บทที่ 4

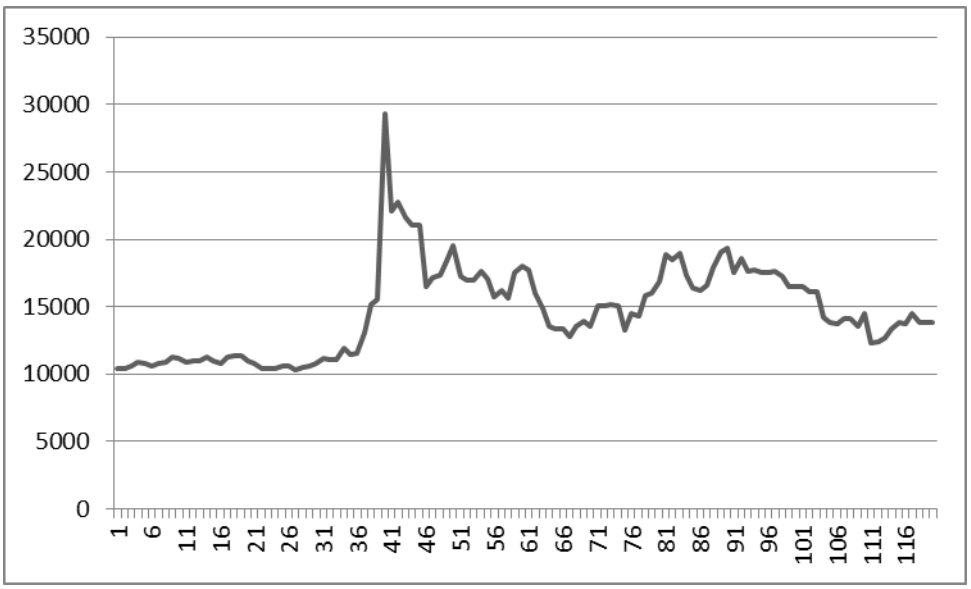
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการศึกษากระบวนการสโตแคสติกสำหรับการวิเคราะห์ตัวแบบอนุกรมเวลาโดยประยุกต์ใช้กับข้อมูลราคาจริงและราคาในตลาดล่วงหน้าของข้าวในประเทศไทย ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาข้อมูลเฉพาะข้อมูลราคาปิดของข้าวขาว5% เฉลี่ยรายเดือน ตั้งแต่ปี 2548-2557 จำนวน 120 เดือน ข้อมูลราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% และราคาข้าวเปลือกเจ้าหอมมะลิ 105 เฉลี่ยรายเดือน ตั้งแต่ปี 2540-2557 จำนวน 216 เดือน โดยใช้หลักการทางกระบวนการสโตแคสติก ด้วยวิธีการของเบย์ในการประมาณค่าพารามิเตอร์วิธี Markov Chain Monte Carlo (MCMC) และสุ่มตัวอย่างแบบ Gibbs sampling ที่มีตัวแปรตามมีค่าต่อเนื่อง จึงกำหนดให้มีการแจกแจงแบบปกติ และตัวแปรต้นเป็นฟังก์ชั่นต่างๆและประมาณค่าพารามิเตอร์ดังที่ได้แสดงในบทที่ 3 เมื่อได้ค่าพารามิเตอร์ต่างๆแล้ว จึงนำมาใช้พยากรณ์ไปข้างหน้ากับข้อมูลที่เก็บไว้จำนวนอีก 12 เดือนสุดท้ายเพื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลจริงด้วยวิธีการโดยใช้หลักการทางกระบวนการสโตแคสติก แบบเบย์ในตัวแบบการพยากรณ์แบบบย์ที่มีฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นสะสมสำหรับแนวโน้มแบบเวย์บูลกับแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล และตัวแบบการพยากรณ์แบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ลักษณะของข้อมูล

