาม หรือ Dependent variable) และปัจจัยที่คาดว่าจะมีอิทธิพลต่อตัวแปรพยากรณ์ (ตัวแปรอิสระ หรือ Independent variables) ซึ่งตัวแปรอิสระอาจมีหนึ่งตัวหรือมากกว่าหนึ่งก็ได้ โดยมีข้อสมมติในการพยากรณ์ว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามจะยังคงไม่เปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาของการพยากรณ์นั้น ซึ่งแบ่งออกเป็นแบบจำลองการถดถอยเชิงเส้น (Linear regression model) และแบบจำลองการถดถอยไม่เชิงเส้น (Nonlinear regression model) การเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมควรพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ช่วงเวลาการพยากรณ์ เวลาที่ใช้เตรียมการพยากรณ์ ลักษณะของข้อมูล จำนวนของข้อมูล ความยากง่ายของวิธีการพยากรณ์ นอกจากนี้สิ่งที่สำคัญที่สุดคือ ค่าใช้จ่ายในการพยากรณ์ต่ำและมีระดับความถูกต้องในการพยากรณ์สูง (Makridakis et al., 1983; ทรงศิริ, 2549)

4.1 แบบจำลองการถดถอย

แบบจำลองการถดถอยเป็นแบบจำลองแสดงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะหรือปัจจัยที่แทนด้วยตัวแปรตั้งแต่สองตัวแปรขึ้นไป สามารถช่วยบ่งบอระดับความสัมพันธ์ และทิศทางความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม โดยตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ (Independent variable นิยมแทนด้วย X) เป็นตัวแปรที่มีการกำหนดค่าที่แน่นอนไว้ล่วงหน้า และส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลงของตัวแปรอีกตัว ในขณะที่ตัวแปรตาม (Dependent variable นิยมแทนด้วย Y) เป็นตัวแปรที่เปลี่ยนแปลงตามตัวแปรต้น ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกันหรือทิศทางตรงข้ามก็ได้ ผลการศึกษาความสัมพันธ์ทำให้ทราบถึงสัดส่วนที่ตัวแปรอิสระมีส่วนในการอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรตาม เพื่อประมาณค่าหรือพยากรณ์ค่าตัวแปรตามในอนาคต โดยแบบจำลองการถดถอยนี้มีข้อสมมติหรือเงื่อนไขทางสถิติว่า ความคลาดเคลื่อน (Residuals) ของแบบจำลองต้องมีการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบปกติ เป็นอิสระต่อกัน มีความแปรปรวนคงที่ และไม่มีสหสัมพันธ์ร่วมระหว่างตัวแปรต้น (Multicollinearity) (ทรงศิริ, 2549; รวิพิมพ์, 2554)

ปัจจุบันมีการนำแบบจำลองการถดถอยไปใช้งานกันอย่างแพร่หลาย โดยแบบจำลองการถดถอยที่นิยมใช้ ได้แก่ แบบจำลองการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ แบบจำลองการถดถอยเชิงเส้นแบบโพลิโนเมียล และแบบจำลองการถดถอยไม่เชิงเส้น มีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 แบบจำลองการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ (Multiple regression model)

แบบจำลองการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ เป็นแบบจำลองการถดถอยเชิงเส้นตรงที่เมื่อมีตัวแปรที่เกี่ยวข้องหลายตัวแปร กำหนดให้ตัวแปรหนึ่งเป็นตัวแปรตาม ส่วนตัวแปรอื่นที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตามเป็นตัวแปรอิสระจำนวน k ตัว แสดงความสัมพันธ์กับตัวแปรตามด้วยสมการการถดถอย ดังนี้

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_k X_{i,k} + \varepsilon_i \quad (19)$$

โดยที่	Y_i	คือ	ค่าของตัวแปรตามจากชุดค่าสังเกตที่ i โดยที่ $i = 1, \dots, n$
	$\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$	คือ	ค่าสัมประสิทธิ์ในการถดถอย
	$X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{i,k}$	คือ	ค่าของตัวแปรอิสระตัวที่ k ตัวของค่าสังเกตที่ i

ε_i	คือ ความคลาดเคลื่อนสุ่ม(Random error)ของชุดค่าสังเกตที่ i
n	คือ จำนวนค่าสังเกตทั้งหมด

4.1.2 แบบจำลองการถดถอยเชิงเส้นแบบโพลิโนเมียล (Polynomial regression model)

เป็นแบบจำลองที่ตัวแปรต้นอยู่ในรูปยกกำลังสอง (Second-order) หรือมากกว่า (Higher-order terms) ทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรต้นไม่เชิงเส้น (Nonlinear) มีรูปแบบสมการการถดถอยทั่วไปดังนี้

$$Y_i = \sum_{j=1}^1 \sum_{k=1}^p \beta_k Z_k(X_{ij}) + \varepsilon_i \quad (20)$$

โดยที่	Y_i	คือ	ค่าของตัวแปรตามจากชุดค่าสังเกตที่ i
	X_{ij}	คือ	ค่าของตัวแปรต้นที่ j ของชุดค่าสังเกตที่ i โดย X_{ij} เป็นอิสระต่อกัน ($j = 1, 2, 3, \dots, k$)
	β_k	คือ	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงส่วน
	$Z_k(X_{ij})$	คือ	รูปแบบของสมการที่เป็นฟังก์ชันของ X_{ij} อยู่ในรูปกำลังหนึ่ง กำลังสอง หรือสูงกว่า หรือปฏิสัมพันธ์ของ X_{ij}
	ε_i	คือ	ความคลาดเคลื่อนสุ่มของชุดค่าสังเกตที่ i

แบบจำลองการถดถอยที่สร้างขึ้นจะมีความน่าเชื่อถือ และนำไปใช้ได้ก็ต่อเมื่อแบบจำลองนั้น ๆ มีลักษณะเป็นไปตามข้อสมมติทางสถิติต่าง ๆ ดังนี้

ก. ตัวแปรต้นแต่ละตัวต้องไม่มีสหสัมพันธ์ร่วม (Multicollinearity) อย่างมีนัยสำคัญ

ข. ค่าความคลาดเคลื่อนสุ่ม ต้องมีการแจกแจงแบบปกติ เป็นอิสระต่อกัน มีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และมีค่าความแปรปรวนคงที่

4.1.3 แบบจำลองการถดถอยไม่เชิงเส้น

แบบจำลองการถดถอยไม่เชิงเส้น คือ แบบจำลองการถดถอยที่อนุพันธ์ (Derivatives) ของพารามิเตอร์ของแบบจำลองหรือค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยนั้นขึ้นอยู่กับพารามิเตอร์ของแบบจำลองตัวอื่น ๆ เช่น $y = \delta + (\alpha - \delta)/(1 + \exp\{\beta \log(x/\gamma)\}) + e$ ซึ่งการศึกษาด้านการพยากรณ์อุปสงค์การนำเข้ากล้วยไม้ตัดดอกของไทยด้วยแบบจำลองการถดถอยไม่เชิงเส้น (ศักดิ์สิทธิ์ (2531) ประเสริฐ (2535) ชนมลักษ์ (2539) กิริติ (2543) และเฉลิมวรุ (2547)) พบว่า ตัวแปรที่สำคัญที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณความต้องการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศผู้นำเข้า ได้แก่ ราคาส่งออก (F.O.B) กล้วยไม้ตัดดอกของไทยปรับด้วยดัชนีราคาของผู้บริโภคของประเทศผู้นำเข้ารายเดือน รายได้เฉลี่ยต่อบุคคลของประเทศผู้นำเข้าปรับด้วยดัชนีราคาผู้บริโภคของประเทศผู้นำเข้ารายเดือน และอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบกับประเทศผู้นำเข้ารายเดือน

4.2 ข้อดีของแบบจำลองการถดถอย

4.2.1 การสร้างและการใช้งาน ทำได้ง่าย มีกระบวนการที่เป็นที่รับรองทางสถิติ

4.2.2 มีโปรแกรมสำเร็จรูปหลากหลาย

4.3 ข้อเสียของแบบจำลองการถดถอย

4.3.1 ถ้าทราบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามล่วงหน้า จะทำให้ได้แบบจำลองที่มีความถูกต้องและแม่นยำสูง

4.3.2 การวิเคราะห์การถดถอยแบบโพลีโนเมียล ที่มีรูปแบบของตัวแปรต้นที่ยกกำลังสูง ๆ จะไม่เสถียรหรือมีการเหวี่ยง (Oscillation) ในการใช้งาน

4.3.3 มีความไวต่อข้อสมมติทางสถิติ ความน่าเชื่อถือในแบบจำลองขึ้นกับความถูกต้องข้อสมมติทางสถิติ เช่น กรณีที่ตัวแปรอิสระมีสหสัมพันธ์ร่วมสูง จะต้องทำการรวมกลุ่มตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันไว้ในกลุ่มเดียวกันก่อน เพื่อแก้ปัญหาตัวแปรอิสระมีสหสัมพันธ์ร่วม เป็นต้น

จะเห็นได้ว่าวิธีการพยากรณ์ทางสถิติมีหลายวิธี ดังนั้นจึงเป็นเรื่องสำคัญมากในการพยากรณ์ที่จะต้องเลือกใช้วิธีการพยากรณ์ให้เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูล และตรงตามวัตถุประสงค์ของการนำค่าพยากรณ์ไปใช้ ดังนั้นจึงขอสรุปการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ทางสถิติในด้านต่าง ๆ ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ทางสถิติ

	วิธีการพยากรณ์					
	การปรับ เรียบเอ็กซ์ โปเนน เชียลแบบ ง่าย	การปรับ เรียบเอ็กซ์ โปเนน เชียลโฮลท์ และวิน เทอร์	บ็อกซ์- เจนกินส์	การถดถอย เชิงเส้น	การถดถอย ไม่เชิงเส้น	บ็อกซ์- เจนกินส์ แบบพหุ
ช่วงเวลา						
ใกล้	X	X	X			
สั้น	X	X	X	X	X	X
ปานกลาง				X	X	X
ยาว				X	X	X
เวลา (1-สั้น; 7-ยาว)	1	2	5	4	7	6

ตารางที่ 9 (ต่อ)

	วิธีพยากรณ์					
	การปรับ เรียบเอ็กซ์ โปเนน เชียลแบบ ง่าย	การปรับ เรียบเอ็กซ์ โปเนน เชียลโฮลท์ และวิน เทอร์	บ็อกซ์- เจนกินส์	การถดถอย เชิงเส้น	การถดถอย ไม่เชิงเส้น	บ็อกซ์- เจนกินส์ แบบพหุ
ขนาดข้อมูล (S-ฤดูกาล)	10	15	30	30	น้อย	60
ความยากง่าย (1-ง่าย; 7-ยาก)	1	2	4	5	7	6
ค่าใช้จ่าย (1-น้อย; 7-มาก)	1	2	5	4	7	6

ที่มา: ทรงศิริ (2549)

การกำหนดช่วงเวลาการพยากรณ์ในแต่ละระยะเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเลือกเทคนิคในการพยากรณ์ โดยทรงศิริ (2549) และ Bowerman *et al.* (2005) กล่าวถึงการเลือกช่วงเวลาของการพยากรณ์ว่าควรอยู่ในระยะใดขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำค่าพยากรณ์ไปใช้ โดยแบ่งช่วงการพยากรณ์ออกเป็น 4 ระยะได้แก่ ระยะใกล้ (Immediate) เป็นช่วงเวลาไม่เกินหนึ่งเดือน โดยมีเป้าหมายเน้นปรับปรุงวิธีการทำงานในแต่ละกิจกรรมมากกว่าการเปลี่ยนแปลงวิธีการปฏิบัติงาน ระยะสั้น (Short term) เป็นช่วงเวลาระหว่างหนึ่งถึงสามเดือน เหมาะสำหรับการใช้ในการวางแผนระยะสั้นในช่วงเวลาแต่ละสัปดาห์ แต่ละเดือน หรือแต่ละไตรมาส ระยะกลาง (Medium term) เป็นช่วงเวลาระหว่างสามเดือนถึงสองปี เหมาะสำหรับการใช้ในการวางแผนระยะปานกลาง และระยะยาว (Long term) เป็นช่วงเวลาตั้งแต่สองปีขึ้นไป เหมาะสำหรับการใช้ในการวางแผนระยะยาว

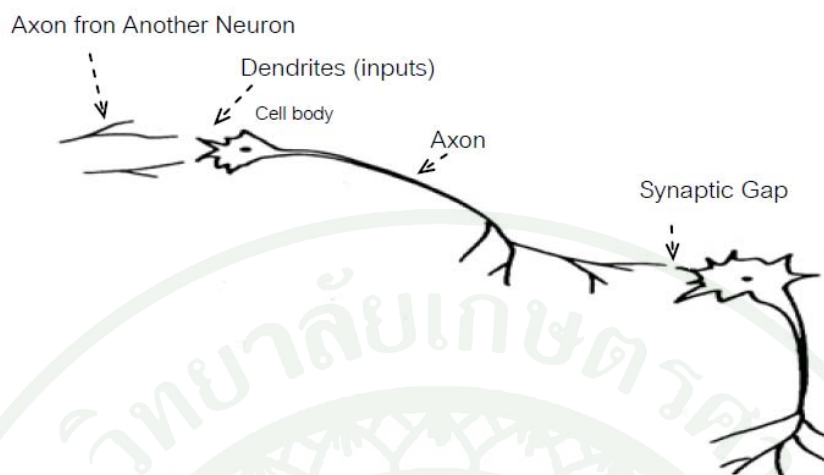
5. แบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียม (Artificial neural network)

แบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่จำลองความสัมพันธ์ของตัวแปรโดยการเลียนแบบการทำงานของเซลล์สมองและระบบประสาทมนุษย์ มีความสามารถในการจำลองความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนได้ดี และได้รับความนิยมในปัจจุบัน สามารถประยุกต์ใช้งานกับการพยากรณ์ทั้งด้านเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลา และเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

Fausett (1994) และ Munakata (2008) ระบบเครือข่ายประสาทของสมองมนุษย์นั้นมีนิวรอน (Neuron) จำนวนประมาณ 10^{11} หน่วยเป็นส่วนประกอบพื้นฐาน ซึ่งนิวรอนในสมองของมนุษย์ มีการเชื่อมโยงระหว่างกันประมาณ 10^{15} สาย โดยนิวรอนแต่ละหน่วยประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วน (ภาพที่ 2) คือ

1. เดนไดรต์ (Dendrites) ทำหน้าที่รับสัญญาณเข้าตัวเซลล์หรือโซมา
2. โซมา (Soma) ทำหน้าที่ประมวลผลสัญญาณเบื้องต้น
3. แอกซอน (Axon) ทำหน้าที่แปลงสัญญาณที่ผ่านการประมวลผลเบื้องต้นให้เป็นผลลัพธ์ที่ต้องการและส่งต่อผ่านทางปลายประสาทที่เรียกว่า Synapses ไปยังนิวรอนหน่วยอื่น ๆ

Neural connections in animal

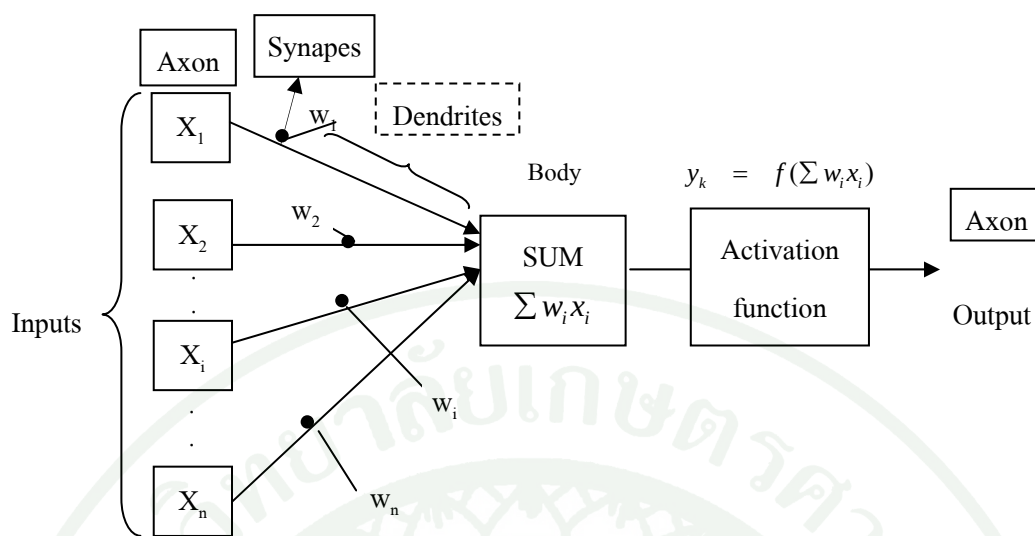


Dendrites	คือ	ส่วนที่ทำหน้าที่รับสัญญาณ
Soma (Cell body)	คือ	ส่วนที่ประมวลผลสัญญาณเบื้องต้น
Axon	คือ	ส่วนที่แปลงสัญญาณที่ได้ประมวลเบื้องต้นเป็นผลลัพธ์ที่ต้องการ
Synapses	คือ	ส่วนที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อเพื่อการสื่อสารกับนิวรอนอื่นในระบบสมอง

ภาพที่ 2 การทำงานของเครือข่ายประสาทของมนุษย์

ที่มา: read.pudn.com/downloads151/doc/655908/pattern/nn1_Neural_2.ppt, 20 ธันวาคม 2553.

การทำงานของนิวรอนในระบบประสาทของมนุษย์ถูกใช้เป็นต้นแบบในการทำงานของเครือข่ายประสาทเทียม โดยเครือข่ายประสาทเทียมจะประกอบด้วยนิวรอนหรือหน่วยประมวลผลจำนวนมากเรียงตัวเป็นชั้น ได้แก่ ชั้นนำเข้า (Input layer) ชั้นซ่อน (Hidden layer) และชั้นผลลัพธ์ (Output layer) และเชื่อมโยงต่อกันเป็นเครือข่าย (คล้ายกับการเชื่อมต่อกันของเดนไดรต์และแอกซอนในระบบประสาทของมนุษย์) การเชื่อมต่อของทุก ๆ เส้น (Connection link) จะมีค่าน้ำหนัก (Weight) ที่ต่างกันกำกับไว้ ข้อมูลหรือสัญญาณจากนิวรอนในชั้นนำเข้าจะถูกส่งผ่านเส้นเชื่อมโยงพร้อมกับปรับน้ำหนักไปยังนิวรอนประมวลผลในชั้นถัดไป ซึ่งจะรวมสัญญาณหรือข้อมูลที่ปรับน้ำหนักแล้วและนำไปผ่านฟังก์ชันกระตุ้น (Activation function หรือ Transfer function) เพื่อคำนวณเป็นผลลัพธ์ของเครือข่ายต่อไป (ภาพที่ 3)



เมื่อ X_i คือ หน่วยนำเข้าที่ i ($i = 1, \dots, n$)
 w_i คือ ค่าน้ำหนักเชื่อมจากหน่วยนำเข้าที่ i ไปยังหน่วยประมวลผล

ภาพที่ 3 การทำงานของเครือข่ายประสาทเทียม

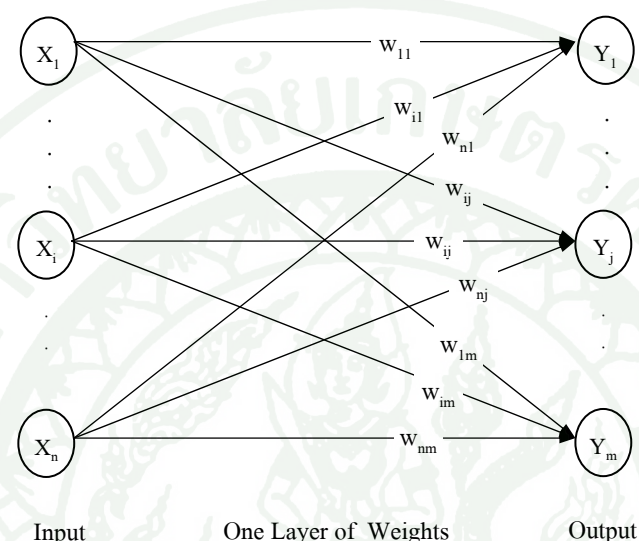
5.1 ลักษณะพื้นฐานของเครือข่ายประสาทเทียม

ลักษณะพื้นฐานที่ใช้ในการจำแนกประเภทเครือข่ายประสาทเทียม ได้แก่ สถาปัตยกรรมหรือโครงสร้างของเครือข่าย (Architecture) กระบวนการเรียนรู้หรือการฝึกสอนเครือข่ายประสาทเทียม (Training/Learning) ฟังก์ชันกระตุ้น หรือฟังก์ชันการแปลงค่า (Activation functions) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1.1 สถาปัตยกรรมหรือโครงสร้างของเครือข่ายประสาทเทียม (Architecture)

แสดงการจัดเรียงชั้นของนิวรอนและรูปแบบการเชื่อมโยงในเครือข่าย โครงสร้างของเครือข่ายประสาทเทียมประกอบด้วยชั้นนำเข้า ชั้นผลลัพธ์ และชั้นซ่อนซึ่งอยู่ระหว่างชั้นนำเข้าและชั้นผลลัพธ์ ซึ่งอาจมีอย่างน้อย 1 ชั้น หรือไม่มีเลยก็ได้ เครือข่ายประสาทเทียมสามารถจำแนกตามจำนวนชั้นได้ 2 ประเภท คือ เครือข่ายแบบชั้นเดียว (Single-layer neural net) และเครือข่ายแบบหลายชั้น (Multilayer neural net)

ก. เครือข่ายแบบชั้นเดียว เป็นเครือข่ายประสาทเทียมที่มีการเชื่อมโยงเพียงชั้นเดียว หรือประกอบด้วยชั้นนำเข้าและชั้นผลลัพธ์ นิวรอนในชั้นนำเข้าจะรับข้อมูลจากภายนอก ส่งไปยังชั้นผลลัพธ์ผ่านทางเส้นการเชื่อมโยง เพื่อทำการปรับน้ำหนัก จากนั้นจะรวมข้อมูลที่ปรับน้ำหนักแล้วไปผ่านฟังก์ชันกระตุ้น ค่าวนออกมาเป็นผลลัพธ์ ดังภาพที่ 4

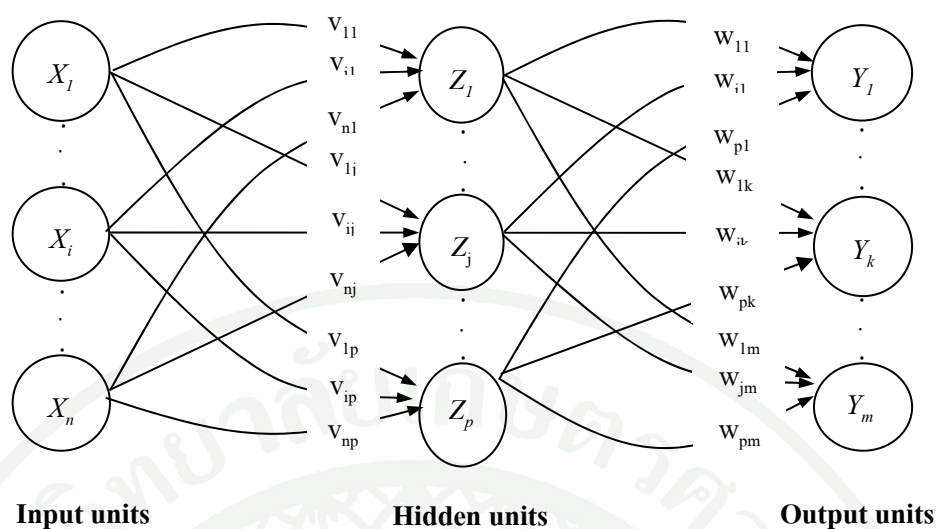


เมื่อ X_i คือ หน่วยนำเข้าที่ i ($i = 1, \dots, n$)
 Y_j คือ หน่วยผลลัพธ์ที่ j ($j = 1, \dots, m$)
 w_{ij} คือ ค่าน้ำหนักจากหน่วยนำเข้าที่ i ไปยังหน่วยผลลัพธ์ที่ j

ภาพที่ 4 เครือข่ายประสาทเทียมแบบชั้นเดียว

ที่มา: Fausett (1994)

ข. เครือข่ายแบบหลายชั้น เป็นเครือข่ายที่ประกอบด้วยชั้นซ่อนที่อยู่ระหว่างชั้นนำเข้าและชั้นผลลัพธ์ตั้งแต่ 1 ชั้นขึ้นไป โดยสามารถแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ถูกต้องสูงกว่าเครือข่ายแบบชั้นเดียวแต่การฝึกให้เครือข่ายแบบหลายชั้นเรียนรู้ก็มีความซับซ้อนตามไปด้วย (ภาพที่ 5)



เมื่อ	X_i	คือ	หน่วยนำเข้าที่ i ($i = 1, \dots, n$)
	Z_j	คือ	หน่วยซ่อนที่ j ($j = 1, \dots, p$)
	Y_k	คือ	หน่วยผลลัพธ์ที่ k ($k = 1, \dots, m$)
	v_{ij}	คือ	ค่าน้ำหนักจากหน่วยนำเข้าที่ i ไปยังหน่วยซ่อนที่ j
	w_{jk}	คือ	ค่าน้ำหนักหน่วยซ่อนที่ j ไปยังหน่วยผลลัพธ์ที่ k

ภาพที่ 5 เครือข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น

ที่มา: Fausett (1994)

สำหรับรูปแบบการเชื่อมโยงของเครือข่ายประสาทเทียมนั้นสามารถแบ่งได้ 2 ประเภทหลัก คือ เครือข่ายแบบป้อนไปข้างหน้า (Feedforward Network) คือ สัญญาณจากนิวรอนในชั้นนำเข้าจะส่งไปยังนิวรอนประมวลผลในชั้นถัดไปและไม่มีการส่งย้อนกลับ และเครือข่ายแบบป้อนกลับ (Recurrent Network) คือ การประมวลผลในเครือข่ายจะมีการป้อนค่ากระตุ้นหรือค่าผลลัพธ์ย้อนกลับมายังชั้นก่อนหน้า ทำให้เกิด Loop ขึ้นและอาจมีการส่งสัญญาณไปยังนิวรอนภายในชั้นเดียวกัน

5.1.2 กระบวนการเรียนรู้หรือการฝึกสอนเครือข่ายประสาทเทียม (Training / Learning)

เป็นกระบวนการหาน้ำหนัก ซึ่งเป็นค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง ที่เหมาะสม เพื่อให้เครือข่ายมีผลลัพธ์ตามที่ต้องการ กระบวนการเรียนรู้ของเครือข่าย แบ่งได้ 2 ลักษณะ ได้แก่ การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised learning) คือ เครือข่ายจะได้เรียนรู้ข้อมูลนำเข้าและข้อมูลผลลัพธ์เป้าหมาย แล้วเครือข่ายจะทำการปรับค่าน้ำหนักเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ใกล้เคียงกับผลลัพธ์เป้าหมาย ตัวอย่าง ได้แก่ เครือข่ายแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับ (Backpropagation) และเรเดียลเบส ฟังก์ชัน (Radial basis function) เป็นต้น และการเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised learning) คือ เครือข่ายจะได้รับการเรียนรู้จากข้อมูลนำเข้าเท่านั้น โดยเครือข่ายจะปรับน้ำหนักเพื่อจัดข้อมูลนำเข้าที่มีความคล้ายคลึงกันเข้าไว้ในกลุ่มผลลัพธ์เดียวกัน ตัวอย่าง ได้แก่ โคโฮเนน ซอม (Kohonen self organizing map; Kohonen SOM) และอาร์ท (Adaptive resonance theory network; ART) เป็นต้น

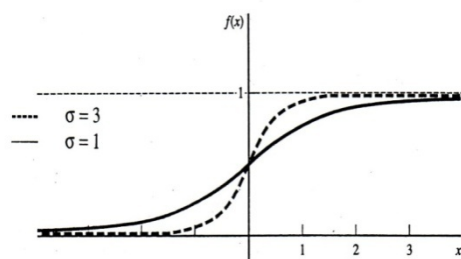
5.1.3 ฟังก์ชันกระตุ้น (Activation function)

เป็นฟังก์ชันที่ใช้ในการประมวลผลจากผลรวมของข้อมูลที่ปรับน้ำหนักแล้ว แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ ฟังก์ชันชีปิง (Identity function) ใช้กับหน่วยนำเข้า ฟังก์ชันเชิงขั้น (Step function) ใช้กับเครือข่ายแบบชั้นเดียว และฟังก์ชันซิกมอยด์ (Sigmoid function) ใช้กับเครือข่ายหลายชั้น การเลือกใช้ฟังก์ชันกระตุ้นต้องพิจารณาลักษณะของปัญหา ถ้าปัญหามีความซับซ้อนมาก จะนิยมใช้ฟังก์ชันซิกมอยด์ (Sigmoid function) ซึ่งแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

ก. ฟังก์ชันไบนารีซิกมอยด์ (Binary sigmoid function) มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ดังสมการที่ 21 และภาพที่ 6

$$f(x) = \frac{1}{1 + \exp(-\sigma x)} \quad (21)$$

เมื่อ σ คือ ค่าพารามิเตอร์ของความชัน



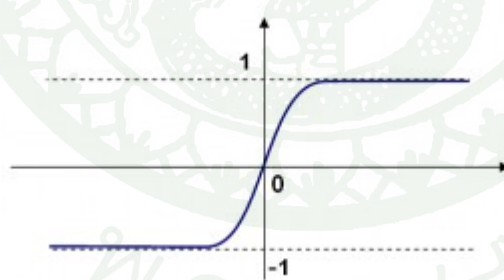
ภาพที่ 6 ฟังก์ชันซิกมอยด์ (Sigmoid function)

ที่มา: Fausett (1994)

ข. ฟังก์ชันไบโพลาร์ซิกมอยด์ (Bipolar sigmoid function) มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 ดังสมการที่ 22 และภาพที่ 7

$$f(x) = \frac{1 - \exp(-\sigma x)}{1 + \exp(-\sigma x)} \quad (22)$$

เมื่อ σ คือ ค่าพารามิเตอร์ของความชัน

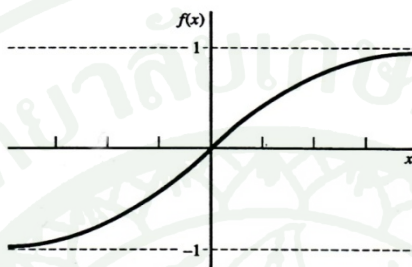


ภาพที่ 7 ฟังก์ชันไบโพลาร์ซิกมอยด์ (Bipolar sigmoid function)

ที่มา: Fausett (1994)

ค. ฟังก์ชันไฮเพอร์โบลิคแทนเจน (Hyperbolic tangent; TanH) มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 และค่า เป็น 1 ดังสมการที่ 23 และภาพที่ 8

$$f(x) = \frac{1 - \exp^{(-2x)}}{1 + \exp^{(-2x)}} \quad (23)$$



ภาพที่ 8 ฟังก์ชันไฮเพอร์โบลิคแทนเจน (Hyperbolic tangent)

ที่มา: Fausett (1994)

5.2 แบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับ (Backpropagation neural network หรือ BPN)

เครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับเป็นเครือข่ายประสาทเทียมที่มีการนำไปใช้มากกว่า ร้อยละ 90 ของเครือข่ายประสาทเทียมทั้งหมด (Munakata, 2008) เป็นเครือข่ายที่ประกอบด้วยชั้นนำเข้า ชั้นผลลัพธ์ และชั้นซ่อน มีลักษณะการเชื่อมโยงแบบส่งถ่ายไปข้างหน้าอย่างสมบูรณ์ (Fully connected feed forward) และมีกระบวนการเรียนรู้แบบมีผู้สอน มีกลไกการเรียนรู้ที่จะทำซ้ำไปซ้ำมาจนได้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำตามต้องการหรือมีจำนวนการทำซ้ำจนถึงระดับที่กำหนด เพื่อให้เกิดความสมดุลระหว่างความสามารถในการตอบสนองรูปแบบที่ใช้ในการเรียนรู้ได้ถูกต้อง (Memorization) และความสามารถในการตอบสนองต่อรูปแบบที่เครือข่ายไม่เคยเรียนรู้มาก่อน (Generalization) กลไกการเรียนรู้ของเครือข่ายมีทั้งหมด 3 ขั้นตอน ดังนี้

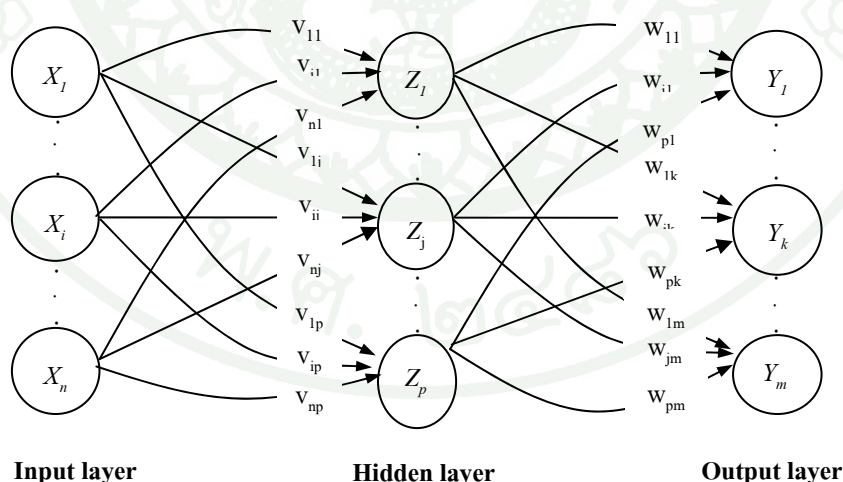
5.2.1 การป้อนข้อมูลที่ใช้ฝึกไปข้างหน้า เริ่มจากข้อมูลจะถูกป้อนเข้าเครือข่ายที่ชั้นนำเข้า นิวรอนในชั้นนำเข้าจะส่งข้อมูลผ่านการปรับน้ำหนักบนเส้นเชื่อมโยงไปยังนิวรอนในชั้นซ่อนทุก ๆ นิวรอน ซึ่งจะรวมข้อมูลที่ผ่านการปรับน้ำหนักแล้วนำไปผ่านฟังก์ชันกระตุ้นเพื่อ

คำนวณผลลัพธ์แล้วส่งต่อไปยังนิวรอนในชั้นผลลัพธ์ทุกตัว นิวรอนในชั้นผลลัพธ์จะทำการประมวลผลและเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมายเพื่อหาค่าความคลาดเคลื่อน

5.2.2 การถ่ายทอดข้อมูลความคลาดเคลื่อนย้อนกลับ ข้อมูลความคลาดเคลื่อนที่คำนวณได้จะถูกกระจายกลับจากชั้นผลลัพธ์สู่ชั้นซ่อนและชั้นนำเข้าตามลำดับ เพื่อใช้ในการปรับน้ำหนัก

5.2.3 การปรับน้ำหนักพร้อมกันทั้งเครือข่าย

เครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับเป็นเครือข่ายหน่วยประสาทเทียมที่ได้รับความนิยมนำมาใช้ในงานการทำนายค่า (Prediction) การจำแนกรูปแบบของข้อมูล (Classification) และการประมาณค่า (Approximation) เนื่องจากคุณสมบัติเป็นตัวประมาณค่าสากลทางทฤษฎี (Theoretic universal approximator) มีทฤษฎีที่เข้าใจง่ายและมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานจำนวนมาก อย่างไรก็ตามเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับมีข้อจำกัดบางประการ ได้แก่ เป็นเครือข่ายที่มีกระบวนการเรียนรู้ช้า ใช้เวลานานในการเลือกโครงสร้างและพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของเครือข่าย มีโอกาสตกไปอยู่ในสภาพ Local minimum และ Saddle point area มีความไวต่อการเกิด Overtraining ถ้ามีการเรียนรู้นานเกินไป



ภาพที่ 9 โครงสร้างของแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับที่มีชั้นซ่อน 1 ชั้น

ที่มา: Fausett (1994)

5.3 โครงสร้างและพารามิเตอร์การเรียนรู้ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของแบบจำลอง BPN

5.3.1 จำนวนชั้นซ่อน (Hidden layer) และจำนวนหน่วยซ่อน (Hidden neuron)

ชั้นซ่อนเป็นชั้นประมวลผลที่อยู่ระหว่างชั้นข้อมูลนำเข้า และชั้นผลลัพธ์ ชั้นซ่อนอาจมีจำนวนมากกว่า 1 ชั้น ส่วนหน่วยซ่อนคือ นิวรอนที่อยู่ในชั้นซ่อนทำหน้าที่ในการประมวลผลข้อมูลเพื่อคำนวณผลลัพธ์ ซึ่งเครือข่ายแบบ BPN จะสามารถแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ดีขึ้นหากมีชั้นซ่อนที่มากพอ แต่ถ้าเครือข่าย BPN มีชั้นซ่อนที่มากเกินไป จะทำให้เครือข่ายใช้เวลาในการเรียนรู้และเกิดปัญหา Overparametization คือเครือข่าย BPN จะเกิดการเรียนรู้ข้อมูลที่เป็นตัวรบกวน (Noise) แทนเนื่องจากมีนิวรอนในการเรียนรู้มากเกินไป และส่งผลให้เกิด Overfitting คือเครือข่ายมีการจดจำรูปแบบในข้อมูลชุดสร้างแบบจำลองมากเกินไป ทำให้ไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับข้อมูลชุดอื่น ๆ ที่ไม่เคยเห็นมาก่อนได้ถูกต้อง อย่างไรก็ตาม Zhang *et al.* (1998) พิสูจน์พบว่า เครือข่ายประสาทเทียมมีคุณสมบัติ Universal approximator ที่สามารถจำลองความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนได้ดีจากการใช้ชั้นซ่อนเพียง 1 ชั้นในเครือข่าย ในขณะที่ Topping *et al.* (1997) ให้ความเห็นว่าการเลือกจำนวนหน่วยซ่อนในชั้นซ่อนเป็นสิ่งสำคัญ ถ้าใช้จำนวนหน่วยซ่อนในชั้นซ่อนมากจะทำให้เครือข่ายเกิดการจดจำต่อข้อมูลที่เรียนรู้มากเกินไป (Memorization) ดังนั้นควรใช้จำนวนหน่วยซ่อนให้น้อยเท่าที่เป็นได้

5.3.2 อัตราการเรียนรู้และโมเมนตัม (Learning rate and momentum)

การใช้อัตราการเรียนรู้ต่ำจะทำให้เครือข่าย BPN ใช้เวลานานในการหาน้ำหนักที่เหมาะสม เพื่อให้เครือข่ายสร้างผลลัพธ์ที่ถูกต้องหรือมีความคลาดเคลื่อนที่ต่ำที่สุด (Global minimum of error) ในทางกลับกันถ้าใช้อัตราการเรียนรู้สูงการปรับน้ำหนักจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่อาจส่งผลให้ได้น้ำหนักที่ทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนของการเรียนรู้ไม่ต่ำที่สุด (Local minimum of error) การแก้ปัญหาทำได้โดยใช้ค่าโมเมนตัมช่วยในการควบคุมอัตราการเรียนรู้และควบคุมการปรับน้ำหนักไปในทิศทางที่ไม่ทำให้เครือข่ายตกอยู่ในสภาพดังกล่าว (Fausett, 1994)

5.3.3 ค่าน้ำหนักสุ่มเริ่มต้น (Initial random weights)

ค่าน้ำหนักสุ่มเริ่มต้นอาจจะส่งผลให้เครือข่ายหลุดจากจุดที่มีค่าความคลาดเคลื่อนไม่ต่ำที่สุด และสามารถไปถึงจุดที่มีค่าความคลาดเคลื่อนที่ต่ำที่สุด (Global minimum

of error) ได้ ค่าน้ำหนักสุมเริ่มต้นมักจะถูกกำหนดโดยการสุ่มตัวเลขระหว่างค่า -0.5 ถึง 0.5 ซึ่งการเปลี่ยนค่าน้ำหนักสุมเริ่มต้นที่แตกต่างกันจะช่วยป้องกันปัญหา Local minimum of error ได้

5.3.4 ระยะเวลาในการเรียนรู้ (Iterations or epochs)

การเรียนรู้ของเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับควรมีความสมดุลระหว่างการจดจำ (Memorization) และความสามารถในการใช้งานทั่วไป (Generalization) คือสามารถตอบสนองต่อข้อมูลชุดเรียนรู้ได้ถูกต้องและสามารถตอบสนองต่อข้อมูลชุดที่ไม่เคยเรียนรู้ได้ดี การหาระยะเวลาในการฝึกเครือข่ายที่เหมาะสมนั้นสามารถทำได้โดยให้เครือข่ายเรียนรู้ข้อมูลชุดเรียนรู้ และหยุดทดสอบเครือข่ายด้วยข้อมูลชุดอื่น (ชุดทดสอบ) เป็นช่วง ๆ ค่าคลาดเคลื่อนของข้อมูลชุดเรียนรู้และชุดทดสอบใหม่จะลดต่ำลงเรื่อย ๆ และเมื่อถึงจุดที่ค่าคลาดเคลื่อนของชุดทดสอบเริ่มเพิ่มขึ้นให้หยุดการเรียนรู้ เนื่องจากเป็นจุดที่แสดงให้เห็นว่าเครือข่ายจะเข้าสู่ภาวะจดจำหรือมีความสามารถในการตอบสนองต่อชุดข้อมูลที่เรียนรู้ดีมากเกินไป ซึ่งจะทำให้สูญเสียความสามารถในการใช้งานทั่วไปคือไม่สามารถตอบสนองกับข้อมูลที่ไม่เคยพบมาก่อนได้หรือตอบสนองข้อมูลที่ไม่ใช้ในการเรียนรู้ได้ไม่ถูกต้อง

5.4. ข้อดีของเครือข่ายประสาทเทียมแบบ BPN (ณัฐมา, 2553; Alon *et al.*; 2001, Leung *et al.*; 2001, Munakata; 2008)

5.4.1 สามารถใช้งานกับข้อมูลทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เป็นเชิงเส้นได้ (Non-linear) และไม่ยึดติดกับข้อสมมติทางสถิติ

5.4.2 มีคุณสมบัติเป็นตัวประมาณค่าแบบสากลในทางทฤษฎี (Universal approximator)

5.4.3 สามารถใช้งานได้หลากหลาย ทำให้มีความยืดหยุ่นสูง เช่น การพยากรณ์ (Forecasting) การประมาณค่าฟังก์ชันของแบบจำลอง (Function approximation)

5.4.4 มีความเสถียร แม้ว่าข้อมูลบางส่วนอาจขาดหายไป

5.4.5 มีโปรแกรมสำเร็จรูปรองรับจำนวนมาก เช่น NeuralWorks Explorer, Clementine และ MATLAB เป็นต้น

5.5 ข้อเสียของเครือข่ายประสาทเทียมแบบ BPN (ณัฐมา, 2553; Alon *et al.*; 2001, Leung *et al.*; 2001, Munakata; 2008)

5.5.1 การประมวลผลใช้เวลานานถ้าข้อมูลที่เครือข่ายต้องเรียนรู้มีจำนวนมาก

5.5.2 ต้องทำการหาโครงสร้างและพารามิเตอร์ที่เหมาะสมใหม่ทุกครั้ง เมื่อต้องการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อมูลนำเข้า

5.5.3 ถ้าเครือข่ายได้รับการเรียนรู้มานานเกินไปทำให้เกิดการ Overfitting สูญเสียความสามารถในการใช้งานทั่วไปได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันอุตสาหกรรมกล้วยไม้ตัดดอกเพื่อการส่งออกของไทยมีจำนวนคู่แข่งมากมายทั้งคู่แข่งเดิม และประเทศคู่แข่งใหม่ que เริ่มมีการขยายการปลูกกล้วยไม้ชนิดเดียวกันกับไทย ดังนั้น การศึกษาหาเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสม สำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอก จะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในการจัดการด้านการวางแผนการผลิต การวางแผนการเก็บเกี่ยว ตลอดจนการกำหนดนโยบายเชิงกลยุทธ์ทางการตลาด ให้มีความเหมาะสมตรงตามความต้องการของประเทศคู่ค้าหลัก ส่วนใหญ่แล้วการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของ ไทยจะดำเนินการโดยนักเศรษฐศาสตร์และนิยมใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยใช้แบบจำลองการถดถอยไม่เชิงเส้น ศักดิ์สิทธิ์ (2531) ศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการส่งออกกล้วยไม้ของประเทศไทยไปยังผู้นำเข้า 5 ประเทศ คือ ญี่ปุ่น สาธารณรัฐอิตาลี เนเธอร์แลนด์ สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี และสหรัฐอเมริกาโดยใช้ข้อมูลรายไตรมาส รายครึ่งปี และรายปี ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2520 - พ.ศ. 2528 โดยใช้แบบจำลองการถดถอยไม่เชิงเส้นในการประมาณสมการอุปสงค์ ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่ออุปสงค์การส่งออกกล้วยไม้ตัดดอก คือผลิตภัณฑ์มวลรวมเบื้องต้นภายในประเทศของประเทศคู่ค้า ราคาส่งออกกล้วยไม้ตัดดอก ราคาไม้ตัดดอกของประเทศไทยและประเทศคู่แข่ง เช่นเดียวกับ ประเสริฐ (2535) ที่ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่ออุปสงค์และอุปทานในการขนส่งกล้วยไม้ตัดดอกของประเทศไทยไปยังประเทศนำเข้าดังกล่าว และใช้

แบบจำลองการถดถอยไม่เชิงเส้นเช่นเดียวกัน ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่กำหนดอุปสงค์ คือ มูลค่าเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศเบื้องต้นของประเทศลูกค้าที่สำคัญ ปัจจัยที่กำหนดอุปทาน คือ เทียบวินไม่ประจำระหว่างประเทศขาออกที่บรรทุกเฉพาะสินค้า และ อัตราค่าระวางกล้วยไม้ตัดดอกแบบจ่ายจริง

ทางด้าน ชนมลักษ์ (2539) วิเคราะห์การนำเข้ากล้วยไม้ตัดดอกเขตร้อนของประเทศเนเธอร์แลนด์ โดยใช้ข้อมูลรายปี พ.ศ. 2527 - พ.ศ. 2536 และใช้แบบจำลองการถดถอยไม่เชิงเส้นเพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการนำเข้ากล้วยไม้ตัดดอกของประเทศเนเธอร์แลนด์จากประเทศไทย พบว่า ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการนำเข้า คือ ราคานำเข้ากล้วยไม้ตัดดอกที่ปรับด้วยดัชนี Stone's geometric price และค่าใช้จ่ายในการนำเข้า ส่วน กิริติ (2543) วิเคราะห์อุปสงค์การส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของประเทศไทยไปตลาดร่วมยุโรปที่สำคัญได้แก่ ประเทศเนเธอร์แลนด์ ประเทศสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี และประเทศสาธารณรัฐอิตาลี ใช้ข้อมูลเป็นรายปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 - พ.ศ. 2541 ดำเนินการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยจากแบบจำลองการถดถอยไม่เชิงเส้น พบว่า ปัจจัยสำคัญที่กำหนดอุปสงค์การส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของประเทศไทย คือ ราคาส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของประเทศไทย ราคาส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของประเทศคู่แข่ง และผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศเบื้องต้นของประเทศนำเข้า ผู้วิจัยอีกท่านหนึ่ง คือ เกลิมวธ (2547) พยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปประเทศสหรัฐอเมริกาใช้ข้อมูลทุติยภูมิเป็นรายไตรมาส ระหว่างปี พ.ศ. 2536 – พ.ศ. 2546 เพื่อเป็นการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของประเทศไทยไปประเทศสหรัฐอเมริกาโดยใช้แบบจำลองการถดถอยไม่เชิงเส้น ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณการส่งออก คือ ราคากล้วยไม้ตัดดอกของไทย อัตราการแลกเปลี่ยนเงินตราระหว่างประเทศ และฤดูกาลซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องในการผลิตและส่งออก

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่พยากรณ์ปริมาณส่งออกผลผลิตการเกษตรอื่น ๆ ด้วยการใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ดังต่อไปนี้ พัทรี (2548) ศึกษาเปรียบเทียบเทคนิคการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกและการผลิตสับปะรดกระป๋อง โดยการหาแบบจำลองการพยากรณ์ที่เหมาะสมในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกสับปะรดกระป๋อง ปริมาณการผลิตสับปะรดกระป๋อง และปริมาณการผลิตสับปะรดสด เมื่อใช้เทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลา และการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ ได้แบ่งการวิจัยออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นการศึกษาโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลา ประกอบด้วย แบบจำลองการวิเคราะห์การถดถอย แบบจำลองการแยกส่วนประกอบ แบบจำลองการปรับให้เรียบเอ็กโปเนนเชียล และแบบจำลองบ็อกซ์และเจนกินส์

พิจารณาเปรียบเทียบโดยใช้ค่าวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ คือ ค่า MSE และส่วนที่ 2 เป็น การศึกษาเทคนิคการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ โดยใช้วิธีการเลือกตัวแปรอิสระเข้า สมการถดถอย 5 วิธี คือ การเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยในขั้นตอนเดียว (Enter) การเลือก ตัวแปรอิสระออกจากสมการ (Remove) การเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยครั้งละ 1 ตัว (Forward) การเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยออกจากสมการถดถอยครั้งละ 1 ตัว (Backward) และการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยโดยใช้เกณฑ์ของวิธี Forward และวิธี Backward ผสม กัน (Stepwise) พิจารณาเปรียบเทียบโดยใช้ค่า R^2 และค่า MSE ผลการวิจัยสรุปได้ว่า แบบจำลองบี อกษ์และเจนกินส์เป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกและปริมาณ การผลิตสับปะรดกระป๋องรายเดือน เมื่อช่วงเวลาการพยากรณ์เป็น 1 เดือน 6 เดือน และ 24 เดือน แบบจำลองการวิเคราะห์การถดถอยเป็นแบบจำลองที่เหมาะสมในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออก สับปะรดกระป๋องรายปีสำหรับช่วงการพยากรณ์ 1 ปี แบบจำลองบีอกษ์และเจนกินส์เป็น แบบจำลองที่เหมาะสมในการพยากรณ์ปริมาณการผลิตสับปะรดสดรายปีสำหรับช่วงเวลาการ พยากรณ์ 1 ปี ส่วนที่ 2 การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ พบว่าวิธี Enter วิธี Remove และ วิธี Backward เป็นวิธีการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยที่เหมาะสมสำหรับการส่งออก สับปะรดกระป๋องในช่วงเวลาการพยากรณ์ 1 เดือน และ 24 เดือน วิธี Stepwise และวิธี Forward เป็นวิธีการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยที่เหมาะสมของปริมาณการส่งออกสับปะรด กระป๋องสำหรับช่วงเวลาการพยากรณ์ 6 เดือน วิธี Enter และวิธี Remove เป็นวิธีการเลือกตัวแปร อิสระเข้าสมการถดถอยที่เหมาะสมของปริมาณการผลิตสับปะรดกระป๋องสำหรับช่วงเวลาการ พยากรณ์ 1 เดือน และ 24 เดือน วิธี Stepwise วิธี Backward และ วิธี Forward เป็นวิธีการเลือกตัว แปรอิสระเข้าสมการถดถอยที่เหมาะสมของปริมาณการผลิตสับปะรดกระป๋องสำหรับช่วงเวลาการ พยากรณ์ 6 เดือน วิธีการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยทั้ง 5 วิธีเป็นวิธีการเลือกตัวแปรอิสระ เข้าสมการถดถอยที่เหมาะสมของปริมาณการส่งออกสับปะรดกระป๋องรายปี และปริมาณผลิต สับปะรดสดรายปีสำหรับช่วงเวลาการพยากรณ์ 1 ปี

ถึงแม้เทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาเชิงสถิติต่าง ๆ จะไม่มีการใช้ในการพยากรณ์ปริมาณ การส่งออกกล้วยไม้ แต่ก็มีการใช้เทคนิคดังกล่าวในการพยากรณ์ปริมาณส่งออกผลผลิตการเกษตร อื่น ๆ อย่างแพร่หลาย อย่างไรก็ตามเทคนิคการพยากรณ์ทางสถิตินั้นมักมีรูปแบบที่ตายตัวและมี ข้อจำกัดทางด้านข้อสมมติทางสถิติที่ต้องเป็นจริง จึงมีการนำแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมมา ใช้ในการพยากรณ์เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมมีความยืดหยุ่นสูงในการ พยากรณ์ กล่าวคือ ไม่จำเป็นต้องทราบรูปแบบความสัมพันธ์ของตัวแปรล่วงหน้า และไม่มีข้อจำกัด ด้านเงื่อนไขทางสถิติ แบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมที่นิยมใช้มากที่สุด คือ แบบจำลอง

เครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับ (BPN) งานวิจัยที่ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการพยากรณ์ยอดขายหรือปริมาณการส่งออกโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาเปรียบเทียบระหว่าง แบบจำลองทางสถิติ และแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมมีดังนี้ Alon *et al.* (2001) ได้พยากรณ์ยอดขายสินค้าปลีกในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีองค์ประกอบของแนวโน้มและฤดูกาล เปรียบเทียบระหว่าง แบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียม แบบจำลองปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลของวินเทอร์ และแบบจำลองบ็อกซ์และเจนกินส์ ใช้ข้อมูลที่เกิดขึ้นรวบรวมแตกต่างกันทางเศรษฐกิจ 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงเวลาแรกตั้งแต่เดือนมกราคม ค.ศ. 1978 ถึงเดือนธันวาคม ค.ศ. 1985 และช่วงเวลาที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคม ค.ศ. 1986 ถึงเดือนเมษายน ค.ศ. 1995 โดยเปรียบเทียบระหว่างการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 หน่วยเวลา (One-step forecasts) กับการพยากรณ์ล่วงหน้าหลายหน่วยเวลา (Multiple-step forecasts) ใช้ค่าความคลาดเคลื่อนในรูป ค่าเฉลี่ยร้อยละของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean absolute percentage error; MAPE) เป็นตัววัดความถูกต้องของแบบจำลอง ผลจากการพยากรณ์พบว่าในช่วงเวลาแรกข้อมูลจะมีความผันผวนสูงส่งผลให้การพยากรณ์ล่วงหน้าหลายหน่วยเวลา (1 ปีล่วงหน้า) ให้ค่าพยากรณ์ยอดขายสินค้าปลีกที่ถูกต้องสูงกว่าการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 หน่วยเวลา (1 เดือนล่วงหน้า) เนื่องจากการพยากรณ์ล่วงหน้าหนึ่งหน่วยเวลานั้นใช้ข้อมูลยอดขายจริงก่อนค่าพยากรณ์ เมื่อข้อมูลที่ใช้มีความผันผวนมาก จะเป็นการเพิ่มตัวรบกวนให้กับแบบจำลองมากกว่าจะปรับปรุงประสิทธิภาพของแบบจำลอง นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้แบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมในการพยากรณ์ข้อมูลที่มีความไม่แน่นอนสูง ผันผวนมากจะสามารถพยากรณ์ได้ถูกต้องมากกว่า แบบจำลองบ็อกซ์และเจนกินส์ และแบบจำลองปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลของวินเทอร์ ซึ่งเหมาะสมกับข้อมูลที่มีความคงที่ ไม่ผันผวนมาก ในขณะที่ Co and Boosarawongse (2007) พยากรณ์ปริมาณการส่งออกข้าวของไทย โดยเปรียบเทียบเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาระหว่างวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลของโสลท์และวินเทอร์ วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ และวิธีเครือข่ายประสาทเทียมแบบ Multi-layer perceptron โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาการส่งออกข้าวในรูปปลายเดือน 4 ประเภท ได้แก่ ปริมาณข้าวที่ส่งออกทั้งหมด ข้าวหอมมะลิรวมกับข้าวขาว ข้าวเหนียว และข้าวเหนียว ข้อมูลที่ใช้เริ่มตั้งแต่เดือนมกราคมปี ค.ศ. 1996 ถึง เดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2005 ในการสร้างแบบจำลองใช้ข้อมูลเดือนมกราคมปี ค.ศ. 1996 ถึง เดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2004 ข้อมูลส่วนที่เหลือของปี ค.ศ. 2005 ใช้ในการทดสอบแบบจำลอง ผลการศึกษาพบว่าแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมให้ค่าความคลาดเคลื่อน MAPE ในข้อมูลชุดสร้างแบบจำลองและข้อมูลชุดทดสอบที่ต่ำกว่าวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลของโสลท์และวินเทอร์แบบบวกและวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ หรืออีกนัยหนึ่งคือ แบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมที่สร้างจากเทคนิควิเคราะห์อนุกรมเวลาจากข้อมูลการส่งออกข้าวในอดีต 4 ประเภท สามารถพยากรณ์ปริมาณการส่งออกข้าวได้ดีกว่าแบบจำลองทางสถิติ

นอกจากนี้ยังมีการเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ราคาและผลผลิตทางการเกษตรด้วยเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาเช่นกัน Zou *et al.* (2007) ทดลองเปรียบเทียบแบบจำลอง BPN กับแบบจำลองอนุกรมเวลา ARIMA ในการพยากรณ์ราคามะลิสด้าขาวสาธิตรายเดือนของประเทศไทย พบว่าแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมที่ใช้ชั้นซ่อนเพียงชั้นเดียวสามารถให้ค่าพยากรณ์ที่มีความถูกต้องสูงกว่าแบบจำลองอนุกรมเวลา ARIMA และสรุปว่าแบบจำลอง BPN มีความเหมาะสมมากที่สุดสำหรับการพยากรณ์ราคามะลิสด้าขาวของประเทศไทย

Shabri *et al.* (2009) ทดลองพยากรณ์ปริมาณผลผลิตของข้าวโดยใช้แบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบผสม (Combining forecasting based on artificial neural network; CANN) เปรียบเทียบกับแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบทั่วไป (Artificial neural network; ANN) แบบจำลองของบ็อกซ์และเจนกินส์ (ARIMA) และแบบจำลองปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล ผลการวิจัยสรุปได้ว่า แบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบผสม (CANN) เป็นแบบจำลองที่ให้ค่าพยากรณ์ที่ถูกต้องที่สุด แต่ในปัดมา Kahforoushan *et al.* (2010) ได้พยากรณ์กลุ่มสินค้าเกษตรเพิ่มมูลค่าในประเทศอิหร่าน โดยใช้แบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียม เปรียบเทียบกับ แบบจำลองของบ็อกซ์และเจนกินส์ และแบบจำลองปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลของโฮลท์และวินเทอร์ และให้ผลการวิจัยที่แตกต่างออกไปโดยพบว่า การพยากรณ์โดยใช้แบบจำลองการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลของโฮลท์และวินเทอร์ให้ผลที่ดีที่สุด คือมีค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่ต่ำที่สุด ส่วนแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียม และแบบจำลองของบ็อกซ์และเจนกินส์ ให้ผลการพยากรณ์มีความถูกต้องเหมาะสมรองลงมา โดยแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมให้ผลการพยากรณ์ในชุดเรียนรู้ที่ถูกต้องมากกว่า แต่แบบจำลองของบ็อกซ์และเจนกินส์ให้ผลการพยากรณ์ข้อมูลที่ไม่เคยเห็นมาก่อนได้ถูกต้องมากกว่า ทั้งนี้ Kahforoushan *et al.* (2010) ให้ความเห็นว่าแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมต้องการข้อมูลจำนวนมากในกระบวนการเรียนรู้ และการพยากรณ์ หากมีการเพิ่มข้อมูลให้มากขึ้นผลการพยากรณ์ที่ได้อาจมีความแตกต่างไปจากนี้ได้

อย่างไรก็ตามการใช้เทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลานั้นจะใช้ข้อมูลในอดีตเพียงอย่างเดียวในการวิเคราะห์หารูปแบบการเปลี่ยนแปลงแล้วนำมาพยากรณ์ค่าในอนาคต โดยไม่พิจารณาถึงปัจจัยภายนอกอื่น ๆ ดังนั้นถ้าตัวแปรที่ต้องการพยากรณ์มีอิทธิพลจากปัจจัยภายนอกหลายปัจจัยมาเกี่ยวข้อง การเลือกใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เช่น แบบจำลองการถดถอย และแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมอาจสามารถจำลองความสัมพันธ์และให้ความถูกต้องในการพยากรณ์ที่ดีกว่า เนื่องจากการใช้ข้อมูลในอดีตเพียงอย่างเดียวอาจไม่เห็นรูปแบบขององค์ประกอบที่ชัดเจน ส่งผลให้อาจเลือกวิธีการพยากรณ์ที่ผิดพลาดได้ ดังนั้นจึงมีงานวิจัยเชิงเปรียบเทียบ

ประสิทธิภาพของการพยากรณ์ระหว่างเทคนิคการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาและเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ดังนี้ วิภาพร (2550) ใช้เทคนิคการวิเคราะห์หอนุกรมเวลา ได้แก่ แบบจำลอง BPN แบบจำลองของบ็อกซ์และเจนกินส์ และแบบจำลองทางสถิติด้วยวิธีปรับให้เรียบ เปรียบเทียบกับเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ได้แก่ แบบจำลองการถดถอย และแบบจำลอง BPN เพื่อพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดของเกษตรกรภายใต้ระบบตลาดข้อตกลงของบริษัทปิ๊ปอุตสาหกรรม (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) พบว่า แบบจำลอง BPN ที่สร้างขึ้นจากเทคนิคการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาให้ผลการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดของเกษตรกรภายใต้ระบบตลาดข้อตกลงของบริษัทปิ๊ปอุตสาหกรรม (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ถูกต้องสูงกว่าแบบจำลองการถดถอย และแบบจำลอง BPN ที่สร้างขึ้นจากเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร สอดคล้องกับงานวิจัยการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตข้าวนาปีของพิมลพร (2550) การพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดที่ระดับคุณภาพต่าง ๆ ของสุรรัตน์ (2550) และการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกุ้งขาวแช่แข็งของประเทศไทยไปยังประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศญี่ปุ่นของณัฐมา (2553) ที่พบว่าแบบจำลอง BPN ที่สร้างขึ้นจากเทคนิคการวิเคราะห์หอนุกรมเวลามีความถูกต้องมากกว่าแบบจำลองการถดถอยและแบบจำลอง BPN ที่สร้างจากเทคนิคการพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

สุรรัตน์ (2550) เปรียบเทียบเทคนิคการพยากรณ์ระหว่างเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและเทคนิคการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาในการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดที่ระดับคุณภาพต่าง ๆ สำหรับเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรนั้น สร้างแบบจำลอง BPN และแบบจำลองการถดถอยเพื่อจำลองความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตโดยศึกษาเปรียบเทียบการใช้ตัวแปรปัจจัยการผลิตกับกลุ่มปัจจัยการผลิตเป็นตัวแปรนำเข้า พบว่า แบบจำลอง BPN ที่สร้างขึ้นจากการใช้ตัวแปรกลุ่มปัจจัยการผลิตเป็นแบบจำลองที่มีความถูกต้องในการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดสูง และผลผลิตสับปะรดที่ตรวจพบในตรรกะที่ดีที่สุด แบบจำลองการถดถอยที่สร้างขึ้นจากการใช้กลุ่มปัจจัยการผลิตมีความถูกต้องในการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดปานกลาง ผลผลิตดิบ และผลผลิตขนาดใหญ่ดีที่สุด อย่างไรก็ตามแบบจำลองที่สร้างขึ้นจากเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรนี้มีความลำเอียงแบบ Overestimate เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับแบบจำลองบ็อกซ์และเจนกินส์ และแบบจำลอง BPN ที่สร้างขึ้นจากเทคนิคการวิเคราะห์หอนุกรมเวลา พบว่า ในการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือน แบบจำลอง BPN มีความถูกต้องในการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดสูง ปานกลาง และทุกขนาดดีที่สุด ในขณะที่แบบจำลองบ็อกซ์และเจนกินส์ มีความถูกต้องในการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดดิบ และผลผลิตที่ตรวจพบสารในตรรกะที่ดีที่สุด และแบบจำลองทุกประเภทให้ผลการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือนได้ถูกต้องมากกว่าหรือเท่ากับผลการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปี และมีความลำเอียงแบบ Underestimate ทั้งสิ้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างแบบจำลองที่สร้างขึ้นจากเทคนิค

การวิเคราะห์อนุกรมเวลา และแบบจำลองที่สร้างขึ้นจากเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร พบว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นจากเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลา มีความถูกต้องในการพยากรณ์ถึง 4 ใน 6 ระดับคุณภาพที่ศึกษา

ณัฐมา (2553) เปรียบเทียบการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกุ้งขาวแช่แข็งของประเทศไทย ไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศญี่ปุ่น ระหว่าง เทคนิคการพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลา โดยเทคนิคการพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ศึกษาวิเคราะห์แบบจำลองการถดถอย และแบบจำลอง BPN ส่วนเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลา ศึกษาเปรียบเทียบแบบจำลองปรับเรียบทางสถิติ และแบบจำลอง BPN พบว่า เมื่อเปรียบเทียบระหว่างทั้งสองเทคนิคในรูปของการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือนแล้วพบว่า แบบจำลอง BPN ที่สร้างขึ้นจากเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาที่ใช้เพียงข้อมูลปริมาณส่งออกในอดีตนั้นมีความถูกต้องในการพยากรณ์และความสามารถในการใช้งานทั่วไปได้หลากหลายมากกว่าแบบจำลอง BPN ที่สร้างขึ้นจากเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร และแบบจำลองทางสถิติอื่น ๆ

จากการวิเคราะห์ผลงานวิจัยโดยรวมแล้ว พบว่า แบบจำลองที่สร้างขึ้นจากเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาที่ใช้ข้อมูลไม่มากนักในการพยากรณ์ คือใช้ข้อมูลในอดีตเพียงอย่างเดียว โดยไม่พิจารณาถึงปัจจัยภายนอกอื่น ๆ จัดเป็นแบบจำลองที่มีความถูกต้องในการพยากรณ์สูงและสามารถใช้งานได้ง่ายกว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นจากเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ถึงแม้ว่าแบบจำลองทางสถิติที่สร้างขึ้นจากทั้ง 2 เทคนิคดังกล่าวนี้ จะมีทฤษฎี วิธีการสร้างและการทดสอบที่เป็นที่ยอมรับ และกำหนดไว้อย่างแน่นอน ตลอดจนมีโปรแกรมสำเร็จรูปมากมาย แต่ทั้งนี้ประสิทธิภาพของแบบจำลองจะขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น การเลือกรูปแบบสมการพยากรณ์ และพารามิเตอร์ที่ต้องมีความเหมาะสมกับข้อมูล เป็นเหตุให้แบบจำลองมีความยืดหยุ่นต่ำ ดังนั้นปัจจุบันจึงนิยมใช้แบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมในการพยากรณ์ เนื่องจากมีความยืดหยุ่นสูง ไม่มีข้อจำกัดด้านข้อสมมติทางสถิติใด ๆ และสามารถใช้งานได้กับการพยากรณ์ทั้งด้านเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร และเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลา แบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมจึงเป็นแบบจำลองที่มีผู้สนใจนำมาใช้งานกันอย่างแพร่หลาย

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

อุปกรณ์

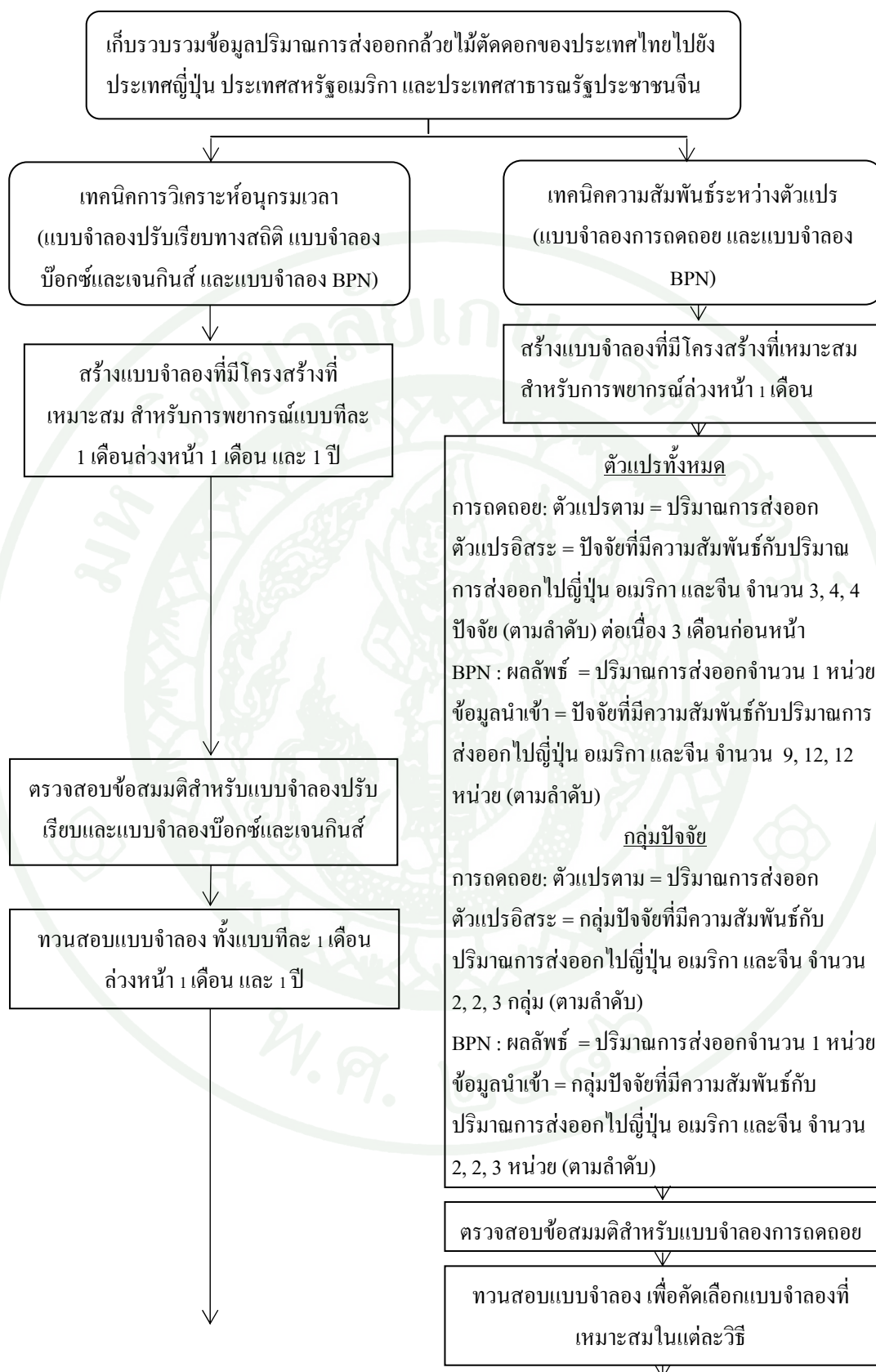
1. โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ PASW 18.0 (SPSS (Thailand) Co., Ltd.)
2. โปรแกรม NeuralWorks Explorer (Student version)
3. โปรแกรม Crystal Ball Predictor (Student version)
4. โปรแกรม Minitab (Student version)
5. โปรแกรม EvIEWS (Student version)

วิธีการวิจัย

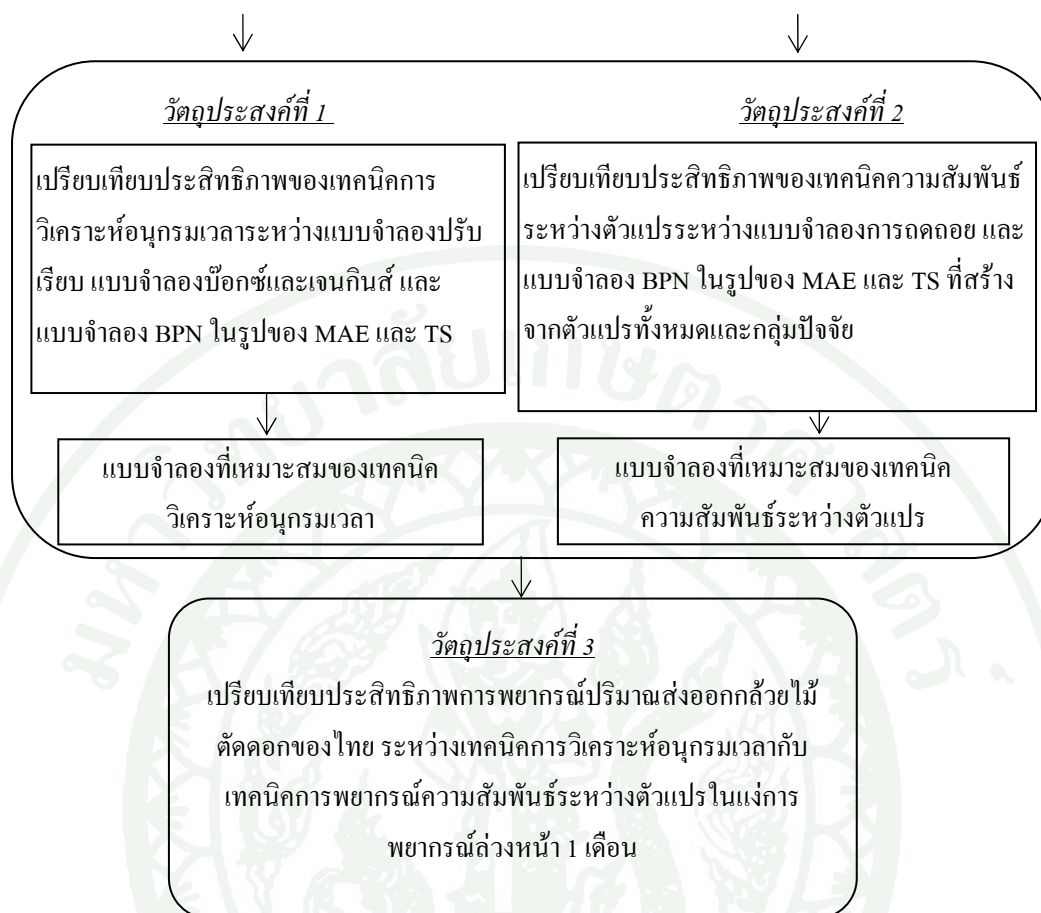
งานวิจัยการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของประเทศไทยด้วยแบบจำลองเชิงปริมาณนี้แบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่

1. การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลา
2. การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ด้วยเทคนิคการพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร
3. การเปรียบเทียบระหว่างการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทย ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลา และเทคนิคการพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

โดยสามารถสรุปการดำเนินการวิจัยได้ดังแผนภาพที่ 10 และมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



ภาพที่ 10 แผนภาพสรุปการดำเนินงานวิธีวิจัย



ภาพที่ 10 (ต่อ)

1. การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์หอนุกรมเวลา

การใช้เทคนิคการวิเคราะห์หอนุกรมเวลานั้นจะใช้ข้อมูลในอดีตเพียงอย่างเดียวในการวิเคราะห์หารูปแบบการเปลี่ยนแปลงแล้วนำมาพยากรณ์ค่าในอนาคต โดยไม่พิจารณาถึงปัจจัยภายนอกอื่น ๆ ซึ่งงานวิจัยในส่วนนี้จะศึกษาเปรียบเทียบแบบจำลอง 3 ประเภท คือ แบบจำลองปรับเรียบทางสถิติ แบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับ (BPN) และแบบจำลองบ็อกซ์และเจนกินส์ เพื่อใช้ในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ที่ละ 1 เดือน ล่วงหน้า 1 เดือน และล่วงหน้า 1 ปี

1.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอก (กิโลกรัม) ในรูปอนุกรมเวลายรายเดือนแยกเป็นรายประเทศ ดังนี้ ประเทศญี่ปุ่นใช้ข้อมูลปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทย ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2541-2553 รวม 156 เดือน ประเทศสหรัฐอเมริกาใช้ข้อมูลปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทย ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2544-2553 รวม 120 เดือน และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนใช้ข้อมูลปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทย ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2549-2553 รวม 60 เดือน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553)

1.2 การจัดการข้อมูล

แบ่งข้อมูลปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกในรูปรายเดือนออกเป็นชุดต่าง ๆ เพื่อใช้ในการสร้างและทดสอบแบบจำลอง สำหรับการพยากรณ์เทคนิควิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยแบบจำลอง 3 ประเภท ดังนี้

1.2.1 แบบจำลองปรับเรียบทางสถิติและแบบจำลองบ็อกซ์และเจนกินส์

นำข้อมูลปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน มาแบ่งเป็น 2 ชุด คือ ข้อมูลชุดเรียนรู้โดยประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ใช้ข้อมูล 144, 108 และ 48 ค่าแรกของชุดข้อมูลตามลำดับ สำหรับหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของแบบจำลอง และข้อมูลชุดทดสอบจำนวน 12 ค่าสุดท้ายของแต่ละประเทศ สำหรับนำไปตรวจสอบความถูกต้องในการพยากรณ์และความสามารถในการใช้งานทั่วไปของแบบจำลอง

1.2.2 แบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับ (BPN)

ก. การแบ่งข้อมูลเพื่อกำหนดโครงสร้างและพารามิเตอร์ในการเรียนรู้ของแบบจำลองที่เหมาะสม

นำข้อมูลปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น และประเทศสหรัฐอเมริกา จำนวน 156 และ 120 ค่า ตามลำดับ มาจัดให้อยู่ในรูปความสัมพันธ์ระหว่าง

ตัวแปรนำเข้า (ตัวแปรอิสระ) ได้แก่ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยรายเดือนย้อนหลัง 12 เดือน และตัวแปรผลลัพธ์ (ตัวแปรตาม) ได้แก่ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยเดือนที่ 13 หรือ ณ เดือนปัจจุบัน ซึ่งจะได้ข้อมูลทั้งหมด 144 และ 108 ลำดับ โดยแต่ละลำดับจะมีตัวแปรนำเข้า 12 ตัวแปร และตัวแปรผลลัพธ์ 1 ตัวแปร จากนั้นนำข้อมูลมาแบ่งเป็น 3 ชุด คือ ชุดเรียนรู้ของประเทศญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกาประกอบด้วยข้อมูล 120 และ 84 ลำดับแรก ตามลำดับ ชุดทดสอบประกอบด้วยข้อมูล 12 ลำดับถัดมา และชุดทวนสอบประกอบด้วยข้อมูล 12 ลำดับสุดท้าย โดยทั้งนี้ จะใช้ข้อมูลของชุดเรียนรู้ และชุดทดสอบในการกำหนดโครงสร้างและพารามิเตอร์ในการเรียนรู้ของแบบจำลองที่เหมาะสม

ส่วนประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนนั้น นำข้อมูลปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกรายเดือนจำนวน 60 ค่า มาจัดให้อยู่ในความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรนำเข้า (ตัวแปรอิสระ) ได้แก่ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยรายเดือนย้อนหลัง 12 เดือน และตัวแปรผลลัพธ์ (ตัวแปรตาม) ได้แก่ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยเดือนที่ 13 หรือ ณ เดือนปัจจุบัน ซึ่งจะได้ข้อมูลทั้งหมด 48 ลำดับ และเนื่องจากมีข้อมูลจำนวนจำกัดให้แบ่งข้อมูลออกเป็น 3 ชุดเท่า ๆ กัน ได้ชุดละ 16 ลำดับแล้วจัดเป็น 3 กลุ่ม เพื่อกำหนดโครงสร้างและพารามิเตอร์ที่เหมาะสมด้วยวิธี 3 – Fold cross validation โดยกลุ่มที่ 1 ใช้ข้อมูลชุดที่ 1 และชุดที่ 2 รวมกันจำนวน 32 ลำดับเป็นชุดเรียนรู้เพื่อสร้างแบบจำลอง และใช้ข้อมูลชุดที่ 3 จำนวน 16 ลำดับเป็นชุดทดสอบ กลุ่มที่ 2 ใช้ข้อมูลชุดที่ 2 และชุดที่ 3 เป็นชุดเรียนรู้เพื่อสร้างแบบจำลอง และใช้ข้อมูลชุดที่ 1 จำนวน 16 ลำดับ เป็นชุดทดสอบ กลุ่มที่ 3 ใช้ข้อมูลชุดที่ 1 และชุดที่ 3 รวมกันเป็นชุดเรียนรู้เพื่อสร้างแบบจำลอง และใช้ข้อมูลชุดที่ 2 จำนวน 16 ลำดับเป็นชุดทดสอบ เมื่อได้โครงสร้างและพารามิเตอร์ที่เหมาะสม นำข้อมูลทั้งหมด 48 ลำดับ มาแบ่งใหม่เป็น 2 ชุด คือ ชุดเรียนรู้ประกอบด้วยข้อมูล 36 ลำดับแรก เพื่อสร้างแบบจำลองจากโครงสร้างและพารามิเตอร์ที่คัดเลือกได้ และชุดทวนสอบประกอบด้วยข้อมูล 12 ลำดับสุดท้าย เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการพยากรณ์และความสามารถในการใช้งานทั่วไปของแบบจำลอง

ข. การจัดข้อมูลเพื่อทวนสอบแบบจำลองด้วยการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปี

ประเทศญี่ปุ่นและประเทศสหรัฐอเมริกา ใช้ข้อมูล 120 และ 84 ลำดับแรกตามลำดับ เป็นชุดเรียนรู้เพื่อสร้างแบบจำลอง ส่วนชุดทวนสอบ ทำการจัดการข้อมูลแบบ Slide-window คือ ให้นำข้อมูลลำดับที่ 133 ของประเทศญี่ปุ่น และข้อมูลลำดับที่ 97 ของประเทศสหรัฐอเมริกามาจัดให้เป็นลำดับที่ 1 ซึ่งจะประกอบด้วยตัวแปรนำเข้า คือปริมาณการส่งออก

กล้วยไม้ตัดดอกของไทยรายเดือนจริงย้อนหลัง 12 เดือน เพื่อใช้พยากรณ์ปริมาณการส่งออกรายเดือนของเดือนที่ 13 (ตัวแปรตาม) เมื่อได้ค่าพยากรณ์ใหม่ ให้สร้างข้อมูลลำดับที่ 2 โดยเลื่อนปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยรายเดือนของลำดับที่ 1 ไปข้างหน้า 1 ตำแหน่ง แล้วแทนตัวแปรนำเข้าตัวสุดท้ายด้วยค่าพยากรณ์ใหม่ที่ได้ จากนั้นทำการเลื่อนกรอบข้อมูลไปข้างหน้าเรื่อย ๆ ครั้งละ 1 ตำแหน่ง แล้วแทนตัวแปรนำเข้าตัวสุดท้ายด้วยค่าพยากรณ์ที่ได้ใหม่ไปเรื่อย ๆ จนสามารถพยากรณ์ได้ครบทั้ง 1 ปี ล่วงหน้า

ส่วนการแบ่งข้อมูลเพื่อสร้างและทวนสอบแบบจำลองในการพยากรณ์ ล่วงหน้า 1 ปี สำหรับประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ใช้ข้อมูล 36 ลำดับแรกเพื่อสร้างแบบจำลอง ชุดทวนสอบทำการจัดการข้อมูลแบบ Slide-window คือ ให้นำข้อมูลลำดับที่ 37 มาจัดให้เป็นลำดับที่ 1 ซึ่งจะประกอบด้วยตัวแปรนำเข้า คือปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยรายเดือนจริงย้อนหลัง 12 เดือน เพื่อใช้พยากรณ์ปริมาณการส่งออกรายเดือนของเดือนที่ 13 (ตัวแปรตาม) เมื่อได้ค่าพยากรณ์ใหม่ ให้สร้างข้อมูลลำดับที่ 2 โดยเลื่อนปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยรายเดือนของลำดับที่ 1 ไปข้างหน้า 1 ตำแหน่ง แล้วแทนตัวแปรนำเข้าตัวสุดท้ายด้วยค่าพยากรณ์ใหม่ที่ได้ จากนั้นทำการเลื่อนกรอบข้อมูลไปข้างหน้าเรื่อย ๆ ครั้งละ 1 ตำแหน่ง แล้วแทนตัวแปรนำเข้าตัวสุดท้ายด้วยค่าพยากรณ์ที่ได้ใหม่ไปเรื่อย ๆ จนสามารถพยากรณ์ได้ครบทั้ง 1 ปี ล่วงหน้า

1.3 การสร้างและทวนสอบแบบจำลอง

1.3.1 แบบจำลองปรับเรียบทางสถิติ

เนื่องจากข้อมูลปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของประเทศไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน เป็นอนุกรมเวลาที่มีเฉพาะองค์ประกอบของฤดูกาลเพียงอย่างเดียว หรือมีทั้งองค์ประกอบของฤดูกาลและแนวโน้มมาเกี่ยวข้อง ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงเลือกเปรียบเทียบโดยใช้แบบจำลองการปรับเรียบ 2 ประเภทที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาดังกล่าว ได้แก่ วิธีปรับให้เรียบฤดูกาลแบบบวกและแบบคูณ และวิธีปรับให้เรียบของโฮลท์และวินเทอร์ทั้งแบบบวกและแบบคูณ จากนั้นทำการสร้างแบบจำลองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Crystal Ball Predictor (Student version) หาค่าพารามิเตอร์ปรับให้เรียบที่เหมาะสมจากข้อมูลชุดเรียนรู้ ได้แก่ ค่าจุดตัดแกนตั้ง (α) และค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล (γ) เลือกพารามิเตอร์ที่เหมาะสมจากค่าความคลาดเคลื่อนในรูป Mean absolute error

(MAE) ของข้อมูลชุดเรียนรู้ที่ต่ำที่สุด จากนั้นตรวจสอบข้อสมมติทางสถิติของแบบจำลองที่ว่าค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติด้วย Kolmogorov test เป็นอิสระต่อกัน และไม่มีสหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorrelation) ด้วยค่าสถิติ Durbin-Watson (DW) ถ้าค่า DW ที่ทดสอบมีค่าอยู่ในช่วง 1-2 แสดงว่า ค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน ไม่มีสหสัมพันธ์ในตนเอง (Gujarati, 2003) ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนในรูป Mean absolute error (MAE) คำนวณดังนี้

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|}{n}$$

โดยที่ y_i หมายถึงปริมาณการส่งออกที่แท้จริงของข้อมูลลำดับที่ i
 $\hat{y}_i$ คือ ปริมาณการส่งออกที่ได้จากการพยากรณ์ของข้อมูลลำดับที่ i
 n คือ จำนวนข้อมูลที่ทดสอบ

สำหรับการทดสอบแบบจำลอง ให้นำแบบจำลองที่มีค่าพารามิเตอร์เหมาะสมไปพยากรณ์ข้อมูลชุดทดสอบที่เตรียมไว้ในข้อ 1.2.1 ทั้งแบบล่วงหน้า 1 เดือน และแบบล่วงหน้า 1 ปี

1.3.2 แบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับ

ก. หาโครงสร้างและพารามิเตอร์ในการเรียนรู้ที่เหมาะสมของแบบจำลอง BPN ด้วยโปรแกรม Neural Works Explorer จากข้อมูลชุดเรียนรู้และข้อมูลชุดทดสอบ กำหนดโครงสร้างพื้นฐานของแบบจำลอง ดังนี้ หน่วยนำเข้าแสดงปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังทั้งสามประเทศย้อนหลัง 12 เดือน จำนวน 12 หน่วย จำนวนชั้นซ่อน 1 ชั้น หน่วยผลลัพธ์จำนวน 1 หน่วย แสดงปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยรายเดือนไปยังแต่ละประเทศในเดือนที่ 13 ศึกษาการแปรค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง ดังนี้

- อัตราการเรียนรู้ที่ 0.25, 0.50 และ 0.75
- โมเมนตัมที่ 0.4, 0.5 และ 0.6

- กฎการเรียนรู้แบบ Delta Bar Delta และ Extended Delta Bar Delta (DBD) Rule

- ฟังก์ชันกระตุ้นแบบซิกมอยด์ และไฮเพอร์โบลิคแทนเจน

- ปรับค่าน้ำหนักเริ่มต้น 3 ครั้ง

กำหนดรอบการเรียนรู้ที่เหมาะสมเพื่อป้องกันการเรียนรู้นักเกินไป (Overtraining) โดยให้แบบจำลองเรียนรู้จากข้อมูลชุดเรียนรู้และหยุดการเรียนรู้เพื่อทดสอบการพยากรณ์กับชุดทดสอบเป็นช่วง ๆ ช่วงละ 100 รอบและทดสอบถึง 1,000,000 รอบ โดยรอบการเรียนรู้ที่เหมาะสมคือ จุดที่ค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลชุดทดสอบต่ำที่สุดก่อนที่จะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ (NeuralWare, 1996) จากนั้นเลือกโครงสร้างและพารามิเตอร์การเรียนรู้ที่เหมาะสมจากค่าความคลาดเคลื่อนในรูป MAE จากข้อมูลชุดทดสอบ ส่วนประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนเลือกโครงสร้างและพารามิเตอร์การเรียนรู้ที่เหมาะสมจากค่าความคลาดเคลื่อนในรูป MAE จากข้อมูลชุดทดสอบทั้ง 3 กลุ่ม (วิธี 3 – Fold cross validation)

ข. การสร้างแบบจำลองเพื่อใช้งานจริง

นำโครงสร้างและพารามิเตอร์ที่คัดเลือกได้ มาสร้างแบบจำลองจากข้อมูลที่แบ่งในข้อ 1.2.2

ค. การทดสอบแบบจำลองเพื่อการใช้งานจริง

นำแบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อใช้งานจริงในข้อ ข. มาพยากรณ์ข้อมูลชุดทดสอบสำหรับการพยากรณ์แบบล่วงหน้า 1 เดือน และล่วงหน้า 1 ปี

1.3.3 แบบจำลองบ็อกซ์และเจนกินส์

สร้างแบบจำลองของบ็อกซ์และเจนกินส์ โดยใช้โปรแกรม PASW 18.0 (SPSS (Thailand) Co., Ltd.) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

ก. นำข้อมูลชุดเรียนรู้ของอนุกรมเวลา แต่ละประเทศ จากข้อ 1.2.1 มาสร้างแผนภาพเพื่อพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา ว่ามีลักษณะคงที่ (Stationary) หรือไม่ หากไม่คงที่ ต้องแปลงข้อมูลอนุกรมเวลาให้คงที่ โดยการหาอนุกรมเวลาผลต่าง การหาอนุกรมเวลาผลต่างฤดูกาล หรือการหาอนุกรมเวลาที่แปลงค่าแล้ว

ข. กำหนดรูปแบบ ARIMA (p,d,q) และประมาณค่าพารามิเตอร์ขั้นต้นของแบบจำลอง ด้วยโปรแกรม PASW 18.0 ทดสอบและเลือกเฉพาะรูปแบบ ARIMA ที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด

ค. ตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบที่กำหนดขั้นต้น ดังนี้

การทดสอบว่าพารามิเตอร์ในรูปแบบมีค่าเท่ากับ 0 โดยตรวจสอบสมมติฐาน $H_0: \theta = 0$ กับ $H_1: \theta \neq 0$ ด้วยค่า t-statistic ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ถ้าปฏิเสธสมมติฐานหลัก แสดงว่าค่าพารามิเตอร์มีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสมควรอยู่ในแบบจำลอง

การทดสอบว่าอนุกรมเวลาของค่าความคลาดเคลื่อน (ε_t) ของการพยากรณ์มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกัน โดยตรวจสอบสมมติฐาน $H_0: \rho_k(\varepsilon_t) = 0$ กับ $H_1: \rho_k(\varepsilon_t) \neq 0$ จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ถ้าค่าความคลาดเคลื่อน $|r_k(\varepsilon_t)| \geq 2/\sqrt{n}$ เมื่อ n เป็นขนาดของอนุกรมเวลา กรณีที่ปฏิเสธ H_0 แสดงว่าแบบจำลองนั้นไม่เหมาะสม

การทดสอบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ในช่วงเวลา k สำหรับ $k = 1, 2, \dots, m$ เป็นอิสระต่อกัน โดยตรวจสอบสมมติฐาน $H_0: \rho_1(\varepsilon_t) = \dots = \rho_m(\varepsilon_t) = 0$ และ $H_1: \rho_k(\varepsilon_t)$ สำหรับ $k=1, \dots, m$ อย่างน้อยหนึ่งค่าไม่เป็น 0 หรือคือการทดสอบสหสัมพันธ์ในตนเองของ

บ็อกซ์และเจนส์กิน (Ljung-Box statistic) ด้วยค่าสถิติ Q^* ถ้าไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนที่มีความเคลื่อนไหวในช่วงเวลาต่างกันนั้นเป็นอิสระต่อกัน นั่นคือแบบจำลองมีความเหมาะสม

หากตรวจสอบแล้วพบว่ารูปแบบที่เหมาะสมจึงนำรูปแบบนั้นไปพยากรณ์ค่าต่อไป แต่ถ้าหากรูปแบบที่กำหนดไม่เหมาะสม จะต้องดำเนินการกำหนดรูปแบบใหม่

ง. การทดสอบแบบจำลองในการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือนและ 1 ปี

เลือกรูปแบบที่เหมาะสมจากการศึกษาในข้อ 1.3.3 ข้อ ค. เพื่อสร้างแบบจำลองจากข้อมูลชุดเรียนรู้ จากนั้นนำไปทดสอบความสามารถในการพยากรณ์ข้อมูลชุดทดสอบแบบล่วงหน้า 1 เดือนและล่วงหน้า 1 ปี แล้วคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองในรูป MAE

1.4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลอง

1.4.1 การเปรียบเทียบความถูกต้องในการพยากรณ์และความสามารถในการใช้งานทั่วไป

นำแบบจำลองทั้ง 3 ประเภทที่คัดเลือกได้ มาเปรียบเทียบความถูกต้องในการพยากรณ์และความสามารถในการใช้งานทั่วไป ทั้งแบบล่วงหน้า 1 เดือนและล่วงหน้า 1 ปี โดยแบบจำลองปรับเรียบทางสถิติและแบบจำลอง BPN ในการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือน จะใช้ข้อมูลปริมาณการส่งออกจริงจนถึงเดือนก่อนปัจจุบันเพื่อพยากรณ์ข้อมูลเดือนปัจจุบัน ส่วนการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปี จะใช้ค่าพยากรณ์ของเดือนก่อนปัจจุบันในการพยากรณ์ข้อมูลเดือนปัจจุบัน และใช้พยากรณ์ล่วงหน้าไปเรื่อย ๆ จนครบ 12 เดือนล่วงหน้า โดยพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนในรูป MAE

1.4.2 การวิเคราะห์ความลำเอียง

ความลำเอียง (Bias) ของแบบจำลอง คือ การที่ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นมีการแจกแจงอย่างมีระบบ หรือมีรูปแบบที่สังเกตได้ (Ross, 1996) สามารถวิเคราะห์ความลำเอียงได้

จากค่าติดตามสัญญาณ (Tracking signal; TS) ซึ่งเป็นอัตราส่วนของค่าความลำเอียงและค่า MAE คำนวณได้ ดังนี้

$$TS_i = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)}{MAE_i}$$

TS_i คือ ค่าติดตามสัญญาณของข้อมูลลำดับที่ i

โดยที่ $\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)$ คือ ค่าความลำเอียง (Bias) ของการพยากรณ์
 $\hat{y}_i$ คือ ค่าที่ได้จากการพยากรณ์ของข้อมูลลำดับที่ i
 y_i คือ ค่าที่แท้จริงของข้อมูลลำดับที่ i
 n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมดที่ทดสอบ

ถ้าค่า TS ในช่วงใด ๆ อยู่นอกเหนือ ± 6 แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองการพยากรณ์มีความลำเอียง โดยอาจจะลำเอียงไปทางด้านบวก ($TS > 6$) แสดงว่าโดยเฉลี่ยแบบจำลองพยากรณ์ค่าผลลัพธ์ได้มากกว่าค่าผลลัพธ์ที่แท้จริง (Overestimation) หากลำเอียงไปทางด้านลบ ($TS < -6$) แสดงว่าโดยเฉลี่ยแบบจำลองพยากรณ์ค่าผลลัพธ์ได้น้อยกว่าค่าผลลัพธ์ที่แท้จริง (Underestimation) (Chopra and Meindl, 2006)

2. การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ด้วยเทคนิคการพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

เนื่องจากการใช้เทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลานั้นจะใช้ข้อมูลในอดีตเพียงอย่างเดียวในการวิเคราะห์หารูปแบบการเปลี่ยนแปลงแล้วนำมาพยากรณ์ค่าในอนาคต โดยไม่พิจารณาถึงปัจจัยภายนอกอื่น ๆ ดังนั้นถ้าตัวแปรที่ต้องการพยากรณ์มีอิทธิพลจากปัจจัยภายนอกหลายปัจจัยมาเกี่ยวข้อง การเลือกใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร อาจสามารถจำลองความสัมพันธ์และให้ความถูกต้องในการพยากรณ์ที่ดีกว่า เนื่องจากการใช้ข้อมูลในอดีตเพียงอย่างเดียวอาจไม่เห็นรูปแบบขององค์ประกอบที่ชัดเจน ส่งผลให้อาจเลือกวิธีการพยากรณ์ที่ผิดพลาดได้ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงศึกษาแบบจำลองการพยากรณ์ด้วยเทคนิคการพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 3 ประเภท ได้แก่ แบบจำลองการถดถอยเชิงเส้น แบบจำลองการถดถอยไม่เชิงเส้น และแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับ โดยศึกษาเฉพาะการพยากรณ์แบบล่วงหน้า 1 เดือน

2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1.1 ข้อมูลปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกรายเดือน

โดยข้อมูลปริมาณส่งออกที่ทำการวิเคราะห์จะแยกเป็นรายประเทศ ดังนี้ ประเทศญี่ปุ่นใช้ข้อมูลปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยรายเดือน (กิโลกรัม) ตั้งแต่เดือนมกราคมปีพ.ศ. 2541 ถึง เดือนธันวาคมปีพ.ศ. 2553 รวม 156 เดือน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554) ประเทศสหรัฐอเมริกาใช้ข้อมูลปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคมปี พ.ศ. 2544 ถึง เดือนธันวาคมปีพ.ศ. 2553 รวม 120 เดือน และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนใช้ข้อมูลปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคมปีพ.ศ. 2549 ถึง เดือนธันวาคมปีพ.ศ. 2553 รวม 60 เดือน

2.1.2 ข้อมูลพฤติกรรมของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความต้องการกล้วยไม้ตัดดอกของไทย

เนื่องจากกล้วยไม้ตัดดอกจะไม่มี การส่งซื้อล่วงหน้าแต่จะสั่งซื้อทุกวันโดยที่ปริมาณส่งออกจะเท่ากับปริมาณในการสั่งซื้อ ดังนั้น ข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาเทคนิคการ

พยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรประกอบด้วย แบบอนุกรมเวลารายเดือน ย้อนหลังเป็นเวลา 3 เดือน ทั้งนี้เพื่อให้มีจำนวนข้อมูลเพียงพอที่จะสังเกตเห็นรูปแบบของข้อมูลว่ามีลักษณะเป็นแบบใด จำนวน 6 ปีจึงได้แก่ ราคาส่งออก (F.O.B) กล้ายไม้ตัดดอกของไทย (บาท) ปรับด้วยดัชนีราคาของผู้บริโภคทั่วไปของประเทศผู้นำเข้ารายเดือน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554) อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบของไทยกับประเทศผู้นำเข้ารายเดือน (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2554) ดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไปของประเทศผู้นำเข้ารายเดือน ราคากล้ายไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไรนา (บาท) รายเดือน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554) อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ของประเทศผู้นำเข้ารายเดือน และรายได้เฉลี่ยต่อบุคคลของประเทศผู้นำเข้าปรับด้วยดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไปของประเทศผู้นำเข้ารายเดือน (National economic accounts, 2554) จากนั้นนำปัจจัยทั้ง 6 ปัจจัยข้างต้น มาตรวจสอบความสัมพันธ์กับปริมาณการส่งออกไปยังประเทศผู้นำเข้าทั้ง 3 ประเทศ ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ Pearson (Pearson's correlation coefficient) พบว่าปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณการส่งออกไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือ 99% (ผลการทดสอบแสดงในตารางภาคผนวกที่ ข5 ข6 และ ข7) ซึ่งปัจจัยที่คัดเลือกมาใช้งานวิจัยนี้มีดังนี้

ก. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณการส่งออกไปยังประเทศญี่ปุ่น

- 1) ราคาส่งออก (F.O.B) กล้ายไม้ตัดดอกของไทยปรับด้วยดัชนีราคาของผู้บริโภคทั่วไปของประเทศผู้นำเข้ารายเดือน
- 2) อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบของไทยกับประเทศผู้นำเข้ารายเดือน
- 3) ราคากล้ายไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไรนา

ข. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณการส่งออกไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา

- 1) ราคาส่งออก (F.O.B) กล้ายไม้ตัดดอกของไทยปรับด้วยดัชนีราคาของผู้บริโภคทั่วไปของประเทศผู้นำเข้ารายเดือน
- 2) ดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไปของประเทศผู้นำเข้ารายเดือน (Consumer Price Index หรือ CPI) เป็นดัชนีชี้วัดระดับราคาของสินค้าและบริการที่ซื้อโดยผู้บริโภค และบ่งบอกถึง

อัตราเงินเฟ้อของประเทศ ถ้าตัวเลข CPI มีค่าสูงจะบ่งบอกถึงระดับราคาสินค้าที่เพิ่มสูงขึ้น ผู้บริโภคต้องมีการจ่ายมากขึ้นเพื่อซื้อสินค้า (วิชาน, 2550)

3) อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบกับไทยกับประเทศผู้นำเข้ารายเดือน

4) ราคากลับไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไร่นา

ก. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณการส่งออกไปยังประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

1) ราคาส่งออก (F.O.B) กลับไม้ตัดดอกของไทยปรับด้วยดัชนีราคาของผู้บริโภคทั่วไปของประเทศผู้นำเข้ารายเดือน

2) ดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไปของประเทศผู้นำเข้ารายเดือน (Consumer Price Index หรือ CPI) เป็นดัชนีชี้วัดระดับราคาของสินค้าและบริการที่ซื้อโดยผู้บริโภค และบ่งบอกถึงอัตราเงินเฟ้อของประเทศ ถ้าตัวเลข CPI มีค่าสูงจะบ่งบอกถึงระดับราคาสินค้าที่เพิ่มสูงขึ้น ผู้บริโภคต้องมีการจ่ายมากขึ้นเพื่อซื้อสินค้า (วิชาน, 2550)

3) รายได้เฉลี่ยต่อบุคคลของประเทศผู้นำเข้าปรับด้วยดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไปของประเทศผู้นำเข้ารายเดือน (GDP per capita/CPI)

4) ราคากลับไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไร่นา

2.2 การจัดการข้อมูล

2.2.1 การเตรียมข้อมูล

ดำเนินการจัดการข้อมูล โดยแยกพิจารณาระหว่างประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ซึ่งในแต่ละประเทศจะจัดข้อมูลเป็น 2 รูปแบบ ดังนี้

ก. ข้อมูลในรูปตัวแปรทั้งหมด นำข้อมูลทั้งหมดจากข้อ 2.1 มาจัดให้อยู่ในรูปความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรนำเข้า (ตัวแปรอิสระ) ได้แก่ ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณการส่งออกไปยังแต่ละประเทศ โดยแต่ละตัวแปรเป็นข้อมูลย้อนหลังต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลา 3 เดือน และตัวแปรผลลัพธ์ (ตัวแปรตาม) ได้แก่ ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของประเทศไทยไปยังแต่ละประเทศในเดือนปัจจุบัน โดยให้ข้อมูลลำดับถัดไปมีการเลื่อนข้อมูลไปข้างหน้าครั้งละ 1 เดือน ดังนั้นประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน จะได้ข้อมูลทั้งหมด 153, 117 และ 57 ลำดับ ตามลำดับ แต่ละลำดับมีตัวแปรนำเข้าหรือปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการกล้วยไม้ตัดดอก (X) จำนวน 9, 12 และ 12 ตัวแปรตามลำดับ และมีตัวแปรผลลัพธ์ หรือปริมาณการส่งออกของไทย (Y) จำนวน 1 ตัวแปร (ชุดข้อมูลแสดงในตารางผนวกที่ ก7 ก8 และ ก9) โดยมีรายละเอียดตัวแปรปัจจัยทั้งหมดดังนี้

ประเทศญี่ปุ่น

- | | |
|-------|--|
| X_1 | ราคาส่งออก (F.O.B) กล้วยไม้ตัดดอกของไทยปรับด้วยดัชนีราคาของผู้บริโภคทั่วไปของประเทศญี่ปุ่นรายเดือนย้อนหลัง 3 เดือน |
| X_2 | ราคาส่งออก (F.O.B) กล้วยไม้ตัดดอกของไทยปรับด้วยดัชนีราคาของผู้บริโภคทั่วไปของประเทศญี่ปุ่นรายเดือนย้อนหลัง 2 เดือน |
| X_3 | ราคาส่งออก (F.O.B) กล้วยไม้ตัดดอกของไทยปรับด้วยดัชนีราคาของผู้บริโภคทั่วไปของประเทศญี่ปุ่นรายเดือนย้อนหลัง 1 เดือน |
| X_4 | อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบของไทยกับประเทศญี่ปุ่นรายเดือนย้อนหลัง 3 เดือน |
| X_5 | อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบของไทยกับประเทศญี่ปุ่นรายเดือนย้อนหลัง 2 เดือน |
| X_6 | อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบของไทยกับประเทศญี่ปุ่นรายเดือนย้อนหลัง 1 เดือน |
| X_7 | ราคากกล้วยไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไตรมาสรายเดือนย้อนหลัง 3 เดือน |
| X_8 | ราคากกล้วยไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไตรมาสรายเดือนย้อนหลัง 2 เดือน |
| X_9 | ราคากกล้วยไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไตรมาสรายเดือนย้อนหลัง 1 เดือน |

ประเทศสหรัฐอเมริกา

- X_1 ราคาส่งออก (F.O.B) กล้วยไม้ตัดดอกของไทยปรับด้วยดัชนีราคาของผู้บริโภคทั่วไปของประเทศสหรัฐอเมริการายเดือนย้อนหลัง 3 เดือน
- X_2 ราคาส่งออก (F.O.B) กล้วยไม้ตัดดอกของไทยปรับด้วยดัชนีราคาของผู้บริโภคทั่วไปของประเทศสหรัฐอเมริการายเดือนย้อนหลัง 2 เดือน
- X_3 ราคาส่งออก (F.O.B) กล้วยไม้ตัดดอกของไทยปรับด้วยดัชนีราคาของผู้บริโภคทั่วไปของประเทศสหรัฐอเมริการายเดือนย้อนหลัง 1 เดือน
- X_4 ดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไปของประเทศสหรัฐอเมริการายเดือนย้อนหลัง 3 เดือน
- X_5 ดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไปของประเทศสหรัฐอเมริการายเดือนย้อนหลัง 2 เดือน
- X_6 ดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไปของประเทศสหรัฐอเมริการายเดือนย้อนหลัง 1 เดือน
- X_7 อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบของไทยกับประเทศสหรัฐอเมริการายเดือนย้อนหลัง 3 เดือน
- X_8 อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบของไทยกับประเทศสหรัฐอเมริการายเดือนย้อนหลัง 2 เดือน
- X_9 อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบของไทยกับประเทศสหรัฐอเมริการายเดือนย้อนหลัง 1 เดือน
- X_{10} ราคากล้วยไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไตรมาสรายเดือนย้อนหลัง 3 เดือน
- X_{11} ราคากล้วยไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไตรมาสรายเดือนย้อนหลัง 2 เดือน
- X_{12} ราคากล้วยไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไตรมาสรายเดือนย้อนหลัง 1 เดือน

ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

- X_1 ราคาส่งออก (F.O.B) กล้วยไม้ตัดดอกของไทยปรับด้วยดัชนีราคาของผู้บริโภคทั่วไปของประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนรายเดือนย้อนหลัง 3 เดือน
- X_2 ราคาส่งออก (F.O.B) กล้วยไม้ตัดดอกของไทยปรับด้วยดัชนีราคาของผู้บริโภคทั่วไปของประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนรายเดือนย้อนหลัง 2 เดือน
- X_3 ราคาส่งออก (F.O.B) กล้วยไม้ตัดดอกของไทยปรับด้วยดัชนีราคาของผู้บริโภคทั่วไปของประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนรายเดือนย้อนหลัง 1 เดือน
- X_4 ดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไปของประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนรายเดือนย้อนหลัง 3 เดือน

- X_5 ดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไปของประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนรายเดือนย้อนหลัง 2 เดือน
- X_6 ดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไปของประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนรายเดือนย้อนหลัง 1 เดือน
- X_7 รายได้เฉลี่ยต่อบุคคลของประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนปรับด้วยดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไปของประเทศผู้นำเข้ารายเดือนย้อนหลัง 3 เดือน
- X_8 รายได้เฉลี่ยต่อบุคคลของประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนปรับด้วยดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไปของประเทศผู้นำเข้ารายเดือนย้อนหลัง 2 เดือน
- X_9 รายได้เฉลี่ยต่อบุคคลของประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนปรับด้วยดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไปของประเทศผู้นำเข้ารายเดือนย้อนหลัง 1 เดือน
- X_{10} ราคากล้วยไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไร่นารายเดือนย้อนหลัง 3 เดือน
- X_{11} ราคากล้วยไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไร่นารายเดือนย้อนหลัง 2 เดือน
- X_{12} ราคากล้วยไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไร่นารายเดือนย้อนหลัง 1 เดือน

ข. ข้อมูลในรูปกลุ่มปัจจัย ทำการวิเคราะห์ปัจจัย (Factor analysis) เพื่อลดจำนวนตัวแปรนำเข้าโดยการจัดกลุ่มตัวแปรปัจจัยทั้งหมดในข้อ 2.2.1 ที่มีความสัมพันธ์กันไว้ในกลุ่มหรือปัจจัยเดียวกัน อีกทั้งยังช่วยแก้ปัญหาการที่ตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันเอง (Multicollinearity) โดยใช้การวิเคราะห์ปัจจัยแบบ Principle component analysis (PCA) และหมุนแกนแบบตั้งฉากกันโดยวิธี Varimax with Kaiser normalization จากนั้นจัดข้อมูลปัจจัยใหม่ที่ได้ให้อยู่ในรูปความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรนำเข้า ได้แก่ ค่าของปัจจัยที่จัดกลุ่มได้ (Factor score) และตัวแปรผลลัพธ์ ได้แก่ ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังทั้งสามประเทศในเดือนที่ 4 (ชุดข้อมูลแสดงในตารางผนวกที่ ก10 ก11 และ ก12)

2.2.2 การแบ่งข้อมูล

แบ่งข้อมูลทั้งสองรูปแบบที่อยู่ในรูปตัวแปรทั้งหมดและกลุ่มปัจจัยของประเทศญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา และสาธารณรัฐประชาชนจีนในข้อ 2.2.1 จำนวน 153, 117 และ 57 ลำดับตามลำดับ ออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

ชุดเรียนรู้ ประเทศญี่ปุ่นใช้ข้อมูล 129 ลำดับแรก ประเทศสหรัฐอเมริกาใช้ข้อมูล 93 ลำดับแรก และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนใช้ข้อมูล 33 ลำดับแรก สำหรับการสร้าง

แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการกล้วยไม้ตัดดอกของไทยกับปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศดังกล่าว

ชุดทดสอบ แต่ละประเทศใช้ข้อมูล 12 ลำดับถัดมา สำหรับการเลือกโครงสร้างและพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของแบบจำลอง

ชุดทวนสอบ แต่ละประเทศใช้ข้อมูล 12 ลำดับสุดท้าย สำหรับตรวจสอบความสามารถในการใช้งานทั่วไป คือใช้ในการพยากรณ์ค่าชุดข้อมูลที่แบบจำลองไม่เคยเรียนรู้

2.3 การสร้างและทวนสอบแบบจำลอง

ดำเนินการสร้างและทวนสอบแบบจำลองทั้ง 3 ประเภทจากข้อมูลในรูปตัวแปรทั้งหมดและกลุ่มปัจจัย เพื่อการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน โดยสร้างแบบจำลองของแต่ละประเทศแยกกัน

2.3.1 แบบจำลองการถดถอยเชิงเส้น

ก. สร้างแบบจำลอง

1) สร้างแบบจำลองการถดถอยเชิงเส้นจากข้อมูลชุดเรียนรู้ของแต่ละประเทศ โดยใช้โปรแกรม PASW 18.0 (SPSS (Thailand) Co., Ltd.) และ โปรแกรม Minitab (Student version) งานวิจัยนี้ศึกษาเปรียบเทียบแบบจำลองการถดถอยเชิงเส้น 3 รูปแบบ ได้แก่ แบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่งแบบขั้นบันได (First order stepwise regression) แบบจำลองการถดถอยเชิงพหุ (Multiple regression) และแบบจำลองการถดถอยพหุนาม (Polynomial regression) โดยการวิเคราะห์แบบขั้นบันไดกำหนดให้ความน่าจะเป็นในการเลือกตัวแปรเข้าเท่ากับ 0.05 และคัดตัวแปรออกเท่ากับ 0.1 ในการสร้างแบบจำลองความถดถอยแบบพหุนาม ให้แสดงตัวแปรนำเข้าแต่ละตัวแปรในรูปของค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ย $x_{ij} - \bar{x}_i$ และ $f_{kj} - \bar{f}_k$ สำหรับข้อมูลที่อยู่ในรูปตัวแปรทั้งหมดและรูปกลุ่มปัจจัย ตามลำดับ เพื่อลดผลของสหสัมพันธ์ร่วม (Multicollinearity) ระหว่างตัวแปรนำเข้า

โดยที่	x_{ij}	คือ ค่าตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการกล้วยไม้ตัดดอกตัวที่ i ของข้อมูลลำดับที่ j เมื่อ $j = 1, 2, \dots, n$
	$\overline{x_{i.}}$	คือ ค่าเฉลี่ยของปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการกล้วยไม้ตัดดอกตัวที่ i ตลอดทุก ๆ ลำดับ j
	f_{kj}	คือ ค่าคะแนนกลุ่มปัจจัย (Factor score) ที่ k ของข้อมูลลำดับที่ j เมื่อ $k = 1, 2, \dots, m$
	$\overline{f_{k.}}$	คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มปัจจัยที่ k ตลอดทุก ๆ ลำดับที่ j
	n	คือ จำนวนข้อมูลที่ใช้
	m	คือ จำนวนกลุ่มปัจจัยที่ได้จากการวิเคราะห์

2) ตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลองจากการตรวจสอบความถูกต้องของข้อสมมติทางสถิติ ได้แก่

- ค่าความคลาดเคลื่อน (Residuals) ของแบบจำลองการถดถอยต้องมีการแจกแจงปกติ โดยใช้ Kolmogorov-Smirnov Test สำหรับข้อมูลที่มีจำนวนมากกว่า 50 ค่า และ Shapiro wilk test สำหรับข้อมูลที่มีจำนวนน้อยกว่า 50 ค่า โดยต้องยอมรับสมมติฐานหลัก ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

- ค่าคลาดเคลื่อนต้องเป็นอิสระต่อกัน โดยใช้ค่า Durbin-Watson (DW) ถ้าค่า DW ที่ทดสอบได้มีค่าอยู่ในช่วง 1-2 แสดงว่า ค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน (Gujarati, 2003)

- ค่าคลาดเคลื่อนมีความแปรปรวนคงที่ โดยใช้แผนภาพระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนและค่าผลลัพธ์จากการพยากรณ์ ต้องไม่พบการกระจายออกในตอนปลายใดปลายหนึ่ง

- ตรวจสอบความรุนแรงของสหสัมพันธ์ร่วมระหว่างตัวแปรต้น (Multicollinearity) โดยการคำนวณค่า Variance Inflation Factor (VIF) ค่า VIF ควรมีค่าไม่เกิน 10 จึงถือว่าไม่เกิดปัญหา Multicollinearity ขึ้น (Kutner et al., 2005)

3) นำแบบจำลองการถดถอยที่สร้างขึ้นสำหรับแต่ละประเทศมาพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศ

สาธารณรัฐประชาชนจีน ในข้อมูลชุดทดสอบ เพื่อเลือกรูปแบบที่เหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยจากค่าความคลาดเคลื่อนในรูป Mean absolute error (MAE) ของข้อมูลชุดทดสอบ

ข. การทดสอบแบบจำลอง

ทดสอบความสามารถในการใช้งานทั่วไปของแบบจำลองที่มีรูปแบบที่คัดเลือกได้ในข้อ ก. (ข้อย่อย 3) โดยนำไปพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ด้วยข้อมูลชุดเรียนรู้จำนวน 129, 93 และ 33 ลำดับแรก ตามลำดับ และชุดทดสอบจำนวน 12 ลำดับสุดท้าย คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองในรูป MAE

2.3.2 แบบจำลองการถดถอยไม่เชิงเส้น

ก. สร้างแบบจำลอง

1) สร้างแบบจำลองการถดถอยไม่เชิงเส้นจากข้อมูลชุดเรียนรู้ของแต่ละประเทศ ในข้อ 2.2.2 โดยนำปัจจัยหรือกลุ่มปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณการส่งออกของแต่ละประเทศมาประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของปัจจัยหรือกลุ่มปัจจัยต่าง ๆ ด้วยโปรแกรม Eviews (Student version)

2) ตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลองจากการตรวจสอบความถูกต้องของข้อสมมติทางสถิติ ได้แก่

- ค่าความคลาดเคลื่อน (Residual) ของแบบจำลองต้องมีการแจกแจงปกติ โดยใช้ Kolmogorov-Smirnov Test สำหรับข้อมูลที่มีจำนวนมากกว่า 50 ค่า และ Shapiro wilk test สำหรับข้อมูลที่มีจำนวนน้อยกว่า 50 ค่า

- ค่าคลาดเคลื่อนต้องเป็นอิสระต่อกัน โดยใช้ค่า Durbin-Watson (DW) ถ้าค่า DW ที่ทดสอบได้มีค่าอยู่ในช่วง 1-2 แสดงว่า ค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน (Gujarati, 2003)

- ค่าคลาดเคลื่อนมีความแปรปรวนคงที่ โดยใช้แผนภาพระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนและค่าผลลัพธ์จากการพยากรณ์ ต้องไม่พบการกระจายออกในตอนปลายใดปลายหนึ่ง

3) นำแบบจำลองการถดถอยไม่เชิงเส้นที่สร้างขึ้นสำหรับแต่ละประเทศมาพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ของไทยไปยังแต่ละประเทศในข้อมูลชุดทดสอบ เพื่อเลือกรูปแบบที่เหมาะสมของแบบจำลองการถดถอยไม่เชิงเส้นจากค่าความคลาดเคลื่อนในรูป Mean absolute error (MAE) ของข้อมูลชุดทดสอบ

ข. การทดสอบแบบจำลอง

ทดสอบความสามารถในการใช้งานทั่วไปของแบบจำลอง โดยนำแบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกจากไทยไปยังประเทศผู้นำเข้าแต่ละประเทศที่คัดเลือกได้จากข้อ ก. ไปพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ด้วยข้อมูลชุดทดสอบจำนวน 12 ลำดับสุดท้าย และคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองในรูป MAE

2.3.3 แบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับ (BPN)

ก. การจัดการข้อมูลเพื่อกำหนดโครงสร้างและพารามิเตอร์ในการเรียนรู้

1) สำหรับประเทศญี่ปุ่นและประเทศสหรัฐอเมริกา ใช้ข้อมูลที่แบ่งไว้ในข้อ 2.2.2 มาจัดให้อยู่ในรูปความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรนำเข้า (ตัวแปรอิสระ) ได้แก่ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณการส่งออกจำนวน 3 และ 4 ปัจจัย ตามลำดับ โดยแต่ละปัจจัยเป็นข้อมูลย้อนหลังต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลา 3 เดือน และตัวแปรผลลัพธ์ (ตัวแปรตาม) ได้แก่ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยเดือนที่ 4 หรือ ณ เดือนปัจจุบัน ดังนั้นข้อมูลแต่ละลำดับของประเทศญี่ปุ่น และสหรัฐอเมริกาจะมีตัวแปรนำเข้า 9 และ 12 ตัวแปร ตามลำดับ และตัวแปรผลลัพธ์ 1 ตัวแปร

2) สำหรับประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนนั้น นำข้อมูลปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกรายเดือนจำนวน 60 ค่า มาจัดให้อยู่ในรูปความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรนำเข้า (ตัวแปรอิสระ) ได้แก่ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณการส่งออกจำนวน 4 ปัจจัย โดยแต่ละปัจจัยเป็น

ข้อมูลย้อนหลังต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลา 3 เดือน และตัวแปรผลลัพธ์ (ตัวแปรตาม) ได้แก่ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยเดือนที่ 4 หรือ ณ เดือนปัจจุบัน ซึ่งจะได้ข้อมูลทั้งหมด 57 ลำดับ โดยแต่ละลำดับจะมีตัวแปรนำเข้า 12 ตัวแปรและตัวแปรผลลัพธ์ 1 ตัวแปร

จากนั้นแบ่งข้อมูลออกเป็น 3 ชุดเท่า ๆ กัน ได้ชุดละ 19 ลำดับแล้วจัดเป็น 3 กลุ่ม เพื่อกำหนดโครงสร้างและพารามิเตอร์ที่เหมาะสมด้วยวิธี 3 – fold cross validation โดยกลุ่มที่ 1 ใช้ข้อมูลชุดที่ 1 และชุดที่ 2 รวมกันจำนวน 38 ลำดับเป็นชุดเรียนรู้เพื่อสร้างแบบจำลอง และใช้ข้อมูลชุดที่ 3 จำนวน 19 ลำดับเป็นชุดทดสอบ กลุ่มที่ 2 ใช้ข้อมูลชุดที่ 2 และชุดที่ 3 เป็นชุดเรียนรู้เพื่อสร้างแบบจำลอง และใช้ข้อมูลชุดที่ 1 จำนวน 19 ลำดับ เป็นชุดทดสอบ กลุ่มที่ 3 ใช้ข้อมูลชุดที่ 1 และชุดที่ 3 รวมกันเป็นชุดเรียนรู้เพื่อสร้างแบบจำลอง และใช้ข้อมูลชุดที่ 2 จำนวน 19 ลำดับเป็นชุดทดสอบ

ข. สร้างแบบจำลอง

สร้างแบบจำลอง BPN ด้วยโปรแกรม NeuralWorks Explorer หาโครงสร้างและพารามิเตอร์ในการเรียนรู้ที่เหมาะสม โดยใช้ข้อมูลชุดเรียนรู้และข้อมูลชุดทดสอบ กำหนดโครงสร้างพื้นฐานของแบบจำลอง จากข้อมูล 2 รูปแบบ คือ

1) การใช้ตัวแปรปัจจัยทั้งหมดที่มีผลต่อความต้องการกล้วยไม้ตัดดอก มีโครงสร้างของแบบจำลอง ดังนี้

- จำนวนชั้นซ่อน (Hidden layer) กำหนดใช้ 1 ชั้น
- หน่วยนำเข้า (Input neurons) แสดงตัวแปรปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการกล้วยไม้ตัดดอกของประเทศญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา และสาธารณรัฐประชาชนจีน จำนวน 9, 12 และ 12 หน่วย ตามลำดับ
- จำนวนหน่วยซ่อน (Hidden neurons) ในชั้นซ่อน ทดลองแปรค่าเท่ากับ 1, 2 และ 3 หน่วย

- จำนวนหน่วยผลลัพธ์ (Output neuron) แสดงปริมาณการส่งออก
กล้วยไม้ตัดดอกไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา หรือประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน
จำนวน 1 หน่วย

2) การใช้กลุ่มปัจจัย มีโครงสร้างของแบบจำลอง ดังนี้

- จำนวนชั้นซ่อน (Hidden layer) กำหนดใช้ 1 ชั้น
- หน่วยนำเข้า (Input neurons) แสดงค่า Factor score ของกลุ่มปัจจัยที่ได้จากการวิเคราะห์ปัจจัย
- จำนวนหน่วยซ่อน (Hidden neurons) ในชั้นซ่อน ทดลองแปรค่าเท่ากับ 1, 2 และ 3 หน่วย
- จำนวนหน่วยผลลัพธ์ (Output neuron) แสดงปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน หรือประเทศญี่ปุ่นจำนวน 1 หน่วย

ค. กำหนดโครงสร้างและพารามิเตอร์การเรียนรู้ที่เหมาะสมของแบบจำลอง BPN สำหรับข้อมูลทั้งสองรูปแบบ จากข้อมูลชุดเรียนรู้และชุดทดสอบ ศึกษาการแปรค่าพารามิเตอร์แบบจำลอง ดังนี้

- จำนวนหน่วยซ่อน (Hidden neurons) ในชั้นซ่อน ทดลองแปรค่าเท่ากับ 1, 2 และ 3 หน่วย
- อัตราการเรียนรู้ที่ 0.25, 0.50, 0.75
- โมเมนตัมที่ 0.4, 0.5, 0.6
- กฎการเรียนรู้แบบ Delta Bar Delta และ Extended Delta Bar Delta

(DBD) Rule

- ฟังก์ชันกระตุ้นแบบซิกมอยด์ และไฮเปอร์โบลิคแทนเจน
- ปรับค่าน้ำหนักเริ่มต้น 3 ครั้ง

ปรับค่าตัวแปรให้อยู่ในช่วงการเรียนรู้ที่เหมาะสม โดยการใช้คำสั่ง MinMax Table และ Bipolar Inputs จากโปรแกรม Neural Works Explorer พร้อมทั้งกำหนดรอบการเรียนรู้ที่เหมาะสมเพื่อป้องกันการเรียนรู้มากเกินไป (Overtraining) จากคำสั่ง Save Best โดยให้มีการเรียนรู้จากข้อมูลชุดเรียนรู้และชุดเพื่อทดสอบกับข้อมูลชุดทดสอบเป็นช่วง ๆ ช่วงละ 100 รอบและทดสอบถึง 1,000,000 รอบ พิจารณาเลือกรอบการเรียนรู้ที่เหมาะสมจากจุดที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังทั้งสามประเทศของชุดทดสอบที่ต่ำที่สุดก่อนที่จะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ และเลือกโครงสร้างและพารามิเตอร์การเรียนรู้ที่เหมาะสมจากค่าความคลาดเคลื่อนในรูป MAE (NeuralWare, 1996)

ง. ทวนสอบแบบจำลอง ทดสอบความสามารถในการใช้งานทั่วไปของแบบจำลองโดยใช้โครงสร้างและพารามิเตอร์การเรียนรู้ที่เหมาะสมจากข้อ ค. ด้วยข้อมูลชุดเรียนรู้และข้อมูลชุดทวนสอบในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา หรือประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน คำนวณความคลาดเคลื่อนในรูปของ MAE

2.4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองประเภทต่าง ๆ

2.4.1 การเปรียบเทียบความถูกต้องในการพยากรณ์และความสามารถในการใช้งานทั่วไป

เปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองการถดถอยเชิงเส้น แบบจำลองการถดถอยไม่เชิงเส้น และแบบจำลอง BPN ที่คัดเลือกได้ในรูป MAE ของข้อมูลชุดเรียนรู้และชุดทวนสอบสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา หรือประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน โดยแบบจำลองที่ดีควรมีความถูกต้องในการพยากรณ์สูงหรือให้ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของข้อมูลทุกชุดต่ำ

2.4.2 การวิเคราะห์ความลำเอียง

คำนวณค่าความลำเอียง ของแบบจำลองจาก TS

2.5 การบ่งชี้ตัวแปรปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการกล้วยไม้ตัดดอกของไทย

2.5.1 แบบจำลองการถดถอยเชิงเส้นและไม่เชิงเส้น

พิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐาน (Standardized regression coefficient) ของตัวแปรในแบบจำลองการถดถอยที่คัดเลือกได้โดยตัวแปรอิสระที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐานสูง จัดเป็นตัวแปรที่มีความสำคัญและส่งผลกระทบต่อตัวแปรตามหรือค่าพยากรณ์ ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา หรือประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนในระดับสูง

2.5.2 แบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับ

แปรค่าปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอก ร้อยละ 5 แล้ว พิจารณาว่าค่าพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกมีการเปลี่ยนแปลงไปมากหรือน้อยเพียงใด ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงมาก แสดงว่าตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกนั้น มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงสูงหรือมีความสำคัญมาก ซึ่งการแปรค่าและตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงนี้ทำได้โดยใช้ฟังก์ชัน Explain ใน โปรแกรม NeuralWorks Explorer (NeuralWare, 1996)

3. การเปรียบเทียบระหว่างการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของประเทศไทยด้วยเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาและเทคนิคการพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

นำแบบจำลองที่ดีที่สุดที่คัดเลือกได้ของการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา และสาธารณรัฐประชาชนจีน 6 แบบจำลอง ได้แก่ เทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลา คือ แบบจำลองปรับเรียบทางสถิติ แบบจำลองบ็อกซ์และเจนกินส์ และแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับ กับการพยากรณ์ด้วยเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ซึ่งประกอบด้วย แบบจำลองการถดถอยเชิงเส้น แบบจำลองการถดถอยไม่เชิงเส้น และแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับ มาเปรียบเทียบกันในแง่ของการพยากรณ์ระยะสั้นล่วงหน้า 1 เดือน เนื่องจากเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสามารถใช้ในการพยากรณ์แบบ 1 เดือนล่วงหน้าเพียงอย่างเดียว ดังนี้

- 1) เปรียบเทียบความถูกต้องในการพยากรณ์และความสามารถในการใช้งานทั่วไปด้วยค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองในรูป MAE
- 2) เปรียบเทียบความลำเอียงของแบบจำลองด้วยค่า Tracking signal
- 3) เปรียบเทียบความถูกต้องในการใช้งานจริงด้วยค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองในรูปค่าเฉลี่ยร้อยละของค่าความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (Mean absolute percentage error; MAPE)

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n (|y_i - \hat{y}_i|) / y_i}{n} \times 100$$

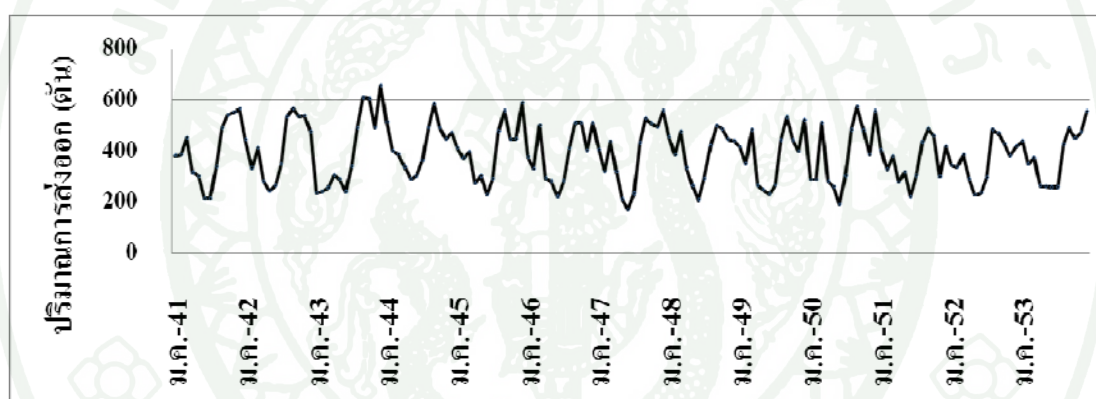
โดยที่ y_i หมายถึง ปริมาณการส่งออกที่แท้จริงของข้อมูลลำดับที่ i
 $\hat{y}_i$ คือ ปริมาณการส่งออกที่ได้จากการพยากรณ์ของข้อมูลลำดับที่ i
 n คือ จำนวนข้อมูลที่ทดสอบ