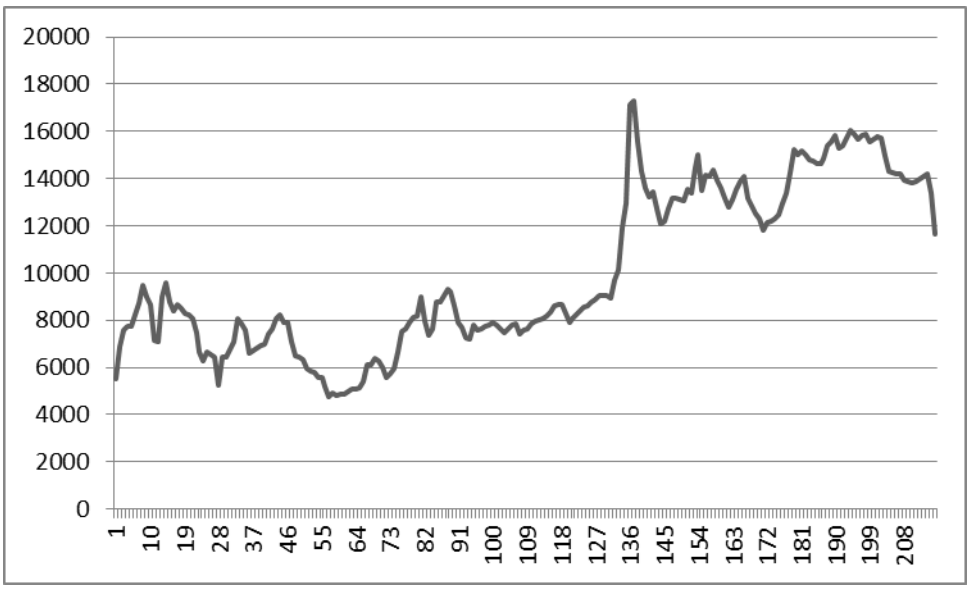
ภาพที่ 13-15 แสดงลักษณะของข้อมูลข้อมูลราคาปิดของข้าวขาว5% เฉลี่ยรายเดือน ตั้งแต่ปี 2548-2557 จำนวน 120 เดือน ข้อมูลราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% และราคาข้าวเปลือกเจ้าหอมมะลิ 105 เฉลี่ยรายเดือน ตั้งแต่ปี 2540-2557 จำนวน 216 เดือน

ภาพที่ 16-18 แสดงการวัดสหสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ด้วยกราฟ Autocorrelation Function (ACF) และ Partial Autocorrelation Function (PACF)

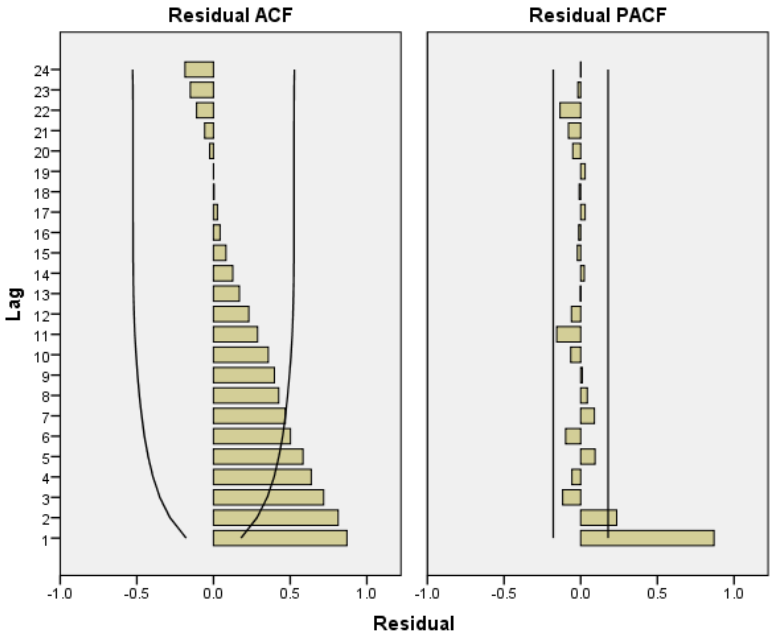


ภาพที่ 13 กราฟแสดงลักษณะของราคาปิดของข้าวขาว5% เฉลี่ยรายเดือน

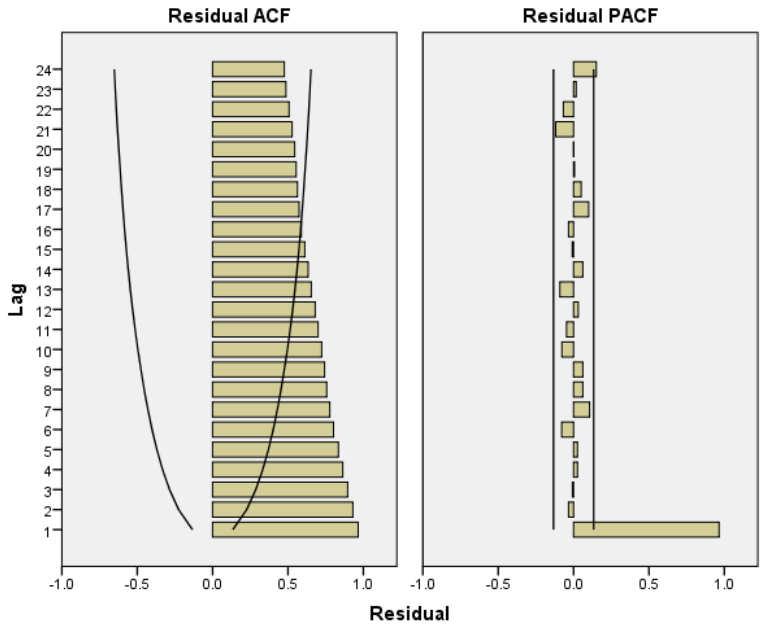
ภาพที่ 14 กราฟแสดงลักษณะของราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% เฉลี่ยรายเดือน



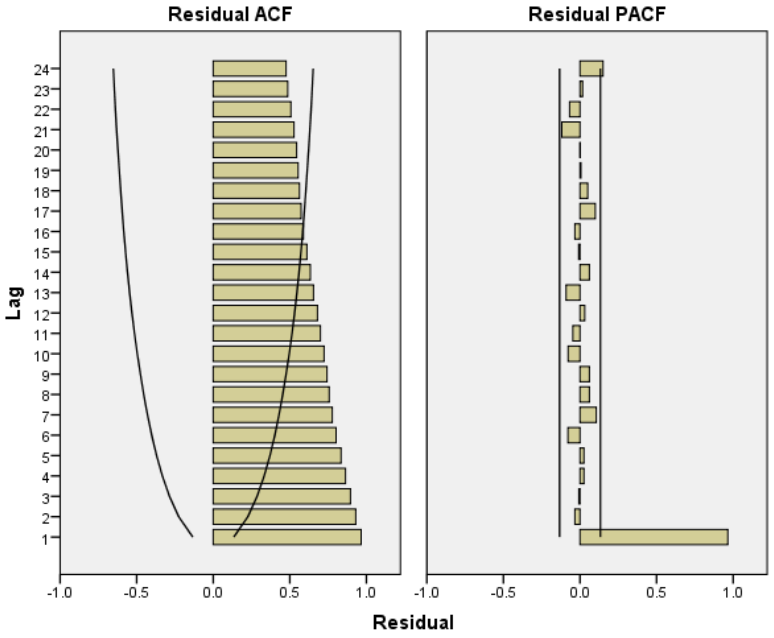
ภาพที่ 15 กราฟแสดงลักษณะของราคาข้าวเปลือกเจ้าหอมมะลิ 105 เฉลี่ยรายเดือน



ภาพที่ 16 แสดงการวัดสหสัมพันธ์ของราคาปิดของข้าวขาว5% เฉลี่ยรายเดือน



ภาพที่ 17 แสดงการวัดสหสัมพันธ์ของราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% เฉลี่ยรายเดือน