ผลและวิจารณ์

1. การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศญี่ปุ่น และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลา

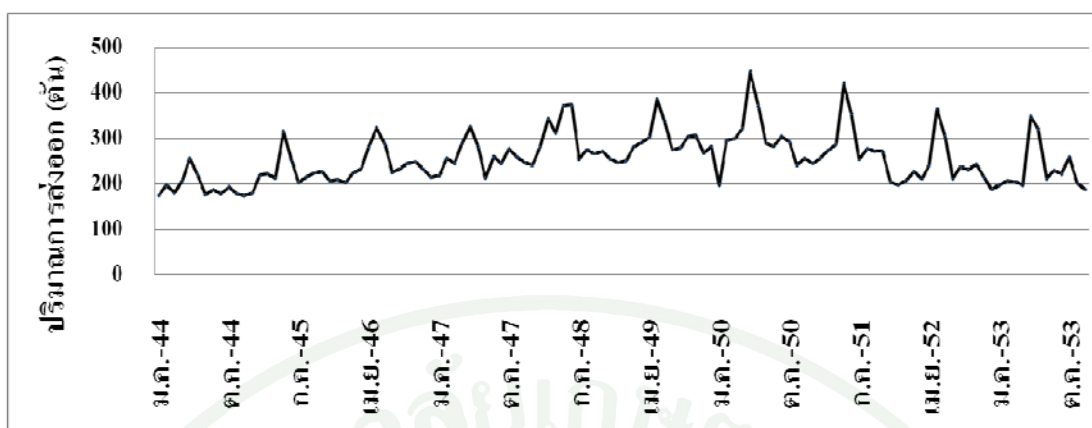
1.1 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาของปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทย

ลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ของไทยที่ส่งออกไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ในรูปของรายเดือน (ตัน) เป็นดังภาพที่ 11-13 ตามลำดับ



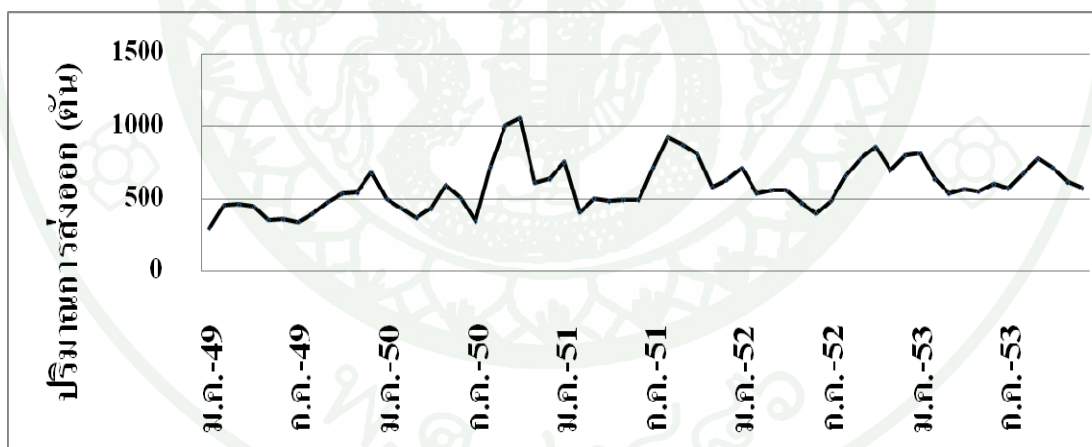
ภาพที่ 11 ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปประเทศญี่ปุ่น

ปริมาณการส่งออกไปยังประเทศญี่ปุ่นจะมีมากในช่วงเดือนสิงหาคมถึงธันวาคม (ภาพที่ 11) เนื่องจากเป็นช่วงที่มีผลผลิตกล้วยไม้สูงที่สุด และราคาต่ำที่สุดของปี นอกจากนี้ยังเป็นช่วงเดือนที่มีการนำเข้ากล้วยไม้เพื่อใช้ในเทศกาลสำคัญ ได้แก่ เทศกาลโอบง ในเดือนสิงหาคม และเทศกาลคริสต์มาสในเดือนธันวาคม



ภาพที่ 12 ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปประเทศสหรัฐอเมริกา

ปริมาณการส่งออกไปยังประเทศสหรัฐอเมริกามีมากในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงมิถุนายน (ภาพที่ 12) เนื่องจากเป็นช่วงเดือนที่มีการนำเข้ากล้วยไม้เพื่อใช้ในเทศกาลสำคัญ ได้แก่ เทศกาลวันพ่อแห่งชาติ เทศกาลวันกองทัพสหรัฐฯ (Armed Forces Day) เทศกาลวันแม่แห่งชาติ และเทศกาลวันธงชาติสหรัฐฯ (Flag Day)



ภาพที่ 13 ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

ปริมาณการส่งออกไปยังประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนจะมีมากในช่วงเดือนสิงหาคมถึงธันวาคม (ภาพที่ 13) เนื่องจากเป็นช่วงที่มีผลผลิตกล้วยไม้สูงที่สุด และราคาต่ำที่สุดของปี นอกจากนี้ยังเป็นช่วงเดือนที่มีการนำเข้ากล้วยไม้เพื่อใช้ในเทศกาลสำคัญ เช่น ในเดือนสิงหาคม ได้แก่ เทศกาลวันสถาปนากองทัพจีน เดือนตุลาคม ได้แก่ เทศกาลวันชาติ เทศกาลวันสหประชาชาติ และเดือนธันวาคม ได้แก่ เทศกาลวันคริสต์มาส

นอกจากนี้แล้วลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ของไทยไปยังทั้งสามประเทศข้างต้น แสดงให้เห็นว่าข้อมูลปริมาณการส่งออกอาจจะมีเฉพาะองค์ประกอบของฤดูกาลเพียงอย่างเดียว หรือมีทั้งองค์ประกอบของฤดูกาล และแนวโน้มมาเกี่ยวข้อง ดังนั้น แบบจำลองที่จะศึกษาจึงต้องเหมาะสมกับข้อมูลที่มีฤดูกาลและแนวโน้มด้วย งานวิจัยนี้จึงเลือกศึกษาเทคนิคการพยากรณ์อนุกรมเวลาโดยเปรียบเทียบแบบจำลอง 3 ชนิด คือ แบบจำลองปรับเรียบทางสถิติ ได้แก่ รูปแบบที่มีอิทธิพลของฤดูกาล (วิธีปรับให้เรียบฤดูกาลแบบบวกและแบบคูณ หรือ SAS และ SMS) และรูปแบบที่มีแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล (วิธีปรับให้เรียบแบบไฮลท์และวินเทอร์ที่มีฤดูกาลแบบบวกและแบบคูณ หรือ Additive HWS และ Multiplicative HWS) แบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียม และแบบจำลองบ็อกซ์และเจนกินส์

1.2 การสร้างและทวนสอบแบบจำลองในการพยากรณ์ ล่วงหน้า 1 เดือน และ 1 ปี

1.2.1 แบบจำลองปรับเรียบทางสถิติ

ก. การสร้างแบบจำลอง

ผลการศึกษาค่าพารามิเตอร์ปรับเรียบ ได้แก่ ค่า α (ค่าคงที่ในการปรับเรียบระดับ) ค่า β (ค่าคงที่ในการปรับเรียบแนวโน้ม) และค่า γ (ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล) ที่เหมาะสมกับแบบจำลองทั้ง 4 วิธี รวมถึงค่าทางสถิติ Durbin – Watson ที่ใช้ในการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของแบบจำลอง แสดงดังตารางที่ 10 เมื่อนำค่าพารามิเตอร์ที่ได้มาแทนลงในสมการเพื่อหาระดับ (L_t) ค่าแนวโน้ม (b_t) และค่าฤดูกาล (S_t) ที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการหาสมการพยากรณ์ต่อไป โดยสมการพยากรณ์ที่ได้นั้นแสดงดังตารางที่ 11

ตารางที่ 10 ค่าพารามิเตอร์ปรับเรียบที่เหมาะสมของแบบจำลองปรับให้เรียบทางสถิติ

ตลาดส่งออก	วิธีปรับให้เรียบ	ค่า α	ค่า β	ค่า γ	Durbin-Watson
ญี่ปุ่น	SAS	0.026		0.354	1.072
	SMS	0.001		0.368	1.043
	Additive HWS	0.026	0.001	0.354	1.071
	Multiplicative HWS	0.001	0.001	0.368	1.043
สหรัฐอเมริกา	SAS	0.26		0.599	1.741
	SMS	0.261		0.483	1.859
	Additive HWS	0.259	0.001	0.599	1.74
	Multiplicative HWS	0.231	0.039	0.445	1.814
สาธารณรัฐประชาชนจีน	SAS	0.485		0.82	1.613
	SMS	0.108		0.534	1.279
	Additive HWS	0.485	0.001	0.82	1.613
	Multiplicative HWS	0.106	0.001	0.533	1.278

ตารางที่ 11 สมการพยากรณ์ของแบบจำลองปรับให้เรียบทางสถิติทั้ง 4 วิธี สำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

วิธีปรับให้เรียบ	สมการพยากรณ์		
	สหรัฐอเมริกา	ญี่ปุ่น	สาธารณรัฐประชาชนจีน
SAS	$\hat{Y}_{t+n} = L_t + S_{t+n-12}$ $L_t = 0.26 (Y_t - S_{t-12}) + 0.74 L_{t-1}$ $S_t = 0.599 (Y_t - L_t) + 0.401 S_{t-12}$	$\hat{Y}_{t+n} = L_t + S_{t+n-12}$ $L_t = 0.026 (Y_t - S_{t-12}) + 0.974 L_{t-1}$ $S_t = 0.354 (Y_t - L_t) + 0.646 S_{t-12}$	$\hat{Y}_{t+n} = L_t + S_{t+n-12}$ $L_t = 0.485 (Y_t - S_{t-12}) + 0.515 L_{t-1}$ $S_t = 0.82 (Y_t - L_t) + 0.18 S_{t-12}$
SMS	$\hat{Y}_{t+n} = L_t * S_{t+n-12}$ $L_t = 0.261 (Y_t / S_{t-12}) + 0.739 L_{t-1}$ $S_t = 0.483 (Y_t / L_t) + 0.517 S_{t-12}$	$\hat{Y}_{t+n} = L_t * S_{t+n-12}$ $L_t = 0.001 (Y_t / S_{t-12}) + 0.999 L_{t-1}$ $S_t = 0.368 (Y_t / L_t) + 0.632 S_{t-12}$	$\hat{Y}_{t+n} = L_t * S_{t+n-12}$ $L_t = 0.108 (Y_t / S_{t-12}) + 0.892 L_{t-1}$ $S_t = 0.534 (Y_t / L_t) + 0.466 S_{t-12}$
Additive HWS	$\hat{Y}_{t+n} = L_t + nb_t + S_{t+n-12}$ $L_t = 0.259 (Y_t - S_{t-12}) + 0.741 (L_{t-1} + b_{t-1})$ $b_t = 0.001 (L_t - L_{t-1}) + 0.999 b_{t-1}$ $S_t = 0.599 (Y_t - L_t) + 0.401 S_{t-12}$	$\hat{Y}_{t+n} = L_t + nb_t + S_{t+n-12}$ $L_t = 0.026 (Y_t - S_{t-12}) + 0.974 (L_{t-1} + b_{t-1})$ $b_t = 0.001 (L_t - L_{t-1}) + 0.999 b_{t-1}$ $S_t = 0.354 (Y_t - L_t) + 0.646 S_{t-12}$	$\hat{Y}_{t+n} = L_t + nb_t + S_{t+n-12}$ $L_t = 0.485 (Y_t - S_{t-12}) + 0.515 (L_{t-1} + b_{t-1})$ $b_t = 0.001 (L_t - L_{t-1}) + 0.999 b_{t-1}$ $S_t = 0.82 (Y_t - L_t) + 0.18 S_{t-12}$

ตารางที่ 11 (ต่อ)

วิธีปรับ ให้เรียบ	สมการพยากรณ์		
	สหรัฐอเมริกา	ญี่ปุ่น	สาธารณรัฐประชาชนจีน
Multiplicative			
HWS	$\hat{Y}_{t+n} = (L_t + nb_t) S_{t+n-12}$ $L_t = 0.231 (Y_t/S_{t-12}) + 0.769$ $(L_{t-1} + b_{t-1})$ $b_t = 0.039 (L_t - L_{t-1}) +$ $0.961 b_{t-1}$ $S_t = 0.445 (Y_t/L_t) +$ $0.555 S_{t-12}$	$\hat{Y}_{t+n} = (L_t + nb_t) S_{t+n-12}$ $L_t = 0.001(Y_t/S_{t-12}) + 0.999$ $(L_{t-1} + b_{t-1})$ $b_t = 0.001 (L_t - L_{t-1}) +$ $0.999 b_{t-1}$ $S_t = 0.368 (Y_t/L_t) +$ $0.632 S_{t-12}$	$\hat{Y}_{t+n} = (L_t + nb_t) S_{t+n-12}$ $L_t = 0.106(Y_t/S_{t-12}) + 0.894$ $(L_{t-1} + b_{t-1})$ $b_t = 0.001 (L_t - L_{t-1}) + 0.999b_{t-1}$ $S_t = 0.533 (Y_t/L_t) + 0.467S_{t-12}$

โดยที่	$\hat{Y}_{t+n}$ คือ ค่าพยากรณ์ปริมาณการส่งออก ณ เดือนที่ t+n L_t คือ ค่าประมาณของระดับของอนุกรมเวลา ณ เดือนที่ t b_t คือ ค่าประมาณของแนวโน้มของอนุกรมเวลา ณ เดือนที่ t S_t คือ ค่าประมาณของฤดูกาลของอนุกรมเวลา ณ เดือนที่ t n คือ ช่วงเวลาล่วงหน้าที่ต้องการพยากรณ์ โดย n=1, 2..., 12
--------	---

ผลการตรวจสอบข้อสมมติทางสถิติเพื่อดูความเหมาะสมของแบบจำลองปรับเรียบทั้ง 4 วิธี ด้วยค่า Durbin-Watson (DW) ในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน พบว่ามีค่า DW อยู่ในช่วง 1-2 แสดงว่าแบบจำลองมีค่าความคลาดเคลื่อนที่เป็นอิสระต่อกันและไม่มีสหสัมพันธ์ในตนเอง ดังนั้นแบบจำลองปรับเรียบทั้ง 4 วิธีมีความน่าเชื่อถือ

ข. การทวนสอบแบบจำลอง

ผลของการนำแบบจำลองปรับให้เรียบทั้ง 4 รูปแบบที่มีค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมมาพยากรณ์ข้อมูลชุดทวนสอบปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน แบบล่วงหน้า 1 เดือน ให้ค่าคลาดเคลื่อนดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนจากการใช้แบบจำลองทั้ง 4 รูปแบบ ในการพยากรณ์ข้อมูลชุดทดสอบของการส่งออกไปยังทั้งสามประเทศ แบบล่วงหน้า 1 เดือน

ตลาดส่งออก	แบบจำลอง	MAE (กก.)
ญี่ปุ่น	SAS	39,201
	SMS	39,522
	Additive HWS	39,542
	Multiplicative HWS	39,523
สหรัฐอเมริกา	SAS	15,614
	SMS	15,268
	Additive HWS	15,605
	Multiplicative HWS	16,659
สาธารณรัฐประชาชนจีน	SAS	87,901
	SMS	94,283
	Additive HWS	75,981
	Multiplicative HWS	94,550

จะเห็นได้ว่าการพยากรณ์ข้อมูลชุดทดสอบปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่นด้วยแบบจำลอง SAS มีความถูกต้องในการพยากรณ์มากกว่าแบบจำลองอื่นๆ เนื่องจากข้อมูลการส่งออกไปประเทศญี่ปุ่นนั้นแทบไม่มีองค์ประกอบของแนวโน้มแต่มีอิทธิพลของฤดูกาลที่ไม่เพิ่มขึ้นตามเวลาที่มากขึ้น ซึ่งเหมาะสมกับแบบจำลอง SAS ในขณะที่แบบจำลอง SMS สามารถพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา แบบล่วงหน้า 1 เดือน ของข้อมูลชุดทดสอบได้ถูกต้องมากกว่าแบบจำลองวิธีอื่น ๆ เนื่องจากข้อมูลอนุกรมเวลาของสหรัฐอเมริกานั้นมีแนวโน้มที่ไม่เด่นชัด แต่มีการเคลื่อนไหวจากอิทธิพลของฤดูกาลที่ส่วนประกอบฤดูกาลเพิ่มขึ้นเป็นอัตราส่วนคงที่เมื่อเทียบกับเวลา ส่วนการพยากรณ์ข้อมูลชุดทดสอบปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนด้วยแบบจำลอง Additive HWS มีความถูกต้องในการพยากรณ์ที่สูงที่สุด โดยข้อมูลอนุกรมเวลามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามเวลาที่เปลี่ยนไป

เมื่อนำแบบจำลองที่คัดเลือกได้จากการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือนไปทดลองพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปี พบว่า ให้ค่าความคลาดเคลื่อน MAE ของการพยากรณ์สูงกว่าการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือน ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองปรับเรียบทางสถิติสำหรับพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน แบบล่วงหน้า 1 เดือน และแบบล่วงหน้า 1 ปี

ตลาดส่งออก	แบบจำลอง	รูปแบบการพยากรณ์	MAE (กก.)	TS
ญี่ปุ่น	SAS	ล่วงหน้า 1 เดือน	39,201	-4.86
		ล่วงหน้า 1 ปี	39,291	-6.18
สหรัฐอเมริกา	SMS	ล่วงหน้า 1 เดือน	15,268	0.51
		ล่วงหน้า 1 ปี	16,181	7.37
สาธารณรัฐประชาชนจีน	Additive HWS	ล่วงหน้า 1 เดือน	75,981	3.26
		ล่วงหน้า 1 ปี	78,673	2.02

จากการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองปรับเรียบทางสถิติสำหรับพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน แบบล่วงหน้า 1 เดือน และแบบล่วงหน้า 1 ปี พบว่าการพยากรณ์ในช่วงเวลาที่สั้นกว่า (ล่วงหน้า 1 เดือน) สำหรับทั้งสามประเทศ ให้ค่าความคลาดเคลื่อน MAE ของการพยากรณ์ต่ำกว่าการพยากรณ์ในช่วงเวลาที่ยาวกว่า (ล่วงหน้า 1 ปี) หรืออีกนัยหนึ่งคือ การพยากรณ์ล่วงหน้าในช่วงเวลาที่สั้นกว่าของทั้งสามประเทศมีความถูกต้องแม่นยำมากกว่าการพยากรณ์ล่วงหน้าในช่วงเวลาที่ยาวกว่า ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิภาพร (2550) พิมลพร (2550) ณีจุมมา (2553), Pino et al. (2008) และ Hamzacebi et al. (2009)

1.2.2 แบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับ (BPN)

ก. การสร้างแบบจำลอง

จากการศึกษาหาโครงสร้างและพารามิเตอร์การเรียนรู้ที่เหมาะสมของแบบจำลอง BPN สำหรับพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกา สามารถเลือกแบบจำลอง BPN ที่ใช้ในการพยากรณ์ข้อมูลชุดทดสอบ จากค่าความคลาดเคลื่อน MAE ที่ต่ำที่สุดในแต่ละประเทศที่ไทยส่งออก แสดงดังตารางที่ 14 โดยแบบจำลองทุกแบบประกอบด้วยหน่วยนำเข้า 12 หน่วย หน่วยผลลัพธ์ 1 หน่วย และใช้จำนวนชั้นซ่อน 1 ชั้น

ตารางที่ 14 โครงสร้างและพารามิเตอร์การเรียนรู้ที่เหมาะสมของแบบจำลอง BPN ที่คัดเลือกได้

ตลาดส่งออก	จำนวน หน่วย ซ่อน	อัตรา การ เรียนรู้	กฎการ เรียนรู้	โม เมนต์	ฟังก์ชัน กระตุ้น	จำนวนรอบ การเรียนรู้ (รอบ)	MAE (กก.)
ญี่ปุ่น	3	0.75	Extended DBD ¹	0.6	TanH ³	2000	31,934
สหรัฐอเมริกา	3	0.25	DBD ²	0.4	Sigmoid	12000	32,993

หมายเหตุ ¹Extended Delta Bar Delta rule; ²Delta Bar Delta rule; ³Hyperbolic tangent

ส่วนประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนนั้นการทำ 3-Fold cross validation จากชุดข้อมูล 3 กลุ่ม สามารถเลือกแบบจำลอง BPN ที่ใช้ในการพยากรณ์ข้อมูลชุดทดสอบปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทย จากค่าความคลาดเคลื่อน MAE ที่ต่ำที่สุด 3 แบบจำลอง ดังตารางที่ 15 และตารางที่ 16 โดยทุกแบบจำลองประกอบด้วยหน่วยนำเข้า 12 หน่วย หน่วยผลลัพธ์ 1 หน่วย ใช้จำนวนชั้นซ่อน 1 ชั้น

ตารางที่ 15 โครงสร้างและพารามิเตอร์การเรียนรู้ที่เหมาะสมของแบบจำลอง BPN ที่คัดเลือกได้

แบบจำลองที่	จำนวน หน่วยซ่อน	ฟังก์ชัน กระตุ้น	จำนวน รอบการ เรียนรู้ (รอบ)	โมเมนต์ัม	อัตราการเรียนรู้	กฎการ เรียนรู้
1	2	sigmoid	90,000	0.4	0.25	Extended DBD
2	2	sigmoid	6,000	0.4	0.5	Extended DBD
3	1	TanH	1,000	0.6	0.25	Extended DBD

ตารางที่ 16 ค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง BPN ที่คัดเลือกได้

แบบจำลอง	กลุ่มข้อมูล	MAE (กก.)
1	1	54,683
	2	164,130
	3	107,535
	เฉลี่ย	108,783
2	1	140,215
	2	57,188
	3	100,187
	เฉลี่ย	99,197

ตารางที่ 16 (ต่อ)

แบบจำลอง	กลุ่มข้อมูล	MAE (กก.)
3	1	81,802
	2	174,864
	3	58,227
	เฉลี่ย	104,965

จากนั้นนำโครงสร้างและพารามิเตอร์การเรียนรู้ของแบบจำลองที่คัดเลือกได้จากตารางที่ 15 มาพยากรณ์ข้อมูลชุดทดสอบของปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน แบบล่วงหน้า 1 เดือน (ตารางที่ 17) พบว่า แบบจำลองที่ 2 มีความถูกต้องและมีความสามารถในการใช้งานทั่วไปได้ดีที่สุดในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน โดยมีโครงสร้างจำนวนหน่วยซ่อน 2 หน่วย (12-2-1) พารามิเตอร์กฎการเรียนรู้ Extended DBD ฟังก์ชันกระตุ้น sigmoid การปรับน้ำหนักเริ่มต้นครั้งที่ 3 รอบการเรียนรู้ 6,000 รอบ โมเมนตัม 0.4 และอัตราการเรียนรู้ 0.5

ตารางที่ 17 ค่าความคลาดเคลื่อนข้อมูลชุดทดสอบของแบบจำลอง BPN ที่คัดเลือกได้

แบบจำลอง	MAE (กก.)	
	ชุดเรียนรู้	ชุดทดสอบ
1	87,038	51,121
2	110,323	50,555
3	101,512	62,671

ข. การทดสอบแบบจำลอง

ผลการนำโครงสร้างและพารามิเตอร์การเรียนรู้ที่เหมาะสมของแบบจำลองที่คัดเลือกจากตารางที่ 14 และตารางที่ 15 มาพยากรณ์ข้อมูลชุดทดสอบของปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน แบบล่วงหน้า 1 เดือน จากนั้นนำแบบจำลอง BPN ที่เหมาะสมกับการพยากรณ์

ล่วงหน้า 1 เดือนไปพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปี พบว่ามีค่าคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ดังตารางที่ 18 ซึ่งจะเห็นได้ว่าการพยากรณ์ล่วงหน้าในช่วงสั้นกว่า (ล่วงหน้า 1 เดือน) มีความถูกต้องสูงกว่าการพยากรณ์ล่วงหน้าในช่วงยาวกว่า (ล่วงหน้า 1 ปี) เช่นเดียวกับในแบบจำลองปรับเรียบทางสถิติและเช่นเดียวกับในงานวิจัยของ พิมลพร (2550) ญัฐมา (2553) และ Pino et al. (2008)

ตารางที่ 18 ค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง BPN ที่เหมาะสมในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศญี่ปุ่น และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนของข้อมูลชุดทดสอบแบบล่วงหน้า 1 เดือนและล่วงหน้า 1 ปี

ตลาดส่งออก	แบบจำลอง BPN	รูปแบบการพยากรณ์	MAE (กก.)	
			ชุดเรียนรู้	ชุดทดสอบ
ญี่ปุ่น	12-3-1*BPN	ล่วงหน้า 1 เดือน	49,436	37,901
		ล่วงหน้า 1 ปี	49,436	44,204
สหรัฐอเมริกา	12-3-1*BPN	ล่วงหน้า 1 เดือน	18,653	23,925
		ล่วงหน้า 1 ปี	18,653	26,038
สาธารณรัฐประชาชนจีน	12-2-1* BPN	ล่วงหน้า 1 เดือน	110,323	50,555
		ล่วงหน้า 1 ปี	110,323	54,950

หมายเหตุ * แสดงจำนวนนิรอนในชั้นนำเข้า-ชั้นซ่อน-ชั้นผลลัพธ์

1.2.3 แบบจำลองบ็อกซ์และเจนกินส์

ก. การสร้างแบบจำลอง

จากการพิจารณารูปแบบข้อมูลปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา รวม 120 เดือน ไปยังประเทศญี่ปุ่น รวม 156 เดือน และไปยังประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน รวม 60 เดือน พบว่าข้อมูลของแต่ละประเทศไม่มีคุณสมบัติคงที่ ดังนั้นต้องสร้างอนุกรมเวลาใหม่ $\{Z_t\}$ ด้วยการแปลงค่าข้อมูลด้วยค่าผลต่าง ผลการกำหนดรูปแบบของแบบจำลองที่เหมาะสมกับข้อมูลจากโปรแกรม PASW 18.0 พบว่าแบบจำลองของบ็อกซ์และเจน

กินส์ที่เหมาะสมในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยสำหรับประเทศญี่ปุ่น ได้แก่ แบบจำลอง SARIMA(1,0,0)(1,1,0) ซึ่งอยู่ในรูปออโตรีเกรสซีฟ (AR) อันดับที่ 1 มีการแปลงให้ความแปรปรวนคงที่โดยใช้ฟังก์ชันลอการิทึม และต้องหาผลต่างของฤดูกาล 1 ครั้ง (First difference) สำหรับประเทศสหรัฐอเมริกา ได้แก่ แบบจำลอง SARIMA(0,1,1)(0,1,1) ซึ่งมีการแปลงให้ความแปรปรวนคงที่โดยใช้ฟังก์ชันลอการิทึม ใช้ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) อันดับที่ 1 หาผลต่างและผลต่างฤดูกาลอย่างละ 1 ครั้ง ส่วนประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ได้แก่ แบบจำลอง SARIMA(0,1,1)(1,1,0) ซึ่งมีการแปลงให้ความแปรปรวนคงที่โดยใช้ฟังก์ชันลอการิทึม อยู่ในรูปค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) อันดับที่ 1 ออโตรีเกรสซีฟของฤดูกาล (SAR) อันดับที่ 1 มีการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาลอย่างละ 1 ครั้ง ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมแสดงดังภาคผนวกที่ ข4

เมื่อนำแบบจำลอง SARIMA(1,0,0)(1,1,0), SARIMA(0,1,1)(0,1,1) และ SARIMA(0,1,1)(1,1,0) รวมทั้งค่าพารามิเตอร์ที่มีความเหมาะสม มาสร้างสมการพยากรณ์จะได้รูปแบบดังสมการที่ (24) - (26)

ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกไปยังประเทศญี่ปุ่น;

$$\hat{Y}_t = 1.43 Y_{t-1} - 0.43 Y_{t-2} + 0.533 Y_{t-12} - 0.762 Y_{t-13} + 0.229 Y_{t-14} + 0.467 Y_{t-24} - 0.667 Y_{t-25} + 0.2 Y_{t-26} + \varepsilon_t \quad (24)$$

ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา;

$$\hat{Y}_t = -0.003 + Y_{t-1} + Y_{t-12} - Y_{t-13} + \varepsilon_t - 0.737 \varepsilon_{t-1} - 0.655 \varepsilon_{t-12} + 0.482 \varepsilon_{t-13} \quad (25)$$

ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกไปยังประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน;

$$\hat{Y}_t = -0.011 + Y_{t-1} + Y_{t-12} - Y_{t-13} + \varepsilon_t - 0.977 \varepsilon_{t-1} + 0.396 \varepsilon_{t-12} - 0.386 \varepsilon_{t-13} \quad (26)$$

เมื่อ	$\hat{Y}_t$	คือ	ค่าพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอก ณ เดือนที่ t
	Y_{t-1}	คือ	ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอก 1 เดือนก่อนหน้า
	Y_{t-2}	คือ	ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอก 2 เดือนก่อนหน้า
	Y_{t-12}	คือ	ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอก 12 เดือนก่อนหน้า
	Y_{t-13}	คือ	ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอก 13 เดือนก่อนหน้า
	Y_{t-14}	คือ	ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอก 14 เดือนก่อนหน้า
	Y_{t-24}	คือ	ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอก 24 เดือนก่อนหน้า
	Y_{t-25}	คือ	ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอก 25 เดือนก่อนหน้า

Y_{t-26} คือ ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอก 26 เดือนก่อนหน้า
 $\varepsilon_t, t = 1, \dots, n$ คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลาที่ t มีการแจกแจงอิสระแบบปกติมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และค่าความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา t

เมื่อทำการตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลองทุกประเทศ พบว่าค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรมีค่าแตกต่างกันไปจากศูนย์ ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน และเมื่อตรวจสอบค่าสถิติ Box-Ljung พบว่าแบบจำลองไม่มีสหสัมพันธ์ในตนเอง ดังนั้นแบบจำลองทั้ง 3 ประเทศมีความเหมาะสม โดยรูปแบบดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกไปยังประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนและสหรัฐอเมริกา มีลักษณะเป็นฤดูกาลและมีปริมาณการส่งออกไม่สม่ำเสมอตลอดทั้งปี โดยปริมาณการส่งออก 1 เดือน 12 เดือน และ 13 เดือนก่อนหน้า มีผลต่อปริมาณการส่งออกในเดือนปัจจุบัน ส่วนปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกไปประเทศญี่ปุ่นนั้นมีลักษณะเป็นฤดูกาลและมีปริมาณการส่งออกค่อนข้างสม่ำเสมอตลอดทั้งปี และปริมาณการส่งออก 1, 2, 12, 13, 14, 24, 25 และ 26 เดือนก่อนหน้า มีผลต่อปริมาณการส่งออกในเดือนปัจจุบัน

ข. การทวนสอบแบบจำลองในการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือน และล่วงหน้า 1 ปี

เมื่อนำแบบจำลอง SARIMA(1,0,0)(1,1,0), SARIMA(0,1,1)(0,1,1) และ SARIMA(0,1,1)(1,1,0) มาใช้พยากรณ์ข้อมูลชุดทวนสอบของประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ตามลำดับ แบบล่วงหน้า 1 เดือน และล่วงหน้า 1 ปี พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนในรูป MAE ดังตารางที่ 19 ซึ่งชี้ให้เห็นว่าแบบจำลอง SARIMA ทุกแบบจำลองจะให้ค่าพยากรณ์แบบล่วงหน้า 1 เดือนที่ถูกต้องกว่าค่าพยากรณ์แบบล่วงหน้า 1 ปี เช่นเดียวกับแบบจำลองปรับเรียบทางสถิติ และแบบจำลอง BPN สอดคล้องกับในแบบจำลองปรับเรียบทางสถิติ แบบจำลอง BPN และในงานวิจัยของ พิมลพร (2550) สุริรัตน์ (2550) เสกศักดิ์ (2553) และ Ho et al. (2002)

ตารางที่ 19 ค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองบ็อกซ์และเจนกินส์ในรูป MAE สำหรับการพยากรณ์ข้อมูลชุดทดสอบ แบบล่วงหน้า 1 เดือน และ 1 ปี

ตลาดส่งออก	MAE (กก.)	
	ล่วงหน้า 1 เดือน	ล่วงหน้า 1 ปี
ญี่ปุ่น SARIMA(1,0,0)(1,1,0)	38,904	44,583
อเมริกา SARIMA(0,1,1)(0,1,1)	17,226	22,569
จีน SARIMA(0,1,1)(1,1,0)	81,617	83,591

1.2.4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองประเภทต่าง ๆ

ก. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองในการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือน

การเปรียบเทียบความถูกต้องในการพยากรณ์ และความสามารถในการใช้งานโดยทั่วไปของแบบจำลองปรับเรียบทางสถิติ แบบจำลอง BPN และแบบจำลองบ็อกซ์และเจนกินส์ ที่คัดเลือกได้สำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน แบบล่วงหน้า 1 เดือน แสดงดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ใช้พยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของ
ไทยแบบล่วงหน้า 1 เดือน

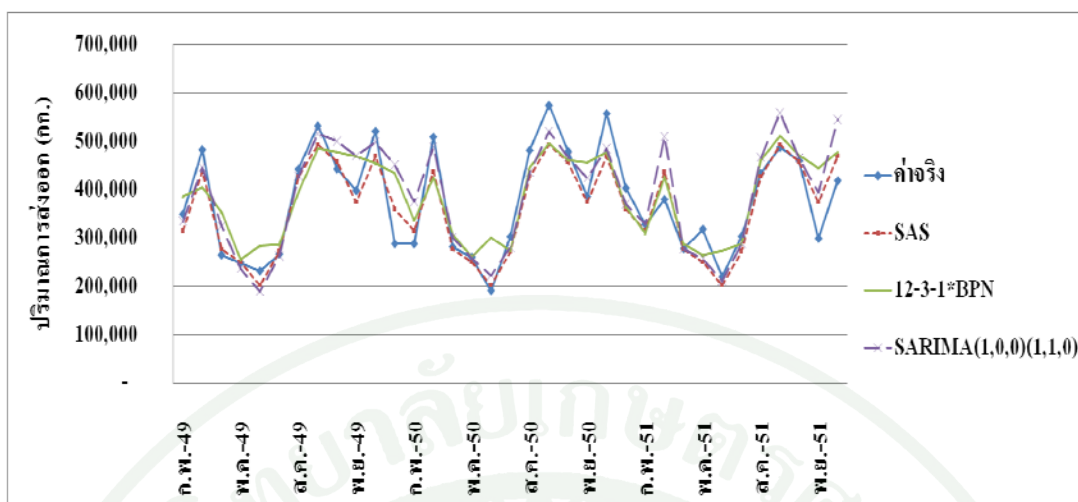
ตลาด ส่งออก	แบบจำลอง	MAE (กก.)		MAE รวม (กก.)	TS	
		ชุดเรียนรู้	ชุดทวน สอบ		ชุด เรียนรู้	ชุดทวน สอบ
ญี่ปุ่น	SAS	41,029	39,201	40,911	2.56	-4.86
	12-3-1*BPN	49,436	37,901	48,387	-7.63	4.09
	SARIMA(1,0,0)(1,1,0)	45,349	38,904	44,705	2.28	-5.96
อเมริกา	SMS	52,667	15,268	48,926	0	0.51
	12-3-1*BPN	18,653	23,925	19,824	-7.29	11.65
	SARIMA(0,1,1)(0,1,1)	20,152	17,226	18,734	4.3	-6.13
จีน	Additive HWS	111,731	75,981	104,581	3.1	3.26
	12-2-1* BPN	110,323	50,555	95,381	-2.26	-1.84
	SARIMA(0,1,1)(1,1,0)	100,666	81,617	98,390	3.61	3.35

หมายเหตุ * แสดงจำนวนนิรอนในขั้นนำเข้า-ขั้นซ่อน-ชั้นผลลัพธ์

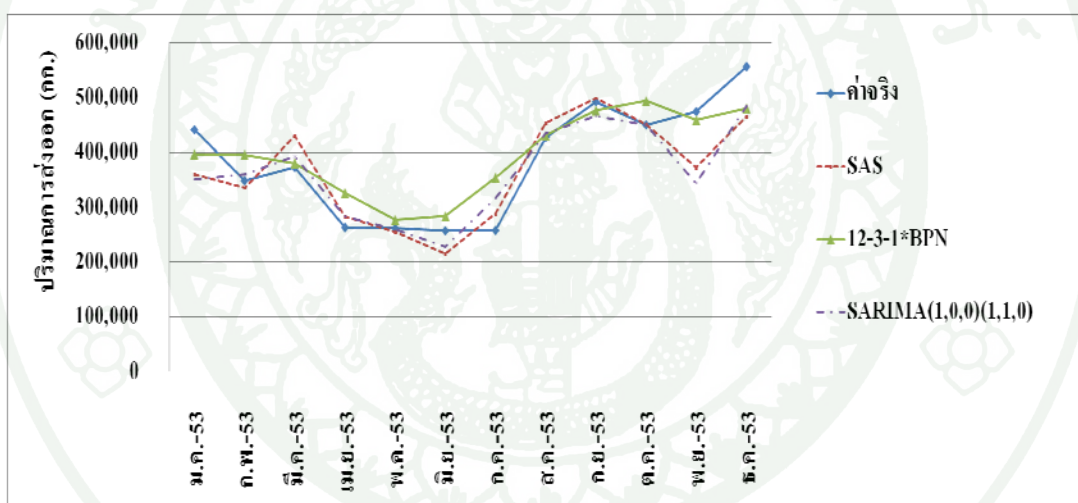
พบว่าแบบจำลอง SAS มีความเหมาะสมมากที่สุดในการพยากรณ์แบบ
ล่วงหน้า 1 เดือนสำหรับประเทศญี่ปุ่น ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะข้อมูลปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัด
ดอกไปประเทศญี่ปุ่นมีลักษณะที่ชัดเจนมาก คือ มีองค์ประกอบของฤดูกาลเท่านั้น (ภาพที่ 11) และ
เมื่อพิจารณาความลำเอียงของแบบจำลองในรูปแบบ Tracking signal (TS) พบว่า มีความลำเอียงอยู่ใน
ระดับที่ยอมรับได้ ในขณะที่การพยากรณ์สำหรับประเทศสหรัฐอเมริกาแบบจำลอง
SARIMA(0,1,1)(0,1,1) มีความถูกต้องในการพยากรณ์และความสามารถในการใช้งานทั่วไปได้
ดีกว่าแบบจำลองอื่น ๆ คือ สามารถพยากรณ์ข้อมูลชุดเรียนรู้และชุดทวนสอบได้ในระดับดี ทั้งนี้
เนื่องจากข้อมูลปริมาณการส่งออกของประเทศไทยมีรูปแบบฤดูกาลชัดเจนแต่มีแนวโน้ม
ไม่ชัดเจน (ภาพที่ 12) ซึ่งเหมาะสมกับแบบจำลองบ็อกซ์และเจนกินส์ที่สามารถใช้ได้กับข้อมูลที่มี
การเคลื่อนไหวทุกประเภทและต้องการข้อมูลอย่างน้อย 50 ค่า (ทรงศิริ, 2549) ซึ่งสอดคล้องกับการ
ค้นพบของ Ho et al. (2002) ที่พยากรณ์จำนวนสิ่งผลิตผลของระบบซ่อมแซมอันเป็นสาเหตุให้
โรงงานหยุดการผลิต ซึ่งข้อมูลจำนวนสิ่งผลิตผลดังกล่าวมีรูปแบบของทั้งฤดูกาลและแนวโน้มที่
ไม่ชัดเจน โดยพบว่าการพยากรณ์ด้วยแบบจำลองบ็อกซ์และเจนกินส์ให้ความถูกต้องมากที่สุด และ

ยังพบว่า แบบจำลอง SARIMA (0,1,1)(0,1,1) มีความลำเอียงในระดับที่ยอมรับได้ แต่ในข้อมูลชุดทดสอบมีความลำเอียงไปทางลบเล็กน้อย ส่วนประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน พบว่าแบบจำลอง BPN มีความเหมาะสมในการพยากรณ์มากที่สุด เนื่องจากคุณสมบัติ Universal approximator ของแบบจำลอง BPN คือสามารถจำลองอนุกรมเวลาที่ซับซ้อนได้โดยไม่ต้องคาดเดารูปแบบล่วงหน้า (Hornik, et al., 1989) ประกอบกับรูปแบบอนุกรมเวลาของประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน (ภาพที่ 13) มีรูปแบบค่อนข้างซับซ้อนก็มีทั้งองค์ประกอบของแนวโน้มและฤดูกาล โดยผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Zou et al. (2007) ที่แบบจำลอง BPN มีความสามารถในการพยากรณ์ข้อมูลที่ซับซ้อนได้ถูกต้องมากกว่าวิธีทางสถิติอื่น ๆ นอกจากนี้แบบจำลองยังมีความลำเอียงในระดับที่ยอมรับได้อีกด้วย

การเปรียบเทียบปริมาณการส่งออกที่แท้จริงกับค่าพยากรณ์ข้อมูลชุดเรียนรู้และชุดทดสอบของแบบจำลองการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่นแบบล่วงหน้า 1 เดือนแสดงดังภาพที่ 14 พบว่าทั้งข้อมูลชุดเรียนรู้และชุดทดสอบ แบบจำลอง SAS มีแนวโน้มได้ตามการเปลี่ยนแปลงของค่าจริงได้ดีที่สุด ในขณะที่การเปรียบเทียบปริมาณการส่งออกที่แท้จริงกับค่าพยากรณ์ข้อมูลชุดเรียนรู้และชุดทดสอบของแบบจำลองการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสหรัฐอเมริกาแบบล่วงหน้า 1 เดือน แสดงดังภาพที่ 15 พบว่าทั้งข้อมูลชุดเรียนรู้และชุดทดสอบ แบบจำลองบ็อกซ์และเจนกินส์ (SARIMA(0,1,1)(0,1,1)) มีแนวโน้มได้ตามการเปลี่ยนแปลงของค่าจริงได้ดีที่สุด ส่วนการเปรียบเทียบปริมาณการส่งออกที่แท้จริงกับค่าพยากรณ์ข้อมูลชุดเรียนรู้และชุดทดสอบของแบบจำลองการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนแบบล่วงหน้า 1 เดือนแสดงดังภาพที่ 16 พบว่าค่าพยากรณ์ชุดเรียนรู้ของทุกแบบจำลองได้ตามการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลได้ไม่ดัดนัก แต่ในชุดทดสอบแบบจำลอง BPN สามารถได้ตามการเปลี่ยนแปลงของปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยได้ดี และใกล้เคียงค่าจริงมากกว่าแบบจำลองอื่น ๆ

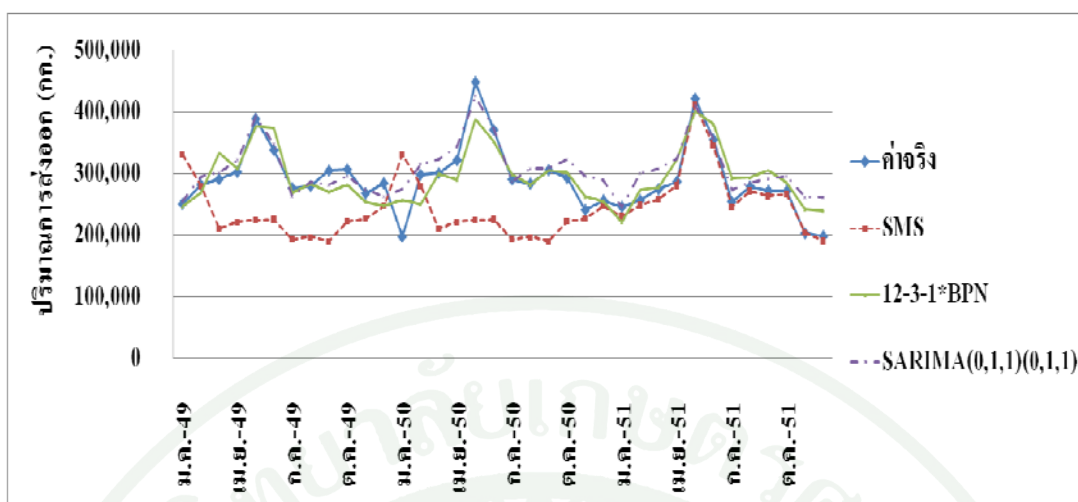


(ก) ชุดเรียนรู้

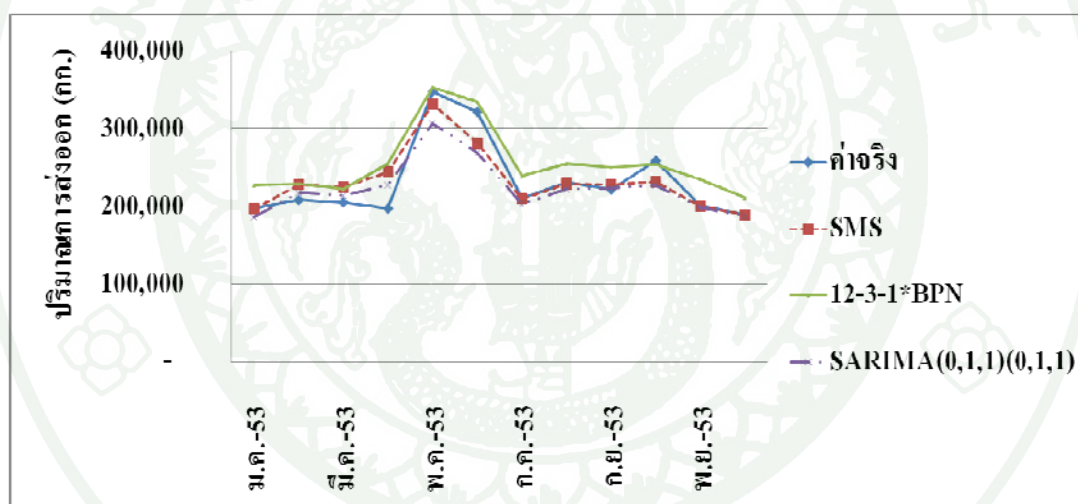


(ข) ชุดทดสอบ

ภาพที่ 14 การเปรียบเทียบปริมาณการส่งออกที่แท้จริงและค่าพยากรณ์ของปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปประเทศญี่ปุ่นจากข้อมูลชุดเรียนรู้ และชุดทดสอบ สำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือน

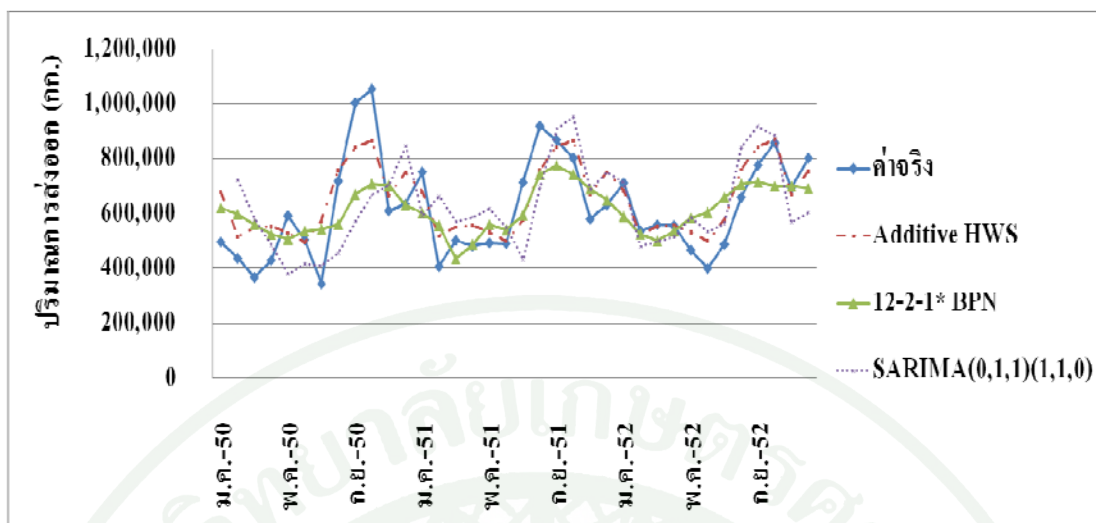


(ก) ชุดเรียนรู้

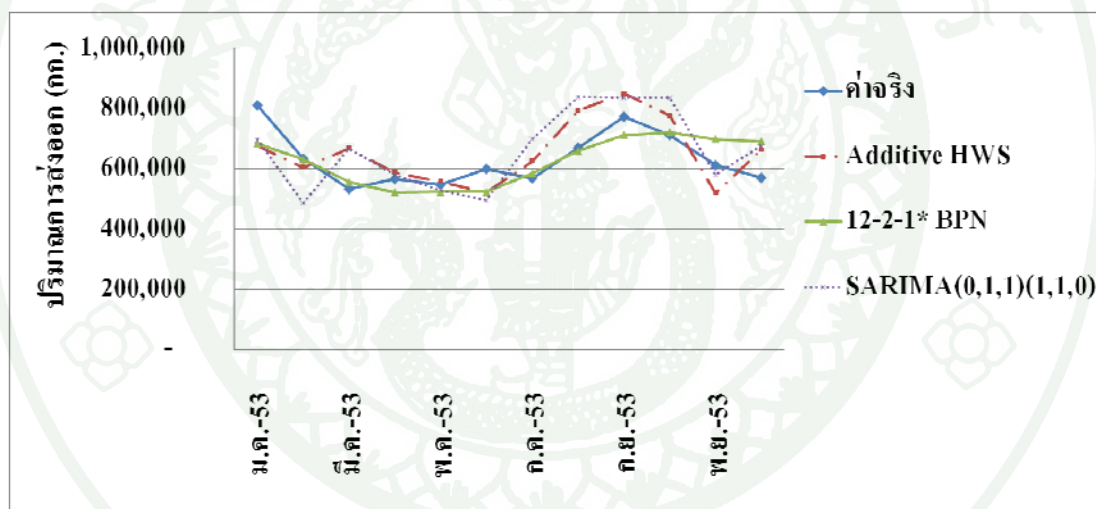


(ข) ชุดทดสอบ

ภาพที่ 15 การเปรียบเทียบปริมาณการส่งออกที่แท้จริงและค่าพยากรณ์ของปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปประเทศสหรัฐอเมริกาจากข้อมูลชุดเรียนรู้และชุดทดสอบสำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือน



(ก) ชุดเรียนรู้



(ข) ชุดทดสอบ

ภาพที่ 16 การเปรียบเทียบปริมาณการส่งออกที่แท้จริงและค่าพยากรณ์ของปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน จากข้อมูลชุดเรียนรู้และชุดทดสอบสำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือน

ข. เปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปี

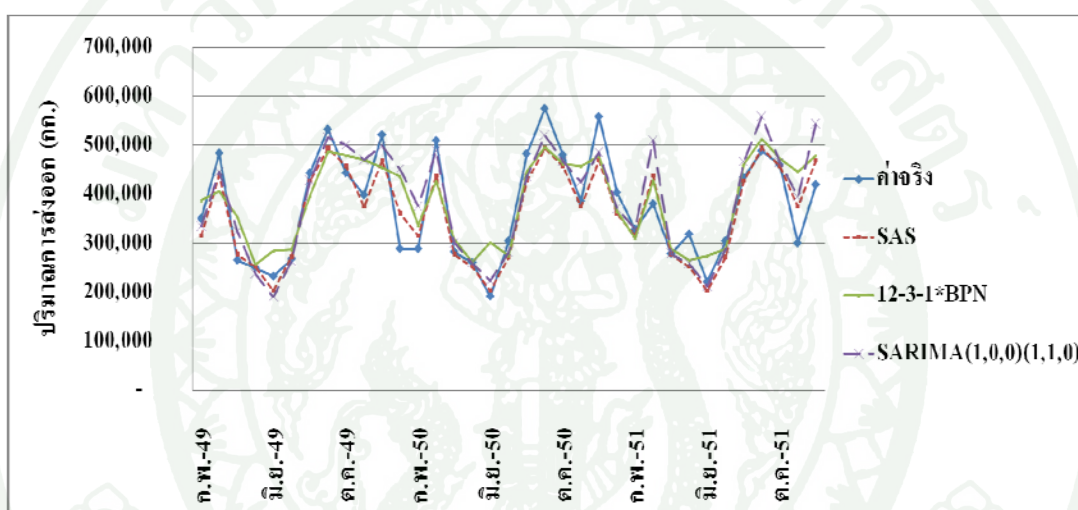
การเปรียบเทียบประสิทธิภาพความถูกต้องของแบบจำลองในการพยากรณ์และความสามารถในการใช้งานทั่วไปสำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปี (ตารางที่ 21) พบว่าแบบจำลอง SARIMA(0,1,1)(0,1,1) มีความถูกต้องสูงสุดสำหรับประเทศสหรัฐอเมริกา ในขณะที่แบบจำลองปรับเรียบทางสถิติ SAS เหมาะสมที่สุดสำหรับประเทศญี่ปุ่น ส่วนประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนนั้น พบว่าแบบจำลอง 12-2-1 BPN มีความถูกต้องในการพยากรณ์และความสามารถในการใช้งานทั่วไปได้สูงกว่าแบบจำลองอื่น ๆ ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับผลการวิจัยที่พยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือน เมื่อพิจารณาค่าความลำเอียงของทั้งสามประเทศ พบว่าแบบจำลอง 12-2-1 BPN ของสาธารณรัฐประชาชนจีนมีความลำเอียงในระดับที่ยอมรับได้ดีมาก ในขณะที่แบบจำลอง SARIMA(0,1,1)(0,1,1) ของสหรัฐอเมริกาและแบบจำลอง SAS ของญี่ปุ่นมีความลำเอียงไปในทางลบ ดังนั้นในการนำไปใช้จึงต้องระมัดระวังมากขึ้นเป็นพิเศษ

ตารางที่ 21 ประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ใช้พยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยแบบล่วงหน้า 1 ปี

ตลาดส่งออก	แบบจำลอง	MAE (กก.)		MAE รวม (กก.)	TS	
		ชุดเรียนรู้	ชุดทดสอบ		ชุดเรียนรู้	ชุดทดสอบ
		เรียนรู้อ	สอบ		เรียนรู้อ	สอบ
ญี่ปุ่น	SAS	41,029	39,291	40,895	2.56	-6.18
	12-3-1*BPN	49,436	44,204	48,960	-7.63	-1.85
	SARIMA(1,0,0)(1,1,0)	45,349	44,583	45,273	2.28	-6.77
อเมริกา	SMS	52,667	16,181	49,018	0	7.37
	12-3-1*BPN	18,653	26,038	21,059	-7.29	11.53
	SARIMA(0,1,1)(0,1,1)	20,152	22,569	20,498	4.3	-7.92
จีน	Additive HWS	111,731	78,673	105,120	3.11	2.02
	12-2-1* BPN	110,323	54,950	96,479	-2.26	-0.97
	SARIMA(0,1,1)(1,1,0)	100,666	83,591	99,129	3.61	-11.1

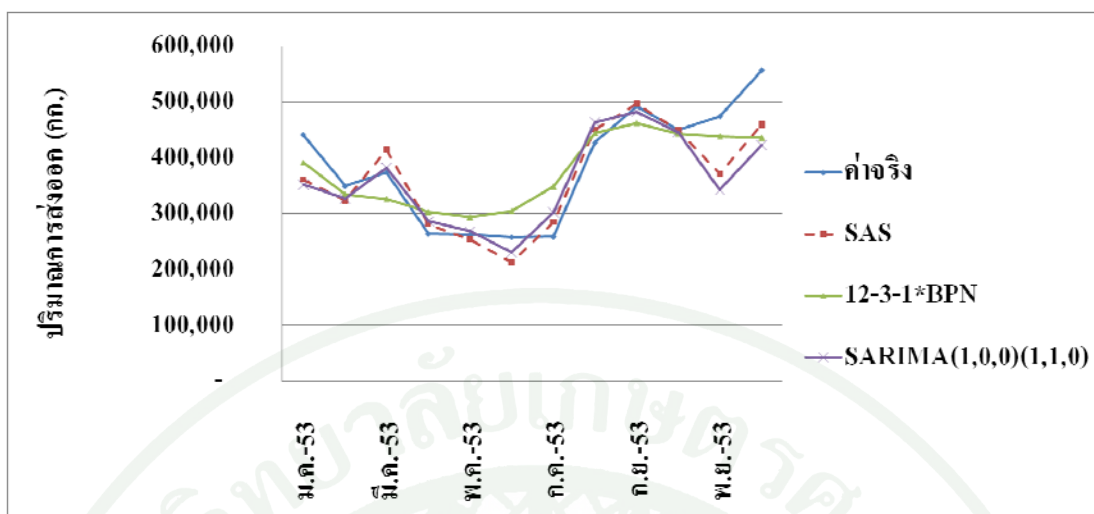
หมายเหตุ * แสดงจำนวนนิรอนในชั้นนำเข้า-ชั้นซ่อน-ชั้นผลลัพธ์

จากการเปรียบเทียบปริมาณการส่งออกที่แท้จริงและค่าพยากรณ์ พบว่าการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกไปประเทศญี่ปุ่น แบบจำลอง SAS ได้ตามการเปลี่ยนแปลงของค่าจริงได้ดีที่สุด (ภาพที่ 17) ในขณะที่ประเทศสหรัฐอเมริกา แบบจำลอง SARIMA(0,1,1)(0,1,1) มีแนวโน้มได้ตามการเปลี่ยนแปลงค่าจริงได้ดีกว่าแบบจำลองอื่น ๆ (ภาพที่ 18) ส่วนการพยากรณ์ไปประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน พบว่า แบบจำลอง BPN มีแนวโน้มได้ตามการเปลี่ยนแปลงค่าจริงได้ดีกว่าแบบจำลองอื่น ๆ (ภาพที่ 19) ซึ่งทุกแบบจำลองมีแนวโน้มได้ตามการเปลี่ยนแปลงค่าจริงลักษณะเดียวกันกับการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือนแต่จะพยากรณ์ผิดพลาดในช่วงกว้างมากกว่า



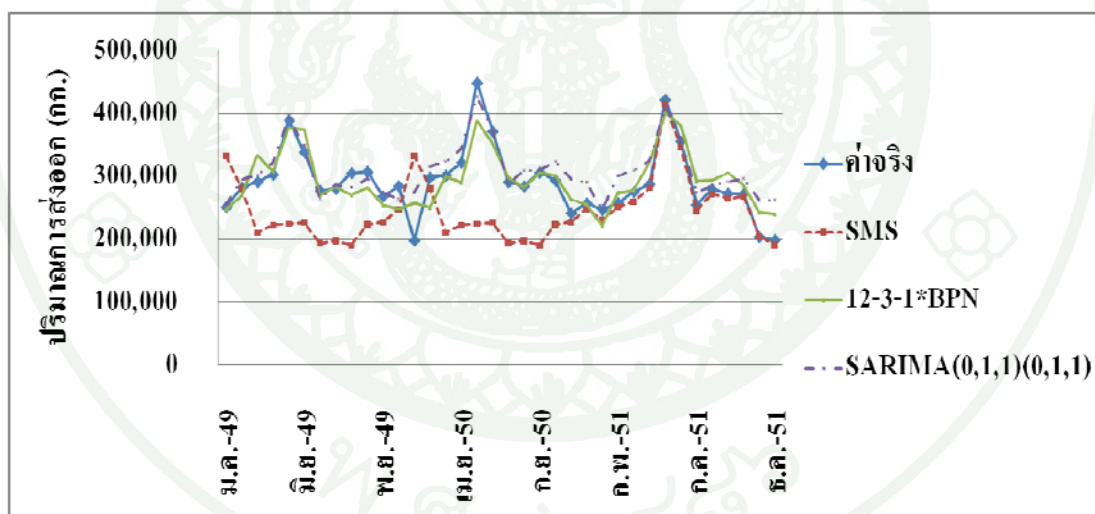
(ก) ชุดเรียนรู้

ภาพที่ 17 การเปรียบเทียบปริมาณการส่งออกที่แท้จริงและค่าพยากรณ์ของปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปประเทศญี่ปุ่นจากข้อมูลชุดเรียนรู้ และชุดทดสอบสำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปี



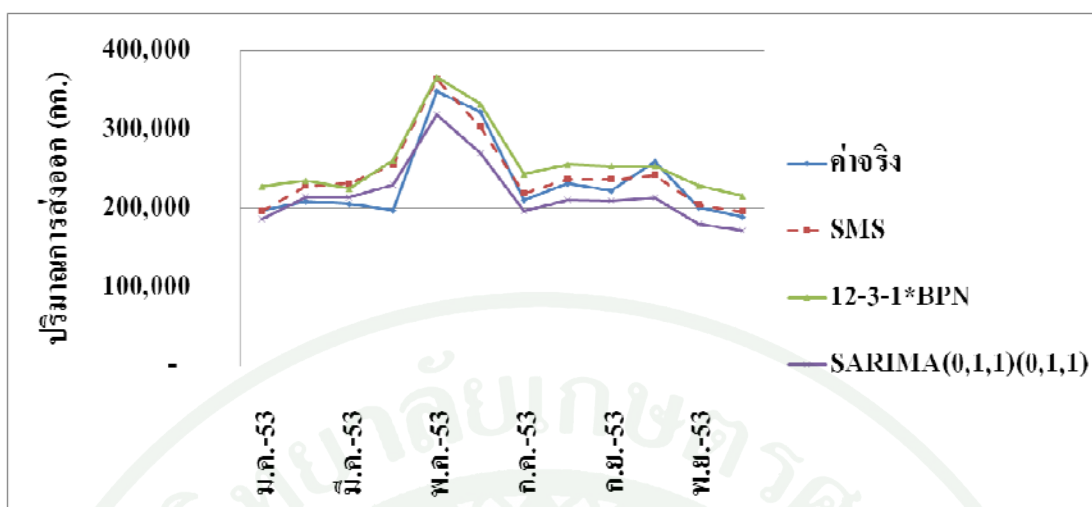
(ข) ชุดทวนสอบ

ภาพที่ 17 (ต่อ)



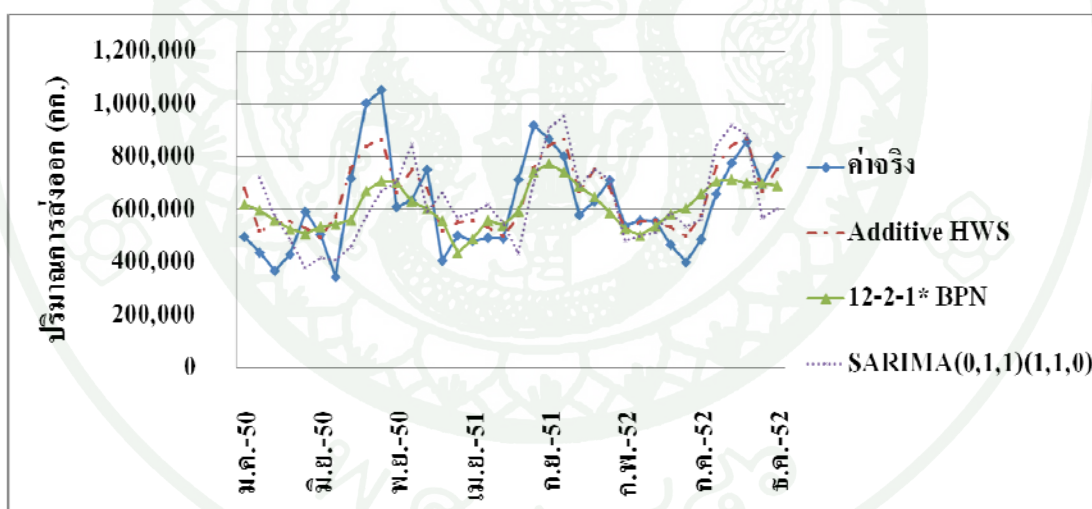
(ก) ชุดเรียนรู้

ภาพที่ 18 การเปรียบเทียบปริมาณการส่งออกที่แท้จริงและค่าพยากรณ์ของปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปประเทศสหรัฐอเมริกาจากข้อมูลชุดเรียนรู้และชุดทวนสอบสำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปี



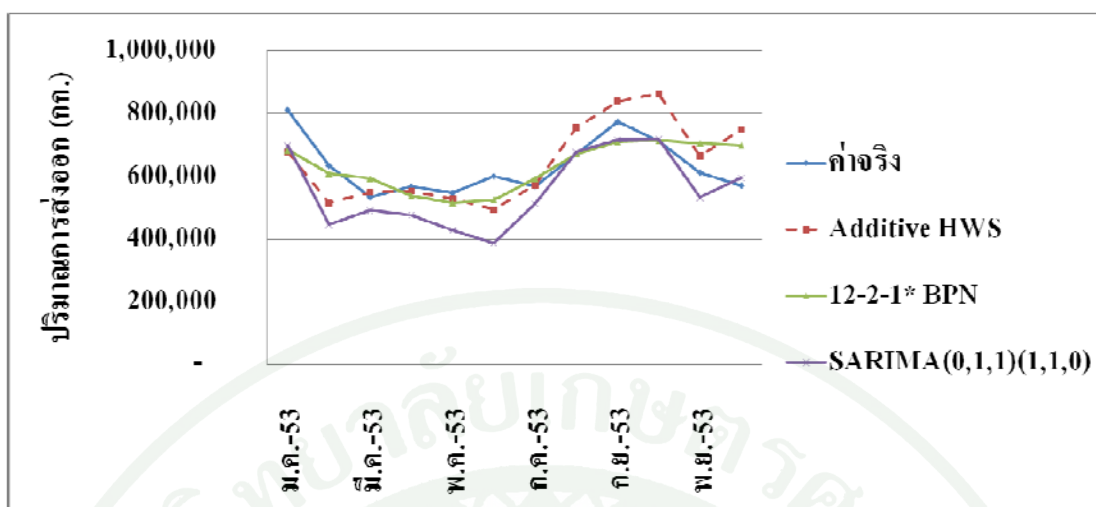
(ข) ชุดทวนสอบ

ภาพที่ 18 (ต่อ)



(ก) ชุดเรียนรู้

ภาพที่ 19 การเปรียบเทียบปริมาณการส่งออกที่แท้จริงและค่าพยากรณ์ของปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน จากข้อมูลชุดเรียนรู้และชุดทวนสอบสำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปี



(ข) ชุดทวนสอบ

ภาพที่ 19 (ต่อ)

ค. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการพยากรณ์ระหว่าง ล่วงหน้า 1 เดือน และ ล่วงหน้า 1 ปี

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือนและ 1 ปี (ตารางที่ 22) พบว่าแบบจำลองที่เหมาะสมสำหรับแต่ละประเทศถ้านำไปใช้พยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือนจะให้ค่าพยากรณ์ที่ถูกต้องมากกว่าการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปี เนื่องจากการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปีจะใช้ค่าพยากรณ์ของเดือนก่อนหน้ามาเป็นตัวพยากรณ์ของเดือนถัดไป ส่งผลให้ข้อมูลที่นำมาเป็นตัวพยากรณ์มีความแปรปรวนจากข้อมูลจริงมากขึ้น แต่การพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือนจะใช้ข้อมูลจริงก่อนเดือนพยากรณ์มาพยากรณ์เดือนถัดไปทำให้ข้อมูลมีความเป็นปัจจุบันมากกว่า ส่งผลให้ค่าพยากรณ์ที่ได้มีความถูกต้องแม่นยำมากกว่า สอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐิมา (2553), Pino et al. (2008) และ Hamzacebi et al. (2009) ที่พบว่าแบบจำลองที่ใช้พยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือนจะให้ค่าความถูกต้องสูงกว่าการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปี

ตารางที่ 22 เปรียบเทียบการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือน และล่วงหน้า 1 ปี ของข้อมูลชุดทวนสอบ สำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศ สหรัฐอเมริกา ประเทศญี่ปุ่น และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

ตลาดส่งออก	แบบจำลอง	รูปแบบ พยากรณ์	MAE (กก.)	MAPE (%)	TS
สหรัฐอเมริกา	SMS	ล่วงหน้า 1 เดือน	15,268	6.24	0.51
		ล่วงหน้า 1 ปี	16,181	7.22	7.37
	12-3-1*BPN	ล่วงหน้า 1 เดือน	23,925	11.32	11.65
		ล่วงหน้า 1 ปี	26,038	12.18	11.53
	SARIMA(0,1,1)(0,1,1)	ล่วงหน้า 1 เดือน	17,226	7.68	-6.13
		ล่วงหน้า 1 ปี	22,569	9.34	-7.92
ญี่ปุ่น	SAS	ล่วงหน้า 1 เดือน	39,201	9.82	-4.86
		ล่วงหน้า 1 ปี	39,291	9.94	-6.18
	12-3-1*BPN	ล่วงหน้า 1 เดือน	37,901	8.15	4.09
		ล่วงหน้า 1 ปี	44,204	10.42	-1.85
	SARIMA(1,0,0)(1,1,0)	ล่วงหน้า 1 เดือน	38,904	8.91	-5.96
		ล่วงหน้า 1 ปี	44,583	10.83	-6.77

ตารางที่ 22 (ต่อ)

ตลาดส่งออก	แบบจำลอง	รูปแบบ พยากรณ์	MAE (กก.)	MAPE (%)	TS
สาธารณรัฐ ประชาชนจีน	Additive HWS	ล่วงหน้า 1 เดือน	75,981	11.96	3.26
		ล่วงหน้า 1 ปี	78,673	12.07	2.02
	12-2-1* BPN	ล่วงหน้า 1 เดือน	50,555	7.92	-1.84
		ล่วงหน้า 1 ปี	54,950	8.73	-0.97
	SARIMA(0,1,1)(1,1,0)	ล่วงหน้า 1 เดือน	81,617	13.09	3.35
		ล่วงหน้า 1 ปี	83,591	13.53	-11.10

หมายเหตุ * แสดงจำนวนนิรอนในขั้นนำเข้า-ขั้นซ่อน-ขั้นผลลัพธ์

อย่างไรก็ตามถึงแม้ผลของการพยากรณ์ล่วงหน้าในช่วงสั้นกว่าจะมีความถูกต้อง แม่นยำ มากกว่าผลของการพยากรณ์ในช่วงยาวกว่า แต่ในความเป็นจริงนั้นเกษตรกร รวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้อง ต่างก็มีความจำเป็นที่จะต้องทราบถึงแนวโน้มปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกในระยะยาว หรืออีกความหมายหนึ่งก็คือแนวโน้มปริมาณความต้องการกล้วยไม้ตัดดอกของตลาดคู่ค้าแต่ละประเทศล่วงหน้าในระยะยาว เช่น 3 เดือน 6 เดือน หรือ 1 ปี โดยเฉพาะเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไม้ตัดดอกและบริษัทส่งออกกล้วยไม้ตัดดอก ทั้งนี้เกษตรกรจำเป็นต้องทราบข้อมูลปริมาณการส่งออกดังกล่าวเพื่อทำการวางแผนการผลิต เพื่อให้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ตรงกับระยะเวลาที่สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า ส่วนบริษัทส่งออกจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกล่วงหน้าระยะยาวเพื่อวางแผนจัดหาสินค้ากล้วยไม้ให้ได้ปริมาณเพียงพอตรงตามความต้องการของลูกค้า และหากมองในภาพรวมทั้งเกษตรกร บริษัทส่งออก และผู้ที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมกล้วยไม้ส่งออกจะมีความเกี่ยวข้องกันเป็นห่วงโซ่อุปทานโดยค่าพยากรณ์ที่ได้จะเป็นตัวเชื่อมโยงและขับเคลื่อนให้กระบวนการบริหารจัดการภายในห่วงโซ่อุตสาหกรรมกล้วยไม้เป็นไปในทิศทางที่ถูกต้อง ชัดเจน และมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนด้วยเทคนิคการพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

2.1 ผลการวิเคราะห์ปัจจัย

ทำการจัดกลุ่มปัจจัยด้วยการวิเคราะห์ปัจจัย (Factor analysis) เพื่อลดจำนวนตัวแปรนำเข้าที่มีความสัมพันธ์กันไว้ในกลุ่มเดียวกันและป้องกันการเกิด Multicollinearity จากตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการกล้วยไม้ตัดดอกของไทยในตลาดประเทศญี่ปุ่น จำนวน 9 ตัวแปร ตลาดประเทศสหรัฐอเมริกาและตลาดประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนประเทศละ 12 ตัวแปร โดยสามารถลดจำนวนตัวแปรลงเป็น 2 กลุ่มปัจจัยในประเทศญี่ปุ่นและประเทศสหรัฐอเมริกา และ 3 กลุ่มปัจจัยในประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ดังตารางที่ 23, 24 และ 25 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อพิจารณาภาพรวมแล้วพบว่าปัจจัยที่คล้ายกันในทุกตลาดส่งออกได้แก่ ปัจจัยด้านปริมาณผลผลิตกล้วยไม้ภายในประเทศ และปัจจัยด้านราคาขายกล้วยไม้ตัดดอก อีกทั้งเมื่อพิจารณาค่า Eigenvalue ของกลุ่มปัจจัยทุกกลุ่ม พบว่ามีค่า Eigenvalue มากกว่า 1 หมายความว่าทุกกลุ่มปัจจัยสามารถดึงรายละเอียดของข้อมูลจากตัวแปรหรือสามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรได้ การจัดกลุ่มปัจจัยนี้จึงมีความเหมาะสม

ตารางที่ 23 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยจากตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการกล้วยไม้ตัดดอกในประเทศญี่ปุ่น

ปัจจัย	ร้อยละความแปรปรวน (% of variance)	Eigenvalue	ตัวแปร	รายละเอียด
ปัจจัยที่ 1 (F_1)	43.33	3.9	X_1	ราคาส่งออก (F.O.B) ปรับด้วยดัชนีราคาของผู้บริโภคทั่วไป ย้อนหลัง 3 เดือน
			X_2	ราคาส่งออก (F.O.B) ปรับด้วยดัชนีราคาของผู้บริโภคทั่วไป ย้อนหลัง 2 เดือน

ตารางที่ 23 (ต่อ)

ปัจจัย	ร้อยละความแปรปรวน (% of variance)	Eigenvalue	ตัวแปร	รายละเอียด
ปัจจัยที่ 1 (F_1)	43.33	3.9	X_3	ราคาส่งออก (F.O.B) ปรับ
			X_7	ด้วยดัชนีราคาของผู้บริโภค ทั่วไป ช้อนหลัง 1 เดือน
			X_8	ราคากลับไม้ตัดดอกที่ เกษตรกรได้รับ ณ ไร่นา ช้อนหลัง 3 เดือน
ปัจจัยที่ 2 (F_2)	31.59	2.84	X_8	ราคากลับไม้ตัดดอกที่ เกษตรกรได้รับ ณ ไร่นา ช้อนหลัง 2 เดือน
			X_9	ราคากลับไม้ตัดดอกที่ เกษตรกรได้รับ ณ ไร่นา ช้อนหลัง 1 เดือน
			X_4	อัตราแลกเปลี่ยนเงินตรา เปรียบเทียบของไทยกับ ประเทศญี่ปุ่น ช้อนหลัง 3 เดือน
			X_5	อัตราแลกเปลี่ยนเงินตรา เปรียบเทียบของไทยกับ ประเทศญี่ปุ่น ช้อนหลัง 2 เดือน
			X_6	อัตราแลกเปลี่ยนเงินตรา เปรียบเทียบของไทยกับ ประเทศญี่ปุ่น ช้อนหลัง 1 เดือน

เมื่อพิจารณากลุ่มปัจจัยในตลาดส่งออกญี่ปุ่น พบว่า ปัจจัยที่ 1 เป็นปัจจัยด้านราคากลับไม้ภายในประเทศและราคากลับไม้ส่งออก ซึ่งสามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้มากที่สุดคือ ร้อยละ 43 หรือถือว่าเป็นกลุ่มปัจจัยที่สำคัญที่สุด รองลงมาคือปัจจัยที่ 2 เป็นปัจจัยด้านอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศซึ่งสามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ร้อยละ 32

ตารางที่ 24 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยจากตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการกล้วยไม้ตัดดอกในประเทศไทยสหรัฐอเมริกา

ปัจจัย	ร้อยละความแปรปรวน (% of variance)	Eigenvalue	ตัวแปร	รายละเอียด
ปัจจัยที่ 1 (F ₁)	57.08	6.85	X ₄	ดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไป ช้อนหลัง 3 เดือน
			X ₅	ดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไป ช้อนหลัง 2 เดือน
			X ₆	ดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไป ช้อนหลัง 1 เดือน
			X ₇	อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบกับของไท กับประเทศสหรัฐอเมริกา ช้อนหลัง 3 เดือน
			X ₈	อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบกับของไท กับประเทศสหรัฐอเมริกา ช้อนหลัง 2 เดือน
			X ₉	อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบกับของไท กับประเทศสหรัฐอเมริกา ช้อนหลัง 1 เดือน
ปัจจัยที่ 2 (F ₂)	22.98	2.76	X ₁	ราคาส่งออก (F.O.B) ปรับด้วยดัชนีราคาของ ผู้บริโภคทั่วไป ช้อนหลัง 3 เดือน
			X ₂	ราคาส่งออก (F.O.B) ปรับด้วยดัชนีราคาของ ผู้บริโภคทั่วไป ช้อนหลัง 2 เดือน
			X ₃	ราคาส่งออก (F.O.B) ปรับด้วยดัชนีราคาของ ผู้บริโภคทั่วไป ช้อนหลัง 1 เดือน
			X ₁₀	ราคากล้วยไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไร้ณา ช้อนหลัง 3 เดือน
			X ₁₁	ราคากล้วยไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไร้ณา ช้อนหลัง 2 เดือน
			X ₁₂	ราคากล้วยไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไร้ณา ช้อนหลัง 1 เดือน

สำหรับตลาดส่งออกสหรัฐอเมริกา นั้น พบว่า ปัจจัยที่ 1 เป็นปัจจัยด้านเศรษฐกิจและอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศที่สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ร้อยละ 57 และถือว่าเป็นกลุ่มปัจจัยที่สำคัญที่สุด รองลงมาคือปัจจัยที่ 2 ซึ่งเป็นปัจจัยด้านราคากล้วยไม้ภายในประเทศและราคากล้วยไม้ส่งออกที่สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ร้อยละ 23

ตารางที่ 25 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยจากตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการกล้วยไม้ตัดดอกในประเทศไทยสาธารณรัฐประชาชนจีน

ปัจจัย	ร้อยละความแปรปรวน (% of variance)	Eigenvalue	ตัวแปร	รายละเอียด
ปัจจัยที่ 1 (F ₁)	55.46	6.65	X ₄	ดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไป ย้อนหลัง 3 เดือน
			X ₅	ดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไป ย้อนหลัง 2 เดือน
			X ₆	ดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไป ย้อนหลัง 1 เดือน
			X ₇	รายได้เฉลี่ยต่อบุคคลปรับด้วยดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไป ย้อนหลัง 3 เดือน
			X ₈	รายได้เฉลี่ยต่อบุคคลของปรับด้วยดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไป ย้อนหลัง 2 เดือน
			X ₉	รายได้เฉลี่ยต่อบุคคลปรับด้วยดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไป ย้อนหลัง 1 เดือน
ปัจจัยที่ 2 (F ₂)	16.41	1.97	X ₁	ราคาส่งออก (F.O.B) ปรับด้วยดัชนีราคาของผู้บริโภคทั่วไป ย้อนหลัง 3 เดือน
			X ₂	ราคาส่งออก (F.O.B) ปรับด้วยดัชนีราคาของผู้บริโภคทั่วไป ย้อนหลัง 2 เดือน
			X ₃	ราคาส่งออก (F.O.B) ปรับด้วยดัชนีราคาของผู้บริโภคทั่วไป ย้อนหลัง 1 เดือน
ปัจจัยที่ 3 (F ₃)	12.16	1.45	X ₁₀	ราคากล้วยไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไตรมาส ย้อนหลัง 3 เดือน
			X ₁₁	ราคากล้วยไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไตรมาส ย้อนหลัง 2 เดือน
			X ₁₂	ราคากล้วยไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไตรมาส ย้อนหลัง 1 เดือน

ส่วนประเทศไทยสาธารณรัฐประชาชนจีนมีกลุ่มปัจจัยที่สำคัญ 3 กลุ่มได้แก่ ปัจจัยที่ 1 เป็นปัจจัยด้านเศรษฐกิจ ซึ่งเป็นกลุ่มปัจจัยที่สำคัญที่สุดสามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ร้อยละ 55 ปัจจัยที่ 2 เป็นปัจจัยด้านราคาขายกล้วยไม้ตัดดอกซึ่งสามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ร้อยละ 16 และปัจจัยที่ 3 เป็นปัจจัยด้านปริมาณผลผลิตกล้วยไม้ภายในประเทศซึ่งสามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ร้อยละ 12

2.2 การสร้างแบบจำลอง

2.2.1 แบบจำลองการถดถอยเชิงเส้น

การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังตลาดส่งออกที่สำคัญ ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนจากตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการกล้วยไม้ตัดดอกทั้งหมดจำนวน 9, 12 และ 12 ตัวแปรตามลำดับและกลุ่มปัจจัยจำนวน 2, 2 และ 3 กลุ่มปัจจัยโดยใช้แบบจำลองการถดถอยเชิงเส้นให้ค่าความคลาดเคลื่อนในรูป MAE ของข้อมูลชุดทดสอบ และผลการตรวจสอบความเหมาะสมน่าเชื่อถือของแบบจำลองตามข้อสมมติทางสถิติ คือค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ (p-value ของ Kolmogorov-Smirnov Test สำหรับข้อมูลที่มีจำนวนมากกว่า 50 ค่า และ Shapiro wilk test สำหรับข้อมูลที่มีจำนวนน้อยกว่า 50 ค่า มากกว่า 0.05) เป็นอิสระต่อกัน (Durbin-Watson มีค่าอยู่ในช่วง 1-2) มีความแปรปรวนคงที่ (กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนและค่าพยากรณ์ไม่มีรูปแบบที่แน่นอน) และตัวแปรอิสระไม่มีสหสัมพันธ์ร่วม (ค่า $VIF < 10$) ดังนั้นแบบจำลองการถดถอยเชิงเส้นที่สร้างขึ้นจากข้อมูลในตัวแปรทั้งหมดและกลุ่มปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการกล้วยไม้ตัดดอกสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนมีความน่าเชื่อถือ แสดงดังตารางที่ 26, 27 และ 28 ตามลำดับ

ตารางที่ 26 ค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลชุดเรียนรู้และชุดทดสอบของแบบจำลองการถดถอยเชิงเส้นในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น

แบบจำลองการถดถอยเชิงเส้น	รูปแบบข้อมูลนำเข้า	MAE (กก.)		MAE รวม (กก.)	ความเหมาะสมของแบบจำลอง
		ชุดเรียนรู้	ชุดทดสอบ		
แบบจำลองการถดถอยเชิงพหุ	ตัวแปรทั้งหมด	152,998	123,879	150,519	เหมาะสม
	ตัวแปร				
แบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่ง	ตัวแปรทั้งหมด	69,483	61,491	68,803	เหมาะสม
	ตัวแปร				
แบบจำลองการถดถอยขั้นบันได	กลุ่มปัจจัย	93,386	69,649	91,366	เหมาะสม
	ตัวแปร				
แบบจำลองการถดถอยพหุโนเมียล	ตัวแปรทั้งหมด	108,933	83,493	106,768	เหมาะสม
	ตัวแปร				
แบบจำลองการถดถอยพหุโนเมียล	กลุ่มปัจจัย	94,709	67,069	92,357	เหมาะสม
	ตัวแปร				

จากตารางที่ 26 พบว่า แบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่งแบบขั้นบันไดที่สร้างขึ้นจากข้อมูลในรูปตัวแปรทั้งหมดและกลุ่มปัจจัย เป็นแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น โดยมีสมการสำหรับการพยากรณ์ดังต่อไปนี้

สมการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น โดยสร้างจากข้อมูลในรูปตัวแปรทั้งหมด เป็นดังสมการที่ 27

$$Y = 345,212 - 46,506X_9 + 26,864X_7 + 3,922X_5^2 + 19,914X_6 - 13,217X_4 + 6,420X_7X_8 \quad (27)$$

โดย Y = ค่าพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น (กก.)

X_4 = อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบของไทยกับประเทศญี่ปุ่นย้อนหลัง 3 เดือน

X_5 = อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบของไทยกับประเทศญี่ปุ่น ย้อนหลัง 2 เดือน

- X_6 = อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบของไทยกับประเทศญี่ปุ่น ย้อนหลัง 1 เดือน
 X_7 = ราคากล้วยไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไร่นาย้อนหลัง 3 เดือน
 X_8 = ราคากล้วยไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไร่นาย้อนหลัง 2 เดือน
 X_9 = ราคากล้วยไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไร่นาย้อนหลัง 1 เดือน

พบว่าปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกจะขึ้นอยู่กับอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบของไทยกับประเทศญี่ปุ่นย้อนหลัง 1-3 เดือน และราคากล้วยไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไร่นาย้อนหลัง 1-3 เดือน

ในขณะที่สมการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่นโดยสร้างจากข้อมูลในรูปกลุ่มปัจจัย คือ

$$Y = 354,120 + 36,352 F_2^2 + 27,416 F_2 \quad (28)$$

โดย Y = ค่าพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น (กก.)

F_2 = ปัจจัยด้านอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ

พบว่าปริมาณส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกขึ้นอยู่กับอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศในช่วง 1-3 เดือนย้อนหลังเท่านั้น โดยไม่มีราคาเข้ามาเกี่ยวข้องเหมือนกับในสมการพยากรณ์แบบตัวแปรทั้งหมด

ตารางที่ 27 ค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลชุดเรียนรู้และชุดทดสอบของแบบจำลองการถดถอยในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา

แบบจำลองการถดถอยเชิงเส้น	รูปแบบข้อมูลนำเข้า	MAE (กก.)		MAE รวม (กก.)	ความเหมาะสมของแบบจำลอง
		ชุดเรียนรู้	ชุดทดสอบ		
แบบจำลองการถดถอยเชิงพหุ	ตัวแปรทั้งหมด	29,343	60,625	32,918	เหมาะสม
	กลุ่มปัจจัย	33,757	71,625	38,085	เหมาะสม

ตารางที่ 27 (ต่อ)

แบบจำลองการ ถดถอยเชิงเส้น	รูปแบบข้อมูล นำเข้า	MAE (กก.)		MAE รวม (กก.)	ความ เหมาะสมของ แบบจำลอง
		ชุดเรียนรู้	ชุดทดสอบ		
แบบจำลองการ ถดถอยกำลัง	ตัวแปรทั้งหมด	25,932	59,649	29,786	เหมาะสม
หนึ่งแบบ ขั้นบันได	กลุ่มปัจจัย	28,288	56,890	31,557	เหมาะสม
แบบจำลองการ ถดถอยโพลิโน เมียล	กลุ่มปัจจัย	28,288	56,890	31,557	เหมาะสม

จากตารางที่ 27 พบว่า แบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่งแบบขั้นบันไดที่สร้างขึ้นจากข้อมูลในรูปตัวแปรทั้งหมดและกลุ่มปัจจัย เป็นแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมีสมการสำหรับการพยากรณ์ดังต่อไปนี้

สมการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสหรัฐอเมริกาโดยสร้างจากข้อมูลในรูปตัวแปรทั้งหมด เป็นดังสมการที่ 29

$$Y = 286,893 - 6,646X_8 - 687X_4^2 - 161,908X_2 + 12,062X_{12} - 2,759X_9X_{11} \quad (29)$$

โดย Y = ค่าพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา (กก.)

X_2 = ราคาส่งออก (F.O.B) ปรับด้วยดัชนีราคาของผู้บริโภคทั่วไปย้อนหลัง 2 เดือน

X_4 = ดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไปย้อนหลัง 3 เดือน

X_8 = อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบของไทยกับอเมริกาซ้อนหลัง 2 เดือน

X_9 = อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบของไทยกับอเมริกาซ้อนหลัง 1 เดือน

X_{11} = ราคากล้วยไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไร่นา ย้อนหลัง 2 เดือน

X_{12} = ราคากล้วยไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไร่นา ย้อนหลัง 1 เดือน

พบว่าปริมาณส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกขึ้นอยู่กับราคาส่งออก (F.O.B) ปรับด้วยดัชนีราคาของผู้บริโภคทั่วไปย้อนหลัง 2 เดือน ดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไปย้อนหลัง 3 เดือน อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบของไทยกับอเมริกาซ้อนหลัง 1-2 เดือน และราคากล้วยไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไร่นา ย้อนหลัง 1-2 เดือน

ส่วนสมการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสหรัฐอเมริกาโดยสร้างจากข้อมูลในรูปกลุ่มปัจจัย เป็นดังสมการที่ 30

$$Y = 292,708 - 41,385F_1 - 36,767F_1^2 + 20,080F_2 - 21,170F_1F_2 - 6,778F_2^2 \quad (30)$$

โดย Y = ค่าพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา (กก.)

F_1 = ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ

F_2 = ปัจจัยด้านราคากล้วยไม้ภายในประเทศและราคาส่งออกกล้วยไม้ตัดดอก

พบว่าปริมาณส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกขึ้นอยู่กับดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไปย้อนหลัง 1-3 เดือนอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบของไทยกับสหรัฐอเมริกาย้อนหลัง 1-3 เดือน ราคาส่งออก (F.O.B) ปรับด้วยดัชนีราคาของผู้บริโภคทั่วไปย้อนหลัง 1-3 เดือน และราคากล้วยไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไร่นาย้อนหลัง 1-3 เดือน ซึ่งแตกต่างจากการใช้สมการพยากรณ์แบบตัวแปรทั้งหมด

ตารางที่ 28 ค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลชุดเรียนรู้และชุดทดสอบของแบบจำลองการถดถอยเชิงเส้นในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

แบบจำลองการถดถอย	รูปแบบข้อมูลนำเข้า	MAE (กก.)		MAE รวม (กก.)	ความเหมาะสมของแบบจำลอง
		ชุดเรียนรู้	ชุดทดสอบ		
เชิงพหุ	กลุ่มปัจจัย	131,950	148,757	136,432	เหมาะสม
กำลังหนึ่งแบบ	ตัวแปรทั้งหมด	117,634	159,590	128,823	เหมาะสม
ขั้นบันได	กลุ่มปัจจัย	124,592	150,283	131,443	เหมาะสม
โพลิโนเมียล	กลุ่มปัจจัย	196,093	196,370	196,167	เหมาะสม

จากตารางที่ 28 พบว่า แบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่งแบบขั้นบันไดที่สร้างขึ้นจากข้อมูลในรูปตัวแปรทั้งหมดและกลุ่มปัจจัย เป็นแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน โดยมีสมการสำหรับการพยากรณ์ดังต่อไปนี้

สมการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน โดยสร้างจากข้อมูลในรูปตัวแปรทั้งหมด เป็นดังสมการที่ 31

$$Y = 639,743 - 2,391,933X_3 + 338,102X_1X_5 \quad (31)$$

โดย Y = ค่าพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน (กก.)

X_1 = ราคาส่งออก (F.O.B) ปรับด้วยดัชนีราคาของผู้บริโภคทั่วไปย้อนหลัง 3 เดือน

X_3 = ราคาส่งออก (F.O.B) ปรับด้วยดัชนีราคาของผู้บริโภคทั่วไปย้อนหลัง 1 เดือน

X_5 = ดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไปย้อนหลัง 2 เดือน

โดยพบว่าปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกจะขึ้นอยู่กับราคาส่งออก (F.O.B) ปรับด้วยดัชนีราคาของผู้บริโภคทั่วไปย้อนหลัง 1 เดือนและ 3 เดือน และดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไปย้อนหลัง 2 เดือน

ส่วนสมการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน โดยสร้างจากข้อมูลในรูปกลุ่มปัจจัย คือ

$$Y = 573,668 - 77,640 F_2 \quad (32)$$

โดย Y = ค่าพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน (กก.)

F_2 = ปัจจัยด้านราคาส่งออกกล้วยไม้ตัดดอก

พบว่าปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกจะขึ้นอยู่กับราคาส่งออก (F.O.B) ปรับด้วยดัชนีราคาของผู้บริโภคทั่วไปย้อนหลัง 1-3 เดือน เท่านั้น โดยไม่มีดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไปมาเกี่ยวข้องเหมือนกับในสมการพยากรณ์แบบตัวแปรทั้งหมด

2.2.2 แบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับ (BPN)

ผลจากการศึกษาหาโครงสร้างและพารามิเตอร์การเรียนรู้ที่เหมาะสมของแบบจำลอง BPN ที่สร้างจากตัวแปรปัจจัยทั้งหมดซึ่งส่งผลต่อความต้องการการกักขังไม้ตัดดอกไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนจำนวน 9, 12 และ 12 ตัวแปร ตามลำดับ และตัวแปรกลุ่มปัจจัยที่แบ่งได้ 2, 2 และ 3 กลุ่ม ตามลำดับ มีโครงสร้างและความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ข้อมูลชุดทดสอบดังตารางที่ 29

ตารางที่ 29 โครงสร้างและพารามิเตอร์การเรียนรู้ที่เหมาะสมของแบบจำลอง BPN สำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

ตลาดส่งออก	รูปแบบข้อมูลนำเข้า	จำนวนหน่วยซ่อน	อัตราการเรียนรู้	กฎการเรียนรู้	ฟังก์ชันกระตุ้น	จำนวนรอบการเรียนรู้ (รอบ)	MAE (กก.)		MAE รวม (กก.)
							ชุดเรียนรู้	ชุดทดสอบ	
ญี่ปุ่น	ตัวแปรทั้งหมด	2	0.25	Extended DBD ¹	TanH	6,000	74,248	64,362	73,407
	กลุ่มปัจจัย	2	0.25	DBD ¹	TanH	1,000	103,925	68,244	100,888
อเมริกา	ตัวแปรทั้งหมด	3	0.25	Extended DBD ¹	TanH	27,000	28,939	38,935	30,082
	กลุ่มปัจจัย	2	0.25	DBD ²	TanH	1,000	42,140	34,001	41,210
จีน	ตัวแปรทั้งหมด	1	0.25	Extended DBD ¹	Sigmoid	6,000	123,803	138,000	131,980
	กลุ่มปัจจัย	2	0.25	DBD ²	Sigmoid	63,000	143,692	113,517	126,404

หมายเหตุ ใช้โมเมนตัมที่ 0.4, ¹Extended Delta Bar Delta rule, ²Delta Bar Delta rule,

³Hyperbolic tangent

ผลการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง BPN ในการพยากรณ์ ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศ สาธารณรัฐประชาชนจีนระหว่างการใช้ตัวแปรทั้งหมดและแบบกลุ่มปัจจัยในการสร้างแบบจำลอง พบว่าแบบจำลอง BPN ที่สร้างจากข้อมูลนำเข้าตัวแปรทั้งหมดของตลาดส่งออกประเทศญี่ปุ่น และ ประเทศสหรัฐอเมริกานั้นมีความถูกต้องในการพยากรณ์ข้อมูลชุดทดสอบสูงกว่าแบบจำลอง BPN ที่สร้างจากข้อมูลนำเข้าด้วยกลุ่มปัจจัย ในขณะที่ตลาดส่งออกประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนนั้น การใช้กลุ่มปัจจัยในการสร้างแบบจำลอง BPN กลับให้ความถูกต้องในการพยากรณ์ที่สูงกว่า

2.2.3 แบบจำลองการถดถอยไม่เชิงเส้น

การวิเคราะห์แบบจำลองการถดถอยไม่เชิงเส้นของปริมาณการส่งออก กล้วยไม้ตัดดอกจากไทยไปยังประเทศผู้นำเข้าที่สำคัญ ได้แก่ ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา และสาธารณรัฐ ประชาชนจีน จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งกลุ่มปัจจัยและตัวแปรทั้งหมด พบว่าสามารถวิเคราะห์ หาสมการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกจากข้อมูลในรูปตัวแปรทั้งหมดได้เท่านั้นส่วนข้อมูลในรูป กลุ่มปัจจัยนั้นไม่สามารถหาสมการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกได้ โดยผลการวิเคราะห์สมการ พยากรณ์ปริมาณการส่งออกทั้งหมด (ตารางภาคผนวกที่ ข11 ข12 และ ข13) และเมื่อตรวจสอบ ความถูกต้องตามข้อสมมติทางสถิติและคัดเลือกสมการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับประเทศไทย สหรัฐอเมริกา และสาธารณรัฐประชาชนจีน เป็นดังสมการที่ 33, 34 และ 35 ตามลำดับ พบว่า แบบจำลองการถดถอยไม่เชิงเส้นที่สร้างขึ้นจากข้อมูลในรูปตัวแปรทั้งหมดนั้นเหมาะสมสำหรับการ พยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังแต่ละตลาดส่งออกโดยที่ความ คลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ (p-value ของ Kolmogorov-Smirnov Test สำหรับข้อมูลที่มีจำนวน มากกว่า 50 ค่า และ Shapiro wilk test สำหรับข้อมูลที่มีจำนวนน้อยกว่า 50 ค่า มากกว่า 0.05) เป็น อิสระต่อกัน (Durbin-Watson มีค่าอยู่ในช่วง 1-2) และมีความแปรปรวนคงที่ (ใช้แผนภาพระหว่าง ค่าความคลาดเคลื่อนและค่าผลลัพธ์จากการพยากรณ์ ต้องไม่พบการกระจายออกในตอนปลายใด ปลายหนึ่ง) ดังนั้นแบบจำลองการถดถอยไม่เชิงเส้นที่สร้างขึ้นจากข้อมูลในรูปตัวแปรทั้งหมดที่ ส่งผลต่อความต้องการกล้วยไม้ตัดดอกสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของ ไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนมีความ น่าเชื่อถือ โดยค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลชุดเรียนรู้และชุดทดสอบจากข้อมูลในรูปตัวแปร ทั้งหมดของแบบจำลองการถดถอยไม่เชิงเส้นในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอก ของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนแสดงดัง ตารางที่ 30

สมการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกจากไทยไปประเทศญี่ปุ่น
จากตัวแปรทั้งหมด เป็นดังสมการที่ 33

$$\ln Y = 11.55 + 0.34 \ln X_1 - 1.92 \ln X_4 + 0.24 \ln X_7 - 0.35 \ln X_9 \quad (33)$$

โดยกำหนดให้

Y = ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น (กก.)

X_1 = ราคาส่งออก (F.O.B) ปรับด้วยดัชนีราคาผู้บริโภคของญี่ปุ่น ย้อนหลัง 3 เดือน (บาท/กก.)

X_4 = อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบของไทยกับประเทศญี่ปุ่น ย้อนหลัง 3 เดือน
(บาท/100 เยน)

X_7 = ราคากล้วยไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไร้นำ ย้อนหลัง 3 เดือน (บาท/ช่อ)

X_9 = ราคากล้วยไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไร้นำ ย้อนหลัง 1 เดือน (บาท/ช่อ)

สมการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกจากไทยไปประเทศ
สหรัฐอเมริกาจากตัวแปรทั้งหมด เป็นดังสมการที่ 34

$$\ln Y = 6.44 - 0.7 \ln X_2 - 9.2 \ln X_4 + 13.6 \ln X_6 \quad (34)$$

โดยกำหนดให้

Y = ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา (กก.)

X_2 = ราคาส่งออก (F.O.B) ปรับด้วยดัชนีราคาผู้บริโภคของอเมริกา ย้อนหลัง 2 เดือน (บาท/กก.)

X_4 = ดัชนีราคาผู้บริโภคอเมริกา ย้อนหลัง 3 เดือน

X_6 = ดัชนีราคาผู้บริโภคอเมริกา ย้อนหลัง 1 เดือน

สมการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกจากไทยไปประเทศ
สาธารณรัฐประชาชนจีนจากตัวแปรทั้งหมด เป็นดังสมการที่ 35

$$\ln Y = 10.96 - 0.27 \ln X_1 - 0.19 \ln X_2 - 0.2 \ln X_3 - 5.36 \ln X_4 - 2.47 \ln X_5 + 8.66 \ln X_6 + 5.15 \ln X_7 + \\ 0.26 \ln X_8 - 4.76 \ln X_9 + 0.22 \ln X_{10} + 0.14 \ln X_{11} - 0.47 \ln X_{12} \quad (35)$$

โดยกำหนดให้

Y = ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน (กก.)

X_1 = ราคาส่งออก (F.O.B) ปรับด้วยดัชนีราคาผู้บริโภคของจีน ย้อนหลัง 3 เดือน (บาท/กก.)

X_2 = ราคาส่งออก (F.O.B) ปรับด้วยดัชนีราคาผู้บริโภคของจีน ย้อนหลัง 2 เดือน (บาท/กก.)

X_3 = ราคาส่งออก (F.O.B) ปรับด้วยดัชนีราคาผู้บริโภคของจีน ย้อนหลัง 1 เดือน (บาท/กก.)

X_4 = ดัชนีราคาผู้บริโภคจีน ย้อนหลัง 3 เดือน

X_5 = ดัชนีราคาผู้บริโภคจีน ย้อนหลัง 2 เดือน

X_6 = ดัชนีราคาผู้บริโภคจีน ย้อนหลัง 1 เดือน

X_7 = GDP per capita/CPI ย้อนหลัง 3 เดือน (ดอลลาร์สหรัฐ)

X_8 = GDP per capita/CPI ย้อนหลัง 2 เดือน (ดอลลาร์สหรัฐ)

X_9 = GDP per capita/CPI ย้อนหลัง 1 เดือน (ดอลลาร์สหรัฐ)

X_{10} = ราคากล้วยไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไร้ना ย้อนหลัง 3 เดือน (บาท/ช่อ)

X_{11} = ราคากล้วยไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไร้ना ย้อนหลัง 2 เดือน (บาท/ช่อ)

X_{12} = ราคากล้วยไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไร้ना ย้อนหลัง 1 เดือน (บาท/ช่อ)

ตารางที่ 30 ค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลชุดเรียนรู้และชุดทดสอบจากข้อมูลในรูปแบบตัวแปรทั้งหมดของแบบจำลองการถดถอยไม่เชิงเส้นในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา และสาธารณรัฐประชาชนจีน

ตลาดส่งออก	MAE (กก.)		MAE รวม (กก.)	ความเหมาะสมของ แบบจำลอง
	ชุดเรียนรู้	ชุดทดสอบ		
ญี่ปุ่น	391,479	357,798	388,613	เหมาะสม
อเมริกา	2,502,489,329	3,779,738,264	2,648,460,636	เหมาะสม
จีน	105,982	104,277	103,487	เหมาะสม

2.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลอง

2.3.1 เปรียบเทียบความถูกต้องในการพยากรณ์และความสามารถในการใช้งานทั่วไป

ค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลชุดเรียนรู้ และชุดทดสอบของแบบจำลองการถดถอยเชิงเส้น แบบจำลองการถดถอยไม่เชิงเส้น และแบบจำลอง BPN ในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนที่สร้างขึ้นจากข้อมูลในรูปแบบตัวแปรทั้งหมด และกลุ่มปัจจัย แสดงดังตารางที่ 31, 32 และ 33 ตามลำดับ

ตารางที่ 31 การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลชุดเรียนรู้และชุดทดสอบของแบบจำลองการถดถอยเชิงเส้น แบบจำลองการถดถอยไม่เชิงเส้น และแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมที่สร้างจากข้อมูลในรูปแบบตัวแปรทั้งหมด และกลุ่มปัจจัย ในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น

แบบจำลอง	รูปแบบข้อมูลนำเข้า	MAE (กก.)		MAE รวม (กก.)
		ชุดเรียนรู้	ชุดทดสอบ	
การถดถอยกำลังหนึ่งแบบ ขั้นบันได	ตัวแปรทั้งหมด	69,483	84,757	70,782
	กลุ่มปัจจัย	93,386	90,018	93,099
การถดถอยไม่เชิงเส้น	ตัวแปรทั้งหมด	391,479	382,449	390,711
9-2-1*BPN	ตัวแปรทั้งหมด	74,249	82,064	74,913
2-2-1*BPN	กลุ่มปัจจัย	103,925	94,991	103,165

หมายเหตุ * หน่วยนำเข้า-หน่วยช้อน-หน่วยผลลัพท์

แบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่งแบบขั้นบันได และแบบจำลอง BPN ที่สร้างจากข้อมูลตัวแปรทั้งหมดที่ใช้พยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกไปยังประเทศญี่ปุ่น จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลชุดเรียนรู้ที่ต่ำกว่าชุดทดสอบ นอกจากนี้ยังพบว่าแบบจำลองทุกแบบที่สร้างขึ้นจากตัวแปรทั้งหมดมีความสามารถในการใช้งานทั่วไปที่สูงกว่า หรือ

มีค่าความคลาดเคลื่อนในชุดทวนสอบต่ำกว่า ดังนั้นการลดจำนวนตัวแปรด้วยการวิเคราะห์ปัจจัยไม่มีส่วนช่วยเพิ่มความถูกต้องในการพยากรณ์ของแบบจำลองการถดถอยและแบบจำลอง BPN เนื่องจากการสูญเสียข้อมูลบางส่วนไปในการลดจำนวนตัวแปรหรือตัวแปรที่ถูกจัดเข้าเป็นกลุ่ม ปัจจัยไม่มีความสัมพันธ์กันเพียงพอ สอดคล้องกับงานวิจัยของ พิมลพร (2550) ที่ทำการเปรียบเทียบการพยากรณ์และผลผลิตข้าวนาปีระหว่างเทคนิคการพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร และเทคนิคการวิเคราะห์หอนุกรมเวลา และเสกศักดิ์ (2553) ที่ทำการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตกุ้งขาวแวนาไมด้วยแบบจำลองเชิงปริมาณ โดยพบว่า การลดจำนวนตัวแปรปัจจัยการผลิตไม่ได้ช่วยเพิ่มความถูกต้องในการพยากรณ์ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างแบบจำลองการพยากรณ์ทั้ง 3 แบบทั้งที่สร้างขึ้นจากตัวแปรทั้งหมด และกลุ่มปัจจัย พบว่า แบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่งแบบขั้นบันไดที่สร้างขึ้นจากตัวแปรทั้งหมดเป็นแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกไปยังประเทศญี่ปุ่น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเสกศักดิ์ (2553) ที่ทำการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตกุ้งขาวแวนาไมด้วยแบบจำลองเชิงปริมาณ และพบว่าแบบจำลองการถดถอยมีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์มากกว่าแบบจำลอง BPN โดยให้เหตุผลว่าอาจเนื่องมาจากข้อมูลในงานวิจัยมีจำนวนจำกัด และแบบจำลอง BPN นั้นต้องใช้ข้อมูลจำนวนมากหรือเรียกว่าเป็น Data Driven Model แต่ในงานวิจัยนี้อาจเกิดจากอีกสาเหตุหนึ่ง คือรูปแบบข้อมูลการส่งออกของประเทศญี่ปุ่น ไม่มีความซับซ้อน ดังนั้นการใช้แบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่งแบบขั้นบันไดในการพยากรณ์ก็เพียงพอที่จะให้ค่าการพยากรณ์ที่ถูกต้องและเหมาะสม

ตารางที่ 32 การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลชุดเรียนรู้และชุดทดสอบของแบบจำลองการถดถอยเชิงเส้น แบบจำลองการถดถอยไม่เชิงเส้น และแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมที่สร้างจากข้อมูลในรูปตัวแปรทั้งหมด และกลุ่มปัจจัย ในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา

แบบจำลอง	รูปแบบข้อมูลนำเข้า	MAE (กก.)		MAE รวม (กก.)
		ชุดเรียนรู้	ชุดทดสอบ	
การถดถอยกำลังหนึ่งแบบขั้นบันได	ตัวแปรทั้งหมด	25,932	70,137	30,984
	กลุ่มปัจจัย	28,288	69,295	32,974
การถดถอยไม่เชิงเส้น	ตัวแปรทั้งหมด	2,502,489,329	4,264,145,630	2,703,821,477
12-3-1*BPN	ตัวแปรทั้งหมด	28,939	76,811	34,410
2-2-1*BPN	กลุ่มปัจจัย	42,141	67,068	44,989

หมายเหตุ * หน่วยนำเข้า-หน่วยช้อน-หน่วยผลลัพธ์

ตารางที่ 32 ชี้ให้เห็นว่า แบบจำลองทุกแบบที่ใช้ในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกไปยังประเทศสหรัฐอเมริกาทั้งที่สร้างขึ้นจากตัวแปรทั้งหมดหรือจากกลุ่มปัจจัย จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลชุดเรียนรู้ที่ต่ำกว่าชุดทดสอบเช่นกัน และเมื่อเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ของทุกแบบจำลองที่สร้างจากตัวแปรทั้งหมดและกลุ่มปัจจัย พบว่า ทุกแบบจำลองที่สร้างขึ้นจากตัวแปรทั้งหมดมีความสามารถในการใช้งานทั่วไปที่สูงกว่า หรือการลดจำนวนตัวแปรด้วยการวิเคราะห์ปัจจัยไม่มีส่วนช่วยเพิ่มความถูกต้องในการพยากรณ์ของแบบจำลองการถดถอย และแบบจำลอง BPN อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างแบบจำลองการพยากรณ์ทั้ง 3 แบบทั้งที่สร้างขึ้นจากตัวแปรทั้งหมด และกลุ่มปัจจัย พบว่าแบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่งแบบขั้นบันไดที่สร้างขึ้นจากตัวแปรทั้งหมดเป็นแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา เช่นเดียวกับในประเทศญี่ปุ่น

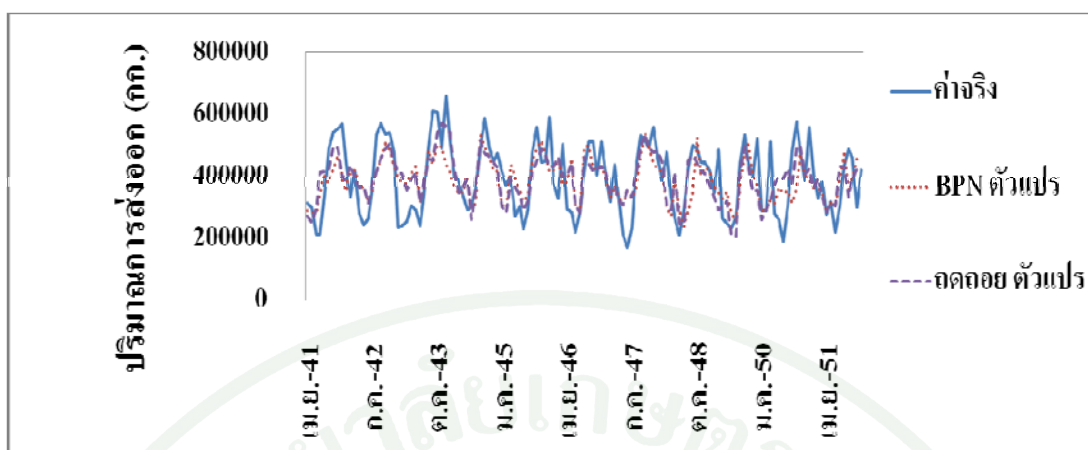
ตารางที่ 33 การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลชุดเรียนรู้และชุดทดสอบของแบบจำลองการถดถอยเชิงเส้น แบบจำลองการถดถอยไม่เชิงเส้น และแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมที่สร้างจากข้อมูลในรูปตัวแปรทั้งหมด และกลุ่มปัจจัย ในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

แบบจำลอง	รูปแบบข้อมูลนำเข้า	MAE (กก.)		MAE รวม (กก.)
		ชุดเรียนรู้	ชุดทดสอบ	
การถดถอยกำลังหนึ่งแบบขั้นบันได	ตัวแปรทั้งหมด	117,634	94,745	111,530
	กลุ่มปัจจัย	124,592	86,069	114,319
การถดถอยไม่เชิงเส้น	ตัวแปรทั้งหมด	105,981	140,868	113,244
12-1-1* BPN	ตัวแปรทั้งหมด	123,803	93,600	107,800
3-2-1*BPN	กลุ่มปัจจัย	143,692	70,779	107,352

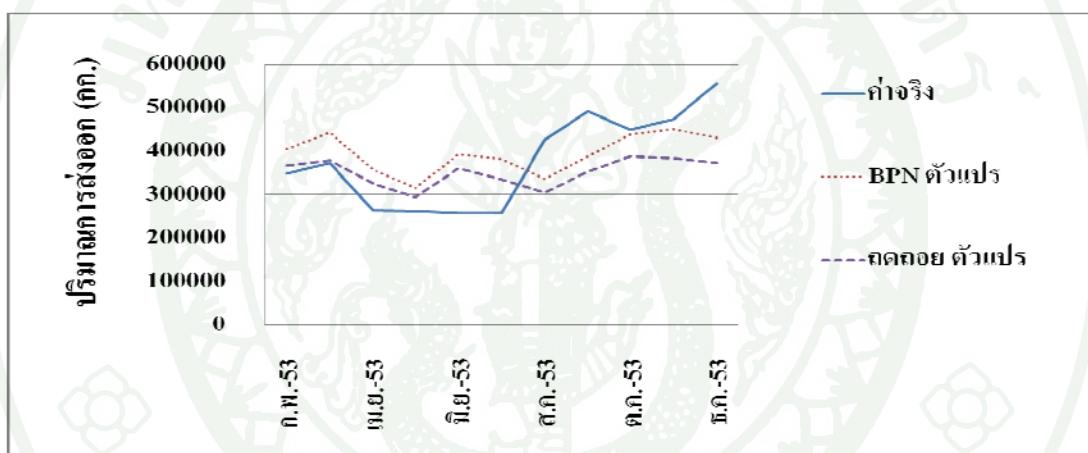
หมายเหตุ * หน่วยนำเข้า-หน่วยช้อน-หน่วยผลลัพธ์

ตารางที่ 33 นี้ให้เห็นว่าแบบจำลองการถดถอยไม่เชิงเส้นที่สร้างจากข้อมูลตัวแปรทั้งหมดสำหรับพยากรณ์ไปยังประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนเป็นแบบจำลองเดียวที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลชุดเรียนรู้ที่ต่ำกว่าชุดทดสอบ และพบว่าแบบจำลอง BPN ที่สร้างจากกลุ่มปัจจัยนั้นมีความสามารถในการใช้งานทั่วไปสูงกว่าแบบจำลอง BPN ที่สร้างจากตัวแปรทั้งหมด และสูงที่สุดเมื่อเทียบกับแบบจำลองอื่นๆ หรือการลดจำนวนตัวแปรนำเข้าลง ทำให้แบบจำลองมีความซับซ้อนในการเรียนรู้ลดลง ซึ่งให้เวลาในการเรียนรู้ของแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมเร็วขึ้น อีกทั้งยังช่วยแก้ปัญหาที่ตัวแปรมีสหสัมพันธ์กัน (Collinearity) และช่วยให้แบบจำลองมีความเสถียร (Robust) มากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sousa *et al.* (2007)

เมื่อนำค่าพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่นที่ได้จากแบบจำลองที่คัดเลือกได้ คือ แบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่งแบบขั้นบันได และแบบจำลอง 9-2-1 BPN ที่สร้างขึ้นจากการใช้ตัวแปรทั้งหมด เปรียบเทียบกับปริมาณการส่งออกที่แท้จริงในข้อมูลชุดเรียนรู้และชุดทดสอบ แสดงดังภาพที่ 20



(ก) ชุดเรียนรู้



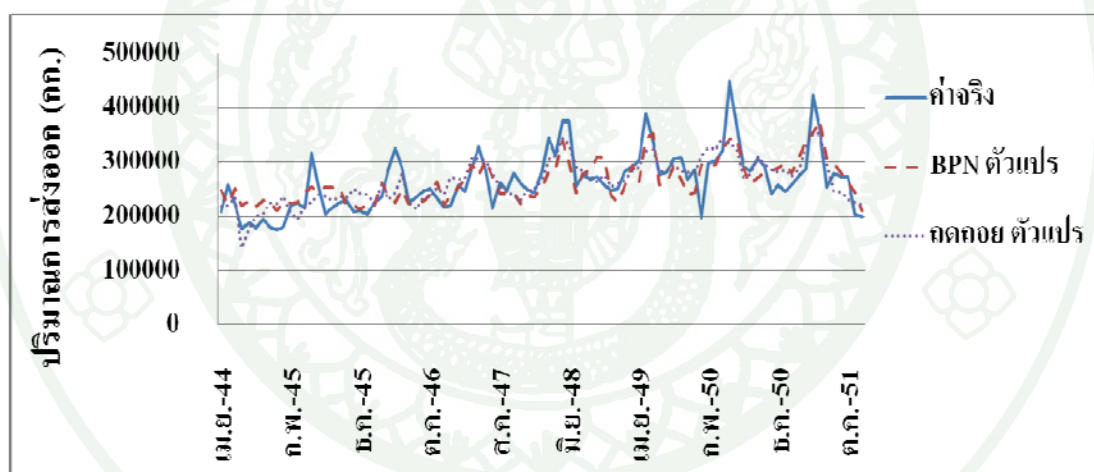
(ข) ชุดทดสอบ

ภาพที่ 20 การเปรียบเทียบระหว่างค่าจริงและค่าพยากรณ์ของปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่นของข้อมูลชุดเรียนรู้ และชุดทดสอบด้วยแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

พบว่าในข้อมูลชุดเรียนรู้ แบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่งแบบขั้นบันได ที่สร้างจากตัวแปรทั้งหมดสามารถไล่ตามการเปลี่ยนแปลงของปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกได้ดีที่สุด แต่เมื่อพิจารณาข้อมูลชุดทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการใช้งานทั่วไปแล้ว พบว่าความสามารถในการใช้งานทั่วไปของแบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่งแบบขั้นบันไดลดลงในระดับสูงกว่าแบบจำลอง BPN คือแบบจำลอง BPN สามารถไล่ตามการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ

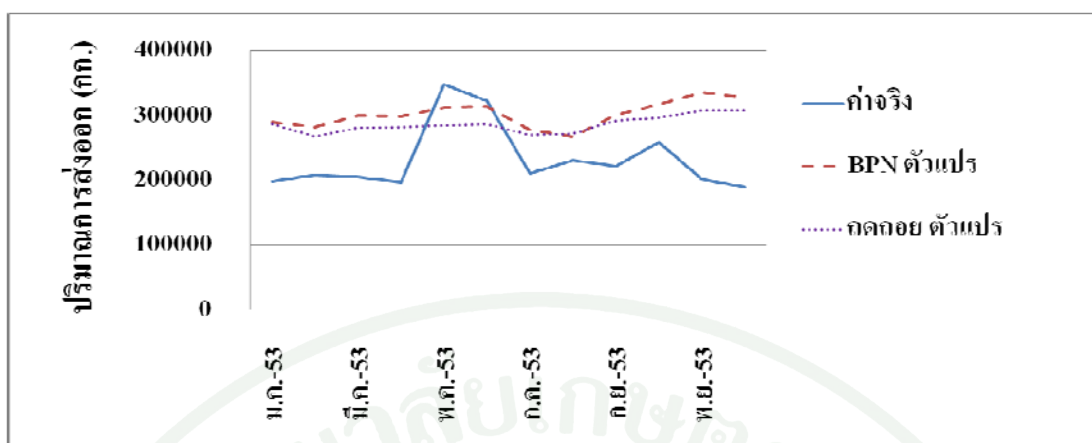
การส่งออกจริงได้ดีกว่าและไปในทิศทางเดียวกับการเปลี่ยนแปลงของค่าจริงมากกว่าแบบจำลอง การถดถอยกำลังหนึ่งแบบขั้นบันได ในข้อมูลชุดทวนสอบ อย่างไรก็ตามแบบจำลองทั้ง 2 ประเภท จะมีความคลาดเคลื่อนสูงมากในการพยากรณ์ปริมาณส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกในช่วงเดือนสิงหาคม ถึงตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงที่มีการส่งออกสูงที่สุด อย่างไรก็ตามโดยสรุปแล้วแบบจำลองการถดถอย กำลังหนึ่งแบบขั้นบันไดมีความถูกต้องในการพยากรณ์และความสามารถในการใช้งานทั่วไปในการพยากรณ์ค่าได้ใกล้เคียงกับค่าจริงมากกว่าแบบจำลอง BPN สำหรับการพยากรณ์ปริมาณการ ส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น

ในขณะที่การเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ของตลาดส่งออกไปยังประเทศ สหรัฐอเมริการะหว่างแบบจำลองที่คัดเลือกได้ คือ แบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่งแบบขั้นบันได และแบบจำลอง 12-3-1 BPN ที่สร้างขึ้นจากการใช้ตัวแปรทั้งหมด กับปริมาณการส่งออกที่แท้จริง แสดงดังภาพที่ 21



(ก) ชุดเรียนรู้

ภาพที่ 21 การเปรียบเทียบระหว่างค่าจริงและค่าพยากรณ์ของปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอก ของไทยไปยังประเทศสหรัฐอเมริกาของข้อมูลชุดเรียนรู้ และชุดทวนสอบด้วย แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร



(ข) ชุดทวนสอบ

ภาพที่ 21 (ต่อ)

พบว่าในข้อมูลชุดเรียนรู้แบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่งแบบขั้นบันไดที่สร้างจากตัวแปรทั้งหมด สามารถไล่ตามการเปลี่ยนแปลงของปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกได้ดีกว่าแบบจำลองอื่น ๆ แต่เมื่อพิจารณาข้อมูลชุดทวนสอบเพื่อวัดความสามารถในการใช้งานทั่วไปแล้ว พบว่า การไล่ตามค่าจริงของแบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่งแบบขั้นบันได และแบบจำลอง BPN มีความใกล้เคียงกันโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามค่าจริงที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งมองในภาพรวมจึงพบว่า แบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่งแบบขั้นบันไดจะมีความถูกต้องในการพยากรณ์และความสามารถในการใช้งานทั่วไปได้ดีที่สุดสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา

ส่วนการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ของตลาดส่งออกไปยังประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนด้วยแบบจำลอง 3-2-1 BPN กับแบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่งแบบขั้นบันไดที่สร้างขึ้นจากการใช้กลุ่มปัจจัย เปรียบเทียบกับปริมาณการส่งออกที่แท้จริง แสดงดังภาพที่ 22

เปลี่ยนแปลงของค่าจริงแต่ก็ให้ค่าพยากรณ์ของข้อมูลชุดทดสอบที่ใกล้เคียงค่าจริงมากกว่าแบบจำลองอื่นๆ ดังนั้นเมื่อพิจารณาทั้งความถูกต้องในการพยากรณ์และความสามารถในการใช้งานทั่วไป แบบจำลอง BPN จึงเหมาะสมที่สุดสำหรับพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกไปยังประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

2.3.2 การวิเคราะห์ความลำเอียง

ผลการวิเคราะห์ความลำเอียงของแบบจำลองที่เหมาะสมกับการพยากรณ์ในแต่ละประเทศด้วยค่า Tracking signal (TS) (ตารางที่ 34) พบว่าแบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่งแบบขั้นบันไดของตลาดส่งออกประเทศญี่ปุ่นและแบบจำลอง 3-2-1 BPN ของตลาดส่งออกประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนมีค่าความลำเอียงในระดับที่ยอมรับได้ คือมีค่า TS อยู่ในช่วง ± 6 ทั้งในข้อมูลชุดเรียนรู้ และชุดทดสอบ ส่วนแบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่งแบบขั้นบันไดของตลาดส่งออกประเทศสหรัฐอเมริกาที่มีความลำเอียงในเชิงบวก (Overestimate) เนื่องจากมีค่า TS ในชุดทดสอบมากกว่า +6 หรืออีกนัยหนึ่งแบบจำลองนี้มักจะพยากรณ์ค่าได้สูงกว่าค่าจริงเสมอ ๆ

ตารางที่ 34 ค่าความลำเอียง TS ของแบบจำลองที่เหมาะสมในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

ตลาดส่งออก	แบบจำลอง	รูปแบบข้อมูล นำเข้า	TS	
			ชุดเรียนรู้	ชุดทดสอบ
ญี่ปุ่น	แบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่งแบบขั้นบันได	ตัวแปรทั้งหมด	-0.01	-4.98
อเมริกา	แบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่งแบบขั้นบันได	ตัวแปรทั้งหมด	0.03	9.23
จีน	3-2-1*BPN	กลุ่มปัจจัย	0.071	-5.2

หมายเหตุ * หน่วยนำเข้า-หน่วยช้อน-หน่วยผลลัพท์

2.4 การบ่งชี้ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการกล้วยไม้ตัดดอกหรือกลุ่มปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการพยากรณ์

แบบจำลองที่มีความถูกต้องในการพยากรณ์และมีความสามารถในการใช้งานทั่วไปที่ดีที่สุดสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกไปยังประเทศญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกา ได้แก่ แบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่งแบบขั้นบันไดที่สร้างจากตัวแปรทั้งหมด ส่วนแบบจำลองที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกไปยังสาธารณรัฐประชาชนจีน คือ แบบจำลอง BPN ที่สร้างจากกลุ่มปัจจัย ดังนั้นจึงนำแบบจำลองเหล่านี้มาใช้วิเคราะห์หาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความต้องการกล้วยไม้ตัดดอกหรือกลุ่มปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการพยากรณ์ โดยตัวแปรปัจจัยหรือกลุ่มปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน แสดงดังตารางที่ 35, 36 และ 37 ตามลำดับ

ตารางที่ 35 ตัวแปรปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น

แบบจำลอง	ลำดับ ความสำคัญ	ตัวแปร	ค่าสัมประ สิทธิ์การ ถดถอย มาตรฐาน
แบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่ง	1	X_9	-0.625
แบบขั้นบันไดที่สร้างจากตัวแปรทั้งหมด	2	X_6	0.526

พบว่า ปัจจัยที่มีผลกระทบสูงที่สุดหรือมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าพยากรณ์ไปยังตลาดส่งออกประเทศญี่ปุ่นมากที่สุด ได้แก่ ราคากล้วยไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไร่นา ย้อนหลัง 1 เดือน (X_9) โดยมีผลกระทบในทิศทางตรงข้ามกับปริมาณส่งออกกล้วยไม้ตัดดอก หากราคากล้วยไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไร่นามีค่าสูง หรืออีกนัยหนึ่งคือ ปริมาณผลผลิตกล้วยไม้ภายในประเทศมีน้อย ส่งผลให้ปริมาณการส่งออกหรือความต้องการกล้วยไม้ตัดดอกจะลดลง ส่วนปัจจัยสำคัญรองลงมาได้แก่ ปัจจัยด้านอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบกับ

ประเทศญี่ปุ่น ย้อนหลัง 1 เดือน (X_0) โดยมีทิศทางเดียวกับความต้องการกล้วยไม้ตัดดอก ซึ่งหมายความว่าถ้าอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราสกุลเงินบาทของประเทศไทยต่อสกุลเงินของประเทศญี่ปุ่นเพิ่มขึ้น หรือค่าเงินบาทของไทยอ่อนค่าลงจึงทำให้ประเทศญี่ปุ่นเห็นว่าราคากล้วยไม้ตัดดอกของไทยต่ำลง จึงส่งผลให้ปริมาณการนำเข้ากล้วยไม้ตัดดอกจากไทยเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 36 ตัวแปรปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของ ไทยไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา

แบบจำลอง	ลำดับ ความสำคัญ	ตัวแปร	ค่าสัมประ สิทธิ์การ ถดถอย มาตรฐาน
แบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่ง	1	X_4^2	-0.535
แบบขั้นบันไดที่สร้างจากข้อมูล	2	X_8	-0.467
ตัวแปรทั้งหมด			

สำหรับการพยากรณ์ไปประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณส่งออกมากที่สุด 2 ลำดับแรก ได้แก่ ดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไปย้อนหลัง 3 เดือน (X_4) และอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบของไทยกับประเทศสหรัฐอเมริกาย้อนหลัง 2 เดือน (X_8) โดยส่งผลในทิศทางตรงข้าม กล่าวคือ ถ้าดัชนีราคาผู้บริโภคมากขึ้นหรืออีกนัยหนึ่งคือ สินค้ามีราคาสูงขึ้นพร้อม ๆ กับที่อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบของไทยกับประเทศสหรัฐอเมริกาส่งขึ้น หรือค่าเงินบาทของไทยอ่อนค่าลงซึ่งน่าจะทำให้ราคาขายกล้วยไม้ของไทยถูกลงแต่จากผลการพยากรณ์กลับพบว่า ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยลดลง แสดงให้เห็นว่าปัจจัยเรื่องดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไปย้อนหลัง 3 เดือน ส่งผลกระทบต่อปริมาณการส่งออกมากกว่าปัจจัยเรื่องอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบของไทยกับประเทศสหรัฐอเมริกาย้อนหลัง 2 เดือน อีกทั้งชาวอเมริกันมองกล้วยไม้ตัดดอกเป็นสินค้าฟุ่มเฟือย และเป็นสินค้าที่ไม่ได้ใช้เป็นประจำ รวมทั้งกล้วยไม้ก็ไม่ใช่ดอกไม้ที่นิยมมากที่สุด โดยอาจมีสินค้าทดแทน เช่น ดอกกุหลาบที่อาจจะเป็นที่นิยมมากกว่า ดังนั้นเมื่อประชากรมีรายได้เพิ่มขึ้นจึงนำเงินไปใช้จ่ายในเรื่องอื่น ๆ หรือแม้กระทั่งเมื่อค่าเงินบาทของไทยอ่อนค่าลง ก็ไม่ได้เป็นปัจจัยดึงดูดให้ประชาชนในสหรัฐอเมริกาหันมาซื้อกล้วยไม้ตัดดอกเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่ายต้องเร่งหากลยุทธ์เพื่อกระตุ้นตลาดสหรัฐอเมริกาให้กล้วยไม้ตัดดอกกลายเป็นสินค้าที่เป็นที่นิยมของประชาชนมากขึ้น โดยต้องมีการ

พัฒนาคุณภาพของกล้วยไม้ให้มากขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน เนื่องจากผู้บริโภคสหรัฐเป็นผู้บริโภคกระดึบบนที่เน้นในเรื่องของคุณภาพสินค้า รวมทั้งต้องเร่งพัฒนาสายพันธุ์กล้วยไม้ให้มีความหลากหลายมากขึ้น เพื่อเป็นการดึงดูดและเพิ่มตัวเลือกให้แก่ลูกค้า นอกจากนี้แล้วทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมกล้วยไม้ตัดดอกต้องร่วมมือกันพัฒนาระบบการจัดการห่วงโซ่อุปทานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของการเก็บเกี่ยว การเก็บรักษา และการขนส่งที่ต้องจัดการด้วยความรวดเร็ว ทั้งนี้เพราะสินค้ากล้วยไม้ตัดดอกเป็นสินค้าที่เน้นความสด หากการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวและการขนส่งล่าช้าจะมีผลต่อคุณภาพสินค้า ซึ่งจะส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคตามมา

ตารางที่ 37 กลุ่มปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทย ไปยังประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

แบบจำลอง	ลำดับ ความสำคัญ	กลุ่มปัจจัย	ค่าสัมประ สิทธิ์การ ถดถอย มาตรฐาน	การเปลี่ยน แปลงค่า พยากรณ์ (%)
3-2-1*BPN (กลุ่มปัจจัย)	1	F_3		-2.306
	2	F_1		2.188

การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกไปประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ด้วยแบบจำลอง BPN ที่สร้างขึ้นจากกลุ่มปัจจัย พบว่า กลุ่มปัจจัยที่มีผลกระทบสูงที่สุดต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าพยากรณ์ไปยังตลาดส่งออกประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ได้แก่ ปัจจัยด้านปริมาณผลผลิตกล้วยไม้ภายในประเทศ (F_3) ได้แก่ ราคากล้วยไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไร่นา และปัจจัยด้านเศรษฐกิจ (F_1) ซึ่งประกอบด้วย GDP per capita/CPI และดัชนีราคาผู้บริโภค โดยที่ปัจจัยด้านปริมาณผลผลิตกล้วยไม้ภายในประเทศ (F_3) มีอิทธิพลต่อปริมาณการส่งออกในทิศทางตรงข้ามกับความต้องการกล้วยไม้ตัดดอก ซึ่งหมายความว่า หากราคากล้วยไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไร่นาเพิ่มสูงขึ้น (ปริมาณผลผลิตกล้วยไม้ลดลง ราคาขายกล้วยไม้สูงขึ้น) จะทำให้ปริมาณความต้องการกล้วยไม้ตัดดอกของไทยลดลง ในขณะที่ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ (F_1) มีอิทธิพลต่อปริมาณการส่งออกในทิศทางเดียวกับความต้องการกล้วยไม้ตัดดอก ซึ่งหมายความว่า หาก GDP per capita/CPI และดัชนีราคาผู้บริโภคสูงขึ้นนั้นคือประชานิยมมีรายได้และความเป็นอยู่ดีขึ้นแต่ราคาสินค้าก็เพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน จะส่งผลให้ความต้องการกล้วยไม้ตัดดอกของไทยเพิ่มสูงขึ้น

ตามไปด้วย แสดงให้เห็นว่าปัจจัยเรื่อง GDP per capita/CPI ส่งผลกระทบต่อปริมาณการส่งออกมากกว่าปัจจัยเรื่องดัชนีราคาผู้บริโภค จึงเห็นได้ว่าผู้บริโภคชาวจีนมีสองกลุ่ม กลุ่มแรกเป็นกลุ่มที่มีความอ่อนไหวต่อปัจจัยที่เกี่ยวกับราคาขายของกล้วยไม้ตัดดอกมาก อีกกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มที่มีความสามารถในการซื้อสูงถึงแม้ว่าสินค้าจะมีราคาสูงขึ้นก็ตาม ดังนั้นนโยบายที่ควรนำมาใช้ในการขยายปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทย จึงควรใช้นโยบายการควบคุมราคาไม่ให้มีการเปลี่ยนแปลงมากเกินไป ซึ่งแนวทางในการควบคุมไม่ให้ราคาเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่สูงขึ้นมากนัก ทำได้โดยการพยายามลดต้นทุนการผลิต และส่งเสริมให้มีการจัดการห่วงโซ่อุปทานกล้วยไม้ตัดดอกของไทยให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งทั้งนี้ไม่ควรใช้นโยบายลดราคาเพื่อเพิ่มปริมาณการส่งออก เนื่องจากปัจจุบันผู้บริโภคชาวจีนส่วนใหญ่เริ่มมีกำลังซื้อที่สูงขึ้นและเริ่มมีพฤติกรรมในการเลือกซื้อสินค้าโดยพิจารณาจากคุณภาพสินค้ามากขึ้น ดังนั้นหากเราใช้นโยบายการลดราคาสินค้าเป็นหลัก เพื่อเพิ่มปริมาณการส่งออก ผู้บริโภคอาจเริ่มมองว่าเป็นสินค้าด้อยคุณภาพ ซึ่งจะส่งผลต่อภาพลักษณ์สินค้ากล้วยไม้ตัดดอกของไทยในระยะยาวได้ ดังนั้นในทางกลับกันควรพัฒนาสินค้ากล้วยไม้ให้ได้มาตรฐาน และมีคุณภาพมากขึ้น ซึ่งนอกจากจะรักษาลูกค้าเดิมไว้ได้ ยังเป็นการสร้างภาพลักษณ์ที่ดีให้แก่ประเทศไทยในด้านการเป็นผู้ส่งออกกล้วยไม้คุณภาพสูง แต่ราคาไม่สูงมาก ซึ่งจะเป็นการส่งเสริมให้ผู้บริโภคชาวจีนมีการสั่งซื้อกล้วยไม้ตัดดอกจากไทยเพิ่มมากขึ้นโดยไม่จำเป็นต้องลดราคา ซึ่งหากเป็นไปได้ในลักษณะดังกล่าว ก็มีความเป็นไปได้ง่ายที่จะขยายการส่งออกไปยังตลาดอื่น ๆ ของจีนที่ไทยยังไม่ได้ทำการเจาะตลาดลงไป อีกทั้งในอนาคตหากเศรษฐกิจจีนดีขึ้น ก็จะมีกลุ่มประชากรส่วนที่มีรายได้สูงเพิ่มมากขึ้น และเมื่อสินค้ากล้วยไม้ของไทยมีคุณภาพสูง ประชากรกลุ่มนี้ก็จะเป็เป้าหมายใหม่ที่จะบริโภคสินค้าที่มีคุณภาพมากขึ้น ส่งผลให้ประเทศไทยสามารถเพิ่มราคากล้วยไม้ได้ตามระดับคุณภาพของสินค้าที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นการเพิ่มปริมาณการส่งออกสินค้ากล้วยไม้ให้มีหลายระดับมากขึ้นกว่าในปัจจุบันที่ทำการส่งออกแบบเน้นปริมาณ สินค้ามีคุณภาพไม่สูงนัก และจำหน่ายในราคาถูกลง

3. การเปรียบเทียบระหว่างการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของประเทศไทย ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาและเทคนิคการพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

3.1 ความถูกต้องในการพยากรณ์และความสามารถในการใช้งานทั่วไป

เนื่องจากเทคนิคการพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรมีข้อจำกัดสามารถพยากรณ์ล่วงหน้า 1 หน่วยเวลาเท่านั้น จึงนำแบบจำลองที่ดีที่สุดของเทคนิคการพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและเทคนิคการวิเคราะห์หอนุกรมเวลา แบบล่วงหน้า 1 เดือน มาเปรียบเทียบเพื่อวัด

ความถูกต้องในการพยากรณ์และความสามารถในการใช้งานทั่วไปของแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน (ตารางที่ 38)

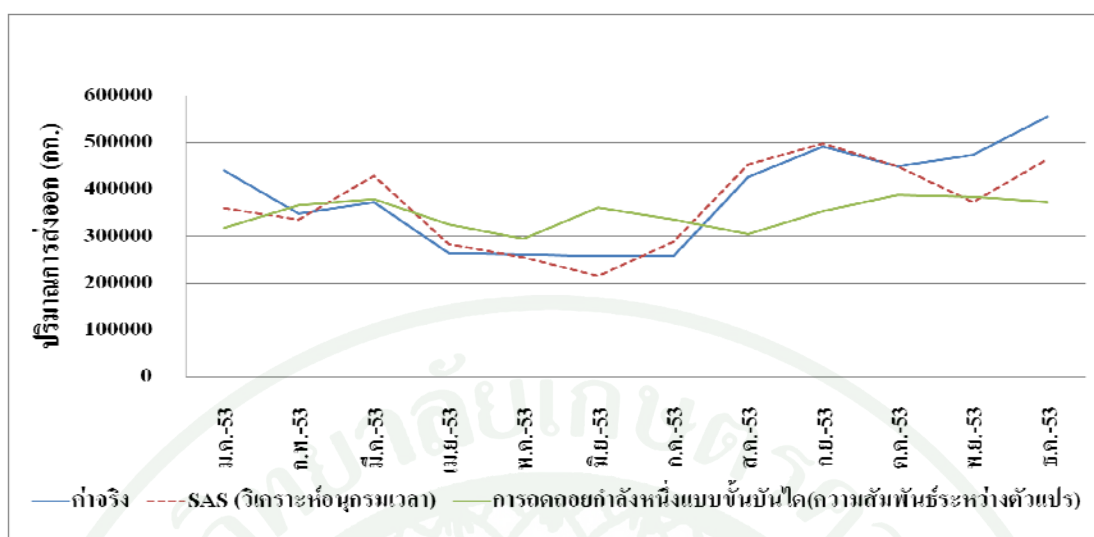
ตารางที่ 38 เปรียบเทียบประสิทธิผลในการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือนของแบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนด้วยเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาและเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

ตลาดส่งออก	เทคนิคพยากรณ์	แบบจำลอง	ชุดข้อมูล	MAE (กก.)	TS
ญี่ปุ่น	การวิเคราะห์อนุกรมเวลา	SAS	ชุดเรียนรู้	41,029	2.56
			ชุดทดสอบ	39,201	-4.86
	ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (ตัวแปร)	แบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่งแบบขั้นบันได	ชุดเรียนรู้	69,483	-0.01
			ชุดทดสอบ	84,757	-4.98
อเมริกา	การวิเคราะห์อนุกรมเวลา	SARIMA(0,1,1)(0,1,1)	ชุดเรียนรู้	20,152	4.3
			ชุดทดสอบ	17,226	-6.13
	ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (ตัวแปร)	แบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่งแบบขั้นบันได	ชุดเรียนรู้	25,932	0.03
			ชุดทดสอบ	70,137	9.23
จีน	การวิเคราะห์อนุกรมเวลา	12-2-1*BPN	ชุดเรียนรู้	110,323	-2.26
			ชุดทดสอบ	50,555	-1.84
	ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (กลุ่มปัจจัย)	3-2-1*BPN	ชุดเรียนรู้	143,692	0.071
			ชุดทดสอบ	70,779	-5.2

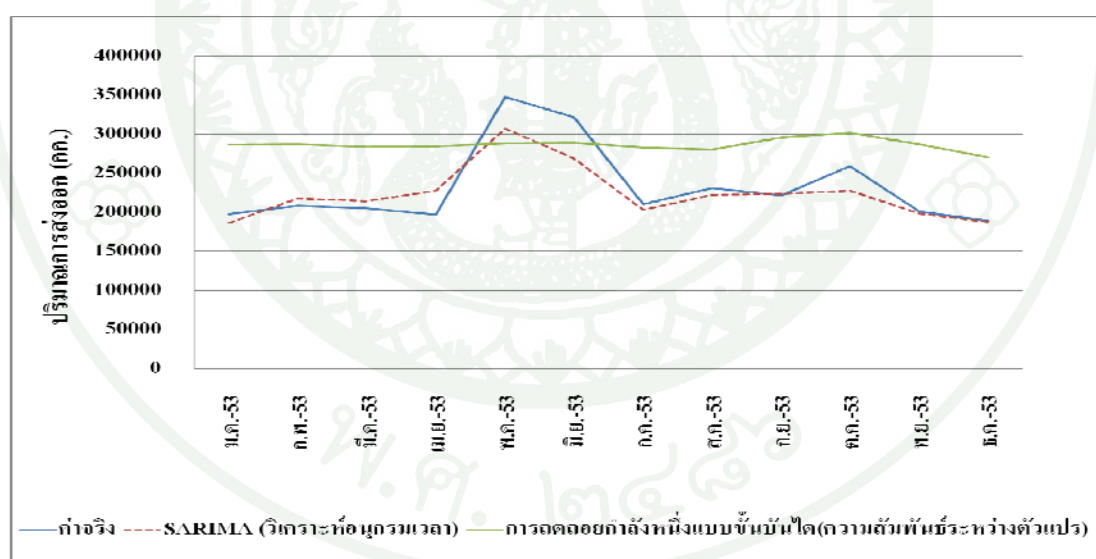
หมายเหตุ * แสดงจำนวนนิรอนในชั้นนำเข้า-ชั้นซ่อน-ชั้นผลลัพธ์

ผลการเปรียบเทียบ พบว่า ในการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือนของตลาดส่งออกทุกประเทศ แบบจำลอง SAS เหมาะสมกับการพยากรณ์ตลาดส่งออกประเทศญี่ปุ่น ในขณะที่แบบจำลอง SARIMA(0,1,1)(0,1,1) เหมาะสมกับตลาดส่งออกประเทศสหรัฐอเมริกา และแบบจำลอง 12-2-1 BPN เหมาะสมกับตลาดส่งออกประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน โดยแบบจำลองที่สร้างจากเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาที่มีความถูกต้องในการพยากรณ์และความสามารถในการใช้งานทั่วไปสูงกว่าแบบจำลองที่สร้างจากเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร หรือกล่าวได้ว่าปริมาณการส่งออกในอดีตเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือนมากกว่าปัจจัยภายนอกอื่น ๆ

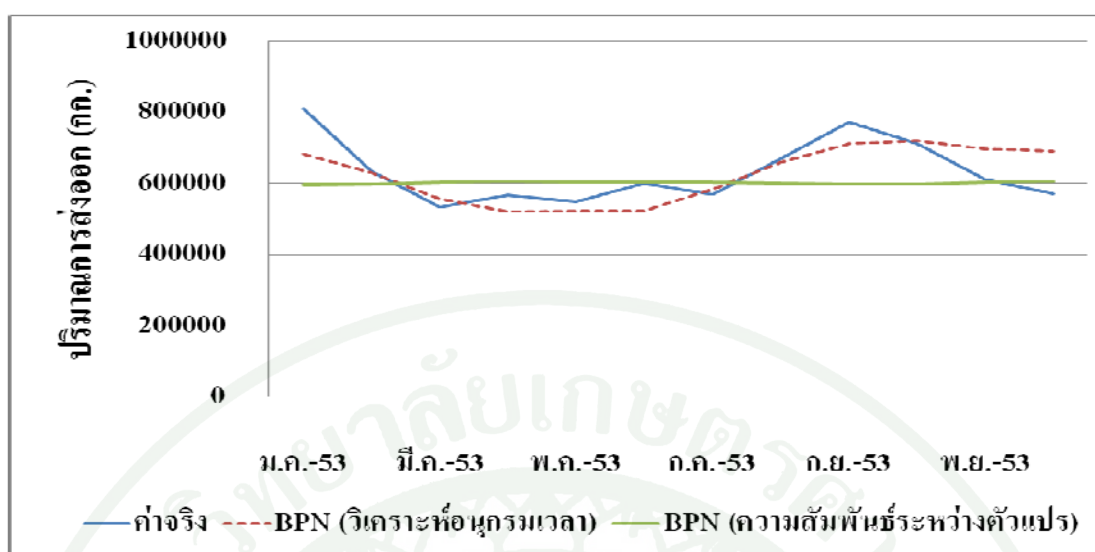
การเปรียบเทียบค่าจริงและค่าพยากรณ์ข้อมูลชุดทวนสอบของปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนในระยะสั้นล่วงหน้า 1 เดือน ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาและเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (แสดงดังภาพที่ 23, 24 และ 25) พบว่าเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยแบบจำลอง SAS แบบจำลอง SARIMA(0,1,1)(0,1,1) และแบบจำลอง 12-2-1 BPN ของตลาดส่งออกประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ตามลำดับนั้นสามารถได้จากการเปลี่ยนแปลงและไปในทิศทางเดียวกับปริมาณการส่งออกจริงได้อย่างชัดเจน ในขณะที่แบบจำลองจากเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ได้แก่ แบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่งแบบขั้นบันไดของประเทศญี่ปุ่นและประเทศสหรัฐอเมริกา และแบบจำลอง BPN ของประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน โดยทุกแบบจำลองไม่สามารถได้จากการเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกันกับปริมาณการส่งออกจริง เห็นได้จากในช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคมที่มีปริมาณการส่งออกมากไปยังประเทศญี่ปุ่น และสาธารณรัฐประชาชนจีน แบบจำลองจากเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจะมีความผิดพลาดในการพยากรณ์สูงและไม่สามารถได้จากการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มสูงขึ้นได้ดีต่างจากแบบจำลองจากเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลา เช่นเดียวกับประเทศสหรัฐอเมริกาที่มีปริมาณการส่งออกสูงในเดือนพฤษภาคม แบบจำลองจากเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรก็จะมีความผิดพลาดในการพยากรณ์สูงและไม่สามารถได้จากการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มสูงขึ้นได้ดีเช่นกัน อย่างไรก็ตามในช่วงที่มีปริมาณการส่งออกสูงของประเทศญี่ปุ่น และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนมีระยะเวลายาวกว่าของประเทศไทยทำให้แบบจำลองที่เหมาะสมในการพยากรณ์ของประเทศญี่ปุ่น และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนจึงมีความผิดพลาดในการพยากรณ์สูงกว่าประเทศไทย



ภาพที่ 23 การเปรียบเทียบปริมาณการส่งออกที่แท้จริงและค่าพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือนของปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปประเทศญี่ปุ่นจากข้อมูลชุดทดสอบ ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาและเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร



ภาพที่ 24 การเปรียบเทียบปริมาณการส่งออกที่แท้จริงและค่าพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือนของปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปประเทศสหรัฐอเมริกาจากข้อมูลชุดทดสอบ ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาและเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร



ภาพที่ 25 การเปรียบเทียบปริมาณการส่งออกที่แท้จริงและค่าพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือนของปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนจากข้อมูลชุดทดสอบด้วยเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาและเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

3.2 การวิเคราะห์ความลำเอียงของแบบจำลอง

ผลการวิเคราะห์ความลำเอียงของแบบจำลองในรูป Tracking Signal (ตารางที่ 39) พบว่า แบบจำลองที่เหมาะสมสำหรับพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกไปยังประเทศญี่ปุ่น และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน แบบล่วงหน้า 1 เดือน ที่สร้างจากเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาและเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรมีความลำเอียงอยู่ในช่วง ± 6 คือแบบจำลองมีความลำเอียงในระดับที่ยอมรับได้ แต่แบบจำลองที่เหมาะสมสำหรับพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกไปยังประเทศสหรัฐอเมริกาแบบระยะสั้นล่วงหน้า 1 เดือนที่สร้างจากเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาและเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรมีความลำเอียงอยู่นอกช่วง ± 6 กล่าวคือ แบบจำลองที่สร้างจากเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรมีความลำเอียงของชุดทดสอบ >6 หมายความว่า แบบจำลองจะพยากรณ์ปริมาณการส่งออกได้มากกว่าค่าปริมาณการส่งออกที่แท้จริง (Overestimated) ส่วนแบบจำลองที่สร้างจากเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลามีความลำเอียงของชุดทดสอบ <-6 หมายความว่าแบบจำลองจะพยากรณ์ปริมาณการส่งออกได้น้อยกว่าค่าปริมาณการส่งออกที่แท้จริง (Underestimated)

ตารางที่ 39 ค่าความลำเอียงในการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือนของแบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาและเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

ตลาดส่งออก	เทคนิคพยากรณ์	แบบจำลอง	ชุดข้อมูล	TS
ญี่ปุ่น	การวิเคราะห์หอนุกรมเวลา	SAS	ชุดเรียนรู้	2.56
			ชุดทดสอบ	-4.86
	ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (ตัวแปร)	แบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่งแบบขั้นบันได	ชุดเรียนรู้	-0.01
			ชุดทดสอบ	-4.98
อเมริกา	การวิเคราะห์หอนุกรมเวลา	SARIMA(0,1,1)(0,1,1)	ชุดเรียนรู้	4.3
			ชุดทดสอบ	-6.13
	ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (ตัวแปร)	แบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่งแบบขั้นบันได	ชุดเรียนรู้	0.03
			ชุดทดสอบ	9.23
จีน	การวิเคราะห์หอนุกรมเวลา	12-2-1*BPN	ชุดเรียนรู้	-2.26
			ชุดทดสอบ	-1.84
	ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (กลุ่มปัจจัย)	3-2-1*BPN	ชุดเรียนรู้	0.071
			ชุดทดสอบ	-5.2

หมายเหตุ * แสดงจำนวนนิรอนในขั้นนำเข้า-ขั้นซ่อน-ชั้นผลลัพธ์

3.3 ความถูกต้องของการพยากรณ์ในการใช้งานจริง

ผลการเปรียบเทียบความถูกต้องของการพยากรณ์แบบล่วงหน้า 1 เดือน ในการใช้งานจริงด้วยค่าความคลาดเคลื่อนในรูปของค่าเฉลี่ยร้อยละของค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) ของข้อมูลชุดเรียนรู้และชุดทดสอบระหว่างแบบจำลองที่สร้างจากเทคนิคการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาและเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (ตารางที่ 40) พบว่า แบบจำลองที่สร้างจากเทคนิค

การวิเคราะห์หอนุกรมเวลามีค่า MAPE ต่ำกว่าแบบจำลองที่สร้างจากเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ดังนั้นจึงเป็นการยืนยันว่าแบบจำลอง SAS ของตลาดประเทศญี่ปุ่น แบบจำลอง SARIMA(0,1,1)(0,1,1) ของตลาดประเทศสหรัฐอเมริกา และแบบจำลอง 12-2-1 BPN ของตลาดประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนที่สร้างจากเทคนิคการวิเคราะห์หอนุกรมเวลามีความเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้งานจริงในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน มากกว่าแบบจำลองที่สร้างจากเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

ตารางที่ 40 ค่าความคลาดเคลื่อน MAPE ของข้อมูลชุดเรียนรู้และชุดทดสอบในการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือนของแบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาและเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

ตลาดส่งออก	เทคนิคพยากรณ์	แบบจำลอง	ชุดข้อมูล	MAPE (%)	MAPE รวม (%)
ญี่ปุ่น	การวิเคราะห์หอนุกรมเวลา	SAS	ชุดเรียนรู้	11.70	11.57
			ชุดทดสอบ	9.82	
	ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (ตัวแปร)	การถดถอยกำลังหนึ่งแบบขั้นบันได	ชุดเรียนรู้	20.38	20.51
			ชุดทดสอบ	21.90	
อเมริกา	การวิเคราะห์หอนุกรมเวลา	SARIMA(0,1,1)(0,1,1)	ชุดเรียนรู้	7.81	7.55
			ชุดทดสอบ	7.68	
	ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (ตัวแปร)	การถดถอยกำลังหนึ่งแบบขั้นบันได	ชุดเรียนรู้	10.05	12.63
			ชุดทดสอบ	32.55	
จีน	การวิเคราะห์หอนุกรมเวลา	12-2-1*BPN	ชุดเรียนรู้	19.00	16.23
			ชุดทดสอบ	7.92	
	ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (กลุ่มปัจจัย)	3-2-1*BPN	ชุดเรียนรู้	25.98	22.69
			ชุดทดสอบ	10.41	

หมายเหตุ * แสดงจำนวนนิรอนในชั้นนำเข้า-ชั้นซ่อน-ชั้นผลลัพธ์

จากค่า MAPE พบว่า แบบจำลองของทุกประเทศที่สร้างจากเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลามีค่า MAPE ที่ต่ำกว่าแบบจำลองที่สร้างจากเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยแบบจำลองสำหรับประเทศสหรัฐอเมริกา มีค่า MAPE ต่ำที่สุด รองลงมาคือ แบบจำลองของประเทศญี่ปุ่น และสาธารณรัฐประชาชนจีน ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองสำหรับประเทศสหรัฐอเมริกามีความเหมาะสมกับข้อมูลปริมาณส่งออกหรือทำให้มีความง่ายต่อการพยากรณ์มากที่สุด รองลงมาได้แก่ ข้อมูลปริมาณส่งออกของประเทศญี่ปุ่น และสาธารณรัฐประชาชนจีน ตามลำดับ

3.4 การเปรียบเทียบแบบจำลองการพยากรณ์ต่าง ๆ ในหลายปัจจัย (Multiattributes)

แบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกที่สร้างจากเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลามีความถูกต้องในการพยากรณ์และความสามารถในการใช้งานทั่วไปสูงกว่าแบบจำลองการพยากรณ์ที่สร้างจากเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ไม่ว่าจะเป็นตลาดส่งออกประเทศใดก็ตาม แต่ถึงกระนั้นแบบจำลองจากเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละประเทศก็เป็นแบบจำลองที่แตกต่างกันและใช้โปรแกรมในการคำนวณที่แตกต่างกันด้วย ดังนั้นจึงดำเนินการเปรียบเทียบแบบจำลองแต่ละประเภทในแง่ของ ความถูกต้องในการพยากรณ์ เวลาที่ใช้ในการคำนวณหาค่าพยากรณ์ และต้นทุนของโปรแกรม ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจเลือกใช้แบบจำลองของผู้ที่จะนำแบบจำลองแต่ละแบบไปประยุกต์ใช้ โดยตารางการเปรียบเทียบแสดงดังตารางที่ 41

ตารางที่ 41 การเปรียบเทียบแบบจำลองในการพยากรณ์ปริมาณส่งออกกล้วยไม้ในหลายปัจจัย

แบบจำลอง	โปรแกรมสำเร็จรูป	MAPE รวม (%)	เวลาที่ใช้คำนวณ (นาทีก)	ราคา (\$)
ปรับเรียบทางสถิติ	Crystal Ball Predictor	11.57	1	1,490
บุ๊กซ์และเจนกินส์	PASW 18.0	7.55	15	799
BPN	Neural Works Explorer	16.23	60	2,495

หมายเหตุ เวลาที่ใช้คำนวณนับจากการเปิดใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อคำนวณผล ไม่รวมระยะเวลาในการเรียนรู้หรือศึกษาทำความเข้าใจหลักการทำงานของแบบจำลองและโปรแกรม

3.5 ผลการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน พ.ศ. 2554 และพ.ศ. 2555

เมื่อนำแบบจำลองที่เหมาะสมในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลามาพยากรณ์การส่งออกในปีพ.ศ. 2554 แบบล่วงหน้า 12 เดือน เพื่อเปรียบเทียบกับค่าปริมาณการส่งออกที่แท้จริง ให้ผลดังตารางที่ 41 และภาพที่ 26

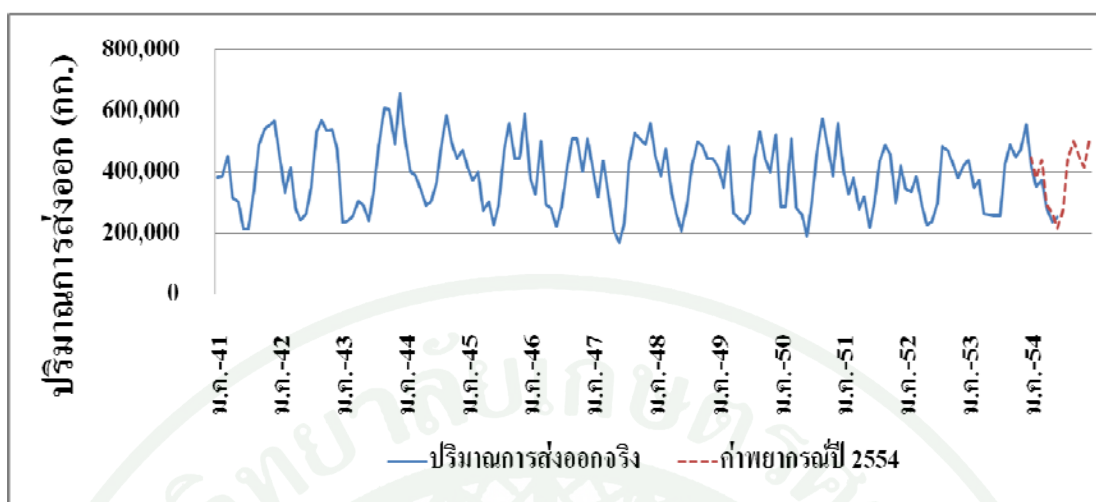
ตารางที่ 42 ค่าพยากรณ์ปริมาณส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน พ.ศ. 2554 แบบล่วงหน้า 12 เดือน

เดือน	ประเทศญี่ปุ่น (SAS)		ประเทศสหรัฐอเมริกา (SARIMA(0,1,1)(0,1,1))		ประเทศสาธารณรัฐ ประชาชนจีน (12-2-1 BPN)	
	ค่าจริง	ค่าพยากรณ์	ค่าจริง	ค่าพยากรณ์	ค่าจริง	ค่าพยากรณ์
ม.ค.	420,250	448,974	190,490	187,704	656,604	655,027
ก.พ.	350,918	378,444	204,627	206,572	483,640	608,586
มี.ค.	371,901	439,973	195,399	203,144	495,096	516,569

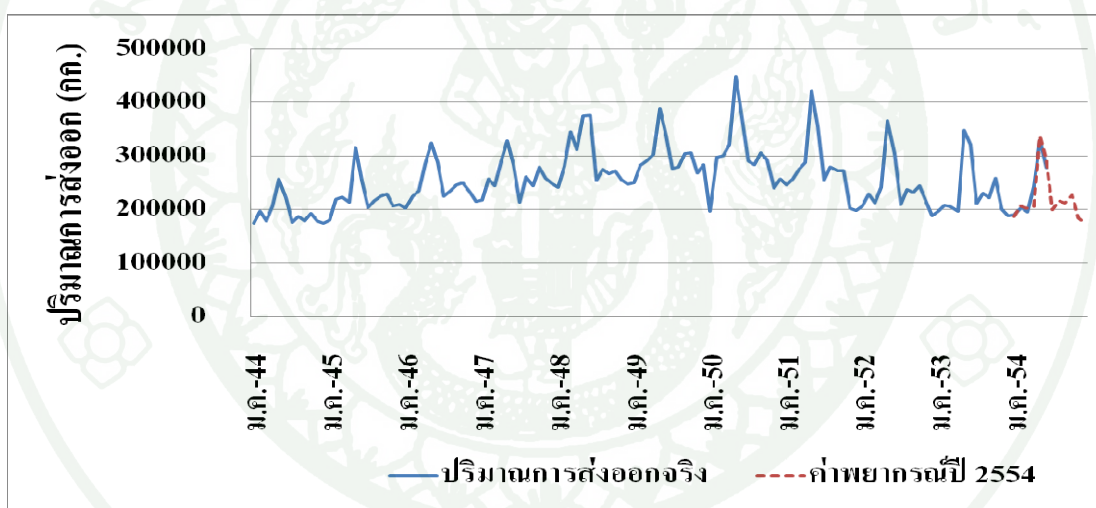
ตารางที่ 42 (ต่อ)

หน่วย : กิโลกรัม

เดือน	ประเทศญี่ปุ่น (SAS)		ประเทศสหรัฐอเมริกา (SARIMA(0,1,1)(0,1,1))		ประเทศสาธารณรัฐ ประชาชนจีน (12-2-1 BPN)	
	ค่าจริง	ค่าพยากรณ์	ค่าจริง	ค่าพยากรณ์	ค่าจริง	ค่าพยากรณ์
เม.ย.	281,302	293,405	243,774	205,923	531,962	544,084
พ.ค.	238,632	266,906	329,555	336,426	426,689	586,456
มิ.ย.	253,758	217,716	278,608	292,305	421,996	581,545
ก.ค.	ไม่มีข้อมูล	275,818	ไม่มีข้อมูล	199,582	ไม่มีข้อมูล	653,843
ส.ค.	ไม่มีข้อมูล	446,466	ไม่มีข้อมูล	216,320	ไม่มีข้อมูล	719,108
ก.ย.	ไม่มีข้อมูล	503,240	ไม่มีข้อมูล	211,870	ไม่มีข้อมูล	752,018
ต.ค.	ไม่มีข้อมูล	460,509	ไม่มีข้อมูล	227,424	ไม่มีข้อมูล	734,935
พ.ย.	ไม่มีข้อมูล	415,849	ไม่มีข้อมูล	185,193	ไม่มีข้อมูล	698,905
ธ.ค.	ไม่มีข้อมูล	503,422	ไม่มีข้อมูล	174,949	ไม่มีข้อมูล	658,115
รวมทั้งปี	-	4,650,722	-	2,647,413	-	7,709,192

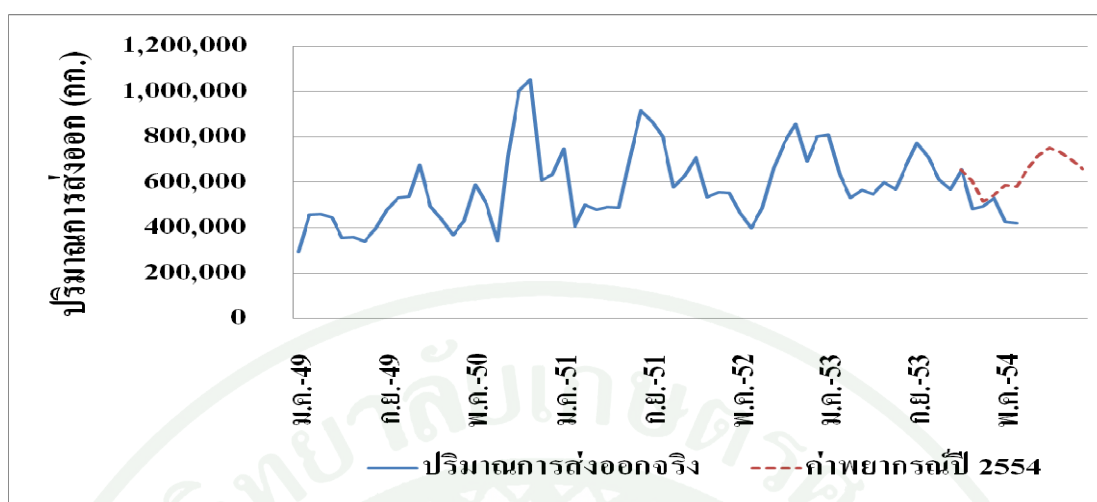


(ก) ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น



(ข) ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา

ภาพที่ 26 ปริมาณการส่งออกที่แท้จริงและค่าพยากรณ์ในปีพ.ศ. 2554 ของปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน



(ค) ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

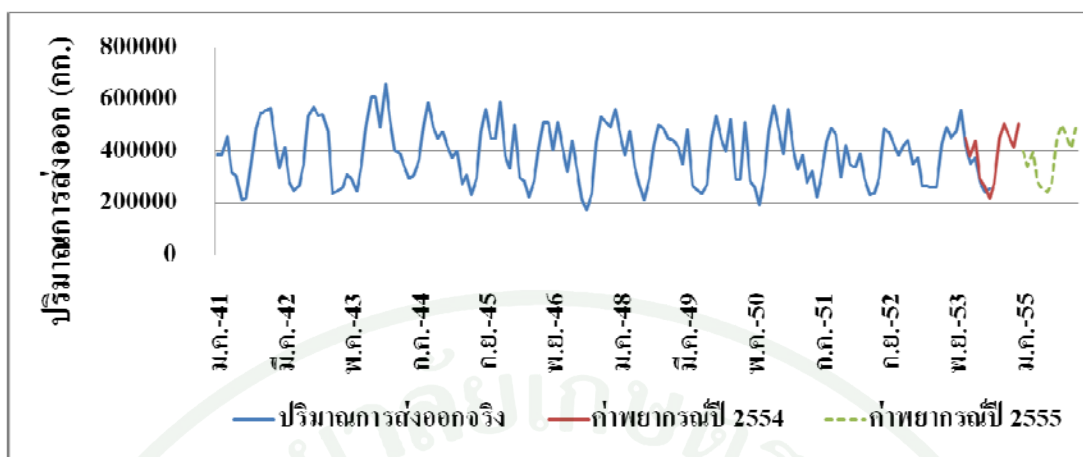
ภาพที่ 26 (ต่อ)

จากนั้นทดลองนำแบบจำลองทั้ง 3 ประเภทนี้มาพยากรณ์ต่อในปี พ.ศ. 2555 แสดงดังตารางที่ 43 และภาพที่ 27 พบว่า ตลาดส่งออกประเทศญี่ปุ่นและประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนมีแนวโน้มการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกกับปีก่อนหน้าแต่ปริมาณการส่งออกจะลดลงบ้างเล็กน้อย ส่วนการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสหรัฐอเมริกาแนวโน้มลดลงอย่างชัดเจนในปี พ.ศ. 2555

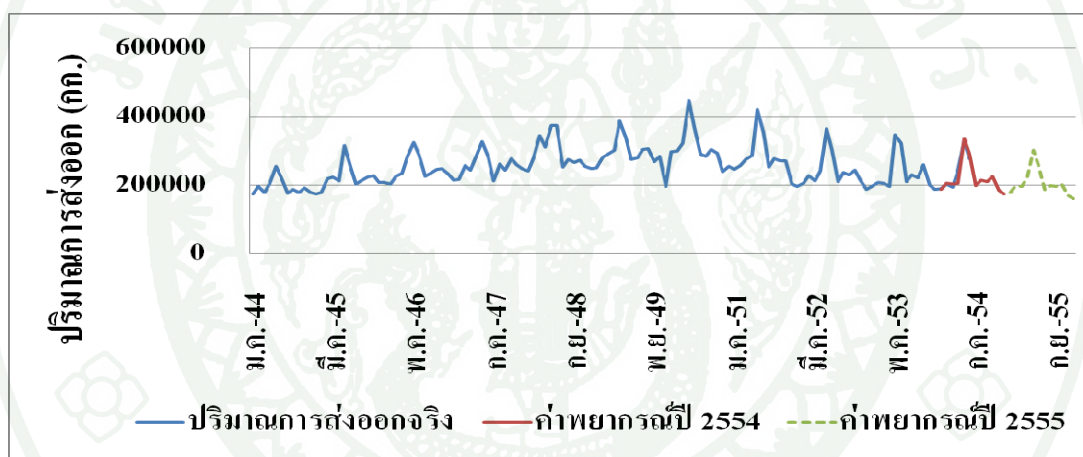
ตารางที่ 43 ค่าพยากรณ์ปริมาณส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปประเทศญี่ปุ่น ประเทศ
สหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน พ.ศ. 2555 แบบล่วงหน้า 12 เดือน

หน่วย : กิโลกรัม

เดือน	ประเทศญี่ปุ่น	ประเทศสหรัฐอเมริกา	ประเทศสาธารณรัฐ
	(SAS)	(SARIMA(0,1,1)(0,1,1))	ประชาชนจีน
	ค่าพยากรณ์	ค่าพยากรณ์	(12-2-1 BPN) ค่าพยากรณ์
ม.ค.	401,849	177,492	606,608
ก.พ.	341,302	199,059	525,234
มี.ค.	395,385	195,533	507,060
เม.ย.	280,690	220,235	521,768
พ.ค.	254,170	302,453	539,202
มิ.ย.	239,460	255,521	613,793
ก.ค.	279,130	184,667	682,759
ส.ค.	446,945	198,542	697,421
ก.ย.	502,143	196,358	687,753
ต.ค.	457,200	202,809	688,554
พ.ย.	413,006	169,026	694,424
ธ.ค.	499,188	160,446	645,972
รวมทั้งปี	4,510,468	2,462,141	7,410,548

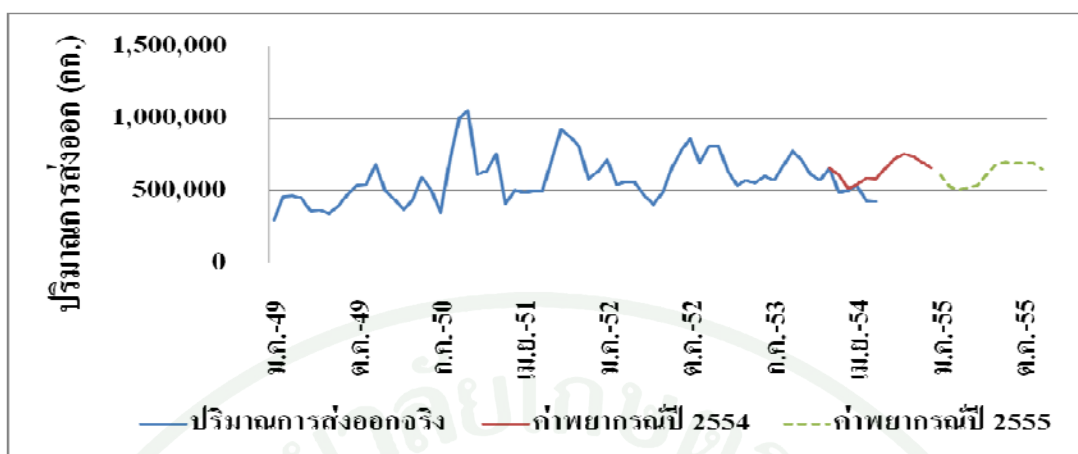


(ก) ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น



(ข) ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา

ภาพที่ 27 ปริมาณการส่งออกที่แท้จริงและค่าพยากรณ์ในปีพ.ศ. 2555 ของปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน



(ค) ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

ภาพที่ 27 (ต่อ)

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

ผลการศึกษาการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังตลาดส่งออกที่สำคัญของไทย ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ด้วยแบบจำลองเชิงปริมาณจาก 2 เทคนิค คือ เทคนิคการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาและเทคนิคการพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในรูปแบบล่วงหน้า 1 หน่วยเวลา และล่วงหน้าหลายหน่วยเวลาให้ข้อสรุป ดังนี้

1. การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์หอนุกรมเวลา

แบบจำลองปรับให้เรียบฤดูกาลแบบบวก (SAS) มีความถูกต้องในการพยากรณ์และความสามารถในการใช้งานทั่วไปในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ล่วงหน้า 1 เดือนและล่วงหน้า 1 ปีสูงกว่าแบบจำลองอื่น ๆ มีค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลชุดทดสอบในรูปแบบ MAE เท่ากับ 39,201 กก. ในการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือน และ 39,291 กก. ในการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปี โดยค่าพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือนมีความลำเอียงในระดับที่ยอมรับได้ แต่ค่าพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปี จะมีความลำเอียงในทางลบ คือ พยากรณ์ได้ต่ำกว่าค่าความต้องการที่แท้จริงประมาณร้อยละ 4 ส่วนการพยากรณ์สำหรับประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนพบว่า แบบจำลอง BPN มีความถูกต้องในการพยากรณ์สูงที่สุดทั้งล่วงหน้า 1 เดือนและล่วงหน้า 1 ปี มีความลำเอียงในระดับที่ยอมรับได้ มีค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลชุดทดสอบในรูปแบบ MAE เท่ากับ 50,555 กก. ในการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือน และ 54,950 กก. ในการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปี ในขณะที่ประเทศสหรัฐอเมริกานั้น แบบจำลอง SARIMA (0,1,1)(0,1,1) มีความถูกต้องมากที่สุดในการพยากรณ์ทั้งล่วงหน้า 1 เดือนและล่วงหน้า 1 ปี มีค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลชุดทดสอบในรูปแบบ MAE เท่ากับ 17,226 กก. ในการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือน และ 22,569 กก. ในการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปี แต่ค่าพยากรณ์จะมีความลำเอียงไปในทางลบ คือ พยากรณ์ได้ต่ำกว่าค่าความต้องการที่แท้จริงประมาณร้อยละ 2.5 ในการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือน และพยากรณ์ได้ต่ำกว่าค่าความต้องการที่แท้จริงประมาณร้อยละ 5.5 ในการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปี ดังนั้นการนำไปใช้จริงต้องคำนึงถึงประเด็นนี้เสมอและควรกระทำด้วยความระมัดระวัง

2. การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ด้วยเทคนิคการพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

แบบจำลองที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกไปยังประเทศญี่ปุ่น คือ แบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่งแบบขั้นบันไดที่สร้างจากตัวแปรทั้งหมด มีค่าความลำเอียงในระดับที่ยอมรับได้ มีความถูกต้องในการพยากรณ์และความสามารถในการใช้งานทั่วไปในการพยากรณ์ค่าได้ใกล้เคียงกับค่าจริงมากกว่าแบบจำลองอื่น ๆ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ข้อมูลชุดทดสอบของปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่นในรูปของ MAE เท่ากับ 84,757 กก. โดยสามารถบ่งชี้ได้ว่า ปัจจัยด้านราคากวียไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไร่ณาและอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบกับประเทศญี่ปุ่น มีความสำคัญต่อการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่นมากที่สุด ส่วนแบบจำลองที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา คือ แบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่งแบบขั้นบันไดที่สร้างจากตัวแปรทั้งหมด โดยมีความถูกต้องในการพยากรณ์และความสามารถในการใช้งานทั่วไปได้ดีกว่าแบบจำลองอื่น ๆ แต่มีโอกาที่แบบจำลองจะให้ค่าการพยากรณ์ที่มากกว่าค่าปริมาณการส่งออกที่แท้จริง โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ข้อมูลชุดทดสอบของปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสหรัฐอเมริกาในรูปของ MAE เท่ากับ 70,137 กก. และสามารถบ่งชี้ได้ว่าปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการส่งออกมากที่สุด 2 อันดับแรก ได้แก่ ดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไป ย้อนหลัง 3 เดือน และอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบกับประเทศสหรัฐอเมริกา ย้อนหลัง 2 เดือน ในขณะที่แบบจำลองที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกไปยังประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน คือ แบบจำลอง BPN ที่สร้างจากกลุ่มปัจจัย มีค่าความลำเอียงในระดับที่ยอมรับได้ มีความถูกต้องในการพยากรณ์และความสามารถในการใช้งานทั่วไปในการพยากรณ์ค่าได้ใกล้เคียงกับค่าจริงมากกว่าแบบจำลองอื่น ๆ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ข้อมูลชุดทดสอบของปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนในรูปของ MAE เท่ากับ 70,779 กก. โดยสามารถบ่งชี้ได้ว่า กลุ่มปัจจัยที่มีผลกระทบสูงที่สุดต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าพยากรณ์ไปยังตลาดส่งออกประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน 2 ลำดับแรก ได้แก่ ปัจจัยด้านปริมาณผลผลิตกล้วยไม้ภายในประเทศ ได้แก่ ราคากวียไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ณ ไร่ณา และปัจจัยด้านเศรษฐกิจ ซึ่งประกอบด้วย GDP per capita/CPI และดัชนีราคาผู้บริโภค

3. การเปรียบเทียบระหว่างการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาและเทคนิคการพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

แบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกที่สร้างจากเทคนิคการวิเคราะห์หอนุกรมเวลามีความถูกต้องในการพยากรณ์และความสามารถในการใช้งานทั่วไปสูงกว่าแบบจำลองการพยากรณ์ที่สร้างจากเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ไม่ว่าจะเป็นตลาดส่งออกประเทศใดก็ตาม

ข้อเสนอแนะ

1. การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ด้วยเทคนิควิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในงานวิจัยนี้ได้คัดเลือกตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการของประเทศผู้ซื้อ แต่เนื่องจากมีข้อจำกัดในการค้นคว้าข้อมูล ซึ่งบางปัจจัยอาจมีผลต่อค่าพยากรณ์ เช่น ค่าระวางเรือ ค่าขนส่ง เป็นต้น การนำตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจจะเกี่ยวข้องมาใช้ในแบบจำลองอาจส่งผลให้ได้แบบจำลองที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นได้
2. การสร้างแบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตทางการเกษตรที่มีความซับซ้อนด้วยแบบจำลองผสมระหว่างแบบจำลองบ็อกซ์และเจนกินส์กับแบบจำลอง BPN เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยให้การพยากรณ์มีความถูกต้องมากขึ้น
3. แบบจำลองปรับให้เรียบฤดูกาลแบบบวก (SAS) ของประเทศญี่ปุ่นมักจะพยากรณ์ได้ต่ำกว่าค่าความต้องการที่แท้จริงประมาณร้อยละ 4 ในการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปี และแบบจำลอง SARIMA (0,1,1)(0,1,1) ของประเทศสหรัฐอเมริกาก็เช่นเดียวกัน แต่จะพยากรณ์ได้ต่ำกว่าค่าความต้องการที่แท้จริงทั้งในการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือน และล่วงหน้า 1 ปี ดังนั้นการนำไปใช้จริงต้องคำนึงถึงประเด็นนี้เสมอ

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2552. สถานการณ์การผลิตการตลาดไม้ดอกไม้ประดับปี 2553-2554.

แหล่งที่มา: www.doa.go.th, 20 มิถุนายน 2553.

กรมศุลกากร ประเทศญี่ปุ่น. 2553. อันดับประเทศที่เป็นผู้ส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกไปยังประเทศญี่ปุ่น. แหล่งที่มา: www.customs.go.jp, 22 มิถุนายน 2553.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2552. รายงานสถิติการปลูกดอกกล้วยไม้และไม้ตัดดอกเพื่อการส่งออก.

แหล่งที่มา: www.doae.go.th, 23 มิถุนายน 2553.

กীরติ เหลืองหิรัญ. 2543. การวิเคราะห์อุปสงค์การส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปตลาดร่วมยุโรปที่สำคัญบางประเทศ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

คณินิจ เสรีวงษ์. 2547. การวิเคราะห์การถดถอย. เอกสารประกอบการเรียนวิชา ส. 332.

ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชนมลักษณ์ วงศ์จินาพันธุ์. 2539. การวิเคราะห์การนำเข้ากล้วยไม้ตัดดอกเขตร้อนของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชัยเชษฐ ดิเรกสุนทร. 2551. การพัฒนาการส่งออกกล้วยไม้ของไทยไปประเทศญี่ปุ่น. ภาควิชาบริหารธุรกิจเกษตรคณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

ณัฐมา ลิมากุล. 2553. การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้แช่เยือกแข็งของประเทศไทยด้วยแบบจำลองเชิงปริมาณ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ทรงศักดิ์ ศรีบุญจิตต์. 2543. สถานการณ์การส่งออกกุ้งของไทย. รายงานเสนอศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

ทรงศิริ แต่สมบัติ. 2549. การพยากรณ์เชิงปริมาณ. พิมพ์ครั้งที่ 1. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ธนาคารแห่งประเทศไทย. 2546. อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราระหว่างประเทศ ปี 2540-2553.

อัตราแลกเปลี่ยน. แหล่งที่มา: http://www.bot.or.th/bothomepage/databank/FinMarkets/ExchangeRate/exchange_t.asp, 20 มิถุนายน 2553.

นิภา นิรุตติกุล. 2551. การพยากรณ์การขาย. พิมพ์ครั้งที่ 3. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นิรนาม. 2553. วงจรขายนิรอรลเทียม. แหล่งที่มา:

read.pudn.com/downloads151/doc/655908/pattern/nn1_Neural_2.ppt, 20 ธันวาคม 2553.

บริษัท ศูนย์วิจัยกสิกรไทย จำกัด. 2552. กล้วยไม้. แหล่งที่มา: www.kasikornresearch.com, 10 มิถุนายน 2553.

ประเสริฐ ภิเมธีดำรง. 2535. ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออุปสงค์และอุปทานในการส่งออกกล้วยไม้ของ ไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พัชรี สำนานพิศ. 2548. การศึกษาเปรียบเทียบเทคนิคการพยากรณ์ ปริมาณการส่งออก และการผลิตสับปะรดกระป๋อง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พิมลพร พงศ์ทองคำ. 2550. การพยากรณ์ปริมาณผลผลิตข้าวในปีด้วยแบบจำลองเชิงปริมาณ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิภาพร วีระไวทยะ. 2550. แบบจำลองเชิงปริมาณเพื่อการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิชาน เจริญผล. 2550. **ดัชนีราคาผู้บริโภค**. โครงการจัดทำข้อมูลองค์ความรู้ งดที่ 1: นิยามธุรกิจ: เศรษฐศาสตร์. แหล่งที่มา: <http://www.ismed.or.th>, 3 ธันวาคม 2553.

ศิรินันท์ เจริญกุล. 2542. **การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออุปสงค์เพื่อการส่งออกสินค้าเกษตรทางอากาศของประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศักดิ์สิทธิ์ วัชรรัตน์. 2531. **ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออุปสงค์ในการส่งออกกล้วยไม้ของไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมาคมพืชสวน. 2552. **กล้วยไม้ พัฒนาสู่การส่งออก**. ข่าวสารสมาคมพืชสวน. แหล่งที่มา: <http://www.panmai.com/hsst>, 16 กันยายน 2553

เสกศักดิ์ ดวงมณี. 2553. **การพยากรณ์ปริมาณผลผลิตกิ่งขาวแวนาไมด้วยแบบจำลองเชิงปริมาณ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมเกียรติ เกตุเอี่ยม. 2546. **เทคนิคการพยากรณ์**. สงขลา. คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยทักษิณ, สงขลา.

สุเทพ รักจิตร. 2543. **การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออุปทานและอุปสงค์ส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุริรัตน์ แสงพงษ์. 2550. **แบบจำลองเชิงปริมาณเพื่อการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดที่ระดับคุณภาพต่าง ๆ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553. **ข้อมูลพื้นฐานกล้วยไม้ ปี 2553**. แหล่งที่มา: <http://www.oae.go.th>, 3 ตุลาคม 2553.

สำนักงานส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ ณ นครเฉิงตู. 2553. สถานการณ์กล้วยไม้ไทยในจีน.
แหล่งที่มา: <http://www.depthai.go.th>, 5 ตุลาคม 2553.

อภิสิทธิ์ อีสริยานุกูล, นภาพรณ์ พรหมชนะ และจุฑาทิพย์ ภัทราวาท. 2541. โครงการศึกษาสินค้า
ยุทธศาสตร์: ไม้ดอกไม้ประดับ. คณะเศรษฐศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ.

Alon, I., M. Oi and R.J. Sadowski. 2001. Forecasting aggregate retail sales: a comparison of
artificial neural networks and traditional methods. **Journal of Retailing and Consumer
Services**. 8: 147-156.

Aryal, D.R. and Y. Wang. 2003. Neural network forecasting of the production level of Chinese
construction Industry. **Journal of Comparative International Management**. 18: 715-
730.

Au, K.F., T.M. Choi, Y. Yu. 2008. Fashion retail forecasting by evolutionary neural networks.
Int.J.Production Economics. 114: 615-630.

Bowerman, B.L., R.T. O'Connell, A.B. Koehler. 2005. **Forecasting, Time series, and
Regression**. Fourth edition. Thomson Brooks/Cole, New Jersey.

Box, G.E., and G.M., Jenkins., 1994. Time Series Analysis, **Forecasting and control**. 3rd ed.,
Prentice-hall Inc, New Jersey.

Chopra, S. and P. Meindl. 2004. **Supply chain management: strategy, planning and operation**,
Pearson Education, New Jersey.

Cho, V. 2003. A comparison of three different approaches to tourist arrival forecasting.
Tourism Management. 24 : 323-330.

- Co, H.C., R. Boosarawongse. 2007. Forecasting Thailand's Rice Export: Statistical Techniques vs. Artificial Neural Networks. **Computer&Industrial Engineering, Elsevier**. 53 : 610-627.
- Fausett, L. 1994. **Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms, and Application**. Prentice-Hall, USA.
- Graupe, D. 2007. **Principles of Artificial Neural Network**. 2nd ed. B&JO Enterprise, Singapore.
- Gujarati, D., N., 2003. **Basic Econometrics**. McGraw-Hill, USA, 467-472.
- Hamzacebi, C., D., Akay, F., Kutay., 2009. Comparison of direct and iterative artificial neural network forecast approaches in multi-periodic time series forecasting. **Expert Systems with Applications**. 36: 3839–3844.
- Ho, S.L., M. Xie and T.N. Goh, 2002. A comparative study of neural network and Box-Jenkins ARIMA modeling in time series prediction. **Computers and Industrial Engineering**. 42: 371-375.
- Hornik, K., Stinchcombe, M., White, H., 1989. Multilayer feedforward networks are universal Approximators. **Neural Networks**. 2: 359-366.
- Kahforoushan, E., M., Zarif, and E.B., Mashahir, 201. Predicting of added value agricultural sub-stations using artificial neutral networks: **Box-Jenkins and Holt-winters model**. J. Dev.,Agric. 24: 115-121.
- Kohzadi, N., M.S. Boyd, B. Kermanshahi and I. Kaastra. 1996. A comparison of artificial neural network and time series models for forecasting commodity prices. **Neurocomputing**. 10: 169-181.

- Kotler, Philip. 2003. **Marketing Management**. (Eleventh edition). Pearson Education Indochina Ltd.
- Kutner, M.H., C.J. Nachtsheim, J. Neter and W. Li. 2005. **Applied Linear Statistical Models**. McGraw-Hill, Singapore.
- Lam, M. 2004. Neural network techniques for financial performance prediction: integrating fundamental and technical analysis. **Decision Support Systems**. 37: 567-581.
- Leung, Arthur W.T., C.M. Tam and D.K. Liu. 2001. Comparative study of artificial neural networks and multiple regression analysis for predicting hoisting times of tower cranes. **Building and Environment**. 36: 457-467.
- Markridakis, S., S.C. Wheelwright and V.E. McGee. 1983. **Forecasting Methods and Application**. 2nd ed. Wiley Co. Inc, New York.
- Munakata, T. 2008. **Fundamentals of the New Artificial Intelligence**. 2nd ed. Springer, New York.
- NeuralWare. 1996. **Neural Computing: A Technology Handbook for Professional II/PLUS and NeuralWorks Explorer**. NeuralWare, USA.
- Oracle Corporation. 2008. **CB Predictor User Manual**. Decisioneering, Inc. Colorado.
- Pao, H.T. 2007. Forecasting electricity market pricing using artificial neural networks. **Energy Conversion and Management**. 48: 907-912.
- Pino, R., J., Parreno, A., Gomez, P., Priore., 2008. Forecasting next-day price of electricity in the Spanish energy market using artificial neural networks. **Engineer Applications of Artificial intelligence**. 21: 53-62.

Ross, T. 1996. Indices for performance evaluation of predictive models in food microbiology. **Journal Application Bacterial.** 81: 501-508.

Shabri, A.B. 2001. Comparision of Time Series Forecasting Methods Using Neural Networks and Box-Jenkins Model. **Computer Science.**

Topping, B.H.V., Khan, A.I., and Bahreininejad, A. 1997. Parallel training of neural networks for finite element mesh decomposition. **Computers & Structures.** 63: 693-707.

Wang, Y.M., T.M.S. Elhag. 2007. A comparison of neural network, evidential reasoning and multiple regression analysis in modeling bridge risks. **Expert Systems with Applications.** 32: 336-348.

Zhang, G., B.E. Patuwo and M.Y. Hu. 1998. Forecasting with artificial neural networks: The state of the art. **International Journal of Forecasting.** 14: 35-62. *Cited* S. Kang. 1991. **An Investigation of the Use of Feedforward Neural Networks for Forecasting.** Kent State University.

Zou, H., Xia, G., Yang, F., Yang, H., 2007. A Neural Network Model Based on the Multi-Stage Optimization Approach for Short-Term Food Price Forecasting in China. **Expert Systems with Application.** 33: 347-356.