ภาพที่ 18 แสดงการวัดสหสัมพันธ์ของราคาข้าวเปลือกเจ้าหอมมะลิ 105 เฉลี่ยรายเดือน

จากภาพที่ 13-15 แสดงการวิเคราะห์ลักษณะของราคาข้าวแต่ละตัว และแสดงให้เห็นว่าข้อมูลมีแนวโน้ม มีข้อมูลบางตัวสูง และต่ำผิดปกติจากตัวอื่นๆของแต่ละราคาของข้าว แสดงว่าข้อมูลมีบางตัวเป็นข้อมูลที่ผิดปกติ ภาพที่ 16-18 เมื่อดูจากกราฟของ Autocorrelation Function และ Partial Autocorrelation Function แสดงให้เห็นว่าข้อมูลมีความสัมพันธ์กันอย่างน้อย 1 lag แต่ lag 1 มีความสัมพันธ์กันมากกว่า lag อื่นๆเพราะ แท่งสูงกว่าแท่งอื่นๆของแต่ละราคาของข้าว ดังนั้นจึงนำลักษณะของข้อมูลที่ได้ไปใช้หลักการทางกระบวนการสโตแคสติก สร้างตัวแบบตามที่ได้ออกแบบไว้ในบทที่ 3 โดยมีส่วนประกอบต่างๆดังนี้คือ มีแนวโน้ม (Trend) ฤดูกาล (Seasonal) ค่าผิดปกติ (Irregular Variation) ค่าอัตตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation) สำหรับค่าอัตตสหสัมพันธ์ จะเลือกใช้ AR1 lag ของที่ราคาข้าว

2. ผลการใช้หลักการทางกระบวนการสโตแคสติกสร้างตัวแบบเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลา

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นมาสร้างตัวแบบเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลข้าวแต่ละตัว มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

$$Y_t \sim N\left(\gamma(\Delta W(t \mid \alpha, \delta) + A_t) + \sum_{i=1}^{s-1} \omega_i S_{it}, \left[\gamma(1+\zeta_t)\sigma_Y\right]^2 \right)$$

เมื่อ

t คือราคาเฉลี่ยของของข้าวแต่ละตัวที่เก็บมาตามเวลา โดยที่ $t = 1, 2, ..., n$ ซึ่ง ค่าเฉลี่ยของ Y_t คือ

$$E(Y_t) = \gamma(\Delta W(t \mid \alpha, \delta) + A_t) + \sum_{i=1}^{s-1} \omega_i S_{it}$$

ค่าความแปรปรวนของ Y_t คือ

$$Var(Y_t) = \left[\gamma(1+\zeta_t)\sigma_Y\right]^2$$

กำหนดค่าการแจกแจงของ prior ในตัวแบบด้วยวิธีการของเบย์ คือ

$\omega_1, \omega_2, ..., \omega_{s-1} \sim N(0,1.0E06)$
$p(\sigma_Y^2) \sim \text{Inv}Gamma(0.1, 0.0001)$

แนวโน้มคือ

$$\Delta W(t \mid \alpha, \delta) = W(t \mid \alpha, \delta) - W(t-1 \mid \alpha, \delta)$$

เมื่อ

$\alpha \sim N_{[0,\infty)}(\mu_\alpha, \sigma_\alpha^2),\ p(\mu_\alpha) \sim N(0,1.0E06),$
$p(\sigma_\alpha^2) \sim \text{Inv}Gamma(0.1, 0.0001)$
$\delta \sim N_{[0,\infty)}(\mu_\delta, \sigma_\delta^2),\ p(\mu_\delta) \sim N(0,1.0E06),$
$p(\sigma_\delta^2) \sim \text{Inv}Gamma(0.1, 0.0001)$

ค่าอัตตสหสัมพันธ์ที่ซ่อนเล้นอยู่: AR(i) จะเลือกใช้ที่ lag 1 คือ

$A_t \sim N(\lambda A_{t-1}, \sigma_A^2),\ p(\sigma_A^2) \sim \text{Inv}Gamma(0.1, 0.001)$
$\lambda \sim \text{N}(0,1.0E06),\ A_0 = 0$

ค่าผิดปกติคือ

$\zeta_t \sim \text{Bern}(0.05)$

ค่าคาดหวังของผลรวมของข้อมูลอนุกรมเวลาในช่วงเวลาที่ศึกษาคือ

$\gamma \sim N_{[0,\infty)}(\mu_\gamma, \sigma_\gamma^2),\ p(\mu_\gamma) \sim N(0,1.0E06)$
$p(\sigma_\gamma^2) \sim \text{InvGamma}(0.1, 0.0001)$

ผลรวมของข้อมูลอนุกรมเวลาในช่วงเวลาที่ศึกษา

$Z \sim N(\gamma, \sigma_Z^2),\ p(\sigma_Z^2) \sim \text{InvGamma}(0.1, 0.0001)$

การประมาณค่าพารามิเตอร์โดยวิธี MCMC

จากตัวแบบข้างต้น และกำหนด priors ให้กับพารามิเตอร์ทั้งหมดแล้ว เราจะใช้วิธี Markov Chain Monte Carlo (MCMC) สำหรับประมาณค่าพารามิเตอร์ โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ Gibbs ซึ่งวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ Gibbs นี้จะเหมาะสมกับฟังก์ชันการแจกแจงแบบมีเงื่อนไข เมื่อจำนวนรอบของการสุ่มตัวอย่างมากๆ มันก็จะลู่เข้าสู่ฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นร่วมของ posterior ใดๆ (joint posterior distribution) สามารถเขียน likelihood ของตัวแบบได้ดังสมการ 58-60

$$
\begin{aligned}
& f(Y_1,...,Y_n \mid \gamma, w(t), \alpha, \delta, A_1,..., A_n, \omega_1,...\omega_{s-1}, \xi_1,..., \xi_n, \sigma_Y^2, \\
& \quad \lambda, \mu_\alpha, \sigma_\alpha^2, \mu_\delta, \sigma_\delta^2, \mu_\gamma, \sigma_\gamma^2, \sigma_Z^2) \\
& = \prod_{t=1}^{n} f(Y_t \mid \gamma, w(t), \alpha, \delta, A_t, , \omega_1,...\omega_{s-1}, \xi_t, \sigma_Y^2, \lambda, \mu_\alpha, \sigma_\alpha^2, \\
& \quad \mu_\delta, \sigma_\delta^2, \mu_\gamma, \sigma_\gamma^2, \sigma_Z^2)
\end{aligned}
\tag{58}
$$

สามารถเขียนผลคูณ prior distributions ของพารามิเตอร์ทั้งหมดได้ดังนี้

$$
\begin{aligned}
& [p(\gamma \mid \mu_\gamma, \sigma_\gamma^2)\, p(\mu_\gamma)\, p(\sigma_\gamma^2)\, p(w(t) \mid \alpha, \delta)\, p(\alpha \mid \mu_\alpha, \sigma_\alpha^2)\, p(\mu_\alpha)\, p(\sigma_\alpha^2)\, p(\delta \mid \mu_\delta, \sigma_\delta^2)\, p(\mu_\delta) \\
& p(\sigma_\delta^2)\, p(A_1,..., A_n \mid \lambda, \sigma_A^2)\, p(\lambda)\, p(\sigma_A^2),\, p(\omega_1),...,\, p(\omega_{s-1})\, p(\xi_1),...,\, p(\xi_n) \\
& p(\sigma_Y^2)]
\end{aligned}
\tag{59}
$$

สามารถเขียน posterior distribution ซึ่งเกิดจากผลคูณของ likelihood กับ ผลคูณ prior distributions ของพารามิเตอร์ทั้งหมด ได้ดังนี้