ตารางผนวกที่ ก1 ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่นรายเดือนทั้งหมดเพื่อการพยากรณ์แบบเทคนิคอนุกรมเวลา BPN แบบทีละ 1 เดือน

ลำดับที่	ปี	เดือน	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	Y
1	2542	1	383212	385473	452818	316299	301944	213480	213754	337897	488931	541701	553097	566347	444,918
2		2	385473	452818	316299	301944	213480	213754	337897	488931	541701	553097	566347	444918	334,278
3		3	452818	316299	301944	213480	213754	337897	488931	541701	553097	566347	444918	334278	412,852
4		4	316299	301944	213480	213754	337897	488931	541701	553097	566347	444918	334278	412852	281,582
5		5	301944	213480	213754	337897	488931	541701	553097	566347	444918	334278	412852	281582	244,251
6		6	213480	213754	337897	488931	541701	553097	566347	444918	334278	412852	281582	244251	264,276
7		7	213754	337897	488931	541701	553097	566347	444918	334278	412852	281582	244251	264276	348,182
8		8	337897	488931	541701	553097	566347	444918	334278	412852	281582	244251	264276	348182	533,564
9		9	488931	541701	553097	566347	444918	334278	412852	281582	244251	264276	348182	533564	568,295
10		10	541701	553097	566347	444918	334278	412852	281582	244251	264276	348182	533564	568295	536,053
11		11	553097	566347	444918	334278	412852	281582	244251	264276	348182	533564	568295	536053	538,497
12		12	566347	444918	334278	412852	281582	244251	264276	348182	533564	568295	536053	538497	475,990
13	2543	1	444918	334278	412852	281582	244251	264276	348182	533564	568295	536053	538497	475990	235,781
14		2	334278	412852	281582	244251	264276	348182	533564	568295	536053	538497	475990	235781	241,192
15		3	412852	281582	244251	264276	348182	533564	568295	536053	538497	475990	235781	241192	256,227
16		4	281582	244251	264276	348182	533564	568295	536053	538497	475990	235781	241192	256227	305,773
17		5	244251	264276	348182	533564	568295	536053	538497	475990	235781	241192	256227	305773	291,191

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	Y
18	2543	6	264276	348182	533564	568295	536053	538497	475990	235781	241192	256227	305773	291191	241,037
19		7	348182	533564	568295	536053	538497	475990	235781	241192	256227	305773	291191	241037	340,192
20		8	533564	568295	536053	538497	475990	235781	241192	256227	305773	291191	241037	340192	489,716
21		9	568295	536053	538497	475990	235781	241192	256227	305773	291191	241037	340192	489716	607,910
22		10	536053	538497	475990	235781	241192	256227	305773	291191	241037	340192	489716	607910	605,538
23		11	538497	475990	235781	241192	256227	305773	291191	241037	340192	489716	607910	605538	491,453
24		12	475990	235781	241192	256227	305773	291191	241037	340192	489716	607910	605538	491453	657,168
25	2544	1	235781	241192	256227	305773	291191	241037	340192	489716	607910	605538	491453	657168	513,368
26		2	241192	256227	305773	291191	241037	340192	489716	607910	605538	491453	657168	513368	401,026
27		3	256227	305773	291191	241037	340192	489716	607910	605538	491453	657168	513368	401026	387,465
28		4	305773	291191	241037	340192	489716	607910	605538	491453	657168	513368	401026	387465	337,717
29		5	291191	241037	340192	489716	607910	605538	491453	657168	513368	401026	387465	337717	291,072
30		6	241037	340192	489716	607910	605538	491453	657168	513368	401026	387465	337717	291072	303,006
31		7	340192	489716	607910	605538	491453	657168	513368	401026	387465	337717	291072	303006	363,544
32		8	489716	607910	605538	491453	657168	513368	401026	387465	337717	291072	303006	363544	491,667
33		9	607910	605538	491453	657168	513368	401026	387465	337717	291072	303006	363544	491667	585,302
34		10	605538	491453	657168	513368	401026	387465	337717	291072	303006	363544	491667	585302	491,310
35		11	491453	657168	513368	401026	387465	337717	291072	303006	363544	491667	585302	491310	445,786

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
36	2544	12	657168	513368	401026	387465	337717	291072	303006	363544	491667	585302	491310	445786	472,805
37	2545	1	513368	401026	387465	337717	291072	303006	363544	491667	585302	491310	445786	472805	412,695
38		2	401026	387465	337717	291072	303006	363544	491667	585302	491310	445786	472805	412695	372,781
39		3	387465	337717	291072	303006	363544	491667	585302	491310	445786	472805	412695	372781	398,012
40		4	337717	291072	303006	363544	491667	585302	491310	445786	472805	412695	372781	398012	272,983
41		5	291072	303006	363544	491667	585302	491310	445786	472805	412695	372781	398012	272983	303,606
42		6	303006	363544	491667	585302	491310	445786	472805	412695	372781	398012	272983	303606	229,255
43		7	363544	491667	585302	491310	445786	472805	412695	372781	398012	272983	303606	229255	291,407
44		8	491667	585302	491310	445786	472805	412695	372781	398012	272983	303606	229255	291407	477,188
45		9	585302	491310	445786	472805	412695	372781	398012	272983	303606	229255	291407	477188	558,666
46		10	491310	445786	472805	412695	372781	398012	272983	303606	229255	291407	477188	558666	445,636
47		11	445786	472805	412695	372781	398012	272983	303606	229255	291407	477188	558666	445636	447,004
48		12	472805	412695	372781	398012	272983	303606	229255	291407	477188	558666	445636	447004	589,757
49	2546	1	412695	372781	398012	272983	303606	229255	291407	477188	558666	445636	447004	589757	377,469
50		2	372781	398012	272983	303606	229255	291407	477188	558666	445636	447004	589757	377469	329,788
51		3	398012	272983	303606	229255	291407	477188	558666	445636	447004	589757	377469	329788	500,770
52		4	272983	303606	229255	291407	477188	558666	445636	447004	589757	377469	329788	500770	294,378
53		5	303606	229255	291407	477188	558666	445636	447004	589757	377469	329788	500770	294378	283,107

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
54	2546	6	229255	291407	477188	558666	445636	447004	589757	377469	329788	500770	294378	283107	221,664
55		7	291407	477188	558666	445636	447004	589757	377469	329788	500770	294378	283107	221664	283,449
56		8	477188	558666	445636	447004	589757	377469	329788	500770	294378	283107	221664	283449	411,068
57		9	558666	445636	447004	589757	377469	329788	500770	294378	283107	221664	283449	411068	509,704
58		10	445636	447004	589757	377469	329788	500770	294378	283107	221664	283449	411068	509704	509,926
59		11	447004	589757	377469	329788	500770	294378	283107	221664	283449	411068	509704	509926	401,694
60		12	589757	377469	329788	500770	294378	283107	221664	283449	411068	509704	509926	401694	509,491
61	2547	1	377469	329788	500770	294378	283107	221664	283449	411068	509704	509926	401694	509491	404,739
62		2	329788	500770	294378	283107	221664	283449	411068	509704	509926	401694	509491	404739	319,417
63		3	500770	294378	283107	221664	283449	411068	509704	509926	401694	509491	404739	319417	437,563
64		4	294378	283107	221664	283449	411068	509704	509926	401694	509491	404739	319417	437563	319,776
65		5	283107	221664	283449	411068	509704	509926	401694	509491	404739	319417	437563	319776	211,843
66		6	221664	283449	411068	509704	509926	401694	509491	404739	319417	437563	319776	211843	170,669
67		7	283449	411068	509704	509926	401694	509491	404739	319417	437563	319776	211843	170669	233,242
68		8	411068	509704	509926	401694	509491	404739	319417	437563	319776	211843	170669	233242	432,215
69		9	509704	509926	401694	509491	404739	319417	437563	319776	211843	170669	233242	432215	528,930
70		10	509926	401694	509491	404739	319417	437563	319776	211843	170669	233242	432215	528930	508,929
71		11	401694	509491	404739	319417	437563	319776	211843	170669	233242	432215	528930	508929	492,592

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
72	2547	12	509491	404739	319417	437563	319776	211843	170669	233242	432215	528930	508929	492592	558,990
73	2548	1	404739	319417	437563	319776	211843	170669	233242	432215	528930	508929	492592	558990	455,680
74		2	319417	437563	319776	211843	170669	233242	432215	528930	508929	492592	558990	455680	385,014
75		3	437563	319776	211843	170669	233242	432215	528930	508929	492592	558990	455680	385014	476,091
76		4	319776	211843	170669	233242	432215	528930	508929	492592	558990	455680	385014	476091	334,647
77		5	211843	170669	233242	432215	528930	508929	492592	558990	455680	385014	476091	334647	264,717
78		6	170669	233242	432215	528930	508929	492592	558990	455680	385014	476091	334647	264717	209,548
79		7	233242	432215	528930	508929	492592	558990	455680	385014	476091	334647	264717	209548	292,102
80		8	432215	528930	508929	492592	558990	455680	385014	476091	334647	264717	209548	292102	421,071
81		9	528930	508929	492592	558990	455680	385014	476091	334647	264717	209548	292102	421071	499,159
82		10	508929	492592	558990	455680	385014	476091	334647	264717	209548	292102	421071	499159	486,227
83		11	492592	558990	455680	385014	476091	334647	264717	209548	292102	421071	499159	486227	445,563
84		12	558990	455680	385014	476091	334647	264717	209548	292102	421071	499159	486227	445563	441,128
85	2549	1	455680	385014	476091	334647	264717	209548	292102	421071	499159	486227	445563	441128	416,762
86		2	385014	476091	334647	264717	209548	292102	421071	499159	486227	445563	441128	416762	349,882
87		3	476091	334647	264717	209548	292102	421071	499159	486227	445563	441128	416762	349882	483,352
88		4	334647	264717	209548	292102	421071	499159	486227	445563	441128	416762	349882	483352	265,368
89		5	264717	209548	292102	421071	499159	486227	445563	441128	416762	349882	483352	265368	249,276

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
90	2549	6	209548	292102	421071	499159	486227	445563	441128	416762	349882	483352	265368	249276	231,821
91		7	292102	421071	499159	486227	445563	441128	416762	349882	483352	265368	249276	231821	267,250
92		8	421071	499159	486227	445563	441128	416762	349882	483352	265368	249276	231821	267250	442,945
93		9	499159	486227	445563	441128	416762	349882	483352	265368	249276	231821	267250	442945	532,472
94		10	486227	445563	441128	416762	349882	483352	265368	249276	231821	267250	442945	532472	443,308
95		11	445563	441128	416762	349882	483352	265368	249276	231821	267250	442945	532472	443308	398,440
96		12	441128	416762	349882	483352	265368	249276	231821	267250	442945	532472	443308	398440	521,545
97	2550	1	416762	349882	483352	265368	249276	231821	267250	442945	532472	443308	398440	521545	288,223
98		2	349882	483352	265368	249276	231821	267250	442945	532472	443308	398440	521545	288223	288,255
99		3	483352	265368	249276	231821	267250	442945	532472	443308	398440	521545	288223	288255	509,522
100		4	265368	249276	231821	267250	442945	532472	443308	398440	521545	288223	288255	509522	282,151
101		5	249276	231821	267250	442945	532472	443308	398440	521545	288223	288255	509522	282151	260,595
102		6	231821	267250	442945	532472	443308	398440	521545	288223	288255	509522	282151	260595	191,233
103		7	267250	442945	532472	443308	398440	521545	288223	288255	509522	282151	260595	191233	303,340
104		8	442945	532472	443308	398440	521545	288223	288255	509522	282151	260595	191233	303340	482,121
105		9	532472	443308	398440	521545	288223	288255	509522	282151	260595	191233	303340	482121	574,972
106		10	443308	398440	521545	288223	288255	509522	282151	260595	191233	303340	482121	574972	479,730
107		11	398440	521545	288223	288255	509522	282151	260595	191233	303340	482121	574972	479730	386,219

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
108	2550	12	521545	288223	288255	509522	282151	260595	191233	303340	482121	574972	479730	386219	557,828
109	2551	1	288223	288255	509522	282151	260595	191233	303340	482121	574972	479730	386219	557828	403,469
110		2	288255	509522	282151	260595	191233	303340	482121	574972	479730	386219	557828	403469	328,173
111		3	509522	282151	260595	191233	303340	482121	574972	479730	386219	557828	403469	328173	380,296
112		4	282151	260595	191233	303340	482121	574972	479730	386219	557828	403469	328173	380296	278,382
113		5	260595	191233	303340	482121	574972	479730	386219	557828	403469	328173	380296	278382	318,409
114		6	191233	303340	482121	574972	479730	386219	557828	403469	328173	380296	278382	318409	220,455
115		7	303340	482121	574972	479730	386219	557828	403469	328173	380296	278382	318409	220455	303,601
116		8	482121	574972	479730	386219	557828	403469	328173	380296	278382	318409	220455	303601	434,202
117		9	574972	479730	386219	557828	403469	328173	380296	278382	318409	220455	303601	434202	488,082
118		10	479730	386219	557828	403469	328173	380296	278382	318409	220455	303601	434202	488082	460,317
119		11	386219	557828	403469	328173	380296	278382	318409	220455	303601	434202	488082	460317	299,446
120		12	557828	403469	328173	380296	278382	318409	220455	303601	434202	488082	460317	299446	419,035
121	2552	1	403469	328173	380296	278382	318409	220455	303601	434202	488082	460317	299446	419035	344,208
122		2	328173	380296	278382	318409	220455	303601	434202	488082	460317	299446	419035	344208	337,472
123		3	380296	278382	318409	220455	303601	434202	488082	460317	299446	419035	344208	337472	386,458
124		4	278382	318409	220455	303601	434202	488082	460317	299446	419035	344208	337472	386458	291,810
125		5	318409	220455	303601	434202	488082	460317	299446	419035	344208	337472	386458	291810	228,646

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
126	2552	6	220455	303601	434202	488082	460317	299446	419035	344208	337472	386458	291810	228646	236,767
127		7	303601	434202	488082	460317	299446	419035	344208	337472	386458	291810	228646	236767	296,537
128		8	434202	488082	460317	299446	419035	344208	337472	386458	291810	228646	236767	296537	484,661
129		9	488082	460317	299446	419035	344208	337472	386458	291810	228646	236767	296537	484661	471,400
130		10	460317	299446	419035	344208	337472	386458	291810	228646	236767	296537	484661	471400	427,982
131		11	299446	419035	344208	337472	386458	291810	228646	236767	296537	484661	471400	427982	381,297
132		12	419035	344208	337472	386458	291810	228646	236767	296537	484661	471400	427982	381297	419,975
133	2553	1	344208	337472	386458	291810	228646	236767	296537	484661	471400	427982	381297	419975	440,850
134		2	337472	386458	291810	228646	236767	296537	484661	471400	427982	381297	419975	440850	348,962
135		3	386458	291810	228646	236767	296537	484661	471400	427982	381297	419975	440850	348962	373,821
136		4	291810	228646	236767	296537	484661	471400	427982	381297	419975	440850	348962	373821	263,675
137		5	228646	236767	296537	484661	471400	427982	381297	419975	440850	348962	373821	263675	261,860
138		6	236767	296537	484661	471400	427982	381297	419975	440850	348962	373821	263675	261860	257,583
139		7	296537	484661	471400	427982	381297	419975	440850	348962	373821	263675	261860	257583	258,211
140		8	484661	471400	427982	381297	419975	440850	348962	373821	263675	261860	257583	258211	426,689
141		9	471400	427982	381297	419975	440850	348962	373821	263675	261860	257583	258211	426689	492,118
142		10	427982	381297	419975	440850	348962	373821	263675	261860	257583	258211	426689	492118	449,791
143		11	381297	419975	440850	348962	373821	263675	261860	257583	258211	426689	492118	449791	473,936

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
144	2553	12	419975	440850	348962	373821	263675	261860	257583	258211	426689	492118	449791	473936	556,110

ตารางผนวกที่ ก2 ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสหรัฐอเมริการายเดือนทั้งหมด เพื่อการพยากรณ์แบบเทคนิคอนุกรมเวลา BPN
แบบทีละ 1 เดือน

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
1	2545	1	175764	197628	179929	207539	256626	221833	177072	187791	178979	193363	179481	175124	180,183
2		2	197628	179929	207539	256626	221833	177072	187791	178979	193363	179481	175124	180183	220,380
3		3	179929	207539	256626	221833	177072	187791	178979	193363	179481	175124	180183	220380	223,779
4		4	207539	256626	221833	177072	187791	178979	193363	179481	175124	180183	220380	223779	213,830
5		5	256626	221833	177072	187791	178979	193363	179481	175124	180183	220380	223779	213830	316,052
6		6	221833	177072	187791	178979	193363	179481	175124	180183	220380	223779	213830	316052	254,494
7		7	177072	187791	178979	193363	179481	175124	180183	220380	223779	213830	316052	254494	203,760
8		8	187791	178979	193363	179481	175124	180183	220380	223779	213830	316052	254494	203760	216,260
9		9	178979	193363	179481	175124	180183	220380	223779	213830	316052	254494	203760	216260	225,095
10		10	193363	179481	175124	180183	220380	223779	213830	316052	254494	203760	216260	225095	229,103
11		11	179481	175124	180183	220380	223779	213830	316052	254494	203760	216260	225095	229103	207,668

ตารางผนวกที่ ก2 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
12	2545	12	175124	180183	220380	223779	213830	316052	254494	203760	216260	225095	229103	207668	209,759
13	2546	1	180183	220380	223779	213830	316052	254494	203760	216260	225095	229103	207668	209759	203,472
14		2	220380	223779	213830	316052	254494	203760	216260	225095	229103	207668	209759	203472	225,638
15		3	223779	213830	316052	254494	203760	216260	225095	229103	207668	209759	203472	225638	234,690
16		4	213830	316052	254494	203760	216260	225095	229103	207668	209759	203472	225638	234690	284,585
17		5	316052	254494	203760	216260	225095	229103	207668	209759	203472	225638	234690	284585	324,618
18		6	254494	203760	216260	225095	229103	207668	209759	203472	225638	234690	284585	324618	288,411
19		7	203760	216260	225095	229103	207668	209759	203472	225638	234690	284585	324618	288411	225,777
20		8	216260	225095	229103	207668	209759	203472	225638	234690	284585	324618	288411	225777	234,581
21		9	225095	229103	207668	209759	203472	225638	234690	284585	324618	288411	225777	234581	246,294
22		10	229103	207668	209759	203472	225638	234690	284585	324618	288411	225777	234581	246294	249,844
23		11	207668	209759	203472	225638	234690	284585	324618	288411	225777	234581	246294	249844	233,238
24		12	209759	203472	225638	234690	284585	324618	288411	225777	234581	246294	249844	233238	215,803
25	2547	1	203472	225638	234690	284585	324618	288411	225777	234581	246294	249844	233238	215803	218,583
26		2	225638	234690	284585	324618	288411	225777	234581	246294	249844	233238	215803	218583	257,215
27		3	234690	284585	324618	288411	225777	234581	246294	249844	233238	215803	218583	257215	244,964
28		4	284585	324618	288411	225777	234581	246294	249844	233238	215803	218583	257215	244964	289,929
29		5	324618	288411	225777	234581	246294	249844	233238	215803	218583	257215	244964	289929	328,077

ตารางผนวกที่ ก2 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
30	2547	6	288411	225777	234581	246294	249844	233238	215803	218583	257215	244964	289929	328077	283,513
31		7	225777	234581	246294	249844	233238	215803	218583	257215	244964	289929	328077	283513	214,055
32		8	234581	246294	249844	233238	215803	218583	257215	244964	289929	328077	283513	214055	261,934
33		9	246294	249844	233238	215803	218583	257215	244964	289929	328077	283513	214055	261934	245,075
34		10	249844	233238	215803	218583	257215	244964	289929	328077	283513	214055	261934	245075	279,050
35		11	233238	215803	218583	257215	244964	289929	328077	283513	214055	261934	245075	279050	259,366
36		12	215803	218583	257215	244964	289929	328077	283513	214055	261934	245075	279050	259366	248,341
37	2548	1	218583	257215	244964	289929	328077	283513	214055	261934	245075	279050	259366	248341	242,359
38		2	257215	244964	289929	328077	283513	214055	261934	245075	279050	259366	248341	242359	280,453
39		3	244964	289929	328077	283513	214055	261934	245075	279050	259366	248341	242359	280453	344,880
40		4	289929	328077	283513	214055	261934	245075	279050	259366	248341	242359	280453	344880	312,016
41		5	328077	283513	214055	261934	245075	279050	259366	248341	242359	280453	344880	312016	373,711
42		6	283513	214055	261934	245075	279050	259366	248341	242359	280453	344880	312016	373711	375,071
43		7	214055	261934	245075	279050	259366	248341	242359	280453	344880	312016	373711	375071	254,385
44		8	261934	245075	279050	259366	248341	242359	280453	344880	312016	373711	375071	254385	275,770
45		9	245075	279050	259366	248341	242359	280453	344880	312016	373711	375071	254385	275770	267,291
46		10	279050	259366	248341	242359	280453	344880	312016	373711	375071	254385	275770	267291	272,739
47		11	259366	248341	242359	280453	344880	312016	373711	375071	254385	275770	267291	272739	256,015

ตารางผนวกที่ ก2 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
48	2548	12	248341	242359	280453	344880	312016	373711	375071	254385	275770	267291	272739	256015	248,060
49	2549	1	242359	280453	344880	312016	373711	375071	254385	275770	267291	272739	256015	248060	250,811
50		2	280453	344880	312016	373711	375071	254385	275770	267291	272739	256015	248060	250811	282,025
51		3	344880	312016	373711	375071	254385	275770	267291	272739	256015	248060	250811	282025	291,033
52		4	312016	373711	375071	254385	275770	267291	272739	256015	248060	250811	282025	291033	302,672
53		5	373711	375071	254385	275770	267291	272739	256015	248060	250811	282025	291033	302672	388,727
54		6	375071	254385	275770	267291	272739	256015	248060	250811	282025	291033	302672	388727	338,060
55		7	254385	275770	267291	272739	256015	248060	250811	282025	291033	302672	388727	338060	276,683
56		8	275770	267291	272739	256015	248060	250811	282025	291033	302672	388727	338060	276683	280,000
57		9	267291	272739	256015	248060	250811	282025	291033	302672	388727	338060	276683	280000	304,900
58		10	272739	256015	248060	250811	282025	291033	302672	388727	338060	276683	280000	304900	306,768
59		11	256015	248060	250811	282025	291033	302672	388727	338060	276683	280000	304900	306768	268,056
60		12	248060	250811	282025	291033	302672	388727	338060	276683	280000	304900	306768	268056	284,295
61	2550	1	250811	282025	291033	302672	388727	338060	276683	280000	304900	306768	268056	284295	197,772
62		2	282025	291033	302672	388727	338060	276683	280000	304900	306768	268056	284295	197772	298,176
63		3	291033	302672	388727	338060	276683	280000	304900	306768	268056	284295	197772	298176	300,951
64		4	302672	388727	338060	276683	280000	304900	306768	268056	284295	197772	298176	300951	321,800
65		5	388727	338060	276683	280000	304900	306768	268056	284295	197772	298176	300951	321800	448,186

ตารางผนวกที่ ก2 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
66	2550	6	338060	276683	280000	304900	306768	268056	284295	197772	298176	300951	321800	448186	370,913
67		7	276683	280000	304900	306768	268056	284295	197772	298176	300951	321800	448186	370913	290,623
68		8	280000	304900	306768	268056	284295	197772	298176	300951	321800	448186	370913	290623	283,757
69		9	304900	306768	268056	284295	197772	298176	300951	321800	448186	370913	290623	283757	305,810
70		10	306768	268056	284295	197772	298176	300951	321800	448186	370913	290623	283757	305810	293,370
71		11	268056	284295	197772	298176	300951	321800	448186	370913	290623	283757	305810	293370	241,131
72		12	284295	197772	298176	300951	321800	448186	370913	290623	283757	305810	293370	241131	256,715
73	2551	1	197772	298176	300951	321800	448186	370913	290623	283757	305810	293370	241131	256715	246,290
74		2	298176	300951	321800	448186	370913	290623	283757	305810	293370	241131	256715	246290	257,074
75		3	300951	321800	448186	370913	290623	283757	305810	293370	241131	256715	246290	257074	274,886
76		4	321800	448186	370913	290623	283757	305810	293370	241131	256715	246290	257074	274886	287,278
77		5	448186	370913	290623	283757	305810	293370	241131	256715	246290	257074	274886	287278	421,728
78		6	370913	290623	283757	305810	293370	241131	256715	246290	257074	274886	287278	421728	355,182
79		7	290623	283757	305810	293370	241131	256715	246290	257074	274886	287278	421728	355182	254,346
80		8	283757	305810	293370	241131	256715	246290	257074	274886	287278	421728	355182	254346	279,044
81		9	305810	293370	241131	256715	246290	257074	274886	287278	421728	355182	254346	279044	272,265
82		10	293370	241131	256715	246290	257074	274886	287278	421728	355182	254346	279044	272265	272,163
83		11	241131	256715	246290	257074	274886	287278	421728	355182	254346	279044	272265	272163	203,460

ตารางผนวกที่ ก2 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
84	2551	12	256715	246290	257074	274886	287278	421728	355182	254346	279044	272265	272163	203460	198,595
85	2552	1	246290	257074	274886	287278	421728	355182	254346	279044	272265	272163	203460	198595	207,508
86		2	257074	274886	287278	421728	355182	254346	279044	272265	272163	203460	198595	207508	229,421
87		3	274886	287278	421728	355182	254346	279044	272265	272163	203460	198595	207508	229421	212,065
88		4	287278	421728	355182	254346	279044	272265	272163	203460	198595	207508	229421	212065	242,216
89		5	421728	355182	254346	279044	272265	272163	203460	198595	207508	229421	212065	242216	365,593
90		6	355182	254346	279044	272265	272163	203460	198595	207508	229421	212065	242216	365593	304,685
91		7	254346	279044	272265	272163	203460	198595	207508	229421	212065	242216	365593	304685	210,637
92		8	279044	272265	272163	203460	198595	207508	229421	212065	242216	365593	304685	210637	237,560
93		9	272265	272163	203460	198595	207508	229421	212065	242216	365593	304685	210637	237560	231,769
94		10	272163	203460	198595	207508	229421	212065	242216	365593	304685	210637	237560	231769	244,469
95		11	203460	198595	207508	229421	212065	242216	365593	304685	210637	237560	231769	244469	216,277
96		12	198595	207508	229421	212065	242216	365593	304685	210637	237560	231769	244469	216277	189,367
97	2553	1	207508	229421	212065	242216	365593	304685	210637	237560	231769	244469	216277	189367	197,891
98		2	229421	212065	242216	365593	304685	210637	237560	231769	244469	216277	189367	197891	208,536
99		3	212065	242216	365593	304685	210637	237560	231769	244469	216277	189367	197891	208536	205,560
100		4	242216	365593	304685	210637	237560	231769	244469	216277	189367	197891	208536	205560	197,567
101		5	365593	304685	210637	237560	231769	244469	216277	189367	197891	208536	205560	197567	347,937

ตารางผนวกที่ ก2 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
102	2553	6	304685	210637	237560	231769	244469	216277	189367	197891	208536	205560	197567	347937	321,976
103		7	210637	237560	231769	244469	216277	189367	197891	208536	205560	197567	347937	321976	210,821
104		8	237560	231769	244469	216277	189367	197891	208536	205560	197567	347937	321976	210821	231,169
105		9	231769	244469	216277	189367	197891	208536	205560	197567	347937	321976	210821	231169	221,984
106		10	244469	216277	189367	197891	208536	205560	197567	347937	321976	210821	231169	221984	259,115
107		11	216277	189367	197891	208536	205560	197567	347937	321976	210821	231169	221984	259115	201,134
108		12	189367	197891	208536	205560	197567	347937	321976	210821	231169	221984	259115	201134	189,384

ตารางผนวกที่ ก3 ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนรายเดือนทั้งหมด เพื่อการพยากรณ์แบบเทคนิค
อนุกรมเวลา BPN แบบที่ละ 1 เดือน

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
1	2550	1	293784	456627	461641	445924	355755	357977	340512	396443	479523	532746	538389	678693	495,377
2		2	456627	461641	445924	355755	357977	340512	396443	479523	532746	538389	678693	495377	435,888
3		3	461641	445924	355755	357977	340512	396443	479523	532746	538389	678693	495377	435888	367,020
4		4	445924	355755	357977	340512	396443	479523	532746	538389	678693	495377	435888	367020	428,967
5		5	355755	357977	340512	396443	479523	532746	538389	678693	495377	435888	367020	428967	590,965

ตารางผนวกที่ ก3 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
6	2550	6	357977	340512	396443	479523	532746	538389	678693	495377	435888	367020	428967	590965	503,565
7		7	340512	396443	479523	532746	538389	678693	495377	435888	367020	428967	590965	503565	343,217
8		8	396443	479523	532746	538389	678693	495377	435888	367020	428967	590965	503565	343217	716,984
9		9	479523	532746	538389	678693	495377	435888	367020	428967	590965	503565	343217	716984	1,002,273
10		10	532746	538389	678693	495377	435888	367020	428967	590965	503565	343217	716984	1002273	1,052,345
11		11	538389	678693	495377	435888	367020	428967	590965	503565	343217	716984	1002273	1052345	609,323
12		12	678693	495377	435888	367020	428967	590965	503565	343217	716984	1002273	1052345	609323	633,200
13	2551	1	495377	435888	367020	428967	590965	503565	343217	716984	1002273	1052345	609323	633200	750,321
14		2	435888	367020	428967	590965	503565	343217	716984	1002273	1052345	609323	633200	750321	405,721
15		3	367020	428967	590965	503565	343217	716984	1002273	1052345	609323	633200	750321	405721	501,143
16		4	428967	590965	503565	343217	716984	1002273	1052345	609323	633200	750321	405721	501143	480,481
17		5	590965	503565	343217	716984	1002273	1052345	609323	633200	750321	405721	501143	480481	492,131
18		6	503565	343217	716984	1002273	1052345	609323	633200	750321	405721	501143	480481	492131	489,851
19		7	343217	716984	1002273	1052345	609323	633200	750321	405721	501143	480481	492131	489851	712,420
20		8	716984	1002273	1052345	609323	633200	750321	405721	501143	480481	492131	489851	712420	917,489
21		9	1002273	1052345	609323	633200	750321	405721	501143	480481	492131	489851	712420	917489	867,198
22		10	1052345	609323	633200	750321	405721	501143	480481	492131	489851	712420	917489	867198	800,937
23		11	609323	633200	750321	405721	501143	480481	492131	489851	712420	917489	867198	800937	578,479

ตารางผนวกที่ ก3 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
24	2551	12	633200	750321	405721	501143	480481	492131	489851	712420	917489	867198	800937	578479	629,815
25	2552	1	750321	405721	501143	480481	492131	489851	712420	917489	867198	800937	578479	629815	710,453
26		2	405721	501143	480481	492131	489851	712420	917489	867198	800937	578479	629815	710453	535,685
27		3	501143	480481	492131	489851	712420	917489	867198	800937	578479	629815	710453	535685	558,170
28		4	480481	492131	489851	712420	917489	867198	800937	578479	629815	710453	535685	558170	554,695
29		5	492131	489851	712420	917489	867198	800937	578479	629815	710453	535685	558170	554695	466,316
30		6	489851	712420	917489	867198	800937	578479	629815	710453	535685	558170	554695	466316	399,011
31		7	712420	917489	867198	800937	578479	629815	710453	535685	558170	554695	466316	399011	486,549
32		8	917489	867198	800937	578479	629815	710453	535685	558170	554695	466316	399011	486549	658,036
33		9	867198	800937	578479	629815	710453	535685	558170	554695	466316	399011	486549	658036	775,289
34		10	800937	578479	629815	710453	535685	558170	554695	466316	399011	486549	658036	775289	856,686
35		11	578479	629815	710453	535685	558170	554695	466316	399011	486549	658036	775289	856686	691,764
36		12	629815	710453	535685	558170	554695	466316	399011	486549	658036	775289	856686	691764	800,383
37	2553	1	710453	535685	558170	554695	466316	399011	486549	658036	775289	856686	691764	800383	810,226
38		2	535685	558170	554695	466316	399011	486549	658036	775289	856686	691764	800383	810226	633,367
39		3	558170	554695	466316	399011	486549	658036	775289	856686	691764	800383	810226	633367	532,796
40		4	554695	466316	399011	486549	658036	775289	856686	691764	800383	810226	633367	532796	566,577
41		5	466316	399011	486549	658036	775289	856686	691764	800383	810226	633367	532796	566577	546,791

ตารางผนวกที่ ก3 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
42	2553	6	399011	486549	658036	775289	856686	691764	800383	810226	633367	532796	566577	546791	599,688
43		7	486549	658036	775289	856686	691764	800383	810226	633367	532796	566577	546791	599688	568,135
44		8	658036	775289	856686	691764	800383	810226	633367	532796	566577	546791	599688	568135	669,754
45		9	775289	856686	691764	800383	810226	633367	532796	566577	546791	599688	568135	669754	772,613
46		10	856686	691764	800383	810226	633367	532796	566577	546791	599688	568135	669754	772613	711,516
47		11	691764	800383	810226	633367	532796	566577	546791	599688	568135	669754	772613	711516	611,593
48		12	800383	810226	633367	532796	566577	546791	599688	568135	669754	772613	711516	611593	570,100

ตารางผนวกที่ ก4 ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่นรายเดือนทั้งหมด เพื่อการพยากรณ์แบบเทคนิคอนุกรมเวลา BPN แบบที่ละ 1 เดือน ล่วงหน้า 1 ปี

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
1	2542	1	383212	385473	452818	316299	301944	213480	213754	337897	488931	541701	553097	566347	444,918
2		2	385473	452818	316299	301944	213480	213754	337897	488931	541701	553097	566347	444918	334,278
3		3	452818	316299	301944	213480	213754	337897	488931	541701	553097	566347	444918	334278	412,852
4		4	316299	301944	213480	213754	337897	488931	541701	553097	566347	444918	334278	412852	281,582
5		5	301944	213480	213754	337897	488931	541701	553097	566347	444918	334278	412852	281582	244,251
6		6	213480	213754	337897	488931	541701	553097	566347	444918	334278	412852	281582	244251	264,276
7		7	213754	337897	488931	541701	553097	566347	444918	334278	412852	281582	244251	264276	348,182
8		8	337897	488931	541701	553097	566347	444918	334278	412852	281582	244251	264276	348182	533,564
9		9	488931	541701	553097	566347	444918	334278	412852	281582	244251	264276	348182	533564	568,295
10		10	541701	553097	566347	444918	334278	412852	281582	244251	264276	348182	533564	568295	536,053
11		11	553097	566347	444918	334278	412852	281582	244251	264276	348182	533564	568295	536053	538,497
12		12	566347	444918	334278	412852	281582	244251	264276	348182	533564	568295	536053	538497	475,990
13	2543	1	444918	334278	412852	281582	244251	264276	348182	533564	568295	536053	538497	475990	235,781
14		2	334278	412852	281582	244251	264276	348182	533564	568295	536053	538497	475990	235781	241,192
15		3	412852	281582	244251	264276	348182	533564	568295	536053	538497	475990	235781	241192	256,227
16		4	281582	244251	264276	348182	533564	568295	536053	538497	475990	235781	241192	256227	305,773

ตารางผนวกที่ ก4 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
17	2543	5	244251	264276	348182	533564	568295	536053	538497	475990	235781	241192	256227	305773	291,191
18		6	264276	348182	533564	568295	536053	538497	475990	235781	241192	256227	305773	291191	241,037
19		7	348182	533564	568295	536053	538497	475990	235781	241192	256227	305773	291191	241037	340,192
20		8	533564	568295	536053	538497	475990	235781	241192	256227	305773	291191	241037	340192	489,716
21		9	568295	536053	538497	475990	235781	241192	256227	305773	291191	241037	340192	489716	607,910
22		10	536053	538497	475990	235781	241192	256227	305773	291191	241037	340192	489716	607910	605,538
23		11	538497	475990	235781	241192	256227	305773	291191	241037	340192	489716	607910	605538	491,453
24		12	475990	235781	241192	256227	305773	291191	241037	340192	489716	607910	605538	491453	657,168
25	2544	1	235781	241192	256227	305773	291191	241037	340192	489716	607910	605538	491453	657168	513,368
26		2	241192	256227	305773	291191	241037	340192	489716	607910	605538	491453	657168	513368	401,026
27		3	256227	305773	291191	241037	340192	489716	607910	605538	491453	657168	513368	401026	387,465
28		4	305773	291191	241037	340192	489716	607910	605538	491453	657168	513368	401026	387465	337,717
29		5	291191	241037	340192	489716	607910	605538	491453	657168	513368	401026	387465	337717	291,072
30		6	241037	340192	489716	607910	605538	491453	657168	513368	401026	387465	337717	291072	303,006
31		7	340192	489716	607910	605538	491453	657168	513368	401026	387465	337717	291072	303006	363,544
32		8	489716	607910	605538	491453	657168	513368	401026	387465	337717	291072	303006	363544	491,667
33		9	607910	605538	491453	657168	513368	401026	387465	337717	291072	303006	363544	491667	585,302
34		10	605538	491453	657168	513368	401026	387465	337717	291072	303006	363544	491667	585302	491,310

ตารางผนวกที่ ก4 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
35	2544	11	491453	657168	513368	401026	387465	337717	291072	303006	363544	491667	585302	491310	445,786
36		12	657168	513368	401026	387465	337717	291072	303006	363544	491667	585302	491310	445786	472,805
37	2545	1	513368	401026	387465	337717	291072	303006	363544	491667	585302	491310	445786	472805	412,695
38		2	401026	387465	337717	291072	303006	363544	491667	585302	491310	445786	472805	412695	372,781
39		3	387465	337717	291072	303006	363544	491667	585302	491310	445786	472805	412695	372781	398,012
40		4	337717	291072	303006	363544	491667	585302	491310	445786	472805	412695	372781	398012	272,983
41		5	291072	303006	363544	491667	585302	491310	445786	472805	412695	372781	398012	272983	303,606
42		6	303006	363544	491667	585302	491310	445786	472805	412695	372781	398012	272983	303606	229,255
43		7	363544	491667	585302	491310	445786	472805	412695	372781	398012	272983	303606	229255	291,407
44		8	491667	585302	491310	445786	472805	412695	372781	398012	272983	303606	229255	291407	477,188
45		9	585302	491310	445786	472805	412695	372781	398012	272983	303606	229255	291407	477188	558,666
46		10	491310	445786	472805	412695	372781	398012	272983	303606	229255	291407	477188	558666	445,636
47		11	445786	472805	412695	372781	398012	272983	303606	229255	291407	477188	558666	445636	447,004
48		12	472805	412695	372781	398012	272983	303606	229255	291407	477188	558666	445636	447004	589,757
49	2546	1	412695	372781	398012	272983	303606	229255	291407	477188	558666	445636	447004	589757	377,469
50		2	372781	398012	272983	303606	229255	291407	477188	558666	445636	447004	589757	377469	329,788
51		3	398012	272983	303606	229255	291407	477188	558666	445636	447004	589757	377469	329788	500,770
52		4	272983	303606	229255	291407	477188	558666	445636	447004	589757	377469	329788	500770	294,378

ตารางผนวกที่ ก4 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
53	2546	5	303606	229255	291407	477188	558666	445636	447004	589757	377469	329788	500770	294378	283,107
54		6	229255	291407	477188	558666	445636	447004	589757	377469	329788	500770	294378	283107	221,664
55		7	291407	477188	558666	445636	447004	589757	377469	329788	500770	294378	283107	221664	283,449
56		8	477188	558666	445636	447004	589757	377469	329788	500770	294378	283107	221664	283449	411,068
57		9	558666	445636	447004	589757	377469	329788	500770	294378	283107	221664	283449	411068	509,704
58		10	445636	447004	589757	377469	329788	500770	294378	283107	221664	283449	411068	509704	509,926
59		11	447004	589757	377469	329788	500770	294378	283107	221664	283449	411068	509704	509926	401,694
60		12	589757	377469	329788	500770	294378	283107	221664	283449	411068	509704	509926	401694	509,491
61	2547	1	377469	329788	500770	294378	283107	221664	283449	411068	509704	509926	401694	509491	404,739
62		2	329788	500770	294378	283107	221664	283449	411068	509704	509926	401694	509491	404739	319,417
63		3	500770	294378	283107	221664	283449	411068	509704	509926	401694	509491	404739	319417	437,563
64		4	294378	283107	221664	283449	411068	509704	509926	401694	509491	404739	319417	437563	319,776
65		5	283107	221664	283449	411068	509704	509926	401694	509491	404739	319417	437563	319776	211,843
66		6	221664	283449	411068	509704	509926	401694	509491	404739	319417	437563	319776	211843	170,669
67		7	283449	411068	509704	509926	401694	509491	404739	319417	437563	319776	211843	170669	233,242
68		8	411068	509704	509926	401694	509491	404739	319417	437563	319776	211843	170669	233242	432,215
69		9	509704	509926	401694	509491	404739	319417	437563	319776	211843	170669	233242	432215	528,930
70		10	509926	401694	509491	404739	319417	437563	319776	211843	170669	233242	432215	528930	508,929

ตารางผนวกที่ ก4 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
71	2547	11	401694	509491	404739	319417	437563	319776	211843	170669	233242	432215	528930	508929	492,592
72		12	509491	404739	319417	437563	319776	211843	170669	233242	432215	528930	508929	492592	558,990
73	2548	1	404739	319417	437563	319776	211843	170669	233242	432215	528930	508929	492592	558990	455,680
74		2	319417	437563	319776	211843	170669	233242	432215	528930	508929	492592	558990	455680	385,014
75		3	437563	319776	211843	170669	233242	432215	528930	508929	492592	558990	455680	385014	476,091
76		4	319776	211843	170669	233242	432215	528930	508929	492592	558990	455680	385014	476091	334,647
77		5	211843	170669	233242	432215	528930	508929	492592	558990	455680	385014	476091	334647	264,717
78		6	170669	233242	432215	528930	508929	492592	558990	455680	385014	476091	334647	264717	209,548
79		7	233242	432215	528930	508929	492592	558990	455680	385014	476091	334647	264717	209548	292,102
80		8	432215	528930	508929	492592	558990	455680	385014	476091	334647	264717	209548	292102	421,071
81		9	528930	508929	492592	558990	455680	385014	476091	334647	264717	209548	292102	421071	499,159
82		10	508929	492592	558990	455680	385014	476091	334647	264717	209548	292102	421071	499159	486,227
83		11	492592	558990	455680	385014	476091	334647	264717	209548	292102	421071	499159	486227	445,563
84		12	558990	455680	385014	476091	334647	264717	209548	292102	421071	499159	486227	445563	441,128
85	2549	1	455680	385014	476091	334647	264717	209548	292102	421071	499159	486227	445563	441128	416,762
86		2	385014	476091	334647	264717	209548	292102	421071	499159	486227	445563	441128	416762	349,882
87		3	476091	334647	264717	209548	292102	421071	499159	486227	445563	441128	416762	349882	483,352
88		4	334647	264717	209548	292102	421071	499159	486227	445563	441128	416762	349882	483352	265,368

ตารางผนวกที่ ก4 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
89	2549	5	264717	209548	292102	421071	499159	486227	445563	441128	416762	349882	483352	265368	249,276
90		6	209548	292102	421071	499159	486227	445563	441128	416762	349882	483352	265368	249276	231,821
91		7	292102	421071	499159	486227	445563	441128	416762	349882	483352	265368	249276	231821	267,250
92		8	421071	499159	486227	445563	441128	416762	349882	483352	265368	249276	231821	267250	442,945
93		9	499159	486227	445563	441128	416762	349882	483352	265368	249276	231821	267250	442945	532,472
94		10	486227	445563	441128	416762	349882	483352	265368	249276	231821	267250	442945	532472	443,308
95		11	445563	441128	416762	349882	483352	265368	249276	231821	267250	442945	532472	443308	398,440
96		12	441128	416762	349882	483352	265368	249276	231821	267250	442945	532472	443308	398440	521,545
97	2550	1	416762	349882	483352	265368	249276	231821	267250	442945	532472	443308	398440	521545	288,223
98		2	349882	483352	265368	249276	231821	267250	442945	532472	443308	398440	521545	288223	288,255
99		3	483352	265368	249276	231821	267250	442945	532472	443308	398440	521545	288223	288255	509,522
100		4	265368	249276	231821	267250	442945	532472	443308	398440	521545	288223	288255	509522	282,151
101		5	249276	231821	267250	442945	532472	443308	398440	521545	288223	288255	509522	282151	260,595
102		6	231821	267250	442945	532472	443308	398440	521545	288223	288255	509522	282151	260595	191,233
103		7	267250	442945	532472	443308	398440	521545	288223	288255	509522	282151	260595	191233	303,340
104		8	442945	532472	443308	398440	521545	288223	288255	509522	282151	260595	191233	303340	482,121
105		9	532472	443308	398440	521545	288223	288255	509522	282151	260595	191233	303340	482121	574,972
106		10	443308	398440	521545	288223	288255	509522	282151	260595	191233	303340	482121	574972	479,730

ตารางผนวกที่ ก4 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
107	2550	11	398440	521545	288223	288255	509522	282151	260595	191233	303340	482121	574972	479730	386,219
108		12	521545	288223	288255	509522	282151	260595	191233	303340	482121	574972	479730	386219	557,828
109	2551	1	288223	288255	509522	282151	260595	191233	303340	482121	574972	479730	386219	557828	403,469
110		2	288255	509522	282151	260595	191233	303340	482121	574972	479730	386219	557828	403469	328,173
111		3	509522	282151	260595	191233	303340	482121	574972	479730	386219	557828	403469	328173	380,296
112		4	282151	260595	191233	303340	482121	574972	479730	386219	557828	403469	328173	380296	278,382
113		5	260595	191233	303340	482121	574972	479730	386219	557828	403469	328173	380296	278382	318,409
114		6	191233	303340	482121	574972	479730	386219	557828	403469	328173	380296	278382	318409	220,455
115		7	303340	482121	574972	479730	386219	557828	403469	328173	380296	278382	318409	220455	303,601
116		8	482121	574972	479730	386219	557828	403469	328173	380296	278382	318409	220455	303601	434,202
117		9	574972	479730	386219	557828	403469	328173	380296	278382	318409	220455	303601	434202	488,082
118		10	479730	386219	557828	403469	328173	380296	278382	318409	220455	303601	434202	488082	460,317
119		11	386219	557828	403469	328173	380296	278382	318409	220455	303601	434202	488082	460317	299,446
120		12	557828	403469	328173	380296	278382	318409	220455	303601	434202	488082	460317	299446	419,035
121	2552	1	403469	328173	380296	278382	318409	220455	303601	434202	488082	460317	299446	419035	344,208
122		2	328173	380296	278382	318409	220455	303601	434202	488082	460317	299446	419035	344208	337,472
123		3	380296	278382	318409	220455	303601	434202	488082	460317	299446	419035	344208	337472	386,458
124		4	278382	318409	220455	303601	434202	488082	460317	299446	419035	344208	337472	386458	291,810

ตารางผนวกที่ ก4 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
125	2552	5	318409	220455	303601	434202	488082	460317	299446	419035	344208	337472	386458	291810	228,646
126		6	220455	303601	434202	488082	460317	299446	419035	344208	337472	386458	291810	228646	236,767
127		7	303601	434202	488082	460317	299446	419035	344208	337472	386458	291810	228646	236767	296,537
128		8	434202	488082	460317	299446	419035	344208	337472	386458	291810	228646	236767	296537	484,661
129		9	488082	460317	299446	419035	344208	337472	386458	291810	228646	236767	296537	484661	471,400
130		10	460317	299446	419035	344208	337472	386458	291810	228646	236767	296537	484661	471400	427,982
131		11	299446	419035	344208	337472	386458	291810	228646	236767	296537	484661	471400	427982	381,297
132		12	419035	344208	337472	386458	291810	228646	236767	296537	484661	471400	427982	381297	419,975
133	2553	1	344208	337472	386458	291810	228646	236767	296537	484661	471400	427982	381297	419975	440,850
134		2	337472	386458	291810	228646	236767	296537	484661	471400	427982	381297	419975	$\hat{y}_1$	348,962
135		3	386458	291810	228646	236767	296537	484661	471400	427982	381297	419975	$\hat{y}_1$	$\hat{y}_2$	373,821
136		4	291810	228646	236767	296537	484661	471400	427982	381297	419975	$\hat{y}_1$	$\hat{y}_2$	$\hat{y}_3$	263,675
137		5	228646	236767	296537	484661	471400	427982	381297	419975	$\hat{y}_1$	$\hat{y}_2$	$\hat{y}_3$	$\hat{y}_4$	261,860
138		6	236767	296537	484661	471400	427982	381297	419975	$\hat{y}_1$	$\hat{y}_2$	$\hat{y}_3$	$\hat{y}_4$	$\hat{y}_5$	257,583
139		7	296537	484661	471400	427982	381297	419975	$\hat{y}_1$	$\hat{y}_2$	$\hat{y}_3$	$\hat{y}_4$	$\hat{y}_5$	$\hat{y}_6$	258,211
140		8	484661	471400	427982	381297	419975	$\hat{y}_1$	$\hat{y}_2$	$\hat{y}_3$	$\hat{y}_4$	$\hat{y}_5$	$\hat{y}_6$	$\hat{y}_7$	426,689
141		9	471400	427982	381297	419975	$\hat{y}_1$	$\hat{y}_2$	$\hat{y}_3$	$\hat{y}_4$	$\hat{y}_5$	$\hat{y}_6$	$\hat{y}_7$	$\hat{y}_8$	492,118
142		10	427982	381297	419975	$\hat{y}_1$	$\hat{y}_2$	$\hat{y}_3$	$\hat{y}_4$	$\hat{y}_5$	$\hat{y}_6$	$\hat{y}_7$	$\hat{y}_8$	$\hat{y}_9$	449,791

ตารางผนวกที่ ก4 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	Y
143	2553	11	381297	419975	$\hat{y}_1$	$\hat{y}_2$	$\hat{y}_3$	$\hat{y}_4$	$\hat{y}_5$	$\hat{y}_6$	$\hat{y}_7$	$\hat{y}_8$	$\hat{y}_9$	$\hat{y}_{10}$	473,936
144		12	419975	$\hat{y}_1$	$\hat{y}_2$	$\hat{y}_3$	$\hat{y}_4$	$\hat{y}_5$	$\hat{y}_6$	$\hat{y}_7$	$\hat{y}_8$	$\hat{y}_9$	$\hat{y}_{10}$	$\hat{y}_{11}$	556,110

หมายเหตุ $\hat{y}_i$ คือ ค่าพยากรณ์ลำดับข้อมูลชุดทดสอบที่ i ซึ่ง $i = 1, 2, 3, \dots, 11$

ตารางผนวกที่ ก5 ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสหรัฐอเมริการายเดือนทั้งหมด เพื่อการพยากรณ์แบบเทคนิคอนุกรมเวลา BPN
แบบทีละ 1 เดือน ล่วงหน้า 1 ปี

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
1	2545	1	175764	197628	179929	207539	256626	221833	177072	187791	178979	193363	179481	175124	180,183
2		2	197628	179929	207539	256626	221833	177072	187791	178979	193363	179481	175124	180183	220,380
3		3	179929	207539	256626	221833	177072	187791	178979	193363	179481	175124	180183	220380	223,779
4		4	207539	256626	221833	177072	187791	178979	193363	179481	175124	180183	220380	223779	213,830
5		5	256626	221833	177072	187791	178979	193363	179481	175124	180183	220380	223779	213830	316,052
6		6	221833	177072	187791	178979	193363	179481	175124	180183	220380	223779	213830	316052	254,494
7		7	177072	187791	178979	193363	179481	175124	180183	220380	223779	213830	316052	254494	203,760
8		8	187791	178979	193363	179481	175124	180183	220380	223779	213830	316052	254494	203760	216,260
9		9	178979	193363	179481	175124	180183	220380	223779	213830	316052	254494	203760	216260	225,095
10		10	193363	179481	175124	180183	220380	223779	213830	316052	254494	203760	216260	225095	229,103
11		11	179481	175124	180183	220380	223779	213830	316052	254494	203760	216260	225095	229103	207,668
12		12	175124	180183	220380	223779	213830	316052	254494	203760	216260	225095	229103	207668	209,759
13	2546	1	180183	220380	223779	213830	316052	254494	203760	216260	225095	229103	207668	209759	203,472
14		2	220380	223779	213830	316052	254494	203760	216260	225095	229103	207668	209759	203472	225,638
15		3	223779	213830	316052	254494	203760	216260	225095	229103	207668	209759	203472	225638	234,690
16		4	213830	316052	254494	203760	216260	225095	229103	207668	209759	203472	225638	234690	284,585
17		5	316052	254494	203760	216260	225095	229103	207668	209759	203472	225638	234690	284585	324,618

ตารางผนวกที่ ก5 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
18	2546	6	254494	203760	216260	225095	229103	207668	209759	203472	225638	234690	284585	324618	288,411
19		7	203760	216260	225095	229103	207668	209759	203472	225638	234690	284585	324618	288411	225,777
20		8	216260	225095	229103	207668	209759	203472	225638	234690	284585	324618	288411	225777	234,581
21		9	225095	229103	207668	209759	203472	225638	234690	284585	324618	288411	225777	234581	246,294
22		10	229103	207668	209759	203472	225638	234690	284585	324618	288411	225777	234581	246294	249,844
23		11	207668	209759	203472	225638	234690	284585	324618	288411	225777	234581	246294	249844	233,238
24		12	209759	203472	225638	234690	284585	324618	288411	225777	234581	246294	249844	233238	215,803
25	2547	1	203472	225638	234690	284585	324618	288411	225777	234581	246294	249844	233238	215803	218,583
26		2	225638	234690	284585	324618	288411	225777	234581	246294	249844	233238	215803	218583	257,215
27		3	234690	284585	324618	288411	225777	234581	246294	249844	233238	215803	218583	257215	244,964
28		4	284585	324618	288411	225777	234581	246294	249844	233238	215803	218583	257215	244964	289,929
29		5	324618	288411	225777	234581	246294	249844	233238	215803	218583	257215	244964	289929	328,077
30		6	288411	225777	234581	246294	249844	233238	215803	218583	257215	244964	289929	328077	283,513
31		7	225777	234581	246294	249844	233238	215803	218583	257215	244964	289929	328077	283513	214,055
32		8	234581	246294	249844	233238	215803	218583	257215	244964	289929	328077	283513	214055	261,934
33		9	246294	249844	233238	215803	218583	257215	244964	289929	328077	283513	214055	261934	245,075
34		10	249844	233238	215803	218583	257215	244964	289929	328077	283513	214055	261934	245075	279,050
35		11	233238	215803	218583	257215	244964	289929	328077	283513	214055	261934	245075	279050	259,366

ตารางผนวกที่ ก5 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
36	2547	12	215803	218583	257215	244964	289929	328077	283513	214055	261934	245075	279050	259366	248,341
37	2548	1	218583	257215	244964	289929	328077	283513	214055	261934	245075	279050	259366	248341	242,359
38		2	257215	244964	289929	328077	283513	214055	261934	245075	279050	259366	248341	242359	280,453
39		3	244964	289929	328077	283513	214055	261934	245075	279050	259366	248341	242359	280453	344,880
40		4	289929	328077	283513	214055	261934	245075	279050	259366	248341	242359	280453	344880	312,016
41		5	328077	283513	214055	261934	245075	279050	259366	248341	242359	280453	344880	312016	373,711
42		6	283513	214055	261934	245075	279050	259366	248341	242359	280453	344880	312016	373711	375,071
43		7	214055	261934	245075	279050	259366	248341	242359	280453	344880	312016	373711	375071	254,385
44		8	261934	245075	279050	259366	248341	242359	280453	344880	312016	373711	375071	254385	275,770
45		9	245075	279050	259366	248341	242359	280453	344880	312016	373711	375071	254385	275770	267,291
46		10	279050	259366	248341	242359	280453	344880	312016	373711	375071	254385	275770	267291	272,739
47		11	259366	248341	242359	280453	344880	312016	373711	375071	254385	275770	267291	272739	256,015
48		12	248341	242359	280453	344880	312016	373711	375071	254385	275770	267291	272739	256015	248,060
49	2549	1	242359	280453	344880	312016	373711	375071	254385	275770	267291	272739	256015	248060	250,811
50		2	280453	344880	312016	373711	375071	254385	275770	267291	272739	256015	248060	250811	282,025
51		3	344880	312016	373711	375071	254385	275770	267291	272739	256015	248060	250811	282025	291,033

ตารางผนวกที่ ก5 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
52	2549	4	312016	373711	375071	254385	275770	267291	272739	256015	248060	250811	282025	291033	302,672
53		5	373711	375071	254385	275770	267291	272739	256015	248060	250811	282025	291033	302672	388,727
54		6	375071	254385	275770	267291	272739	256015	248060	250811	282025	291033	302672	388727	338,060
55		7	254385	275770	267291	272739	256015	248060	250811	282025	291033	302672	388727	338060	276,683
56		8	275770	267291	272739	256015	248060	250811	282025	291033	302672	388727	338060	276683	280,000
57		9	267291	272739	256015	248060	250811	282025	291033	302672	388727	338060	276683	280000	304,900
58		10	272739	256015	248060	250811	282025	291033	302672	388727	338060	276683	280000	304900	306,768
59		11	256015	248060	250811	282025	291033	302672	388727	338060	276683	280000	304900	306768	268,056
60		12	248060	250811	282025	291033	302672	388727	338060	276683	280000	304900	306768	268056	284,295
61	2550	1	250811	282025	291033	302672	388727	338060	276683	280000	304900	306768	268056	284295	197,772
62		2	282025	291033	302672	388727	338060	276683	280000	304900	306768	268056	284295	197772	298,176
63		3	291033	302672	388727	338060	276683	280000	304900	306768	268056	284295	197772	298176	300,951
64		4	302672	388727	338060	276683	280000	304900	306768	268056	284295	197772	298176	300951	321,800
65		5	388727	338060	276683	280000	304900	306768	268056	284295	197772	298176	300951	321800	448,186
66		6	338060	276683	280000	304900	306768	268056	284295	197772	298176	300951	321800	448186	370,913
67		7	276683	280000	304900	306768	268056	284295	197772	298176	300951	321800	448186	370913	290,623
68		8	280000	304900	306768	268056	284295	197772	298176	300951	321800	448186	370913	290623	283,757

ตารางผนวกที่ ก5 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
69	2550	9	304900	306768	268056	284295	197772	298176	300951	321800	448186	370913	290623	283757	305,810
70		10	306768	268056	284295	197772	298176	300951	321800	448186	370913	290623	283757	305810	293,370
71		11	268056	284295	197772	298176	300951	321800	448186	370913	290623	283757	305810	293370	241,131
72		12	284295	197772	298176	300951	321800	448186	370913	290623	283757	305810	293370	241131	256,715
73	2551	1	197772	298176	300951	321800	448186	370913	290623	283757	305810	293370	241131	256715	246,290
74		2	298176	300951	321800	448186	370913	290623	283757	305810	293370	241131	256715	246290	257,074
75		3	300951	321800	448186	370913	290623	283757	305810	293370	241131	256715	246290	257074	274,886
76		4	321800	448186	370913	290623	283757	305810	293370	241131	256715	246290	257074	274886	287,278
77		5	448186	370913	290623	283757	305810	293370	241131	256715	246290	257074	274886	287278	421,728
78		6	370913	290623	283757	305810	293370	241131	256715	246290	257074	274886	287278	421728	355,182
79		7	290623	283757	305810	293370	241131	256715	246290	257074	274886	287278	421728	355182	254,346
80		8	283757	305810	293370	241131	256715	246290	257074	274886	287278	421728	355182	254346	279,044
81		9	305810	293370	241131	256715	246290	257074	274886	287278	421728	355182	254346	279044	272,265
82		10	293370	241131	256715	246290	257074	274886	287278	421728	355182	254346	279044	272265	272,163
83		11	241131	256715	246290	257074	274886	287278	421728	355182	254346	279044	272265	272163	203,460
84		12	256715	246290	257074	274886	287278	421728	355182	254346	279044	272265	272163	203460	198,595
85	2552	1	246290	257074	274886	287278	421728	355182	254346	279044	272265	272163	203460	198595	207,508

ตารางผนวกที่ ก5 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
86	2552	2	257074	274886	287278	421728	355182	254346	279044	272265	272163	203460	198595	207508	229,421
87		3	274886	287278	421728	355182	254346	279044	272265	272163	203460	198595	207508	229421	212,065
88		4	287278	421728	355182	254346	279044	272265	272163	203460	198595	207508	229421	212065	242,216
89		5	421728	355182	254346	279044	272265	272163	203460	198595	207508	229421	212065	242216	365,593
90		6	355182	254346	279044	272265	272163	203460	198595	207508	229421	212065	242216	365593	304,685
91		7	254346	279044	272265	272163	203460	198595	207508	229421	212065	242216	365593	304685	210,637
92		8	279044	272265	272163	203460	198595	207508	229421	212065	242216	365593	304685	210637	237,560
93		9	272265	272163	203460	198595	207508	229421	212065	242216	365593	304685	210637	237560	231,769
94		10	272163	203460	198595	207508	229421	212065	242216	365593	304685	210637	237560	231769	244,469
95		11	203460	198595	207508	229421	212065	242216	365593	304685	210637	237560	231769	244469	216,277
96		12	198595	207508	229421	212065	242216	365593	304685	210637	237560	231769	244469	216277	189,367
97	2553	1	207508	229421	212065	242216	365593	304685	210637	237560	231769	244469	216277	189367	197,891
98		2	229421	212065	242216	365593	304685	210637	237560	231769	244469	216277	189367	$\hat{y}_1$	208,536
99		3	212065	242216	365593	304685	210637	237560	231769	244469	216277	189367	$\hat{y}_1$	$\hat{y}_2$	205,560
100		4	242216	365593	304685	210637	237560	231769	244469	216277	189367	$\hat{y}_1$	$\hat{y}_2$	$\hat{y}_3$	197,567
101		5	365593	304685	210637	237560	231769	244469	216277	189367	$\hat{y}_1$	$\hat{y}_2$	$\hat{y}_3$	$\hat{y}_4$	347,937
102		6	304685	210637	237560	231769	244469	216277	189367	$\hat{y}_1$	$\hat{y}_2$	$\hat{y}_3$	$\hat{y}_4$	$\hat{y}_5$	321,976

ตารางผนวกที่ ก5 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	Y
103	2553	7	210637	237560	231769	244469	216277	189367	$\hat{y}_1$	$\hat{y}_2$	$\hat{y}_3$	$\hat{y}_4$	$\hat{y}_5$	$\hat{y}_6$	210,821
104		8	237560	231769	244469	216277	189367	$\hat{y}_1$	$\hat{y}_2$	$\hat{y}_3$	$\hat{y}_4$	$\hat{y}_5$	$\hat{y}_6$	$\hat{y}_7$	231,169
105		9	231769	244469	216277	189367	$\hat{y}_1$	$\hat{y}_2$	$\hat{y}_3$	$\hat{y}_4$	$\hat{y}_5$	$\hat{y}_6$	$\hat{y}_7$	$\hat{y}_8$	221,984
106		10	244469	216277	189367	$\hat{y}_1$	$\hat{y}_2$	$\hat{y}_3$	$\hat{y}_4$	$\hat{y}_5$	$\hat{y}_6$	$\hat{y}_7$	$\hat{y}_8$	$\hat{y}_9$	259,115
107		11	216277	189367	$\hat{y}_1$	$\hat{y}_2$	$\hat{y}_3$	$\hat{y}_4$	$\hat{y}_5$	$\hat{y}_6$	$\hat{y}_7$	$\hat{y}_8$	$\hat{y}_9$	$\hat{y}_{10}$	201,134
108		12	189367	$\hat{y}_1$	$\hat{y}_2$	$\hat{y}_3$	$\hat{y}_4$	$\hat{y}_5$	$\hat{y}_6$	$\hat{y}_7$	$\hat{y}_8$	$\hat{y}_9$	$\hat{y}_{10}$	$\hat{y}_{11}$	189,384

หมายเหตุ $\hat{y}_i$ คือ ค่าพยากรณ์ลำดับข้อมูลชุดทดสอบที่ i ซึ่ง $i = 1, 2, 3, \dots, 11$

ตารางผนวกที่ ก6 ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนรายเดือนทั้งหมด เพื่อการพยากรณ์แบบเทคนิคอนุกรม
เวลา BPN แบบที่ละ 1 เดือน ล่วงหน้า 1 ปี

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
1	2550	1	293784	456627	461641	445924	355755	357977	340512	396443	479523	532746	538389	678693	495377
2		2	456627	461641	445924	355755	357977	340512	396443	479523	532746	538389	678693	495377	435888
3		3	461641	445924	355755	357977	340512	396443	479523	532746	538389	678693	495377	435888	367020
4		4	445924	355755	357977	340512	396443	479523	532746	538389	678693	495377	435888	367020	428967
5		5	355755	357977	340512	396443	479523	532746	538389	678693	495377	435888	367020	428967	590965
6		6	357977	340512	396443	479523	532746	538389	678693	495377	435888	367020	428967	590965	503565
7		7	340512	396443	479523	532746	538389	678693	495377	435888	367020	428967	590965	503565	343217
8		8	396443	479523	532746	538389	678693	495377	435888	367020	428967	590965	503565	343217	716984
9		9	479523	532746	538389	678693	495377	435888	367020	428967	590965	503565	343217	716984	1002273
10		10	532746	538389	678693	495377	435888	367020	428967	590965	503565	343217	716984	1002273	1052345
11		11	538389	678693	495377	435888	367020	428967	590965	503565	343217	716984	1002273	1052345	609323
12		12	678693	495377	435888	367020	428967	590965	503565	343217	716984	1002273	1052345	609323	633200
13	2551	1	495377	435888	367020	428967	590965	503565	343217	716984	1002273	1052345	609323	633200	750321
14		2	435888	367020	428967	590965	503565	343217	716984	1002273	1052345	609323	633200	750321	405721
15		3	367020	428967	590965	503565	343217	716984	1002273	1052345	609323	633200	750321	405721	501143
16		4	428967	590965	503565	343217	716984	1002273	1052345	609323	633200	750321	405721	501143	480481
17		5	590965	503565	343217	716984	1002273	1052345	609323	633200	750321	405721	501143	480481	492131

ตารางผนวกที่ ก6 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
18	2551	6	503565	343217	716984	1002273	1052345	609323	633200	750321	405721	501143	480481	492131	489851
19		7	343217	716984	1002273	1052345	609323	633200	750321	405721	501143	480481	492131	489851	712420
20		8	716984	1002273	1052345	609323	633200	750321	405721	501143	480481	492131	489851	712420	917489
21		9	1002273	1052345	609323	633200	750321	405721	501143	480481	492131	489851	712420	917489	867198
22		10	1052345	609323	633200	750321	405721	501143	480481	492131	489851	712420	917489	867198	800937
23		11	609323	633200	750321	405721	501143	480481	492131	489851	712420	917489	867198	800937	578479
24		12	633200	750321	405721	501143	480481	492131	489851	712420	917489	867198	800937	578479	629815
25	2552	1	750321	405721	501143	480481	492131	489851	712420	917489	867198	800937	578479	629815	710453
26		2	405721	501143	480481	492131	489851	712420	917489	867198	800937	578479	629815	710453	535685
27		3	501143	480481	492131	489851	712420	917489	867198	800937	578479	629815	710453	535685	558170
28		4	480481	492131	489851	712420	917489	867198	800937	578479	629815	710453	535685	558170	554695
29		5	492131	489851	712420	917489	867198	800937	578479	629815	710453	535685	558170	554695	466316
30		6	489851	712420	917489	867198	800937	578479	629815	710453	535685	558170	554695	466316	399011
31		7	712420	917489	867198	800937	578479	629815	710453	535685	558170	554695	466316	399011	486549
32		8	917489	867198	800937	578479	629815	710453	535685	558170	554695	466316	399011	486549	658036
33		9	867198	800937	578479	629815	710453	535685	558170	554695	466316	399011	486549	658036	775289
34		10	800937	578479	629815	710453	535685	558170	554695	466316	399011	486549	658036	775289	856686

ตารางผนวกที่ ก6 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
35	2552	11	578479	629815	710453	535685	558170	554695	466316	399011	486549	658036	775289	856686	691764
36		12	629815	710453	535685	558170	554695	466316	399011	486549	658036	775289	856686	691764	800383
37	2553	1	710453	535685	558170	554695	466316	399011	486549	658036	775289	856686	691764	800383	810226
38		2	535685	558170	554695	466316	399011	486549	658036	775289	856686	691764	800383	$\hat{y}_1$	633367
39		3	558170	554695	466316	399011	486549	658036	775289	856686	691764	800383	$\hat{y}_1$	$\hat{y}_2$	532796
40		4	554695	466316	399011	486549	658036	775289	856686	691764	800383	$\hat{y}_1$	$\hat{y}_2$	$\hat{y}_3$	566577
41		5	466316	399011	486549	658036	775289	856686	691764	800383	$\hat{y}_1$	$\hat{y}_2$	$\hat{y}_3$	$\hat{y}_4$	546791
42		6	399011	486549	658036	775289	856686	691764	800383	$\hat{y}_1$	$\hat{y}_2$	$\hat{y}_3$	$\hat{y}_4$	$\hat{y}_5$	599688
43		7	486549	658036	775289	856686	691764	800383	$\hat{y}_1$	$\hat{y}_2$	$\hat{y}_3$	$\hat{y}_4$	$\hat{y}_5$	$\hat{y}_6$	568135
44		8	658036	775289	856686	691764	800383	$\hat{y}_1$	$\hat{y}_2$	$\hat{y}_3$	$\hat{y}_4$	$\hat{y}_5$	$\hat{y}_6$	$\hat{y}_7$	669754
45		9	775289	856686	691764	800383	$\hat{y}_1$	$\hat{y}_2$	$\hat{y}_3$	$\hat{y}_4$	$\hat{y}_5$	$\hat{y}_6$	$\hat{y}_7$	$\hat{y}_8$	772613
46		10	856686	691764	800383	$\hat{y}_1$	$\hat{y}_2$	$\hat{y}_3$	$\hat{y}_4$	$\hat{y}_5$	$\hat{y}_6$	$\hat{y}_7$	$\hat{y}_8$	$\hat{y}_9$	711516
47		11	691764	800383	$\hat{y}_1$	$\hat{y}_2$	$\hat{y}_3$	$\hat{y}_4$	$\hat{y}_5$	$\hat{y}_6$	$\hat{y}_7$	$\hat{y}_8$	$\hat{y}_9$	$\hat{y}_{10}$	611593
48		12	800383	$\hat{y}_1$	$\hat{y}_2$	$\hat{y}_3$	$\hat{y}_4$	$\hat{y}_5$	$\hat{y}_6$	$\hat{y}_7$	$\hat{y}_8$	$\hat{y}_9$	$\hat{y}_{10}$	$\hat{y}_{11}$	570100

หมายเหตุ $\hat{y}_i$ คือ ค่าพยากรณ์ลำดับข้อมูลชุดทดสอบที่ i ซึ่ง $i = 1, 2, 3, \dots, 11$

ตารางผนวกที่ ก7 ข้อมูลปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการกล้วยไม้ตัดดอกของไทยในตลาดประเทศญี่ปุ่น และปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังตลาดประเทศญี่ปุ่น

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	Y
1	2541	4	1.376749	1.260101	1.095341	41.5176	36.6759	32.0786	2.13	2.25	2.11	316,299
2		5	1.260101	1.095341	1.060289	36.6759	32.0786	29.8624	2.25	2.11	2.87	301,944
3		6	1.095341	1.060289	1.023729	32.0786	29.8624	28.9054	2.11	2.87	3.78	213,480
4		7	1.060289	1.023729	1.05026	29.8624	28.9054	30.1135	2.87	3.78	3.54	213,754
5		8	1.023729	1.05026	1.091806	28.9054	30.1135	29.2331	3.78	3.54	2.98	337,897
6		9	1.05026	1.091806	1.070925	30.1135	29.2331	28.7312	3.54	2.98	2.86	488,931
7		10	1.091806	1.070925	1.132441	29.2331	28.7312	30.0164	2.98	2.86	2.14	541,701
8		11	1.070925	1.132441	1.133838	28.7312	30.0164	31.4397	2.86	2.14	2	553,097
9		12	1.132441	1.133838	1.046676	30.0164	31.4397	30.2864	2.14	2	1.98	566,347
10	2542	1	1.133838	1.046676	1.093644	31.4397	30.2864	30.8465	2	1.98	2.76	444,918
11		2	1.046676	1.093644	1.137259	30.2864	30.8465	32.2905	1.98	2.76	2.11	334,278
12		3	1.093644	1.137259	1.057309	30.8465	32.2905	31.7595	2.76	2.11	2.43	412,852
13		4	1.137259	1.057309	1.091467	32.2905	31.7595	31.2979	2.11	2.43	2.31	281,582
14		5	1.057309	1.091467	1.112547	31.7595	31.2979	31.3796	2.43	2.31	2.76	244,251
15		6	1.091467	1.112547	1.084588	31.2979	31.3796	30.2964	2.31	2.76	3.42	264,276

ตารางผนวกที่ ก7 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	Y
16	2542	7	1.112547	1.084588	0.8167	31.3796	30.2964	30.4973	2.76	3.42	3.23	348,182
17		8	1.084588	0.8167	0.93332	30.2964	30.4973	30.9175	3.42	3.23	2.87	533,564
18		9	0.8167	0.93332	0.866009	30.4973	30.9175	33.4763	3.23	2.87	2.67	568,295
19		10	0.93332	0.866009	1.07972	30.9175	33.4763	37.1499	2.87	2.67	2.43	536,053
20		11	0.866009	1.07972	1.173461	33.4763	37.1499	37.2007	2.67	2.43	2	538,497
22	2543	1	1.173461	1.118078	1.115	37.2007	36.932	37.1791	2	2.1	2.64	475,990
23		2	1.118078	1.115	1.40909	36.932	37.1791	35.4654	2.1	2.64	2.15	235,781
24		3	1.115	1.40909	1.295543	37.1791	35.4654	34.464	2.64	2.15	2.34	241,192
25		4	1.40909	1.295543	1.220082	35.4654	34.464	35.4832	2.15	2.34	2.29	256,227
26		5	1.295543	1.220082	1.124084	34.464	35.4832	35.9662	2.34	2.29	2.45	305,773
27		6	1.220082	1.124084	1.371827	35.4832	35.9662	35.9639	2.29	2.45	4.32	291,191
28		7	1.124084	1.371827	1.043322	35.9662	35.9639	36.7311	2.45	4.32	3.24	241,037
29		8	1.371827	1.043322	1.1921	35.9639	36.7311	37.222	4.32	3.24	2.98	340,192
30		9	1.043322	1.1921	1.179112	36.7311	37.222	37.7775	3.24	2.98	2.77	489,716
31		10	1.1921	1.179112	1.182007	37.222	37.7775	39.1665	2.98	2.77	1.5	607,910
32		11	1.179112	1.182007	1.134763	37.7775	39.1665	39.8381	2.77	1.5	2	605,538

ตารางผนวกที่ ก7 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	Y
33	2543	12	1.182007	1.134763	1.170162	39.1665	39.8381	40.1162	1.5	2	2	657,168
34	2544	1	1.134763	1.170162	1.350899	39.8381	40.1162	38.3553	2	2	2	513,368
35		2	1.170162	1.350899	1.061746	40.1162	38.3553	36.8553	2	2	2.25	401,026
36		3	1.350899	1.061746	1.069295	38.3553	36.8553	36.6601	2	2.25	3.33	387,465
37		4	1.061746	1.069295	1.113155	36.8553	36.6601	36.1961	2.25	3.33	3.06	337,717
38		5	1.069295	1.113155	1.156903	36.6601	36.1961	36.7035	3.33	3.06	3.25	291,072
39		6	1.113155	1.156903	1.357612	36.1961	36.7035	37.302	3.06	3.25	6.44	303,006
40		7	1.156903	1.357612	1.1701	36.7035	37.302	37.0239	3.25	6.44	4.25	363,544
41		8	1.357612	1.1701	1.149109	37.302	37.0239	36.6088	6.44	4.25	2.75	491,667
42		9	1.1701	1.149109	1.211523	37.0239	36.6088	36.9033	4.25	2.75	2	585,302
43		10	1.149109	1.211523	1.249473	36.6088	36.9033	37.2998	2.75	2	2	491,310
44		11	1.211523	1.249473	1.190833	36.9033	37.2998	36.8662	2	2	2.1	445,786
45		12	1.249473	1.190833	1.206229	37.2998	36.8662	36.2698	2	2.1	1.81	472,805
46	2545	1	1.190833	1.206229	1.385058	36.8662	36.2698	34.3946	2.1	1.81	3.62	412,695
47		2	1.206229	1.385058	1.428944	36.2698	34.3946	33.1677	1.81	3.62	2.81	372,781
48		3	1.385058	1.428944	1.309075	34.3946	33.1677	32.7882	3.62	2.81	2.06	398,012

ตารางผนวกที่ ก7 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	Y
49	2545	4	1.428944	1.309075	1.286123	33.1677	32.7882	33.0395	2.81	2.06	2.81	272,983
50		5	1.309075	1.286123	1.297838	32.7882	33.0395	33.1424	2.06	2.81	3	303,606
51		6	1.286123	1.297838	1.384892	33.0395	33.1424	33.8099	2.81	3	4.6	229,255
52		7	1.297838	1.384892	1.413288	33.1424	33.8099	34.1028	3	4.6	4	291,407
53		8	1.384892	1.413288	1.402884	33.8099	34.1028	34.866	4.6	4	3.3	477,188
54		9	1.413288	1.402884	1.431471	34.1028	34.866	35.393	4	3.3	2.19	558,666
55		10	1.402884	1.431471	1.563072	34.866	35.393	35.4327	3.3	2.19	0.85	445,636
56		11	1.431471	1.563072	1.542483	35.393	35.4327	35.2138	2.19	0.85	0.92	447,004
57		12	1.563072	1.542483	1.449468	35.4327	35.2138	35.6005	0.85	0.92	1.44	589,757
58	2546	1	1.542483	1.449468	1.217499	35.2138	35.6005	35.4352	0.92	1.44	1.37	377,469
59		2	1.449468	1.217499	1.471387	35.6005	35.4352	35.976	1.44	1.37	1	329,788
60		3	1.217499	1.471387	1.485667	35.4352	35.976	35.8766	1.37	1	2.56	500,770
61		4	1.471387	1.485667	1.545824	35.976	35.8766	36.0018	1	2.56	1.75	294,378
62		5	1.485667	1.545824	1.53988	35.8766	36.0018	35.7771	2.56	1.75	1.62	283,107
63		6	1.545824	1.53988	1.680366	36.0018	35.7771	35.9129	1.75	1.62	4.19	221,664
64		7	1.53988	1.680366	1.702391	35.7771	35.9129	35.1788	1.62	4.19	3.8	283,449

ตารางผนวกที่ ก7 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	Y
65	2546	8	1.680366	1.702391	1.730325	35.9129	35.1788	35.1668	4.19	3.8	1.5	411,068
66		9	1.702391	1.730325	1.649674	35.1788	35.1668	35.028	3.8	1.5	1.77	509,704
67		10	1.730325	1.649674	1.548824	35.1668	35.028	35.1544	1.5	1.77	1.6	509,926
68		11	1.649674	1.548824	1.585942	35.028	35.1544	36.2158	1.77	1.6	2.01	401,694
69		12	1.548824	1.585942	1.388092	35.1544	36.2158	36.4934	1.6	2.01	2.06	509,491
70	2547	1	1.585942	1.388092	1.800145	36.2158	36.4934	36.7959	2.01	2.06	2.56	404,739
71		2	1.388092	1.800145	1.39212	36.4934	36.7959	36.7048	2.06	2.56	3.83	319,417
72		3	1.800145	1.39212	1.436891	36.7959	36.7048	36.6742	2.56	3.83	3.35	437,563
73		4	1.39212	1.436891	1.530243	36.7048	36.6742	36.3156	3.83	3.35	5	319,776
74		5	1.436891	1.530243	1.633469	36.6742	36.3156	36.6109	3.35	5	4.91	211,843
75		6	1.530243	1.633469	1.87948	36.3156	36.6109	36.0972	5	4.91	5.18	170,669
76		7	1.633469	1.87948	1.927936	36.6109	36.0972	37.2553	4.91	5.18	5.87	233,242
77		8	1.87948	1.927936	2.013056	36.0972	37.2553	37.3848	5.18	5.87	5.49	432,215
78		9	1.927936	2.013056	1.827461	37.2553	37.3848	37.5788	5.87	5.49	3.78	528,930
79		10	2.013056	1.827461	1.604029	37.3848	37.5788	37.6438	5.49	3.78	2.2	508,929
80		11	1.827461	1.604029	1.614793	37.5788	37.6438	37.8369	3.78	2.2	2.17	492,592

ตารางผนวกที่ ก7 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	Y
81	2547	12	1.604029	1.614793	1.607616	37.6438	37.8369	38.4404	2.2	2.17	2.16	558,990
82	2548	1	1.614793	1.607616	1.709384	37.8369	38.4404	37.726	2.17	2.16	2.17	455,680
83		2	1.607616	1.709384	1.492436	38.4404	37.726	37.4737	2.16	2.17	2.18	385,014
84		3	1.709384	1.492436	1.43734	37.726	37.4737	36.642	2.17	2.18	4.74	476,091
85		4	1.492436	1.43734	2.42359	37.4737	36.642	36.6249	2.18	4.74	4.33	334,647
86		5	1.43734	2.42359	1.796818	36.642	36.6249	36.843	4.74	4.33	3.87	264,717
87		6	2.42359	1.796818	2.059036	36.6249	36.843	37.3052	4.33	3.87	7.33	209,548
88		7	1.796818	2.059036	2.19246	36.843	37.3052	37.6303	3.87	7.33	7.65	292,102
89		8	2.059036	2.19246	5.62086	37.3052	37.6303	37.231	7.33	7.65	7.16	421,071
90		9	2.19246	5.62086	2.127386	37.6303	37.231	37.1578	7.65	7.16	6.59	499,159
91		10	5.62086	2.127386	1.755668	37.231	37.1578	36.9284	7.16	6.59	6.18	486,227
92		11	2.127386	1.755668	1.672253	37.1578	36.9284	35.6242	6.59	6.18	5.34	445,563
93		12	1.755668	1.672253	1.599813	36.9284	35.6242	34.7122	6.18	5.34	4.08	441,128
94	2549	1	1.672253	1.599813	2.087725	35.6242	34.7122	34.699	5.34	4.08	3.96	416,762
95		2	1.599813	2.087725	1.559451	34.7122	34.699	34.2926	4.08	3.96	4.12	349,882

ตารางผนวกที่ ก7 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	Y
96	2549	3	2.087725	1.559451	1.587202	34.699	34.2926	33.3927	3.96	4.12	4.51	483,352
97		4	1.559451	1.587202	2.007571	34.2926	33.3927	33.2035	4.12	4.51	4.48	265,368
98		5	1.587202	2.007571	1.78679	33.3927	33.2035	32.4547	4.51	4.48	4.33	249,276
99		6	2.007571	1.78679	1.971422	33.2035	32.4547	33.9839	4.48	4.33	7.53	231,821
100		7	1.78679	1.971422	2.049938	32.4547	33.9839	33.4389	4.33	7.53	7.69	267,250
101		8	1.971422	2.049938	2.108469	33.9839	33.4389	32.7963	7.53	7.69	6.2	442,945
102		9	2.049938	2.108469	1.969643	33.4389	32.7963	32.459	7.69	6.2	3.94	532,472
103		10	2.108469	1.969643	1.84084	32.7963	32.459	31.9414	6.2	3.94	3.02	443,308
104		11	1.969643	1.84084	1.508585	32.459	31.9414	31.4405	3.94	3.02	3.38	398,440
105		12	1.84084	1.508585	1.728774	31.9414	31.4405	31.1322	3.02	3.38	2.94	521,545
106	2550	1	1.508585	1.728774	1.792672	31.4405	31.1322	30.4843	3.38	2.94	5.25	288,223
107		2	1.728774	1.792672	1.585877	31.1322	30.4843	29.8447	2.94	5.25	4.34	288,255
108		3	1.792672	1.585877	1.697786	30.4843	29.8447	29.6184	5.25	4.34	5.91	509,522
109		4	1.585877	1.697786	2.077277	29.8447	29.6184	29.8385	4.34	5.91	4.87	282,151
110		5	1.697786	2.077277	1.90009	29.6184	29.8385	29.3439	5.91	4.87	5.07	260,595

ตารางผนวกที่ ก7 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	Y
111	2550	6	2.077277	1.90009	2.26278	29.8385	29.3439	28.6387	4.87	5.07	4.49	191,233
112		7	1.90009	2.26278	2.039611	29.3439	28.6387	28.1761	5.07	4.49	4.36	303,340
113		8	2.26278	2.039611	2.164194	28.6387	28.1761	27.6571	4.49	4.36	5.4	482,121
114		9	2.039611	2.164194	1.902193	28.1761	27.6571	29.2681	4.36	5.4	4.2	574,972
115		10	2.164194	1.902193	1.712382	27.6571	29.2681	29.746	5.4	4.2	3.56	479,730
116		11	1.902193	1.712382	1.537759	29.2681	29.746	29.4627	4.2	3.56	3.68	386,219
117		12	1.712382	1.537759	1.556813	29.746	29.4627	30.4681	3.56	3.68	3.44	557,828
118	2551	1	1.537759	1.556813	1.558903	29.4627	30.4681	29.9314	3.68	3.44	3.91	403,469
119		2	1.556813	1.558903	1.532762	30.4681	29.9314	30.7224	3.44	3.91	3.58	328,173
120		3	1.558903	1.532762	1.716813	29.9314	30.7224	30.4094	3.91	3.58	4.64	380,296
121		4	1.532762	1.716813	1.789283	30.7224	30.4094	31.1931	3.58	4.64	5.75	278,382
122		5	1.716813	1.789283	1.828764	30.4094	31.1931	30.7186	4.64	5.75	5.55	318,409
123		6	1.789283	1.828764	2.022372	31.1931	30.7186	30.7729	5.75	5.55	6.68	220,455
124		7	1.828764	2.022372	1.577917	30.7186	30.7729	31.0144	5.55	6.68	4.41	303,601
125		8	2.022372	1.577917	1.546699	30.7729	31.0144	31.3047	6.68	4.41	4.49	434,202

ตารางผนวกที่ ก7 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	Y
126	2551	9	1.577917	1.546699	1.5839	31.0144	31.3047	30.9521	4.41	4.49	4.61	488,082
127		10	1.546699	1.5839	1.526442	31.3047	30.9521	32.1211	4.49	4.61	4.06	460,317
128		11	1.5839	1.526442	1.413175	30.9521	32.1211	34.283	4.61	4.06	3.91	299,446
129		12	1.526442	1.413175	1.541012	32.1211	34.283	36.1837	4.06	3.91	3.55	419,035
130	2552	1	1.413175	1.541012	1.676541	34.283	36.1837	38.3778	3.91	3.55	3.17	344,208
131		2	1.541012	1.676541	1.710847	36.1837	38.3778	38.5997	3.55	3.17	4.68	337,472
132		3	1.676541	1.710847	1.680986	38.3778	38.5997	38.1938	3.17	4.68	4.86	386,458
133		4	1.710847	1.680986	1.696332	38.5997	38.1938	36.5669	4.68	4.86	3.62	291,810
134		5	1.680986	1.696332	1.825468	38.1938	36.5669	35.9048	4.86	3.62	4.88	228,646
135		6	1.696332	1.825468	2.047976	36.5669	35.9048	35.8891	3.62	4.88	5.1	236,767
136		7	1.825468	2.047976	2.026984	35.9048	35.8891	35.3124	4.88	5.1	4.29	296,537
137		8	2.047976	2.026984	1.79686	35.8891	35.3124	36.0719	5.1	4.29	3.74	484,661
138		9	2.026984	1.79686	1.932628	35.3124	36.0719	35.8302	4.29	3.74	3.24	471,400
139		10	1.79686	1.932628	1.515958	36.0719	35.8302	36.9427	3.74	3.24	3.6	427,982
140		11	1.932628	1.515958	1.503868	35.8302	36.9427	36.9945	3.24	3.6	3.27	381,297
141		12	1.515958	1.503868	1.501754	36.9427	36.9945	37.2699	3.6	3.27	4.13	419,975

ตารางผนวกที่ ก7 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	Y
142	2553	1	1.503868	1.501754	1.642093	36.9945	37.2699	37.0093	3.27	4.13	4.25	440,850
143		2	1.501754	1.642093	1.498348	37.2699	37.0093	36.1659	4.13	4.25	3.26	348,962
144		3	1.642093	1.498348	1.373402	37.0093	36.1659	36.673	4.25	3.26	3.26	373,505
145		4	1.498348	1.373402	1.884449	36.1659	36.673	35.8444	3.26	3.26	3.82	263,675
146		5	1.373402	1.884449	2.024638	36.673	35.8444	34.5063	3.26	3.82	3.72	261,860
147		6	1.884449	2.024638	1.950857	35.8444	34.5063	35.1334	3.82	3.72	3.36	257,583
148		7	2.024638	1.950857	1.967717	34.5063	35.1334	35.6676	3.72	3.36	4.33	258,211
149		8	1.950857	1.967717	1.955981	35.1334	35.6676	36.8409	3.36	4.33	4.97	426,689
150		9	1.967717	1.955981	1.896708	35.6676	36.8409	37.1108	4.33	4.97	4.54	492,118
151		10	1.955981	1.896708	1.826814	36.8409	37.1108	36.4795	4.97	4.54	3.64	449,791
152		11	1.896708	1.826814	1.511609	37.1108	36.4795	36.5829	4.54	3.64	3.27	473,936
153		12	1.826814	1.511609	1.48201	36.4795	36.5829	36.265	3.64	3.27	3.09	556,110

ตารางผนวกที่ ก8 ข้อมูลปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการกล้วยไม้ตัดดอกของไทยในตลาดประเทศสหรัฐอเมริกา และปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังตลาดประเทศสหรัฐอเมริกา

ลำดับ ที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
1	2544	4	1.587409	1.404803	1.430678	89.66077	90.0192	90.22402	43.0779	42.589	43.844	2.25	3.33	3.06	207,539
2		5	1.404803	1.430678	1.498001	90.0192	90.22402	90.58246	42.589	43.844	45.4126	3.33	3.06	3.25	256,626
3		6	1.430678	1.498001	1.624789	90.22402	90.58246	90.9921	43.844	45.4126	45.4355	3.06	3.25	6.44	221,833
4		7	1.498001	1.624789	1.529899	90.58246	90.9921	91.14572	45.4126	45.4355	45.2016	3.25	6.44	4.25	177,072
5		8	1.624789	1.529899	1.480214	90.9921	91.14572	90.88969	45.4355	45.2016	45.5688	6.44	4.25	2.75	187,791
6		9	1.529899	1.480214	1.52905	91.14572	90.88969	90.88969	45.2016	45.5688	44.8655	4.25	2.75	2	178,979
7		10	1.480214	1.52905	1.446961	90.88969	90.88969	91.29934	45.5688	44.8655	44.2837	2.75	2	2	193,363
8		11	1.52905	1.446961	1.426392	90.88969	91.29934	90.9921	44.8655	44.2837	44.6728	2	2	2.1	179,481
9		12	1.446961	1.426392	1.472259	91.29934	90.9921	90.83849	44.2837	44.6728	44.3715	2	2.1	1.81	175,124
10	2545	1	1.426392	1.472259	1.48829	90.9921	90.83849	90.48005	44.6728	44.3715	43.8596	2.1	1.81	3.62	180,183
11		2	1.472259	1.48829	1.521785	90.83849	90.48005	90.68488	44.3715	43.8596	43.9817	1.81	3.62	2.81	220,380
12		3	1.48829	1.521785	1.48924	90.48005	90.68488	91.04331	43.8596	43.9817	43.7771	3.62	2.81	2.06	223,779
13		4	1.521785	1.48924	1.454554	90.68488	91.04331	91.55537	43.9817	43.7771	43.3455	2.81	2.06	2.81	213,830
14		5	1.48924	1.454554	1.493576	91.04331	91.55537	92.06742	43.7771	43.3455	43.3761	2.06	2.81	3	316,052
15		6	1.454554	1.493576	1.44081	91.55537	92.06742	92.06742	43.3455	43.3761	42.7591	2.81	3	4.6	254,494
16		7	1.493576	1.44081	1.489847	92.06742	92.06742	92.11863	43.3761	42.7591	42.1165	3	4.6	4	203,760

ตารางผนวกที่ ก8 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
17	2545	8	1.44081	1.489847	1.430955	92.06742	92.11863	92.22104	42.7591	42.1165	41.1654	4.6	4	3.3	216,260
18		9	1.489847	1.430955	1.391381	92.11863	92.22104	92.52827	42.1165	41.1654	42.1212	4	3.3	2.19	225,095
19		10	1.430955	1.391381	1.396732	92.22104	92.52827	92.68188	41.1654	42.1212	42.768	3.3	2.19	0.85	229,103
20		11	1.391381	1.396732	1.451016	92.52827	92.68188	92.8355	42.1212	42.768	43.6048	2.19	0.85	0.92	207,668
21		12	1.396732	1.451016	1.436891	92.68188	92.8355	92.8355	42.768	43.6048	43.2699	0.85	0.92	1.44	209,759
22	2546	1	1.451016	1.436891	1.503862	92.8355	92.8355	92.63068	43.6048	43.2699	43.2357	0.92	1.44	1.37	203,472
23		2	1.436891	1.503862	1.429111	92.8355	92.63068	93.04032	43.2699	43.2357	42.728	1.44	1.37	1	225,638
24		3	1.503862	1.429111	1.466929	92.63068	93.04032	93.7572	43.2357	42.728	42.8269	1.37	1	2.56	234,690
25		4	1.429111	1.466929	1.47314	93.04032	93.7572	94.32046	42.728	42.8269	42.7131	1	2.56	1.75	284,585
26		5	1.466929	1.47314	1.438655	93.7572	94.32046	94.11564	42.8269	42.7131	42.8329	2.56	1.75	1.62	324,618
27		6	1.47314	1.438655	1.650631	94.32046	94.11564	93.96202	42.7131	42.8329	42.1058	1.75	1.62	4.19	288,411
28		7	1.438655	1.650631	1.579712	94.11564	93.96202	94.06443	42.8329	42.1058	41.6019	1.62	4.19	3.8	225,777
29		8	1.650631	1.579712	1.553756	93.96202	94.06443	94.16685	42.1058	41.6019	41.7325	4.19	3.8	1.5	234,581
30		9	1.579712	1.553756	1.490682	94.06443	94.16685	94.52528	41.6019	41.7325	41.6182	3.8	1.5	1.77	246,294
31		10	1.553756	1.490682	1.454893	94.16685	94.52528	94.83251	41.7325	41.6182	40.4563	1.5	1.77	1.6	249,844
32		11	1.490682	1.454893	1.585283	94.52528	94.83251	94.7301	41.6182	40.4563	39.6791	1.77	1.6	2.01	233,238

ตารางผนวกที่ ก8 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
33	2546	12	1.454893	1.585283	1.409531	94.83251	94.7301	94.47408	40.4563	39.6791	39.8551	1.6	2.01	2.06	215,803
34	2547	1	1.585283	1.409531	1.500593	94.7301	94.47408	94.37167	39.6791	39.8551	39.6661	2.01	2.06	2.56	218,583
35		2	1.409531	1.500593	1.480952	94.47408	94.37167	94.83251	39.8551	39.6661	39.0482	2.06	2.56	3.83	257,215
36		3	1.500593	1.480952	1.395439	94.37167	94.83251	95.34457	39.6661	39.0482	39.0511	2.56	3.83	3.35	244,964
37		4	1.480952	1.395439	1.407696	94.83251	95.34457	95.95904	39.0482	39.0511	39.3996	3.83	3.35	5	289,929
38		5	1.395439	1.407696	1.427362	95.34457	95.95904	96.26627	39.0511	39.3996	39.3885	3.35	5	4.91	328,077
39		6	1.407696	1.427362	1.576766	95.95904	96.26627	96.82953	39.3996	39.3885	40.5165	5	4.91	5.18	283,513
40		7	1.427362	1.576766	1.684658	96.26627	96.82953	97.13676	39.3885	40.5165	40.7571	4.91	5.18	5.87	214,055
41		8	1.576766	1.684658	1.589886	96.82953	97.13676	96.98315	40.5165	40.7571	40.8827	5.18	5.87	5.49	261,934
42		9	1.684658	1.589886	1.573329	97.13676	96.98315	97.03435	40.7571	40.8827	41.4499	5.87	5.49	3.78	245,075
43		10	1.589886	1.573329	1.680707	96.98315	97.03435	97.23917	40.8827	41.4499	41.4267	5.49	3.78	2.2	279,050
44		11	1.573329	1.680707	1.543255	97.03435	97.23917	97.75123	41.4499	41.4267	41.2695	3.78	2.2	2.17	259,366
45		12	1.680707	1.543255	1.540584	97.23917	97.75123	97.80243	41.4267	41.2695	40.3015	2.2	2.17	2.16	248,341
46	2548	1	1.543255	1.540584	1.47953	97.75123	97.80243	97.44399	41.2695	40.3015	39.1783	2.17	2.16	2.17	242,359
47		2	1.540584	1.47953	1.441034	97.80243	97.44399	97.64882	40.3015	39.1783	38.7049	2.16	2.17	2.18	280,453
48		3	1.47953	1.441034	1.416911	97.44399	97.64882	98.21207	39.1783	38.7049	38.4418	2.17	2.18	4.74	344,880

ตารางผนวกที่ ก8 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
49	2548	4	1.441034	1.416911	1.170118	97.64882	98.21207	98.98016	38.7049	38.4418	38.5518	2.18	4.74	4.33	312,016
50		5	1.416911	1.170118	1.456035	98.21207	98.98016	99.64583	38.4418	38.5518	39.4786	4.74	4.33	3.87	373,711
51		6	1.170118	1.456035	1.645502	98.98016	99.64583	99.54342	38.5518	39.4786	39.7765	4.33	3.87	7.33	375,071
52		7	1.456035	1.645502	1.540122	99.64583	99.54342	99.59462	39.4786	39.7765	40.8663	3.87	7.33	7.65	254,385
53		8	1.645502	1.540122	1.591674	99.54342	99.59462	100.0555	39.7765	40.8663	41.7064	7.33	7.65	7.16	275,770
54		9	1.540122	1.591674	1.652515	99.59462	100.0555	100.5675	40.8663	41.7064	41.1464	7.65	7.16	6.59	267,291
55		10	1.591674	1.652515	1.524927	100.0555	100.5675	101.7965	41.7064	41.1464	41.0077	7.16	6.59	6.18	272,739
56		11	1.652515	1.524927	1.569738	100.5675	101.7965	102.0013	41.1464	41.0077	40.8624	6.59	6.18	5.34	256,015
57		12	1.524927	1.569738	1.542217	101.7965	102.0013	101.182	41.0077	40.8624	41.071	6.18	5.34	4.08	248,060
58	2549	1	1.569738	1.542217	1.556748	102.0013	101.182	100.7723	40.8624	41.071	41.0281	5.34	4.08	3.96	250,811
59		2	1.542217	1.556748	1.529655	101.182	100.7723	101.5404	41.071	41.0281	39.5792	4.08	3.96	4.12	282,025
60		3	1.556748	1.529655	1.488748	100.7723	101.5404	101.7453	41.0281	39.5792	39.3538	3.96	4.12	4.51	291,033
61		4	1.529655	1.488748	1.320707	101.5404	101.7453	102.3085	39.5792	39.3538	38.9315	4.12	4.51	4.48	302,672
62		5	1.488748	1.320707	1.558587	101.7453	102.3085	103.179	39.3538	38.9315	37.9448	4.51	4.48	4.33	388,727
63		6	1.320707	1.558587	1.851395	102.3085	103.179	103.6911	38.9315	37.9448	37.9666	4.48	4.33	7.53	338,060
64		7	1.558587	1.851395	1.705532	103.179	103.6911	103.8959	37.9448	37.9666	38.3007	4.33	7.53	7.69	276,683

ตารางผนวกที่ ก8 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
65	2549	8	1.851395	1.705532	1.468304	103.6911	103.8959	104.2031	37.9666	38.3007	37.9568	7.53	7.69	6.2	280,000
66		9	1.705532	1.468304	1.404653	103.8959	104.2031	104.4079	38.3007	37.9568	37.5886	7.69	6.2	3.94	304,900
67		10	1.468304	1.404653	1.415945	104.2031	104.4079	103.8959	37.9568	37.5886	37.3835	6.2	3.94	3.02	306,768
68		11	1.404653	1.415945	1.409253	104.4079	103.8959	103.3326	37.5886	37.3835	37.2968	3.94	3.02	3.38	268,056
69		12	1.415945	1.409253	1.424225	103.8959	103.3326	103.179	37.3835	37.2968	36.5019	3.02	3.38	2.94	284,295
70	2550	1	1.409253	1.424225	1.426411	103.3326	103.179	103.3326	37.2968	36.5019	35.7797	3.38	2.94	5.25	197,772
71		2	1.424225	1.426411	1.500486	103.179	103.3326	103.648	36.5019	35.7797	35.9266	2.94	5.25	4.34	298,176
72		3	1.426411	1.500486	1.39423	103.3326	103.648	104.2026	35.7797	35.9266	35.6912	5.25	4.34	5.91	300,951
73		4	1.500486	1.39423	1.431626	103.648	104.2026	105.1514	35.9266	35.6912	35.0147	4.34	5.91	4.87	321,800
74		5	1.39423	1.431626	1.408183	104.2026	105.1514	105.8345	35.6912	35.0147	34.8298	5.91	4.87	5.07	448,186
75		6	1.431626	1.408183	1.657465	105.1514	105.8345	106.4812	35.0147	34.8298	34.5733	4.87	5.07	4.49	370,913
76		7	1.408183	1.657465	1.675291	105.8345	106.4812	106.6876	34.8298	34.5733	34.5383	5.07	4.49	4.36	290,623
77		8	1.657465	1.675291	1.484909	106.4812	106.6876	106.6605	34.5733	34.5383	33.6681	4.49	4.36	5.4	283,757
78		9	1.675291	1.484909	1.390877	106.6876	106.6605	106.4649	34.5383	33.6681	34.144	4.36	5.4	4.2	305,810
79		10	1.484909	1.390877	1.420215	106.6605	106.4649	106.7583	33.6681	34.144	34.2104	5.4	4.2	3.56	293,370
80		11	1.390877	1.420215	1.424582	106.4649	106.7583	106.9866	34.144	34.2104	34.1245	4.2	3.56	3.68	241,131
81		12	1.420215	1.424582	1.405875	106.7583	106.9866	107.6221	34.2104	34.1245	33.8389	3.56	3.68	3.44	256,715

ตารางผนวกที่ ก8 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
82	2551	1	1.424582	1.405875	1.465386	106.9866	107.6221	107.5499	34.1245	33.8389	33.6587	3.68	3.44	3.91	246,290
83		2	1.405875	1.465386	1.434482	107.6221	107.5499	108.0845	33.8389	33.6587	33.1441	3.44	3.91	3.58	257,074
84		3	1.465386	1.434482	1.393488	107.5499	108.0845	108.3984	33.6587	33.1441	32.5673	3.91	3.58	4.64	274,886
85		4	1.434482	1.393488	1.397569	108.0845	108.3984	109.338	33.1441	32.5673	31.4116	3.58	4.64	5.75	287,278
86		5	1.393488	1.397569	1.360566	108.3984	109.338	110.0011	32.5673	31.4116	31.543	4.64	5.75	5.55	421,728
87		6	1.397569	1.360566	1.552362	109.338	110.0011	110.9274	31.4116	31.543	32.057	5.75	5.55	6.68	355,182
88		7	1.360566	1.552362	1.480527	110.0011	110.9274	112.0452	31.543	32.057	33.1482	5.55	6.68	4.41	254,346
89		8	1.552362	1.480527	1.365707	110.9274	112.0452	112.6336	32.057	33.1482	33.4504	6.68	4.41	4.49	279,044
90		9	1.480527	1.365707	1.337602	112.0452	112.6336	112.184	33.1482	33.4504	33.8043	4.41	4.49	4.61	272,265
91		10	1.365707	1.337602	1.341792	112.6336	112.184	112.0288	33.4504	33.8043	34.241	4.49	4.61	4.06	272,163
92		11	1.337602	1.341792	1.347692	112.184	112.0288	110.8972	33.8043	34.241	34.3764	4.61	4.06	3.91	203,460
93		12	1.341792	1.347692	1.417201	112.0288	110.8972	108.7732	34.241	34.3764	35.0382	4.06	3.91	3.55	198,595
94	2552	1	1.347692	1.417201	1.499073	110.8972	108.7732	107.6482	34.3764	35.0382	34.9783	3.91	3.55	3.17	207,508
95		2	1.417201	1.499073	1.424171	108.7732	107.6482	108.1167	35.0382	34.9783	34.8672	3.55	3.17	4.68	229,421
96		3	1.499073	1.424171	1.390607	107.6482	108.1167	108.6544	34.9783	34.8672	35.2724	3.17	4.68	4.86	212,065
97		4	1.424171	1.390607	1.412557	108.1167	108.6544	108.9186	34.8672	35.2724	35.7344	4.68	4.86	3.62	242,216
98		5	1.390607	1.412557	1.427135	108.6544	108.9186	109.1905	35.2724	35.7344	35.408	4.86	3.62	4.88	365,593

ตารางผนวกที่ ก8 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
99	2552	6	1.412557	1.427135	1.631656	108.9186	109.1905	109.506	35.7344	35.408	34.5369	3.62	4.88	5.1	304,685
100		7	1.427135	1.631656	1.548595	109.1905	109.506	110.4466	35.408	34.5369	34.0881	4.88	5.1	4.29	210,637
101		8	1.631656	1.548595	1.362812	109.506	110.4466	110.2715	34.5369	34.0881	33.9976	5.1	4.29	3.74	237,560
102		9	1.548595	1.362812	1.294955	110.4466	110.2715	110.5188	34.0881	33.9976	33.9679	4.29	3.74	3.24	231,769
103		10	1.362812	1.294955	1.26088	110.2715	110.5188	110.5879	33.9976	33.9679	33.7802	3.74	3.24	3.6	244,469
104		11	1.294955	1.26088	1.257757	110.5188	110.5879	110.6944	33.9679	33.7802	33.361	3.24	3.6	3.27	216,277
105		12	1.26088	1.257757	1.301106	110.5879	110.6944	110.7728	33.7802	33.361	33.2326	3.6	3.27	4.13	189,367
106	2553	1	1.257757	1.301106	1.349249	110.6944	110.7728	110.5777	33.361	33.2326	33.1832	3.27	4.13	4.25	197,891
107		2	1.301106	1.349249	1.294943	110.7728	110.5777	110.9556	33.2326	33.1832	32.9871	4.13	4.25	3.26	208,536
108		3	1.349249	1.294943	1.318677	110.5777	110.9556	110.9832	33.1832	32.9871	33.097	4.25	3.26	3.26	205,560
109		4	1.294943	1.318677	1.314267	110.9556	110.9832	111.439	32.9871	33.097	32.4599	3.26	3.26	3.82	197,567
110		5	1.318677	1.314267	1.283949	110.9832	111.439	111.6325	33.097	32.4599	32.2346	3.26	3.82	3.72	347,937
111		6	1.314267	1.283949	1.463549	111.439	111.6325	111.7191	32.4599	32.2346	32.3419	3.82	3.72	3.36	321,976
112		7	1.283949	1.463549	1.485352	111.6325	111.7191	111.61	32.2346	32.3419	32.4208	3.72	3.36	4.33	210,821
113		8	1.463549	1.485352	1.342162	111.7191	111.61	111.6335	32.3419	32.4208	32.2772	3.36	4.33	4.97	231,169
114		9	1.485352	1.342162	1.278595	111.61	111.6335	111.7877	32.4208	32.2772	31.6979	4.33	4.97	4.54	221,984
115		10	1.342162	1.278595	1.198853	111.6335	111.7877	111.8527	32.2772	31.6979	30.787	4.97	4.54	3.64	259,115

ตารางผนวกที่ ก8 (ต่อ)

ลำดับ	ที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
	116	2553	11	1.278595	1.198853	1.204333	111.7877	111.8527	111.992	31.6979	30.787	29.9699	4.54	3.64	3.27	201,134
	117		12	1.198853	1.204333	1.208609	111.8527	111.992	112.0391	30.787	29.9699	29.886	3.64	3.27	3.09	189,384

ตารางผนวกที่ ก9 ข้อมูลปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการกล้วยไม้ตัดดอกของไทยในตลาดประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน และปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังตลาดประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

ลำดับ	ที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
	1	2549	4	0.4015643	0.370725	0.370725	101.7004	102.2089	101.289	19.35368	19.25739	19.43229	4.12	4.51	4.48	445,924
	2		5	0.370725	0.370725	0.3357752	102.2089	101.289	101.4916	19.25739	19.43229	19.3935	4.51	4.48	4.33	355,755
	3		6	0.370725	0.3357752	0.3427478	101.289	101.4916	101.3901	19.43229	19.3935	19.41291	4.48	4.33	7.53	357,977
	4		7	0.3357752	0.3427478	0.3459981	101.4916	101.3901	100.8832	19.3935	19.41291	19.51045	4.33	7.53	7.69	340,512
	5		8	0.3427478	0.3459981	0.3810356	101.3901	100.8832	100.5805	19.41291	19.51045	19.56917	7.53	7.69	6.2	396,443
	6		9	0.3459981	0.3810356	0.3413809	100.8832	100.5805	100.8823	19.51045	19.56917	19.51063	7.69	6.2	3.94	479,523
	7		10	0.3810356	0.3413809	0.3136869	100.5805	100.8823	101.3867	19.56917	19.51063	19.41356	6.2	3.94	3.02	532,746
	8		11	0.3413809	0.3136869	0.299697	100.8823	101.3867	101.4881	19.51063	19.41356	19.39416	3.94	3.02	3.38	538,389

ตารางผนวกที่ ก9 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
9	2549	12	0.3136869	0.299697	0.2975485	101.3867	101.4881	101.7925	19.41356	19.39416	19.33617	3.02	3.38	2.94	678,693
10	2550	1	0.299697	0.2975485	0.3368081	101.4881	101.7925	103.2176	19.39416	19.33617	19.0692	3.38	2.94	5.25	495,377
11		2	0.2975485	0.3368081	0.3497006	101.7925	103.2176	103.9401	19.33617	19.0692	20.99367	2.94	5.25	4.34	435,888
12		3	0.3368081	0.3497006	0.3826032	103.2176	103.9401	104.9795	19.0692	20.99367	20.78581	5.25	4.34	5.91	367,020
13		4	0.3497006	0.3826032	0.3391743	103.9401	104.9795	104.6646	20.99367	20.78581	20.84835	4.34	5.91	4.87	428,967
14		5	0.3826032	0.3391743	0.3547307	104.9795	104.6646	104.5599	20.78581	20.84835	20.86923	5.91	4.87	5.07	590,965
15		6	0.3391743	0.3547307	0.2889186	104.6646	104.5599	104.8736	20.84835	20.86923	20.8068	4.87	5.07	4.49	503,565
16		7	0.3547307	0.2889186	0.2833307	104.5599	104.8736	105.2931	20.86923	20.8068	20.7239	5.07	4.49	4.36	343,217
17		8	0.2889186	0.2833307	0.3537323	104.8736	105.2931	106.2407	20.8068	20.7239	20.53906	4.49	4.36	5.4	716,984
18		9	0.2833307	0.3537323	0.2695379	105.2931	106.2407	107.5156	20.7239	20.53906	20.29551	4.36	5.4	4.2	1,002,273
19		10	0.3537323	0.2695379	0.2696481	106.2407	107.5156	107.8382	20.53906	20.29551	20.2348	5.4	4.2	3.56	1,052,345
20		11	0.2695379	0.2696481	0.2472155	107.5156	107.8382	108.1617	20.29551	20.2348	20.17428	4.2	3.56	3.68	609,323
21		12	0.2696481	0.2472155	0.2596183	107.8382	108.1617	108.9188	20.2348	20.17428	20.03404	3.56	3.68	3.44	633,200
22	2551	1	0.2472155	0.2596183	0.2466916	108.1617	108.9188	110.008	20.17428	20.03404	19.83569	3.68	3.44	3.91	750,321
23		2	0.2596183	0.2466916	0.2910552	108.9188	110.008	111.3281	20.03404	19.83569	21.23987	3.44	3.91	3.58	405,721
24		3	0.2466916	0.2910552	0.2502684	110.008	111.3281	114.2226	19.83569	21.23987	20.70163	3.91	3.58	4.64	501,143
25		4	0.2910552	0.2502684	0.2933837	111.3281	114.2226	113.4231	21.23987	20.70163	20.84756	3.58	4.64	5.75	480,481

ตารางผนวกที่ ก9 (ต่อ)

ลำดับ	ที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
	26	2551	5	0.2502684	0.2933837	0.268455	114.2226	113.4231	113.5365	20.70163	20.84756	20.82673	4.64	5.75	5.55	492,131
	27		6	0.2933837	0.268455	0.2710853	113.4231	113.5365	113.0824	20.84756	20.82673	20.91037	5.75	5.55	6.68	489,851
	28		7	0.268455	0.2710853	0.2428956	113.5365	113.0824	112.8562	20.82673	20.91037	20.95228	5.55	6.68	4.41	712,420
	29		8	0.2710853	0.2428956	0.2226596	113.0824	112.8562	112.9691	20.91037	20.95228	20.93134	6.68	4.41	4.49	917,489
	30		9	0.2428956	0.2226596	0.2118352	112.8562	112.9691	112.8561	20.95228	20.93134	20.9523	4.41	4.49	4.61	867,198
	31		10	0.2226596	0.2118352	0.2126591	112.9691	112.8561	112.8561	20.93134	20.9523	20.9523	4.49	4.61	4.06	800,937
	32		11	0.2118352	0.2126591	0.1921188	112.8561	112.8561	112.5175	20.9523	20.9523	21.01535	4.61	4.06	3.91	578,479
	33		12	0.2126591	0.1921188	0.2151264	112.8561	112.5175	111.6174	20.9523	21.01535	21.18482	4.06	3.91	3.55	629,815
	34	2552	1	0.1921188	0.2151264	0.306437	112.5175	111.6174	111.3941	21.01535	21.18482	21.22729	3.91	3.55	3.17	710,453
	35		2	0.2151264	0.306437	0.2211407	111.6174	111.3941	112.3967	21.18482	21.22729	22.75196	3.55	3.17	4.68	535,685
	36		3	0.306437	0.2211407	0.2402047	111.3941	112.3967	112.3967	21.22729	22.75196	22.75196	3.17	4.68	4.86	558,170
	37		4	0.2211407	0.2402047	0.2565424	112.3967	112.3967	112.0595	22.75196	22.75196	22.82043	4.68	4.86	3.62	554,695
	38		5	0.2402047	0.2565424	0.2688098	112.3967	112.0595	111.8354	22.75196	22.82043	22.86616	4.86	3.62	4.88	466,316
	39		6	0.2565424	0.2688098	0.3118513	112.0595	111.8354	111.4999	22.82043	22.86616	22.93496	3.62	4.88	5.1	399,011
	40		7	0.2688098	0.3118513	0.3043904	111.8354	111.4999	110.9424	22.86616	22.93496	23.05021	4.88	5.1	4.29	486,549
	41		8	0.3118513	0.3043904	0.2971405	111.4999	110.9424	110.9424	22.93496	23.05021	23.05021	5.1	4.29	3.74	658,036
	42		9	0.3043904	0.2971405	0.3002051	110.9424	110.9424	111.4971	23.05021	23.05021	22.93554	4.29	3.74	3.24	775,289

ตารางผนวกที่ ก9 (ต่อ)

ลำดับ	ที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
	43	2552	10	0.2971405	0.3002051	0.2976562	110.9424	111.4971	111.9431	23.05021	22.93554	22.84416	3.74	3.24	3.6	856,686
	44		11	0.3002051	0.2976562	0.2887016	111.4971	111.9431	111.8339	22.93554	22.84416	22.86646	3.24	3.6	3.27	691,764
	45		12	0.2976562	0.2887016	0.282875	111.9431	111.8339	112.1704	22.84416	22.86646	22.79787	3.6	3.27	4.13	800,383
	46	2553	1	0.2887016	0.282875	0.266122	111.8339	112.1704	113.2922	22.86646	22.79787	22.57213	3.27	4.13	4.25	810,226
	47		2	0.282875	0.266122	0.2954939	112.1704	113.2922	113.9653	22.79787	22.57213	24.59016	4.13	4.25	3.26	633,367
	48		3	0.266122	0.2954939	0.2712173	113.2922	113.9653	115.3395	22.57213	24.59016	24.29719	4.25	3.26	3.26	532,796
	49		4	0.2954939	0.2712173	0.3247381	113.9653	115.3395	114.5262	24.59016	24.29719	24.46973	3.26	3.26	3.82	566,577
	50		5	0.2712173	0.3247381	0.2833699	115.3395	114.5262	114.7599	24.29719	24.46973	24.4199	3.26	3.82	3.72	546,791
	51		6	0.3247381	0.2833699	0.3324907	114.5262	114.7599	114.6477	24.46973	24.4199	24.4438	3.82	3.72	3.36	599,688
	52		7	0.2833699	0.3324907	0.3027601	114.7599	114.6477	113.9559	24.4199	24.4438	24.59219	3.72	3.36	4.33	568,135
	53		8	0.3324907	0.3027601	0.3166314	114.6477	113.9559	114.414	24.4438	24.59219	24.49373	3.36	4.33	4.97	669,754
	54		9	0.3027601	0.3166314	0.2867123	113.9559	114.414	115.0964	24.59219	24.49373	24.34851	4.33	4.97	4.54	772,613
	55		10	0.3166314	0.2867123	0.2732445	114.414	115.0964	115.7882	24.49373	24.34851	24.20303	4.97	4.54	3.64	711,516
	56		11	0.2867123	0.2732445	0.2428269	115.0964	115.7882	116.6015	24.34851	24.20303	24.03421	4.54	3.64	3.27	611,593
	57		12	0.2732445	0.2428269	0.2168667	115.7882	116.6015	117.8822	24.20303	24.03421	23.7731	3.64	3.27	3.09	570,100

ตารางผนวกที่ ก10 ข้อมูลกลุ่มปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการกล้วยไม้ตัดดอกของไทยในตลาด
ประเทศญี่ปุ่นจากการวิเคราะห์ปัจจัยและปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอก
ของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น

ลำดับที่	ปี	เดือน	F ₁	F ₂	Y
1	2541	4	-0.99284	0.74736	316,299
2		5	-1.07875	-0.62701	301,944
3		6	-0.98689	-1.56173	213,480
4		7	-0.79692	-1.82086	213,754
5		8	-0.7667	-1.88421	337,897
6		9	-0.88724	-1.88466	488,931
7		10	-1.05934	-1.85683	541,701
8		11	-1.18034	-1.57394	553,097
9		12	-1.31437	-1.37839	566,347
10	2542	1	-1.24088	-1.30893	444,918
11		2	-1.20876	-1.20944	334,278
12		3	-1.13663	-1.04805	412,852
13		4	-1.20032	-0.99249	281,582
14		5	-1.12048	-1.11176	244,251
15		6	-0.96883	-1.29606	264,276
16		7	-0.95023	-1.4427	348,182
17		8	-1.01418	-1.51173	533,564
18		9	-1.20111	-1.15148	568,295
19		10	-1.17993	-0.34521	536,053
20		11	-1.1704	0.42152	538,497
21		12	-1.13733	0.84011	475,990
22	2543	1	-1.09573	0.83986	235,781
23		2	-0.97089	0.6679	241,192
24		3	-0.87331	0.393	256,227

ตารางผนวกที่ ก10 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	F_1	F_2	Y
25	2543	4	-0.89518	0.21297	305,773
26		5	-0.97022	0.24171	291,191
27		6	-0.64383	0.37898	241,037
28		7	-0.55099	0.47737	340,192
29		8	-0.45152	0.61374	489,716
30		9	-0.74814	0.84121	607,910
31		10	-0.934	1.16783	605,538
32		11	-1.10297	1.48586	491,453
33		12	-1.20626	1.76751	657,168
34	2544	1	-1.06028	1.68336	513,368
35		2	-1.06944	1.32265	401,026
36		3	-0.94251	0.88622	387,465
37		4	-0.88194	0.60075	337,717
38		5	-0.69706	0.569	291,072
39		6	-0.1251	0.60658	303,006
40		7	0.11512	0.67501	363,544
41		8	0.02335	0.66744	491,667
42		9	-0.7027	0.71154	585,302
43		10	-1.00541	0.80519	491,310
44		11	-1.08365	0.85316	445,786
45		12	-1.11574	0.78188	472,805
46	2545	1	-0.83981	0.43263	412,695
47		2	-0.63126	0.01412	372,781
48		3	-0.57283	-0.38151	398,012
49		4	-0.75347	-0.52534	272,983
50		5	-0.77475	-0.54163	303,606

ตารางผนวกที่ ก10 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	F_1	F_2	Y
51	2545	6	-0.36767	-0.47396	229,255
52		7	-0.11636	-0.36658	291,407
53		8	-0.0216	-0.17044	477,188
54		9	-0.35128	0.06977	558,666
55		10	-0.74767	0.30806	445,636
56		11	-1.04832	0.41491	447,004
57		12	-1.15642	0.45406	589,757
58	2546	1	-1.22388	0.40822	377,469
59		2	-1.23736	0.48704	329,788
60		3	-1.05812	0.50487	500,770
61		4	-0.84788	0.58659	294,378
62		5	-0.7325	0.55707	283,107
63		6	-0.42274	0.54518	221,664
64		7	-0.03292	0.42125	283,449
65		8	0.03397	0.36576	411,068
66		9	-0.36059	0.31917	509,704
67		10	-0.75121	0.34954	509,926
68		11	-0.73584	0.4449	401,694
69		12	-0.79308	0.58223	509,491
70	2547	1	-0.53901	0.77316	404,739
71		2	-0.34624	0.76992	319,417
72		3	-0.13331	0.75699	437,563
73		4	0.10752	0.62942	319,776
74		5	0.38279	0.61645	211,843
75		6	0.83882	0.55601	170,669
76		7	1.13984	0.67886	233,242

ตารางผนวกที่ ก10 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	F_1	F_2	Y
77	2547	8	1.39504	0.79276	432,215
78		9	1.1776	0.98141	528,930
79		10	0.48869	1.07288	508,929
80		11	-0.18124	1.1637	492,592
81		12	-0.50724	1.28084	558,990
82	2548	1	-0.4654	1.30417	455,680
83		2	-0.51767	1.24501	385,014
84		3	-0.23354	0.96639	476,091
85		4	0.41431	0.8712	334,647
86		5	0.7989	0.78902	264,717
87		6	1.40578	0.85662	209,548
88		7	1.84259	0.88434	292,102
89		8	3.97998	1.2571	421,071
90		9	3.91508	1.23376	499,159
91		10	3.40428	1.08099	486,227
92		11	1.50622	0.60349	445,563
93		12	0.90396	0.33117	441,128
94	2549	1	0.69994	0.16708	416,762
95		2	0.46733	0.03253	349,882
96		3	0.50475	-0.13748	483,352
97		4	0.55526	-0.31733	265,368
98		5	0.67843	-0.50851	249,276
99		6	1.26401	-0.47749	231,821
100		7	1.78896	-0.50824	267,250
101		8	2.21167	-0.49007	442,945
102		9	1.67094	-0.5868	532,472

ตารางผนวกที่ ก10 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	F_1	F_2	Y
103		10	0.86804	-0.67285	443,308
104		11	0.17932	-0.82259	398,440
105		12	-0.07297	-0.97169	521,545
106	2550	1	0.22393	-1.18375	288,223
107		2	0.40908	-1.38738	288,255
108		3	0.81091	-1.62978	509,522
109		4	0.89621	-1.66024	282,151
110		5	1.1288	-1.70362	260,595
111		6	1.15234	-1.73224	191,233
112		7	1.05528	-1.9129	303,340
113		8	1.19417	-2.08954	482,121
114		9	1.01686	-2.04882	574,972
115		10	0.75511	-1.88229	479,730
116		11	0.23912	-1.69894	386,219
117		12	-0.01206	-1.57941	557,828
118	2551	1	-0.02462	-1.57346	403,469
119		2	-0.03171	-1.43433	328,173
120		3	0.20724	-1.44552	380,296
121		4	0.58813	-1.32258	278,382
122		5	1.01363	-1.33798	318,409
123		6	1.44032	-1.31501	220,455
124		7	1.16984	-1.33133	303,601
125		8	0.86971	-1.27145	434,202
126		9	0.38547	-1.23863	488,082
127		10	0.32021	-1.1132	460,317
128		11	0.18507	-0.77256	299,446

ตารางผนวกที่ ก10 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	F_1	F_2	Y
129	2551	12	0.03529	-0.15249	419,035
130	2552	1	-0.00032	0.59708	344,208
131		2	0.25077	1.10299	337,472
132		3	0.5226	1.30855	386,458
133		4	0.59713	1.0913	291,810
134		5	0.64832	0.79053	228,646
135		6	0.83922	0.56301	236,767
136		7	1.07953	0.43672	296,537
137		8	0.88979	0.47036	484,661
138		9	0.56244	0.49995	471,400
139		10	0.2473	0.64788	427,982
140		11	0.05503	0.73577	381,297
141		12	0.01061	0.84135	419,975
142	2553	1	0.16792	0.84897	440,850
143		2	0.16757	0.75114	348,962
144		3	-0.03167	0.68438	373,505
145		4	0.00414	0.59755	263,675
146		5	0.30251	0.45085	261,860
147		6	0.54777	0.31842	257,583
148		7	0.64679	0.29905	258,211
149		8	0.81843	0.53036	426,689
150		9	0.9861	0.72401	492,118
151		10	0.82915	0.81514	449,791
152		11	0.38045	0.77562	473,936
153		12	-0.01883	0.67408	556,110

ตารางผนวกที่ ก11 ข้อมูลกลุ่มปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการการกล้วยไม้ตัดดอกของไทยในตลาด
ประเทศสหรัฐอเมริกา จากการวิเคราะห์ปัจจัยและปริมาณการส่งออกกล้วยไม้
ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา

ลำดับที่	ปี	เดือน	F ₁	F ₂	Y
1	2544	4	1.17241	-0.71944	207,539
2		5	1.15457	-0.66663	256,626
3		6	1.45311	0.26883	221,833
4		7	1.60106	0.76285	177,072
5		8	1.55843	0.55732	187,791
6		9	1.44635	-0.42914	178,979
7		10	1.33679	-0.95991	193,363
8		11	1.24317	-1.19649	179,481
9		12	1.17398	-1.32142	175,124
10	2545	1	1.21679	-0.96516	180,183
11		2	1.29937	-0.63563	220,380
12		3	1.28902	-0.56426	223,779
13		4	1.2124	-0.79164	213,830
14		5	1.14073	-0.78951	316,052
15		6	1.04181	-0.39815	254,494
16		7	1.02396	-0.11044	203,760
17		8	0.88625	-0.14711	216,260
18		9	0.79967	-0.68779	225,095
19		10	0.71812	-1.42471	229,103
20		11	0.80963	-1.83607	207,668
21		12	0.89456	-1.87489	209,759
22	2546	1	1.01521	-1.60432	203,472
23		2	0.96535	-1.59928	225,638
24		3	0.95079	-1.39027	234,690

ตารางผนวกที่ ก11 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	F_1	F_2	Y
25	2546	4	0.88499	-1.30541	284,585
26		5	0.87173	-1.19243	324,618
27		6	1.01925	-0.61902	288,411
28		7	1.11919	0.05891	225,777
29		8	1.1752	0.18815	234,581
30		9	0.98426	-0.55766	246,294
31		10	0.80938	-1.16636	249,844
32		11	0.75822	-1.03051	233,238
33		12	0.63238	-1.05242	215,803
34	2547	1	0.63738	-0.88254	218,583
35		2	0.52695	-0.67903	257,215
36		3	0.46782	-0.45373	244,964
37		4	0.32624	-0.21119	289,929
38		5	0.27032	-0.05318	328,077
39		6	0.46927	0.58652	283,513
40		7	0.77859	1.26724	214,055
41		8	0.98116	1.6841	261,934
42		9	0.99273	1.38393	245,075
43		10	1.00953	0.69849	279,050
44		11	0.96998	0.04153	259,366
45		12	0.87104	-0.35594	248,341
46	2548	1	0.59828	-0.68542	242,359
47		2	0.40667	-0.87321	280,453
48		3	0.21034	-0.6337	344,880
49		4	-0.13506	-0.70755	312,016
50		5	-0.15489	-0.46423	373,711

ตารางผนวกที่ ก11 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	F_1	F_2	Y
51	2548	6	0.12128	0.48898	375,071
52		7	0.56825	1.81416	254,385
53		8	0.74924	2.57797	275,770
54		9	0.79216	2.48047	267,291
55		10	0.74381	2.21251	272,739
56		11	0.6449	1.80916	256,015
57		12	0.53092	1.19672	248,060
58	2549	1	0.57466	0.80959	250,811
59		2	0.50414	0.52829	282,025
60		3	0.3797	0.51124	291,033
61		4	0.04614	0.21703	302,672
62		5	-0.02363	0.25727	388,727
63		6	0.27306	1.50282	338,060
64		7	0.62513	2.88216	276,683
65		8	0.48964	2.99531	280,000
66		9	0.00821	1.51634	304,900
67		10	-0.30707	0.15743	306,768
68		11	-0.36791	-0.45653	268,056
69		12	-0.36094	-0.60142	284,295
70	2550	1	-0.39832	-0.20236	197,772
71		2	-0.35227	0.17927	298,176
72		3	-0.43118	0.66445	300,951
73		4	-0.48932	0.60945	321,800
74		5	-0.65647	0.59856	448,186
75		6	-0.47791	0.79963	370,913
76		7	-0.26331	1.20841	290,623

ตารางผนวกที่ ก11 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	F_1	F_2	Y
77	2550	8	-0.25302	1.37747	283,757
78		9	-0.5414	0.83558	305,810
79		10	-0.80936	0.22835	293,370
80		11	-0.85261	-0.17171	241,131
81		12	-0.86861	-0.27178	256,715
82	2551	1	-0.86083	-0.14274	246,290
83		2	-0.89664	-0.1017	257,074
84		3	-0.97487	0.06838	274,886
85		4	-1.15022	0.30073	287,278
86		5	-1.3088	0.57051	421,728
87		6	-1.22351	1.19548	355,182
88		7	-1.10803	1.21845	254,346
89		8	-1.11005	0.95855	279,044
90		9	-1.28678	0.20091	272,265
91		10	-1.38191	-0.09083	272,163
92		11	-1.33638	-0.24359	203,460
93		12	-1.15233	-0.32109	198,595
94	2552	1	-0.88698	-0.22417	207,508
95		2	-0.7425	0.03303	229,421
96		3	-0.76274	0.21865	212,065
97		4	-0.84529	0.16356	242,216
98		5	-0.84597	0.18813	365,593
99		6	-0.64281	0.66938	304,685
100		7	-0.5777	1.108	210,637
101		8	-0.72792	0.74262	237,560
102		9	-1.10896	-0.21455	231,769

ตารางผนวกที่ ก11 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	F_1	F_2	Y
103	2552	10	-1.40365	-0.83778	244,469
104		11	-1.53384	-1.09171	216,277
105		12	-1.55908	-0.92925	189,367
106	2553	1	-1.48538	-0.63026	197,891
107		2	-1.46429	-0.54816	208,536
108		3	-1.46573	-0.71649	205,560
109		4	-1.53514	-0.834	197,567
110		5	-1.58355	-0.75777	347,937
111		6	-1.48359	-0.50166	321,976
112		7	-1.30578	-0.06605	210,821
113		8	-1.25012	0.26239	231,169
114		9	-1.46703	0.12266	221,984
115		10	-1.80965	-0.49409	259,115
116		11	-2.03652	-1.0628	201,134
117		12	-2.16782	-1.42967	189,384

ตารางผนวกที่ ก12 ข้อมูลกลุ่มปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการกล้วยไม้ตัดดอกของไทยในตลาด
ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน จากการวิเคราะห์ปัจจัยและปริมาณการ
ส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสาธารณรัฐ
ประชาชนจีน

ลำดับที่	ปี	เดือน	F_1	F_2	F_3	Y
1	2549	4	-1.0389	1.90502	-0.44058	445,924
2		5	-1.16961	1.44275	-0.32836	355,755
3		6	-1.09121	1.17519	0.7623	357,977
4		7	-0.84782	0.84991	2.40573	340,512
5		8	-0.65903	1.05375	3.16034	396,443
6		9	-0.89877	1.21799	1.61876	479,523

ตารางผนวกที่ ก12 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	F_1	F_2	F_3	Y
7	2549	10	-1.31218	1.2065	-0.4787	532,746
8		11	-1.65587	0.78703	-1.65988	538,389
9		12	-1.78148	0.5025	-1.97211	678,693
10	2550	1	-1.62684	0.52554	-1.1584	495,377
11		2	-1.06616	0.86862	-0.47275	435,888
12		3	-0.46804	1.34782	0.59705	367,020
13		4	-0.1141	1.46315	0.67392	428,967
14		5	-0.13161	1.41737	0.8272	590,965
15		6	-0.38812	0.84741	0.34606	503,565
16		7	-0.58488	0.44628	0.07309	343,217
17		8	-0.54799	0.40778	0.21732	716,984
18		9	-0.55605	0.16018	0.32912	1,002,273
19		10	-0.72172	-0.03785	-0.11716	1,052,345
20		11	-1.03676	-0.72832	-0.76802	609,323
21		12	-1.0949	-0.81224	-1.03399	633,200
22	2551	1	-1.12641	-1.05804	-0.87319	750,321
23		2	-0.77662	-0.74934	-0.83505	405,721
24		3	-0.48906	-0.93183	-0.2986	501,143
25		4	-0.02252	-0.70421	0.54311	480,481
26		5	0.09191	-1.05547	1.54754	492,131
27		6	0.20808	-0.97711	2.255	489,851
28		7	0.07583	-1.27638	1.91107	712,420
29		8	-0.18066	-1.52082	1.22393	917,489
30		9	-0.40189	-1.79236	0.42543	867,198
31		10	-0.47899	-1.99072	0.32276	800,937
32		11	-0.59539	-2.15607	0.0412	578,479

ตารางผนวกที่ ก12 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	F_1	F_2	F_3	Y
33	2551	12	-0.64858	-2.03162	-0.41848	629,815
34	2552	1	-0.47907	-1.25798	-0.84495	710,453
35		2	-0.13059	-0.93562	-0.60996	535,685
36		3	0.25494	-0.76398	0.00669	558,170
37		4	0.45722	-1.03255	0.29221	554,695
38		5	0.52731	-0.66433	0.18532	466,316
39		6	0.75427	-0.13247	0.37663	399,011
40		7	0.90632	0.18588	0.66304	486,549
41		8	0.86437	0.45705	0.08644	658,036
42		9	0.72582	0.4766	-0.70426	775,289
43		10	0.65991	0.44141	-1.01727	856,686
44		11	0.62914	0.36496	-1.13625	691,764
45		12	0.61943	0.18324	-0.8215	800,383
46	2553	1	0.61233	-0.12267	-0.44032	810,226
47		2	0.9374	-0.01726	-0.39912	633,367
48		3	1.15502	-0.00404	-0.77343	532,796
49		4	1.57387	0.5562	-0.9759	566,577
50		5	1.60854	0.41837	-0.67083	546,791
51		6	1.72006	0.84371	-0.70976	599,688
52		7	1.71218	0.72024	-0.52869	568,135
53		8	1.86526	0.89366	0.01186	669,754
54		9	1.8508	0.48458	0.59182	772,613
55		10	1.7111	0.21294	0.31234	711,516
56		11	1.42625	-0.2956	-0.38542	611,593
57		12	1.17445	-0.81469	-0.93436	570,100

ตารางผนวกที่ ก13 ข้อมูลปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่นรายเดือน
(กิโลกรัม)

ลำดับที่	ปี	เดือน	Y
1	2541	1	383,212
2		2	385,473
3		3	452,818
4		4	316,299
5		5	301,944
6		6	213,480
7		7	213,754
8		8	337,897
9		9	488,931
10		10	541,701
11		11	553,097
12		12	566,347
13	2542	1	444,918
14		2	334,278
15		3	412,852
16		4	281,582
17		5	244,251
18		6	264,276
19		7	348,182
20		8	533,564
21		9	568,295
22		10	536,053
23		11	538,497
24		12	475,990
25	2543	1	235,781

ตารางผนวกที่ ก13 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	Y
26	2543	2	241,192
27		3	256,227
28		4	305,773
29		5	291,191
30		6	241,037
31		7	340,192
32		8	489,716
33		9	607,910
34		10	605,538
35		11	491,453
36		12	657,168
37	2544	1	513,368
38		2	401,026
39		3	387,465
40		4	337,717
41		5	291,072
42		6	303,006
43		7	363,544
44		8	491,667
45		9	585,302
46		10	491,310
47		11	445,786
48		12	472,805
49	2545	1	412,695
50		2	372,781
51		3	398,012

ตารางผนวกที่ ก13 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	Y
52	2545	4	272,983
53		5	303,606
54		6	229,255
55		7	291,407
56		8	477,188
57		9	558,666
58		10	445,636
59		11	447,004
60		12	589,757
61	2546	1	377,469
62		2	329,788
63		3	500,770
64		4	294,378
65		5	283,107
66		6	221,664
67		7	283,449
68		8	411,068
69		9	509,704
70		10	509,926
71		11	401,694
72		12	509,491
73	2547	1	404,739
74		2	319,417
75		3	437,563
76		4	319,776
77		5	211,843

ตารางผนวกที่ ก13 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	Y
78	2547	6	170,669
79		7	233,242
80		8	432,215
81		9	528,930
82		10	508,929
83		11	492,592
84		12	558,990
85	2548	1	455,680
86		2	385,014
87		3	476,091
88		4	334,647
89		5	264,717
90		6	209,548
91		7	292,102
92		8	421,071
93		9	499,159
94		10	486,227
95		11	445,563
96		12	441,128
97	2549	1	416,762
98		2	349,882
99		3	483,352
100		4	265,368
101		5	249,276
102		6	231,821
103		7	267,250

ตารางผนวกที่ ก13 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	Y
104	2549	8	442,945
105		9	532,472
106		10	443,308
107		11	398,440
108		12	521,545
109	2550	1	288,223
110		2	288,255
111		3	509,522
112		4	282,151
113		5	260,595
114		6	191,233
115		7	303,340
116		8	482,121
117		9	574,972
118		10	479,730
119		11	386,219
120		12	557,828
121	2551	1	403,469
122		2	328,173
123		3	380,296
124		4	278,382
125		5	318,409
126		6	220,455
127		7	303,601
128		8	434,202
129		9	488,082

ตารางผนวกที่ ก13 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	Y
130	2551	10	460,317
131		11	299,446
132		12	419,035
133	2552	1	344,208
134		2	337,472
135		3	386,458
136		4	291,810
137		5	228,646
138		6	236,767
139		7	296,537
140		8	484,661
141		9	471,400
142		10	427,982
143		11	381,297
144		12	419,975
145	2553	1	440,850
146		2	348,962
147		3	373,505
148		4	263,675
149		5	261,860
150		6	257,583
151		7	258,211
152		8	426,689
153		9	492,118
154		10	449,791
155		11	473,936

ตารางผนวกที่ ก13 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	Y
156	2553	12	556,110

ตารางผนวกที่ ก14 ข้อมูลปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา
รายเดือน (กิโลกรัม)

ลำดับที่	ปี	เดือน	Y
1	2544	1	175,764
2		2	197,628
3		3	179,929
4		4	207,539
5		5	256,626
6		6	221,833
7		7	177,072
8		8	187,791
9		9	178,979
10		10	193,363
11		11	179,481
12		12	175,124
13	2545	1	180,183
14		2	220,380
15		3	223,779
16		4	213,830
17		5	316,052
18		6	254,494
19		7	203,760
20		8	216,260

ตารางผนวกที่ ก14 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	Y
21	2545	9	225,095
22		10	229,103
23		11	207,668
24		12	209,759
25	2546	1	203,472
26		2	225,638
27		3	234,690
28		4	284,585
29		5	324,618
30		6	288,411
31		7	225,777
32		8	234,581
33		9	246,294
34		10	249,844
35		11	233,238
36		12	215,803
37	2547	1	218,583
38		2	257,215
39		3	244,964
40		4	289,929
41		5	328,077
42		6	283,513
43		7	214,055
44		8	261,934
45		9	245,075
46		10	279,050

ตารางผนวกที่ ก14 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	Y
47	2547	11	259,366
48		12	248,341
49	2548	1	242,359
50		2	280,453
51		3	344,880
52		4	312,016
53		5	373,711
54		6	375,071
55		7	254,385
56		8	275,770
57		9	267,291
58		10	272,739
59		11	256,015
60		12	248,060
61	2549	1	250,811
62		2	282,025
63		3	291,033
64		4	302,672
65		5	388,727
66		6	338,060
67		7	276,683
68		8	280,000
69		9	304,900
70		10	306,768
71		11	268,056
72		12	284,295

ตารางผนวกที่ ก14 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	Y
73	2550	1	197,772
74		2	298,176
75		3	300,951
76		4	321,800
77		5	448,186
78		6	370,913
79		7	290,623
80		8	283,757
81		9	305,810
82		10	293,370
83		11	241,131
84		12	256,715
85	2551	1	246,290
86		2	257,074
87		3	274,886
88		4	287,278
89		5	421,728
90		6	355,182
91		7	254,346
92		8	279,044
93		9	272,265
94		10	272,163
95		11	203,460
96		12	198,595
97	2552	1	207,508
98		2	229,421

ตารางผนวกที่ ก14 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	Y
99	2552	3	212,065
100		4	242,216
101		5	365,593
102		6	304,685
103		7	210,637
104		8	237,560
105		9	231,769
106		10	244,469
107		11	216,277
108		12	189,367
109	2553	1	197,891
110		2	208,536
111		3	205,560
112		4	197,567
113		5	347,937
114		6	321,976
115		7	210,821
116		8	231,169
117		9	221,984
118		10	259,115
119		11	201,134
120		12	189,384

ตารางผนวกที่ ก15 ข้อมูลปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสาธารณรัฐ
ประชาชนจีนรายเดือน (กิโลกรัม)

ลำดับที่	ปี	เดือน	Y
1	2549	1	293,784
2		2	456,627
3		3	461,641
4		4	445,924
5		5	355,755
6		6	357,977
7		7	340,512
8		8	396,443
9		9	479,523
10		10	532,746
11		11	538,389
12		12	678,693
13	2550	1	495,377
14		2	435,888
15		3	367,020
16		4	428,967
17		5	590,965
18		6	503,565
19		7	343,217
20		8	716,984
21		9	1,002,273
22		10	1,052,345
23		11	609,323
24		12	633,200
25	2551	1	750,321

ตารางผนวกที่ ก15 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	Y
26	2551	2	405,721
27		3	501,143
28		4	480,481
29		5	492,131
30		6	489,851
31		7	712,420
32		8	917,489
33		9	867,198
34		10	800,937
35		11	578,479
36		12	629,815
37	2552	1	710,453
38		2	535,685
39		3	558,170
40		4	554,695
41		5	466,316
42		6	399,011
43		7	486,549
44		8	658,036
45		9	775,289
46		10	856,686
47		11	691,764
48		12	800,383
49	2553	1	810,226
50		2	633,367
51		3	532,796

ตารางผนวกที่ ก15 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	Y
52	2553	4	566,577
53		5	546,791
54		6	599,688
55		7	568,135
56		8	669,754
57		9	772,613
58		10	711,516
59		11	611,593
60		12	570,100

ตารางผนวกที่ ก16 ข้อมูลปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการกล้วยไม้ตัดดอกของไทยในตลาดประเทศญี่ปุ่น และปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทย(กก.)
ไปยังตลาดประเทศญี่ปุ่นเพื่อการพยากรณ์แบบเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ด้วยแบบจำลอง BPN

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	Y
1	2541	4	1.376749	1.260101	1.095341	41.5176	36.6759	32.0786	2.13	2.25	2.11	316,299
2		5	1.260101	1.095341	1.060289	36.6759	32.0786	29.8624	2.25	2.11	2.87	301,944
3		6	1.095341	1.060289	1.023729	32.0786	29.8624	28.9054	2.11	2.87	3.78	213,480
4		7	1.060289	1.023729	1.05026	29.8624	28.9054	30.1135	2.87	3.78	3.54	213,754
5		8	1.023729	1.05026	1.091806	28.9054	30.1135	29.2331	3.78	3.54	2.98	337,897
6		9	1.05026	1.091806	1.070925	30.1135	29.2331	28.7312	3.54	2.98	2.86	488,931
7		10	1.091806	1.070925	1.132441	29.2331	28.7312	30.0164	2.98	2.86	2.14	541,701
8		11	1.070925	1.132441	1.133838	28.7312	30.0164	31.4397	2.86	2.14	2	553,097
9		12	1.132441	1.133838	1.046676	30.0164	31.4397	30.2864	2.14	2	1.98	566,347
10	2542	1	1.133838	1.046676	1.093644	31.4397	30.2864	30.8465	2	1.98	2.76	444,918
11		2	1.046676	1.093644	1.137259	30.2864	30.8465	32.2905	1.98	2.76	2.11	334,278
12		3	1.093644	1.137259	1.057309	30.8465	32.2905	31.7595	2.76	2.11	2.43	412,852
13		4	1.137259	1.057309	1.091467	32.2905	31.7595	31.2979	2.11	2.43	2.31	281,582
14		5	1.057309	1.091467	1.112547	31.7595	31.2979	31.3796	2.43	2.31	2.76	244,251
15		6	1.091467	1.112547	1.084588	31.2979	31.3796	30.2964	2.31	2.76	3.42	264,276

ตารางผนวกที่ ก16 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	Y
16	2542	7	1.112547	1.084588	0.8167	31.3796	30.2964	30.4973	2.76	3.42	3.23	348,182
17		8	1.084588	0.8167	0.93332	30.2964	30.4973	30.9175	3.42	3.23	2.87	533,564
18		9	0.8167	0.93332	0.866009	30.4973	30.9175	33.4763	3.23	2.87	2.67	568,295
19		10	0.93332	0.866009	1.07972	30.9175	33.4763	37.1499	2.87	2.67	2.43	536,053
20		11	0.866009	1.07972	1.173461	33.4763	37.1499	37.2007	2.67	2.43	2	538,497
21		12	1.07972	1.173461	1.118078	37.1499	37.2007	36.932	2.43	2	2.1	475,990
22	2543	1	1.173461	1.118078	1.115	37.2007	36.932	37.1791	2	2.1	2.64	235,781
23		2	1.118078	1.115	1.40909	36.932	37.1791	35.4654	2.1	2.64	2.15	241,192
24		3	1.115	1.40909	1.295543	37.1791	35.4654	34.464	2.64	2.15	2.34	256,227
25		4	1.40909	1.295543	1.220082	35.4654	34.464	35.4832	2.15	2.34	2.29	305,773
26		5	1.295543	1.220082	1.124084	34.464	35.4832	35.9662	2.34	2.29	2.45	291,191
27		6	1.220082	1.124084	1.371827	35.4832	35.9662	35.9639	2.29	2.45	4.32	241,037
28		7	1.124084	1.371827	1.043322	35.9662	35.9639	36.7311	2.45	4.32	3.24	340,192
29		8	1.371827	1.043322	1.1921	35.9639	36.7311	37.222	4.32	3.24	2.98	489,716
30		9	1.043322	1.1921	1.179112	36.7311	37.222	37.7775	3.24	2.98	2.77	607,910
31		10	1.1921	1.179112	1.182007	37.222	37.7775	39.1665	2.98	2.77	1.5	605,538

ตารางผนวกที่ ก16 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	Y
32	2543	11	1.179112	1.182007	1.134763	37.7775	39.1665	39.8381	2.77	1.5	2	491,453
33		12	1.182007	1.134763	1.170162	39.1665	39.8381	40.1162	1.5	2	2	657,168
34	2544	1	1.134763	1.170162	1.350899	39.8381	40.1162	38.3553	2	2	2	513,368
35		2	1.170162	1.350899	1.061746	40.1162	38.3553	36.8553	2	2	2.25	401,026
36		3	1.350899	1.061746	1.069295	38.3553	36.8553	36.6601	2	2.25	3.33	387,465
37		4	1.061746	1.069295	1.113155	36.8553	36.6601	36.1961	2.25	3.33	3.06	337,717
38		5	1.069295	1.113155	1.156903	36.6601	36.1961	36.7035	3.33	3.06	3.25	291,072
39		6	1.113155	1.156903	1.357612	36.1961	36.7035	37.302	3.06	3.25	6.44	303,006
40		7	1.156903	1.357612	1.1701	36.7035	37.302	37.0239	3.25	6.44	4.25	363,544
41		8	1.357612	1.1701	1.149109	37.302	37.0239	36.6088	6.44	4.25	2.75	491,667
42		9	1.1701	1.149109	1.211523	37.0239	36.6088	36.9033	4.25	2.75	2	585,302
43		10	1.149109	1.211523	1.249473	36.6088	36.9033	37.2998	2.75	2	2	491,310
44		11	1.211523	1.249473	1.190833	36.9033	37.2998	36.8662	2	2	2.1	445,786
45		12	1.249473	1.190833	1.206229	37.2998	36.8662	36.2698	2	2.1	1.81	472,805

ตารางผนวกที่ ก16 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	Y
46	2545	1	1.190833	1.206229	1.385058	36.8662	36.2698	34.3946	2.1	1.81	3.62	412,695
47		2	1.206229	1.385058	1.428944	36.2698	34.3946	33.1677	1.81	3.62	2.81	372,781
48		3	1.385058	1.428944	1.309075	34.3946	33.1677	32.7882	3.62	2.81	2.06	398,012
49		4	1.428944	1.309075	1.286123	33.1677	32.7882	33.0395	2.81	2.06	2.81	272,983
50		5	1.309075	1.286123	1.297838	32.7882	33.0395	33.1424	2.06	2.81	3	303,606
51		6	1.286123	1.297838	1.384892	33.0395	33.1424	33.8099	2.81	3	4.6	229,255
52		7	1.297838	1.384892	1.413288	33.1424	33.8099	34.1028	3	4.6	4	291,407
53		8	1.384892	1.413288	1.402884	33.8099	34.1028	34.866	4.6	4	3.3	477,188
54		9	1.413288	1.402884	1.431471	34.1028	34.866	35.393	4	3.3	2.19	558,666
55		10	1.402884	1.431471	1.563072	34.866	35.393	35.4327	3.3	2.19	0.85	445,636
56		11	1.431471	1.563072	1.542483	35.393	35.4327	35.2138	2.19	0.85	0.92	447,004
57		12	1.563072	1.542483	1.449468	35.4327	35.2138	35.6005	0.85	0.92	1.44	589,757
58	2546	1	1.542483	1.449468	1.217499	35.2138	35.6005	35.4352	0.92	1.44	1.37	377,469
59		2	1.449468	1.217499	1.471387	35.6005	35.4352	35.976	1.44	1.37	1	329,788
60		3	1.217499	1.471387	1.485667	35.4352	35.976	35.8766	1.37	1	2.56	500,770
61		4	1.471387	1.485667	1.545824	35.976	35.8766	36.0018	1	2.56	1.75	294,378

ตารางผนวกที่ ก16 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	Y
62	2546	5	1.485667	1.545824	1.53988	35.8766	36.0018	35.7771	2.56	1.75	1.62	283,107
63		6	1.545824	1.53988	1.680366	36.0018	35.7771	35.9129	1.75	1.62	4.19	221,664
64		7	1.53988	1.680366	1.702391	35.7771	35.9129	35.1788	1.62	4.19	3.8	283,449
65		8	1.680366	1.702391	1.730325	35.9129	35.1788	35.1668	4.19	3.8	1.5	411,068
66		9	1.702391	1.730325	1.649674	35.1788	35.1668	35.028	3.8	1.5	1.77	509,704
67		10	1.730325	1.649674	1.548824	35.1668	35.028	35.1544	1.5	1.77	1.6	509,926
68		11	1.649674	1.548824	1.585942	35.028	35.1544	36.2158	1.77	1.6	2.01	401,694
69		12	1.548824	1.585942	1.388092	35.1544	36.2158	36.4934	1.6	2.01	2.06	509,491
70	2547	1	1.585942	1.388092	1.800145	36.2158	36.4934	36.7959	2.01	2.06	2.56	404,739
71		2	1.388092	1.800145	1.39212	36.4934	36.7959	36.7048	2.06	2.56	3.83	319,417
72		3	1.800145	1.39212	1.436891	36.7959	36.7048	36.6742	2.56	3.83	3.35	437,563
73		4	1.39212	1.436891	1.530243	36.7048	36.6742	36.3156	3.83	3.35	5	319,776
74		5	1.436891	1.530243	1.633469	36.6742	36.3156	36.6109	3.35	5	4.91	211,843
75		6	1.530243	1.633469	1.87948	36.3156	36.6109	36.0972	5	4.91	5.18	170,669

ตารางผนวกที่ ก16 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	Y
76	2547	7	1.633469	1.87948	1.927936	36.6109	36.0972	37.2553	4.91	5.18	5.87	233,242
77		8	1.87948	1.927936	2.013056	36.0972	37.2553	37.3848	5.18	5.87	5.49	432,215
78		9	1.927936	2.013056	1.827461	37.2553	37.3848	37.5788	5.87	5.49	3.78	528,930
79		10	2.013056	1.827461	1.604029	37.3848	37.5788	37.6438	5.49	3.78	2.2	508,929
80		11	1.827461	1.604029	1.614793	37.5788	37.6438	37.8369	3.78	2.2	2.17	492,592
81		12	1.604029	1.614793	1.607616	37.6438	37.8369	38.4404	2.2	2.17	2.16	558,990
82	2548	1	1.614793	1.607616	1.709384	37.8369	38.4404	37.726	2.17	2.16	2.17	455,680
83		2	1.607616	1.709384	1.492436	38.4404	37.726	37.4737	2.16	2.17	2.18	385,014
84		3	1.709384	1.492436	1.43734	37.726	37.4737	36.642	2.17	2.18	4.74	476,091
85		4	1.492436	1.43734	2.42359	37.4737	36.642	36.6249	2.18	4.74	4.33	334,647
86		5	1.43734	2.42359	1.796818	36.642	36.6249	36.843	4.74	4.33	3.87	264,717
87		6	2.42359	1.796818	2.059036	36.6249	36.843	37.3052	4.33	3.87	7.33	209,548
88		7	1.796818	2.059036	2.19246	36.843	37.3052	37.6303	3.87	7.33	7.65	292,102
89		8	2.059036	2.19246	5.62086	37.3052	37.6303	37.231	7.33	7.65	7.16	421,071
90		9	2.19246	5.62086	2.127386	37.6303	37.231	37.1578	7.65	7.16	6.59	499,159

ตารางผนวกที่ ก16 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	Y
91	2548	10	5.62086	2.127386	1.755668	37.231	37.1578	36.9284	7.16	6.59	6.18	486,227
92		11	2.127386	1.755668	1.672253	37.1578	36.9284	35.6242	6.59	6.18	5.34	445,563
93		12	1.755668	1.672253	1.599813	36.9284	35.6242	34.7122	6.18	5.34	4.08	441,128
94	2549	1	1.672253	1.599813	2.087725	35.6242	34.7122	34.699	5.34	4.08	3.96	416,762
95		2	1.599813	2.087725	1.559451	34.7122	34.699	34.2926	4.08	3.96	4.12	349,882
96		3	2.087725	1.559451	1.587202	34.699	34.2926	33.3927	3.96	4.12	4.51	483,352
97		4	1.559451	1.587202	2.007571	34.2926	33.3927	33.2035	4.12	4.51	4.48	265,368
98		5	1.587202	2.007571	1.78679	33.3927	33.2035	32.4547	4.51	4.48	4.33	249,276
99		6	2.007571	1.78679	1.971422	33.2035	32.4547	33.9839	4.48	4.33	7.53	231,821
100		7	1.78679	1.971422	2.049938	32.4547	33.9839	33.4389	4.33	7.53	7.69	267,250
101		8	1.971422	2.049938	2.108469	33.9839	33.4389	32.7963	7.53	7.69	6.2	442,945
102		9	2.049938	2.108469	1.969643	33.4389	32.7963	32.459	7.69	6.2	3.94	532,472
103		10	2.108469	1.969643	1.84084	32.7963	32.459	31.9414	6.2	3.94	3.02	443,308
104		11	1.969643	1.84084	1.508585	32.459	31.9414	31.4405	3.94	3.02	3.38	398,440
105		12	1.84084	1.508585	1.728774	31.9414	31.4405	31.1322	3.02	3.38	2.94	521,545

ตารางผนวกที่ ก16 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	Y
106	2550	1	1.508585	1.728774	1.792672	31.4405	31.1322	30.4843	3.38	2.94	5.25	288,223
107		2	1.728774	1.792672	1.585877	31.1322	30.4843	29.8447	2.94	5.25	4.34	288,255
108		3	1.792672	1.585877	1.697786	30.4843	29.8447	29.6184	5.25	4.34	5.91	509,522
109		4	1.585877	1.697786	2.077277	29.8447	29.6184	29.8385	4.34	5.91	4.87	282,151
110		5	1.697786	2.077277	1.90009	29.6184	29.8385	29.3439	5.91	4.87	5.07	260,595
111		6	2.077277	1.90009	2.26278	29.8385	29.3439	28.6387	4.87	5.07	4.49	191,233
112		7	1.90009	2.26278	2.039611	29.3439	28.6387	28.1761	5.07	4.49	4.36	303,340
113		8	2.26278	2.039611	2.164194	28.6387	28.1761	27.6571	4.49	4.36	5.4	482,121
114		9	2.039611	2.164194	1.902193	28.1761	27.6571	29.2681	4.36	5.4	4.2	574,972
115		10	2.164194	1.902193	1.712382	27.6571	29.2681	29.746	5.4	4.2	3.56	479,730
116		11	1.902193	1.712382	1.537759	29.2681	29.746	29.4627	4.2	3.56	3.68	386,219
117		12	1.712382	1.537759	1.556813	29.746	29.4627	30.4681	3.56	3.68	3.44	557,828
118	2551	1	1.537759	1.556813	1.558903	29.4627	30.4681	29.9314	3.68	3.44	3.91	403,469
119		2	1.556813	1.558903	1.532762	30.4681	29.9314	30.7224	3.44	3.91	3.58	328,173
120		3	1.558903	1.532762	1.716813	29.9314	30.7224	30.4094	3.91	3.58	4.64	380,296
121		4	1.532762	1.716813	1.789283	30.7224	30.4094	31.1931	3.58	4.64	5.75	278,382

ตารางผนวกที่ ก16 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	Y
122	2551	5	1.716813	1.789283	1.828764	30.4094	31.1931	30.7186	4.64	5.75	5.55	318,409
123		6	1.789283	1.828764	2.022372	31.1931	30.7186	30.7729	5.75	5.55	6.68	220,455
124		7	1.828764	2.022372	1.577917	30.7186	30.7729	31.0144	5.55	6.68	4.41	303,601
125		8	2.022372	1.577917	1.546699	30.7729	31.0144	31.3047	6.68	4.41	4.49	434,202
126		9	1.577917	1.546699	1.5839	31.0144	31.3047	30.9521	4.41	4.49	4.61	488,082
127		10	1.546699	1.5839	1.526442	31.3047	30.9521	32.1211	4.49	4.61	4.06	460,317
128		11	1.5839	1.526442	1.413175	30.9521	32.1211	34.283	4.61	4.06	3.91	299,446
129		12	1.526442	1.413175	1.541012	32.1211	34.283	36.1837	4.06	3.91	3.55	419,035
130	2552	1	1.413175	1.541012	1.676541	34.283	36.1837	38.3778	3.91	3.55	3.17	344,208
131		2	1.541012	1.676541	1.710847	36.1837	38.3778	38.5997	3.55	3.17	4.68	337,472
132		3	1.676541	1.710847	1.680986	38.3778	38.5997	38.1938	3.17	4.68	4.86	386,458
133		4	1.710847	1.680986	1.696332	38.5997	38.1938	36.5669	4.68	4.86	3.62	291,810
134		5	1.680986	1.696332	1.825468	38.1938	36.5669	35.9048	4.86	3.62	4.88	228,646
135		6	1.696332	1.825468	2.047976	36.5669	35.9048	35.8891	3.62	4.88	5.1	236,767
136		7	1.825468	2.047976	2.026984	35.9048	35.8891	35.3124	4.88	5.1	4.29	296,537
137		8	2.047976	2.026984	1.79686	35.8891	35.3124	36.0719	5.1	4.29	3.74	484,661

ตารางผนวกที่ ก16 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	Y
138	2552	9	2.026984	1.79686	1.932628	35.3124	36.0719	35.8302	4.29	3.74	3.24	471,400
139		10	1.79686	1.932628	1.515958	36.0719	35.8302	36.9427	3.74	3.24	3.6	427,982
140		11	1.932628	1.515958	1.503868	35.8302	36.9427	36.9945	3.24	3.6	3.27	381,297
141		12	1.515958	1.503868	1.501754	36.9427	36.9945	37.2699	3.6	3.27	4.13	419,975
142	2553	1	1.503868	1.501754	1.642093	36.9945	37.2699	37.0093	3.27	4.13	4.25	440,850
143		2	1.501754	1.642093	1.498348	37.2699	37.0093	36.1659	4.13	4.25	3.26	348,962
144		3	1.642093	1.498348	1.373402	37.0093	36.1659	36.673	4.25	3.26	3.26	373,505
145		4	1.498348	1.373402	1.884449	36.1659	36.673	35.8444	3.26	3.26	3.82	263,675
146		5	1.373402	1.884449	2.024638	36.673	35.8444	34.5063	3.26	3.82	3.72	261,860
147		6	1.884449	2.024638	1.950857	35.8444	34.5063	35.1334	3.82	3.72	3.36	257,583
148		7	2.024638	1.950857	1.967717	34.5063	35.1334	35.6676	3.72	3.36	4.33	258,211
149		8	1.950857	1.967717	1.955981	35.1334	35.6676	36.8409	3.36	4.33	4.97	426,689
150		9	1.967717	1.955981	1.896708	35.6676	36.8409	37.1108	4.33	4.97	4.54	492,118
151		10	1.955981	1.896708	1.826814	36.8409	37.1108	36.4795	4.97	4.54	3.64	449,791
152		11	1.896708	1.826814	1.511609	37.1108	36.4795	36.5829	4.54	3.64	3.27	473,936
153		12	1.826814	1.511609	1.48201	36.4795	36.5829	36.265	3.64	3.27	3.09	556,110

ตารางผนวกที่ ก17 ข้อมูลปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการกล้วยไม้ตัดดอกของไทยในตลาดประเทศสหรัฐอเมริกา และปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของ
ไทย (กก.) ไปยังตลาดประเทศสหรัฐอเมริกา เพื่อการพยากรณ์แบบเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ด้วยแบบจำลอง BPN

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
1	2544	4	1.587409	1.404803	1.430678	89.66077	90.0192	90.22402	43.0779	42.589	43.844	2.25	3.33	3.06	207,539
2		5	1.404803	1.430678	1.498001	90.0192	90.22402	90.58246	42.589	43.844	45.4126	3.33	3.06	3.25	256,626
3		6	1.430678	1.498001	1.624789	90.22402	90.58246	90.9921	43.844	45.4126	45.4355	3.06	3.25	6.44	221,833
4		7	1.498001	1.624789	1.529899	90.58246	90.9921	91.14572	45.4126	45.4355	45.2016	3.25	6.44	4.25	177,072
5		8	1.624789	1.529899	1.480214	90.9921	91.14572	90.88969	45.4355	45.2016	45.5688	6.44	4.25	2.75	187,791
6		9	1.529899	1.480214	1.52905	91.14572	90.88969	90.88969	45.2016	45.5688	44.8655	4.25	2.75	2	178,979
7		10	1.480214	1.52905	1.446961	90.88969	90.88969	91.29934	45.5688	44.8655	44.2837	2.75	2	2	193,363
8		11	1.52905	1.446961	1.426392	90.88969	91.29934	90.9921	44.8655	44.2837	44.6728	2	2	2.1	179,481
9		12	1.446961	1.426392	1.472259	91.29934	90.9921	90.83849	44.2837	44.6728	44.3715	2	2.1	1.81	175,124
10	2545	1	1.426392	1.472259	1.48829	90.9921	90.83849	90.48005	44.6728	44.3715	43.8596	2.1	1.81	3.62	180,183
11		2	1.472259	1.48829	1.521785	90.83849	90.48005	90.68488	44.3715	43.8596	43.9817	1.81	3.62	2.81	220,380
12		3	1.48829	1.521785	1.48924	90.48005	90.68488	91.04331	43.8596	43.9817	43.7771	3.62	2.81	2.06	223,779
13		4	1.521785	1.48924	1.454554	90.68488	91.04331	91.55537	43.9817	43.7771	43.3455	2.81	2.06	2.81	213,830
14		5	1.48924	1.454554	1.493576	91.04331	91.55537	92.06742	43.7771	43.3455	43.3761	2.06	2.81	3	316,052
15		6	1.454554	1.493576	1.44081	91.55537	92.06742	92.06742	43.3455	43.3761	42.7591	2.81	3	4.6	254,494
16		7	1.493576	1.44081	1.489847	92.06742	92.06742	92.11863	43.3761	42.7591	42.1165	3	4.6	4	203,760

ตารางผนวกที่ ก17 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
17	2545	8	1.44081	1.489847	1.430955	92.06742	92.11863	92.22104	42.7591	42.1165	41.1654	4.6	4	3.3	216,260
18		9	1.489847	1.430955	1.391381	92.11863	92.22104	92.52827	42.1165	41.1654	42.1212	4	3.3	2.19	225,095
19		10	1.430955	1.391381	1.396732	92.22104	92.52827	92.68188	41.1654	42.1212	42.768	3.3	2.19	0.85	229,103
20		11	1.391381	1.396732	1.451016	92.52827	92.68188	92.8355	42.1212	42.768	43.6048	2.19	0.85	0.92	207,668
21		12	1.396732	1.451016	1.436891	92.68188	92.8355	92.8355	42.768	43.6048	43.2699	0.85	0.92	1.44	209,759
22	2546	1	1.451016	1.436891	1.503862	92.8355	92.8355	92.63068	43.6048	43.2699	43.2357	0.92	1.44	1.37	203,472
23		2	1.436891	1.503862	1.429111	92.8355	92.63068	93.04032	43.2699	43.2357	42.728	1.44	1.37	1	225,638
24		3	1.503862	1.429111	1.466929	92.63068	93.04032	93.7572	43.2357	42.728	42.8269	1.37	1	2.56	234,690
25		4	1.429111	1.466929	1.47314	93.04032	93.7572	94.32046	42.728	42.8269	42.7131	1	2.56	1.75	284,585
26		5	1.466929	1.47314	1.438655	93.7572	94.32046	94.11564	42.8269	42.7131	42.8329	2.56	1.75	1.62	324,618
27		6	1.47314	1.438655	1.650631	94.32046	94.11564	93.96202	42.7131	42.8329	42.1058	1.75	1.62	4.19	288,411
28		7	1.438655	1.650631	1.579712	94.11564	93.96202	94.06443	42.8329	42.1058	41.6019	1.62	4.19	3.8	225,777
29		8	1.650631	1.579712	1.553756	93.96202	94.06443	94.16685	42.1058	41.6019	41.7325	4.19	3.8	1.5	234,581
30		9	1.579712	1.553756	1.490682	94.06443	94.16685	94.52528	41.6019	41.7325	41.6182	3.8	1.5	1.77	246,294
31		10	1.553756	1.490682	1.454893	94.16685	94.52528	94.83251	41.7325	41.6182	40.4563	1.5	1.77	1.6	249,844
32		11	1.490682	1.454893	1.585283	94.52528	94.83251	94.7301	41.6182	40.4563	39.6791	1.77	1.6	2.01	233,238
33		12	1.454893	1.585283	1.409531	94.83251	94.7301	94.47408	40.4563	39.6791	39.8551	1.6	2.01	2.06	215,803

ตารางผนวกที่ ก17 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
34	2547	1	1.585283	1.409531	1.500593	94.7301	94.47408	94.37167	39.6791	39.8551	39.6661	2.01	2.06	2.56	218,583
35		2	1.409531	1.500593	1.480952	94.47408	94.37167	94.83251	39.8551	39.6661	39.0482	2.06	2.56	3.83	257,215
36		3	1.500593	1.480952	1.395439	94.37167	94.83251	95.34457	39.6661	39.0482	39.0511	2.56	3.83	3.35	244,964
37		4	1.480952	1.395439	1.407696	94.83251	95.34457	95.95904	39.0482	39.0511	39.3996	3.83	3.35	5	289,929
38		5	1.395439	1.407696	1.427362	95.34457	95.95904	96.26627	39.0511	39.3996	39.3885	3.35	5	4.91	328,077
39		6	1.407696	1.427362	1.576766	95.95904	96.26627	96.82953	39.3996	39.3885	40.5165	5	4.91	5.18	283,513
40		7	1.427362	1.576766	1.684658	96.26627	96.82953	97.13676	39.3885	40.5165	40.7571	4.91	5.18	5.87	214,055
41		8	1.576766	1.684658	1.589886	96.82953	97.13676	96.98315	40.5165	40.7571	40.8827	5.18	5.87	5.49	261,934
42		9	1.684658	1.589886	1.573329	97.13676	96.98315	97.03435	40.7571	40.8827	41.4499	5.87	5.49	3.78	245,075
43		10	1.589886	1.573329	1.680707	96.98315	97.03435	97.23917	40.8827	41.4499	41.4267	5.49	3.78	2.2	279,050
44		11	1.573329	1.680707	1.543255	97.03435	97.23917	97.75123	41.4499	41.4267	41.2695	3.78	2.2	2.17	259,366
45		12	1.680707	1.543255	1.540584	97.23917	97.75123	97.80243	41.4267	41.2695	40.3015	2.2	2.17	2.16	248,341
46	2548	1	1.543255	1.540584	1.47953	97.75123	97.80243	97.44399	41.2695	40.3015	39.1783	2.17	2.16	2.17	242,359
47		2	1.540584	1.47953	1.441034	97.80243	97.44399	97.64882	40.3015	39.1783	38.7049	2.16	2.17	2.18	280,453
48		3	1.47953	1.441034	1.416911	97.44399	97.64882	98.21207	39.1783	38.7049	38.4418	2.17	2.18	4.74	344,880
49		4	1.441034	1.416911	1.170118	97.64882	98.21207	98.98016	38.7049	38.4418	38.5518	2.18	4.74	4.33	312,016
50		5	1.416911	1.170118	1.456035	98.21207	98.98016	99.64583	38.4418	38.5518	39.4786	4.74	4.33	3.87	373,711

ตารางผนวกที่ ก17 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
51	2548	6	1.170118	1.456035	1.645502	98.98016	99.64583	99.54342	38.5518	39.4786	39.7765	4.33	3.87	7.33	375,071
52		7	1.456035	1.645502	1.540122	99.64583	99.54342	99.59462	39.4786	39.7765	40.8663	3.87	7.33	7.65	254,385
53		8	1.645502	1.540122	1.591674	99.54342	99.59462	100.0555	39.7765	40.8663	41.7064	7.33	7.65	7.16	275,770
54		9	1.540122	1.591674	1.652515	99.59462	100.0555	100.5675	40.8663	41.7064	41.1464	7.65	7.16	6.59	267,291
55		10	1.591674	1.652515	1.524927	100.0555	100.5675	101.7965	41.7064	41.1464	41.0077	7.16	6.59	6.18	272,739
56		11	1.652515	1.524927	1.569738	100.5675	101.7965	102.0013	41.1464	41.0077	40.8624	6.59	6.18	5.34	256,015
57		12	1.524927	1.569738	1.542217	101.7965	102.0013	101.182	41.0077	40.8624	41.071	6.18	5.34	4.08	248,060
58	2549	1	1.569738	1.542217	1.556748	102.0013	101.182	100.7723	40.8624	41.071	41.0281	5.34	4.08	3.96	250,811
59		2	1.542217	1.556748	1.529655	101.182	100.7723	101.5404	41.071	41.0281	39.5792	4.08	3.96	4.12	282,025
60		3	1.556748	1.529655	1.488748	100.7723	101.5404	101.7453	41.0281	39.5792	39.3538	3.96	4.12	4.51	291,033
61		4	1.529655	1.488748	1.320707	101.5404	101.7453	102.3085	39.5792	39.3538	38.9315	4.12	4.51	4.48	302,672
62		5	1.488748	1.320707	1.558587	101.7453	102.3085	103.179	39.3538	38.9315	37.9448	4.51	4.48	4.33	388,727
63		6	1.320707	1.558587	1.851395	102.3085	103.179	103.6911	38.9315	37.9448	37.9666	4.48	4.33	7.53	338,060
64		7	1.558587	1.851395	1.705532	103.179	103.6911	103.8959	37.9448	37.9666	38.3007	4.33	7.53	7.69	276,683
65		8	1.851395	1.705532	1.468304	103.6911	103.8959	104.2031	37.9666	38.3007	37.9568	7.53	7.69	6.2	280,000
66		9	1.705532	1.468304	1.404653	103.8959	104.2031	104.4079	38.3007	37.9568	37.5886	7.69	6.2	3.94	304,900
67		10	1.468304	1.404653	1.415945	104.2031	104.4079	103.8959	37.9568	37.5886	37.3835	6.2	3.94	3.02	306,768

ตารางผนวกที่ ก17 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
68	2549	11	1.404653	1.415945	1.409253	104.4079	103.8959	103.3326	37.5886	37.3835	37.2968	3.94	3.02	3.38	268,056
69		12	1.415945	1.409253	1.424225	103.8959	103.3326	103.179	37.3835	37.2968	36.5019	3.02	3.38	2.94	284,295
70	2550	1	1.409253	1.424225	1.426411	103.3326	103.179	103.3326	37.2968	36.5019	35.7797	3.38	2.94	5.25	197,772
71		2	1.424225	1.426411	1.500486	103.179	103.3326	103.648	36.5019	35.7797	35.9266	2.94	5.25	4.34	298,176
72		3	1.426411	1.500486	1.39423	103.3326	103.648	104.2026	35.7797	35.9266	35.6912	5.25	4.34	5.91	300,951
73		4	1.500486	1.39423	1.431626	103.648	104.2026	105.1514	35.9266	35.6912	35.0147	4.34	5.91	4.87	321,800
74		5	1.39423	1.431626	1.408183	104.2026	105.1514	105.8345	35.6912	35.0147	34.8298	5.91	4.87	5.07	448,186
75		6	1.431626	1.408183	1.657465	105.1514	105.8345	106.4812	35.0147	34.8298	34.5733	4.87	5.07	4.49	370,913
76		7	1.408183	1.657465	1.675291	105.8345	106.4812	106.6876	34.8298	34.5733	34.5383	5.07	4.49	4.36	290,623
77		8	1.657465	1.675291	1.484909	106.4812	106.6876	106.6605	34.5733	34.5383	33.6681	4.49	4.36	5.4	283,757
78		9	1.675291	1.484909	1.390877	106.6876	106.6605	106.4649	34.5383	33.6681	34.144	4.36	5.4	4.2	305,810
79		10	1.484909	1.390877	1.420215	106.6605	106.4649	106.7583	33.6681	34.144	34.2104	5.4	4.2	3.56	293,370
80		11	1.390877	1.420215	1.424582	106.4649	106.7583	106.9866	34.144	34.2104	34.1245	4.2	3.56	3.68	241,131
81		12	1.420215	1.424582	1.405875	106.7583	106.9866	107.6221	34.2104	34.1245	33.8389	3.56	3.68	3.44	256,715
82	2551	1	1.424582	1.405875	1.465386	106.9866	107.6221	107.5499	34.1245	33.8389	33.6587	3.68	3.44	3.91	246,290
83		2	1.405875	1.465386	1.434482	107.6221	107.5499	108.0845	33.8389	33.6587	33.1441	3.44	3.91	3.58	257,074
84		3	1.465386	1.434482	1.393488	107.5499	108.0845	108.3984	33.6587	33.1441	32.5673	3.91	3.58	4.64	274,886

ตารางผนวกที่ ก17 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
85	2551	4	1.434482	1.393488	1.397569	108.0845	108.3984	109.338	33.1441	32.5673	31.4116	3.58	4.64	5.75	287,278
86		5	1.393488	1.397569	1.360566	108.3984	109.338	110.0011	32.5673	31.4116	31.543	4.64	5.75	5.55	421,728
87		6	1.397569	1.360566	1.552362	109.338	110.0011	110.9274	31.4116	31.543	32.057	5.75	5.55	6.68	355,182
88		7	1.360566	1.552362	1.480527	110.0011	110.9274	112.0452	31.543	32.057	33.1482	5.55	6.68	4.41	254,346
89		8	1.552362	1.480527	1.365707	110.9274	112.0452	112.6336	32.057	33.1482	33.4504	6.68	4.41	4.49	279,044
90		9	1.480527	1.365707	1.337602	112.0452	112.6336	112.184	33.1482	33.4504	33.8043	4.41	4.49	4.61	272,265
91		10	1.365707	1.337602	1.341792	112.6336	112.184	112.0288	33.4504	33.8043	34.241	4.49	4.61	4.06	272,163
92		11	1.337602	1.341792	1.347692	112.184	112.0288	110.8972	33.8043	34.241	34.3764	4.61	4.06	3.91	203,460
93		12	1.341792	1.347692	1.417201	112.0288	110.8972	108.7732	34.241	34.3764	35.0382	4.06	3.91	3.55	198,595
94	2552	1	1.347692	1.417201	1.499073	110.8972	108.7732	107.6482	34.3764	35.0382	34.9783	3.91	3.55	3.17	207,508
95		2	1.417201	1.499073	1.424171	108.7732	107.6482	108.1167	35.0382	34.9783	34.8672	3.55	3.17	4.68	229,421
96		3	1.499073	1.424171	1.390607	107.6482	108.1167	108.6544	34.9783	34.8672	35.2724	3.17	4.68	4.86	212,065
97		4	1.424171	1.390607	1.412557	108.1167	108.6544	108.9186	34.8672	35.2724	35.7344	4.68	4.86	3.62	242,216
98		5	1.390607	1.412557	1.427135	108.6544	108.9186	109.1905	35.2724	35.7344	35.408	4.86	3.62	4.88	365,593
99		6	1.412557	1.427135	1.631656	108.9186	109.1905	109.506	35.7344	35.408	34.5369	3.62	4.88	5.1	304,685
100		7	1.427135	1.631656	1.548595	109.1905	109.506	110.4466	35.408	34.5369	34.0881	4.88	5.1	4.29	210,637
101		8	1.631656	1.548595	1.362812	109.506	110.4466	110.2715	34.5369	34.0881	33.9976	5.1	4.29	3.74	237,560

ตารางผนวกที่ ก17 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
102	2552	9	1.548595	1.362812	1.294955	110.4466	110.2715	110.5188	34.0881	33.9976	33.9679	4.29	3.74	3.24	231,769
103		10	1.362812	1.294955	1.26088	110.2715	110.5188	110.5879	33.9976	33.9679	33.7802	3.74	3.24	3.6	244,469
104		11	1.294955	1.26088	1.257757	110.5188	110.5879	110.6944	33.9679	33.7802	33.361	3.24	3.6	3.27	216,277
105		12	1.26088	1.257757	1.301106	110.5879	110.6944	110.7728	33.7802	33.361	33.2326	3.6	3.27	4.13	189,367
106	2553	1	1.257757	1.301106	1.349249	110.6944	110.7728	110.5777	33.361	33.2326	33.1832	3.27	4.13	4.25	197,891
107		2	1.301106	1.349249	1.294943	110.7728	110.5777	110.9556	33.2326	33.1832	32.9871	4.13	4.25	3.26	208,536
108		3	1.349249	1.294943	1.318677	110.5777	110.9556	110.9832	33.1832	32.9871	33.097	4.25	3.26	3.26	205,560
109		4	1.294943	1.318677	1.314267	110.9556	110.9832	111.439	32.9871	33.097	32.4599	3.26	3.26	3.82	197,567
110		5	1.318677	1.314267	1.283949	110.9832	111.439	111.6325	33.097	32.4599	32.2346	3.26	3.82	3.72	347,937
111		6	1.314267	1.283949	1.463549	111.439	111.6325	111.7191	32.4599	32.2346	32.3419	3.82	3.72	3.36	321,976
112		7	1.283949	1.463549	1.485352	111.6325	111.7191	111.61	32.2346	32.3419	32.4208	3.72	3.36	4.33	210,821
113		8	1.463549	1.485352	1.342162	111.7191	111.61	111.6335	32.3419	32.4208	32.2772	3.36	4.33	4.97	231,169
114		9	1.485352	1.342162	1.278595	111.61	111.6335	111.7877	32.4208	32.2772	31.6979	4.33	4.97	4.54	221,984
115		10	1.342162	1.278595	1.198853	111.6335	111.7877	111.8527	32.2772	31.6979	30.787	4.97	4.54	3.64	259,115
116		11	1.278595	1.198853	1.204333	111.7877	111.8527	111.992	31.6979	30.787	29.9699	4.54	3.64	3.27	201,134
117		12	1.198853	1.204333	1.208609	111.8527	111.992	112.0391	30.787	29.9699	29.886	3.64	3.27	3.09	189,384

ตารางผนวกที่ ก18 ข้อมูลปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการกล้วยไม้ตัดดอกของไทยในตลาดประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน และปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทย (กก.) ไปยังตลาดประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน เพื่อการพยากรณ์แบบเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ด้วยแบบจำลอง BPN

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
1	2549	4	0.4015643	0.370725	0.370725	101.7004	102.2089	101.289	19.35368	19.25739	19.43229	4.12	4.51	4.48	445,924
2		5	0.370725	0.370725	0.3357752	102.2089	101.289	101.4916	19.25739	19.43229	19.3935	4.51	4.48	4.33	355,755
3		6	0.370725	0.3357752	0.3427478	101.289	101.4916	101.3901	19.43229	19.3935	19.41291	4.48	4.33	7.53	357,977
4		7	0.3357752	0.3427478	0.3459981	101.4916	101.3901	100.8832	19.3935	19.41291	19.51045	4.33	7.53	7.69	340,512
5		8	0.3427478	0.3459981	0.3810356	101.3901	100.8832	100.5805	19.41291	19.51045	19.56917	7.53	7.69	6.2	396,443
6		9	0.3459981	0.3810356	0.3413809	100.8832	100.5805	100.8823	19.51045	19.56917	19.51063	7.69	6.2	3.94	479,523
7		10	0.3810356	0.3413809	0.3136869	100.5805	100.8823	101.3867	19.56917	19.51063	19.41356	6.2	3.94	3.02	532,746
8		11	0.3413809	0.3136869	0.299697	100.8823	101.3867	101.4881	19.51063	19.41356	19.39416	3.94	3.02	3.38	538,389
9		12	0.3136869	0.299697	0.2975485	101.3867	101.4881	101.7925	19.41356	19.39416	19.33617	3.02	3.38	2.94	678,693
10	2550	1	0.299697	0.2975485	0.3368081	101.4881	101.7925	103.2176	19.39416	19.33617	19.0692	3.38	2.94	5.25	495,377
11		2	0.2975485	0.3368081	0.3497006	101.7925	103.2176	103.9401	19.33617	19.0692	20.99367	2.94	5.25	4.34	435,888
12		3	0.3368081	0.3497006	0.3826032	103.2176	103.9401	104.9795	19.0692	20.99367	20.78581	5.25	4.34	5.91	367,020
13		4	0.3497006	0.3826032	0.3391743	103.9401	104.9795	104.6646	20.99367	20.78581	20.84835	4.34	5.91	4.87	428,967
14		5	0.3826032	0.3391743	0.3547307	104.9795	104.6646	104.5599	20.78581	20.84835	20.86923	5.91	4.87	5.07	590,965
15		6	0.3391743	0.3547307	0.2889186	104.6646	104.5599	104.8736	20.84835	20.86923	20.8068	4.87	5.07	4.49	503,565
16		7	0.3547307	0.2889186	0.2833307	104.5599	104.8736	105.2931	20.86923	20.8068	20.7239	5.07	4.49	4.36	343,217

ตารางผนวกที่ ก18 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
17	2550	8	0.2889186	0.2833307	0.3537323	104.8736	105.2931	106.2407	20.8068	20.7239	20.53906	4.49	4.36	5.4	716,984
18		9	0.2833307	0.3537323	0.2695379	105.2931	106.2407	107.5156	20.7239	20.53906	20.29551	4.36	5.4	4.2	1,002,273
19		10	0.3537323	0.2695379	0.2696481	106.2407	107.5156	107.8382	20.53906	20.29551	20.2348	5.4	4.2	3.56	1,052,345
20		11	0.2695379	0.2696481	0.2472155	107.5156	107.8382	108.1617	20.29551	20.2348	20.17428	4.2	3.56	3.68	609,323
21		12	0.2696481	0.2472155	0.2596183	107.8382	108.1617	108.9188	20.2348	20.17428	20.03404	3.56	3.68	3.44	633,200
22	2551	1	0.2472155	0.2596183	0.2466916	108.1617	108.9188	110.008	20.17428	20.03404	19.83569	3.68	3.44	3.91	750,321
23		2	0.2596183	0.2466916	0.2910552	108.9188	110.008	111.3281	20.03404	19.83569	21.23987	3.44	3.91	3.58	405,721
24		3	0.2466916	0.2910552	0.2502684	110.008	111.3281	114.2226	19.83569	21.23987	20.70163	3.91	3.58	4.64	501,143
25		4	0.2910552	0.2502684	0.2933837	111.3281	114.2226	113.4231	21.23987	20.70163	20.84756	3.58	4.64	5.75	480,481
26		5	0.2502684	0.2933837	0.268455	114.2226	113.4231	113.5365	20.70163	20.84756	20.82673	4.64	5.75	5.55	492,131
27		6	0.2933837	0.268455	0.2710853	113.4231	113.5365	113.0824	20.84756	20.82673	20.91037	5.75	5.55	6.68	489,851
28		7	0.268455	0.2710853	0.2428956	113.5365	113.0824	112.8562	20.82673	20.91037	20.95228	5.55	6.68	4.41	712,420
29		8	0.2710853	0.2428956	0.2226596	113.0824	112.8562	112.9691	20.91037	20.95228	20.93134	6.68	4.41	4.49	917,489
30		9	0.2428956	0.2226596	0.2118352	112.8562	112.9691	112.8561	20.95228	20.93134	20.9523	4.41	4.49	4.61	867,198
31		10	0.2226596	0.2118352	0.2126591	112.9691	112.8561	112.8561	20.93134	20.9523	20.9523	4.49	4.61	4.06	800,937
32		11	0.2118352	0.2126591	0.1921188	112.8561	112.8561	112.5175	20.9523	20.9523	21.01535	4.61	4.06	3.91	578,479
33		12	0.2126591	0.1921188	0.2151264	112.8561	112.5175	111.6174	20.9523	21.01535	21.18482	4.06	3.91	3.55	629,815
34	2552	1	0.1921188	0.2151264	0.306437	112.5175	111.6174	111.3941	21.01535	21.18482	21.22729	3.91	3.55	3.17	710,453

ตารางผนวกที่ ก18 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
35	2552	2	0.2151264	0.306437	0.2211407	111.6174	111.3941	112.3967	21.18482	21.22729	22.75196	3.55	3.17	4.68	535,685
36		3	0.306437	0.2211407	0.2402047	111.3941	112.3967	112.3967	21.22729	22.75196	22.75196	3.17	4.68	4.86	558,170
37		4	0.2211407	0.2402047	0.2565424	112.3967	112.3967	112.0595	22.75196	22.75196	22.82043	4.68	4.86	3.62	554,695
38		5	0.2402047	0.2565424	0.2688098	112.3967	112.0595	111.8354	22.75196	22.82043	22.86616	4.86	3.62	4.88	466,316
39		6	0.2565424	0.2688098	0.3118513	112.0595	111.8354	111.4999	22.82043	22.86616	22.93496	3.62	4.88	5.1	399,011
40		7	0.2688098	0.3118513	0.3043904	111.8354	111.4999	110.9424	22.86616	22.93496	23.05021	4.88	5.1	4.29	486,549
41		8	0.3118513	0.3043904	0.2971405	111.4999	110.9424	110.9424	22.93496	23.05021	23.05021	5.1	4.29	3.74	658,036
42		9	0.3043904	0.2971405	0.3002051	110.9424	110.9424	111.4971	23.05021	23.05021	22.93554	4.29	3.74	3.24	775,289
43		10	0.2971405	0.3002051	0.2976562	110.9424	111.4971	111.9431	23.05021	22.93554	22.84416	3.74	3.24	3.6	856,686
44		11	0.3002051	0.2976562	0.2887016	111.4971	111.9431	111.8339	22.93554	22.84416	22.86646	3.24	3.6	3.27	691,764
45		12	0.2976562	0.2887016	0.282875	111.9431	111.8339	112.1704	22.84416	22.86646	22.79787	3.6	3.27	4.13	800,383
46	2553	1	0.2887016	0.282875	0.266122	111.8339	112.1704	113.2922	22.86646	22.79787	22.57213	3.27	4.13	4.25	810,226
47		2	0.282875	0.266122	0.2954939	112.1704	113.2922	113.9653	22.79787	22.57213	24.59016	4.13	4.25	3.26	633,367
48		3	0.266122	0.2954939	0.2712173	113.2922	113.9653	115.3395	22.57213	24.59016	24.29719	4.25	3.26	3.26	532,796
49		4	0.2954939	0.2712173	0.3247381	113.9653	115.3395	114.5262	24.59016	24.29719	24.46973	3.26	3.26	3.82	566,577
50		5	0.2712173	0.3247381	0.2833699	115.3395	114.5262	114.7599	24.29719	24.46973	24.4199	3.26	3.82	3.72	546,791
51		6	0.3247381	0.2833699	0.3324907	114.5262	114.7599	114.6477	24.46973	24.4199	24.4438	3.82	3.72	3.36	599,688
52		7	0.2833699	0.3324907	0.3027601	114.7599	114.6477	113.9559	24.4199	24.4438	24.59219	3.72	3.36	4.33	568,135

ตารางผนวกที่ ก18 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Y
53	2553	8	0.3324907	0.3027601	0.3166314	114.6477	113.9559	114.414	24.4438	24.59219	24.49373	3.36	4.33	4.97	669,754
54		9	0.3027601	0.3166314	0.2867123	113.9559	114.414	115.0964	24.59219	24.49373	24.34851	4.33	4.97	4.54	772,613
55		10	0.3166314	0.2867123	0.2732445	114.414	115.0964	115.7882	24.49373	24.34851	24.20303	4.97	4.54	3.64	711,516
56		11	0.2867123	0.2732445	0.2428269	115.0964	115.7882	116.6015	24.34851	24.20303	24.03421	4.54	3.64	3.27	611,593
57		12	0.2732445	0.2428269	0.2168667	115.7882	116.6015	117.8822	24.20303	24.03421	23.7731	3.64	3.27	3.09	570,100



ตารางผนวกที่ ข1 ค่าจริงและค่าพยากรณ์ข้อมูลชุดทวนสอบของเทคนิคการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทย
ไปยังประเทศญี่ปุ่น แบบล่วงหน้า 1 เดือนและล่วงหน้า 1 ปี

ค่าจริง	ค่าพยากรณ์					
	SAS 1 เดือน	SAS 1 ปี	BPN 1 เดือน	BPN 1 ปี	SARIMA 1 เดือน	SARIMA 1 ปี
440,850	360,896	360,896	397,450	391,132	351,601	351,601
348,962	336,117	323,652	396,264	334,121	360,277	326,740
373,505	429,961	414,875	381,036	326,158	393,188	381,758
263,675	283,421	280,998	326,511	302,859	283,597	285,882
261,860	255,707	253,857	277,866	293,294	259,623	268,117
257,583	215,507	213,409	284,446	304,294	227,828	230,147
258,211	288,683	285,084	355,227	347,909	316,697	301,555
426,689	453,448	450,640	430,379	443,862	434,598	463,055
492,118	498,797	496,864	476,536	461,841	465,906	482,098
449,791	450,598	448,977	493,789	442,697	449,563	445,618
473,936	373,038	371,488	458,946	438,129	344,286	342,450
556,110	464,927	459,579	480,195	435,260	483,903	422,122

ตารางผนวกที่ ข2 ค่าจริงและค่าพยากรณ์ข้อมูลชุดทวนสอบของเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทย
ไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา แบบล่วงหน้า 1 เดือนและล่วงหน้า 1 ปี

ค่าจริง	ค่าพยากรณ์					
	SMS 1 เดือน	SMS 1 ปี	BPN 1 เดือน	BPN 1 ปี	SARIMA 1 เดือน	SARIMA 1 ปี
197,891	197,024	197,024	227,411	227,411	186,723	186,723
208,536	228,257	227,994	229,306	235,097	218,173	214,235
205,560	226,119	231,473	223,104	224,601	214,573	213,750
197,567	244,230	255,533	255,048	260,678	227,710	229,627
347,937	332,242	363,362	354,007	366,054	306,937	318,875
321,976	281,856	303,064	335,235	331,763	269,315	269,825
210,821	210,009	218,661	239,261	243,089	203,132	196,188
231,169	229,732	237,290	255,265	254,932	222,613	210,594
221,984	228,283	236,215	251,229	253,327	223,708	209,718
259,115	232,416	241,446	255,005	253,114	227,626	213,022
201,134	200,896	204,232	235,269	227,948	198,962	179,957
189,384	189,682	196,055	211,824	215,520	187,918	171,625

ตารางผนวกที่ ข3 ค่าจริงและค่าพยากรณ์ข้อมูลชุดทดสอบของเทคนิคการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทย
ไปยังประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน แบบล่วงหน้า 1 เดือนและล่วงหน้า 1 ปี

ค่าจริง	ค่าพยากรณ์					
	Additive HWS 1 เดือน	Additive HWS 1 ปี	BPN 1 เดือน	BPN 1 ปี	SARIMA 1 เดือน	SARIMA 1 ปี
810,226	676,944	676,944	682,357	682,357	695,824	695,824
633,367	604,642	514,844	630,343	607,935	485,898	445,061
532,796	666,982	547,581	556,544	591,646	665,534	489,743
566,577	587,503	551,734	520,779	536,196	579,869	475,437
546,791	557,747	527,564	522,107	513,567	528,814	427,335
599,688	521,644	493,241	522,007	523,625	495,159	385,417
568,135	625,552	571,634	584,529	590,828	699,200	511,366
669,754	793,315	755,138	659,598	669,891	837,518	677,100
772,613	848,937	838,069	711,761	709,032	835,705	714,691
711,516	775,890	863,780	720,790	712,772	835,613	717,380
611,593	519,800	663,616	698,337	704,551	580,430	531,109
570,100	662,296	748,455	690,548	697,059	675,899	594,184

ตารางผนวกที่ ข4 ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของแบบจำลองบ็อกซ์และเจนกินส์ สำหรับตลาด
ส่งออกต่างๆ

ตลาดส่งออก		ค่าประมาณ	SE	t	P-Value	
ญี่ปุ่น	ค่าคงที่	-0.01	0.016	-0.601	0.549	
	SARIMA(1,0,0)(1,1,0)	กระบวนการออโต	0.43	0.081	5.328	0
		รีเกรสซีฟ				
		กระบวนการออโต	-0.467	0.081	-5.795	0
		รีเกรสซีฟที่มีฤดูกาล				
	ค่าผลต่างฤดูกาล	1				
อเมริกา	ค่าคงที่	-0.003	0.001	-2.456	0.016	
	SARIMA(0,1,1)(0,1,1)	ค่าผลต่าง	1			
		กระบวนการมูฟวิง	0.737	0.073	10.035	0
		แอเวอเรจ				
		ค่าผลต่างฤดูกาล	1			
		กระบวนการมูฟวิง	0.655	0.114	5.754	0
	แอเวอเรจที่มีฤดูกาล					
จีน	ค่าคงที่	-0.011	0.005	-2.239	0.032	
	SARIMA(0,1,1)(1,1,0)	ค่าผลต่าง	1			
		กระบวนการมูฟวิง	0.977	0.571	1.712	0.097
		แอเวอเรจ				
		กระบวนการออโต	-0.396	0.175	-2.26	0.031
		รีเกรสซีฟที่มีฤดูกาล				
	ค่าผลต่างฤดูกาล	1				

ตารางผนวกที่ ข5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ ต่อปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศญี่ปุ่น

		(F.O.B)/CPI	CPI	อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบกับญี่ปุ่น	อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ของญี่ปุ่น	GDP per capita/CPI	ราคากว๊าวไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ
ปริมาณส่งออกกล้วยไม้ตัดดอก	Pearson Correlation	-.210**	0.108	.187*	-0.055	-0.113	-.474**
	Sig. (2-tailed)	0.009	0.18	0.019	0.492	0.16	0
	N	156	156	156	156	156	156

หมายเหตุ **. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

ตารางผนวกที่ ข6 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ ต่อปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา

		(F.O.B)/CPI	CPI	อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบของไทยกับประเทศอเมริกา	อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ของประเทศอเมริกา	GDP per capita/CPI	ราคากล้วยไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ
ปริมาณส่งออกกล้วยไม้ตัดดอก	Pearson Correlation	.368**	.276**	-.246**	0.107	-0.092	.555**
	Sig. (2-tailed)	0	0.002	0.007	0.243	0.317	0
	N	120	120	120	120	120	120

หมายเหตุ **. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*, Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

ตารางผนวกที่ ข7 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ ต่อปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

		(F.O.B)/CPI	CPI	อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบของไทยกับประเทศจีน	อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ของประเทศจีน	GDP per capita/CPI	ราคากล้วยไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ
ปริมาณส่งออกกล้วยไม้ตัดดอก	Pearson Correlation	-.605 **	.452 **	.086	.148	.261 *	-.460 **
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.514	.258	.044	.000
	N	60	60	60	60	60	60

หมายเหตุ **. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

ตารางผนวกที่ ข8 ค่า Factor Loading จากการวิเคราะห์ปัจจัยของตลาดส่งออกประเทศญี่ปุ่น

ปัจจัย	ตัวแปร	รายละเอียด	กลุ่มปัจจัย	
			1	2
ปัจจัยที่ 1 (F_1)	X_7	ราคากลับไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ย้อนหลัง 3 เดือน	0.835	
	X_8	ราคากลับไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ย้อนหลัง 2 เดือน	0.874	
	X_9	ราคากลับไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ย้อนหลัง 1 เดือน	0.802	
	X_1	(F.O.B)/CPI ย้อนหลัง 3 เดือน	0.733	
	X_2	(F.O.B)/CPI ย้อนหลัง 2 เดือน	0.783	
	X_3	(F.O.B)/CPI ย้อนหลัง 1 เดือน	0.771	
ปัจจัยที่ 2 (F_2)	X_4	อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบของไทย กับ ย้อนหลัง 3 เดือน		0.956
	X_5	อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบของไทย กับญี่ปุ่น ย้อนหลัง 2 เดือน		0.991
	X_6	X6 อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบของ ไทยกับญี่ปุ่น ย้อนหลัง 1 เดือน		0.955

ตารางผนวกที่ ๗ ค่า Factor Loading จากการวิเคราะห์ปัจจัยของตลาดส่งออกประเทศ
สหรัฐอเมริกา

ปัจจัย	ตัวแปร	รายละเอียด	กลุ่มปัจจัย	
			1	2
ปัจจัยที่ 1 (F_1)	X_4	CPI ข้อนหลัง 3 เดือน	-0.977	
	X_5	CPI ข้อนหลัง 2 เดือน	-0.981	
	X_6	CPI ข้อนหลัง 1 เดือน	-0.983	
	X_7	อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบกับ ไทยกับอเมริกาข้อนหลัง 3 เดือน	0.981	
	X_8	อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบกับ ไทยกับอเมริกาข้อนหลัง 2 เดือน	0.978	
	X_9	อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราเปรียบเทียบกับ ไทยกับอเมริกาข้อนหลัง 1 เดือน	0.97	
ปัจจัยที่ 2 (F_2)	X_1	(F.O.B)/CPI ข้อนหลัง 3 เดือน		0.532
	X_2	(F.O.B)/CPI ข้อนหลัง 2 เดือน		0.687
	X_3	(F.O.B)/CPI ข้อนหลัง 1 เดือน		0.584
	X_{10}	ราคากลิ้วไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ข้อนหลัง 3 เดือน		0.714
	X_{11}	ราคากลิ้วไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ข้อนหลัง 2 เดือน		0.803
	X_{12}	ราคากลิ้วไม้ตัดดอกที่เกษตรกรได้รับ ข้อนหลัง 1 เดือน		0.698

ตารางผนวกที่ ข10 ค่า Factor Loading จากการวิเคราะห์ปัจจัยของตลาดส่งออกประเทศ
สาธารณรัฐประชาชนจีน

ปัจจัย	ตัวแปร	รายละเอียด	กลุ่มปัจจัย		
			1	2	3
ปัจจัยที่ 1 (F_1)	X_4	CPI ย้อนหลัง 3 เดือน	0.788		
	X_5	CPI ย้อนหลัง 2 เดือน	0.784		
	X_6	CPI ย้อนหลัง 1 เดือน	0.768		
	X_7	GDP per capita/CPI	0.953		
	X_8	ย้อนหลัง 3 เดือน			
		GDP per capita/CPI	0.962		
		ย้อนหลัง 2 เดือน			
	X_9	GDP per capita/CPI	0.952		
		ย้อนหลัง 1 เดือน			
ปัจจัยที่ 2 (F_2)	X_1	(F.O.B)/CPI ย้อนหลัง 3 เดือน		0.859	
	X_2	(F.O.B)/CPI ย้อนหลัง 2 เดือน		0.875	
	X_3	(F.O.B)/CPI ย้อนหลัง 1 เดือน		0.866	
ปัจจัยที่ 2 (F_3)	X_{10}	ราคากลิ้วไม้ตัดดอก ที่เกษตรกรได้รับ ย้อนหลัง 3 เดือน			0.702
	X_{11}	ราคากลิ้วไม้ตัดดอก ที่เกษตรกรได้รับ ย้อนหลัง 2 เดือน			0.892
	X_{12}	ราคากลิ้วไม้ตัดดอก ที่เกษตรกรได้รับ ย้อนหลัง 1 เดือน			0.697

ตารางผนวกที่ ข11 การวิเคราะห์สมการพหุคูณปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกจากไทยไป
ประเทศญี่ปุ่นจากตัวแปรทั้งหมด

$$\ln Y = 11.55 + 0.34\ln X_1 - 1.92\ln X_4 + 0.24\ln X_7 - 0.35\ln X_9$$

$$t\text{-stat} \quad (9.52)^* \quad (2.21)^* \quad (-2.11)^* \quad (2.87)^* \quad (-4.24)^*$$

$$R^2 = 0.32$$

$$\text{Adjust } R^2 = 0.27$$

$$D.W. = 1.26$$

$$S.E. = 0.26$$

$$F\text{-stat} = 6.34$$

$$N = 129$$

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวกที่ ข12 การวิเคราะห์สมการพหุคูณปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกจากไทยไป
ประเทศสหรัฐอเมริกาจากตัวแปรทั้งหมด

$$\ln Y = 6.44 - 0.7\ln X_2 - 9.2\ln X_4 + 13.6\ln X_6$$

$$t\text{-stat} \quad (1.12)^* \quad (-2.29)^* \quad (-2.01)^* \quad (3.20)^*$$

$$R^2 = 0.54$$

$$\text{Adjust } R^2 = 0.46$$

$$D.W. = 1.30$$

$$S.E. = 0.14$$

$$F\text{-stat} = 7.78$$

$$N = 93$$

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวกที่ ข13 การวิเคราะห์สมการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกจากไทยไป
ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนจากตัวแปรทั้งหมด

$$\ln Y = 10.96 - 0.27\ln X_1 - 0.19\ln X_2 - 0.2\ln X_3 - 5.36\ln X_4 - 2.47\ln X_5 + 8.66\ln X_6 + 5.15\ln X_7 + 0.26\ln X_8 - 4.76\ln X_9 + 0.22\ln X_{10} + 0.14\ln X_{11} - 0.47\ln X_{12}$$

$$R^2 = 0.58$$

$$\text{Adjust } R^2 = 0.33$$

$$D.W. = 1.55$$

$$S.E. = 1.32$$

$$F\text{-stat} = 2.33$$

$$N = 33$$

หมายเหตุ ทุกตัวแปรในสมการไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวรุ่งทิพย์ พุ่มกุมาร
วัน เดือน ปี ที่เกิด	22 กันยายน 2529
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (เทคโนโลยีการอาหาร) มหาวิทยาลัยมหิดล เกียรตินิยมอันดับ 1
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	เข้าร่วมการประชุมสัมมนาวิชาการประจำปีด้านการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน ครั้งที่ 11 (Thai VCML Conference 2011) วันที่ 12-13 มกราคม 2555 นำเสนอผลงานในหัวข้อ “การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของประเทศไทยด้วยเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลา”
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ได้รับทุนศรีตรังทอง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ปี 2548-2551