$$
\begin{aligned}
& p(\gamma, w(t), \alpha, \delta, A_1,..., A_n, \omega_1... \omega_{s-1}\ \xi_1...,\ \xi_n\ \sigma_Y^2\ \lambda\ \mu_\alpha \\
& \quad \sigma_\alpha^2, \mu_\delta, \sigma_\delta^2, \mu_\gamma, \sigma_\gamma^2, \sigma_Z^2 \mid Y_1,..., Y_n) \\
& = \prod_{t=1}^{n} f(Y_t \mid \gamma, w(t), \alpha, \delta, A_t, \omega_1,...\omega_{s-1}, \xi_t, \sigma_Y^2, \lambda, \mu_\alpha, \\
& \quad \sigma_\alpha^2, \mu_\delta, \sigma_\delta^2, \mu_\gamma, \sigma_\gamma^2, \sigma_Z^2)\ [p(\gamma \mid \mu_\gamma, \sigma_\gamma^2)\, p(\mu_\gamma)\, p(\sigma_\gamma^2)\, p(w(t) \mid \alpha, \delta) \\
& \quad p(\alpha \mid \mu_\alpha, \sigma_\alpha^2)\, p(\mu_\alpha)\, p(\sigma_\alpha^2)\, p(\delta \mid \mu_\delta, \sigma_\delta^2)\, p(\mu_\delta)\, p(\sigma_\delta^2)\, p(A_1,..., A_n \mid \lambda, \sigma_A^2) \\
& \quad p(\lambda)\, p(\sigma_A^2)\, p(\omega_1),...,\, p(\omega_{s-1})\, p(\xi_1),...,\, p(\xi_n)\, p(\sigma_Y^2)]
\end{aligned}
\tag{60}
$$

สำหรับวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี MCMC โดยอัลกอริทึมของการสุ่มตัวอย่างแบบ Gibbs จะทำการสร้าง The full conditional distributions ให้กับพารามิเตอร์แต่ละตัว ซึ่ง The full conditional distribution ของพารามิเตอร์แต่ละตัว เกิดจาก ผลคูณของ the likelihood กับ all priors ที่เกี่ยวข้องกับพารามิเตอร์ของตัวมันเอง ตัวอย่างเช่น the full conditional distributions ของพารามิเตอร์ γ และ α แสดงดังต่อไปนี้ ส่วนตัวอื่นๆก็ใช้หลักการเดียวกันกับที่แสดงดังตัวอย่าง สมการที่ 61-62 (Tongkhow และ Kantanantha, 2013)

Full conditional distribution ของ γ คือ

$$\begin{aligned} & p(\gamma \mid w(t), \alpha, \delta, A_1, ..., A_n, \omega_1, ...\omega_{s-1}, \xi_1, ..., \xi_n, \sigma_Y^2, \\ & \lambda, \mu_\alpha, \sigma_\alpha^2, \mu_\delta, \sigma_\delta^2, \mu_\gamma, \sigma_\gamma^2, \sigma_Z^2, Y_1, ..., Y_n) \\ & = \prod_{t=1}^{n} f(Y_i \mid \gamma, w(t), \alpha, \delta, A_t, \omega_1, ...\omega_{s-1}, \xi_t, \sigma_Y^2, \\ & \lambda, \mu_\alpha, \sigma_\alpha^2, \mu_\delta, \sigma_\delta^2, \mu_\gamma, \sigma_\gamma^2, \sigma_Z^2) \\ & [p(\gamma \mid \mu_\gamma, \sigma_\gamma^2) p(\mu_\gamma) p(\sigma_\gamma^2)] \end{aligned} \tag{61}$$

Full conditional distribution ของ α คือ

$$\begin{aligned} & p(\alpha \mid w(t), \gamma, \delta, A_1, ..., A_n, \omega_1, ...\omega_{s-1}, \xi_1, ..., \xi_n, \sigma_Y^2, \\ & \lambda, \mu_\alpha, \sigma_\alpha^2, \mu_\delta, \sigma_\delta^2, \mu_\gamma, \sigma_\gamma^2, \sigma_Z^2, Y_1, ..., Y_n) \\ & = \prod_{t=1}^{n} f(Y_i \mid \gamma, w(t), \alpha, \delta, A_t, \omega_1, ...\omega_{s-1}, \xi_t, \sigma_Y^2, \\ & \lambda, \mu_\alpha, \sigma_\alpha^2, \mu_\delta, \sigma_\delta^2, \mu_\gamma, \sigma_\gamma^2, \sigma_Z^2) \\ & [p(\alpha \mid \mu_\alpha, \sigma_\alpha^2) p(\mu_\alpha) p(\sigma_\alpha^2)] \end{aligned} \tag{62}$$

3. ผลของการประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบ

การประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี MCMC โดยใช้อัลกอริทึมของการสุ่มตัวอย่างแบบ Gibbs โดยทำการเขียนอัลกอริทึมในโปรแกรม OpenBUGS จากค่าพารามิเตอร์ที่ประมาณได้จากข้อมูลจริงมาแล้วจากอัลกอริทึมในโปรแกรม OpenBUGS หลังจากนั้นจะใช้ค่าพารามิเตอร์ทุกตัวมาทำการจำลองสถานการณ์สร้างชุดข้อมูลมาใหม่อีก 1000 ชุดโดยเขียนอัลกอริทึมในโปรแกรม R และประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบโดยการประเมินจากพารามิเตอร์ที่สำคัญของแต่ละตัวของ

ฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นสะสมของแนวโน้มแบบเวย์บูล และแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ได้ผลดังตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4 ประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบจากพารามิเตอร์ของราคาปิดของข้าวขาว 5% แบบเวย์บูล

P	RB	MSE	CP	P	RB	MSE	CP
σ_Y^2	0.021	0.451	0.978	μ_γ	0.024	0.845	0.955
σ_z^2	0.028	0.542	0.968	σ_γ^2	0.021	0.375	0.945
γ	0.025	0.498	0.954	μ_α	0.028	0.954	0.987
λ	0.024	0.654	0.997	σ_α^2	0.025	0.546	0.9378
α	0.028	0.725	0.946	μ_δ	0.024	0.451	0.997
δ	0.024	0.394	0.977	σ_δ^2	0.029	0.542	0.985

ตารางที่ 5 ประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบจากพารามิเตอร์ของราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% แบบเวย์บูล

P	RB	MSE	CP	P	RB	MSE	CP
σ_Y^2	0.033	0.416	0.436	μ_γ	0.008	0.416	0.972
σ_z^2	0.031	0.533	0.789	σ_γ^2	0.006	0.429	0.971
γ	0.012	0.143	0.765	μ_α	0.021	0.326	0.968
λ	0.011	0.765	0.944	σ_α^2	0.019	0.344	0.969
α	0.008	0.908	0.958	μ_δ	0.015	0.617	0.971
δ	0.017	0.675	0.678	σ_δ^2	0.014	0.481	0.970

ตารางที่ 6 ประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบจากพารามิเตอร์ของราคาข้าวเปลือกเจ้าหอมมะลิ 105 แบบเวย์บูล

P	RB	MSE	CP	P	RB	MSE	CP
σ_Y^2	0.011	0.446	0.988	μ_γ	0.012	0.216	0.975
σ_z^2	0.001	0.549	0.973	σ_γ^2	0.031	0.329	0.998
γ	0.011	0.156	0.962	μ_α	0.012	0.876	0.975
λ	0.017	0.264	0.920	σ_α^2	0.017	0.253	0.969
α	0.012	0.387	0.956	μ_δ	0.021	0.267	0.985
δ	0.001	0.173	0.929	σ_δ^2	0.019	0.483	0.920

ตารางที่ 7 ประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบจากพารามิเตอร์ของราคาปิดของข้าวขาว 5% แบบเอ็กซ์โพเนนเชียล

P	RB	MSE	CP	P	RB	MSE	CP
σ_Y^2	0.121	0.478	0.941	μ_γ	0.112	0.789	0.921
σ_z^2	0.118	0.592	0.952	σ_γ^2	0.111	0.657	0.975
γ	0.104	0.198	0.957	μ_α	0.111	0.854	0.928
λ	0.131	0.898	0.959	σ_α^2	0.116	0.178	0.981
α	0.017	0.835	0.960	μ_δ	0.115	0.965	0.907
δ	0.018	0.779	0.952	σ_δ^2	0.019	0.456	0.935

ตารางที่ 8 ประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบจากพารามิเตอร์ของราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% แบบเอ็กซ์โพเนนเชียล

P	RB	MSE	CP	P	RB	MSE	CP
σ_Y^2	0.006	0.886	0.897	μ_γ	0.018	0.416	0.922
σ_z^2	0.021	0.483	0.955	σ_γ^2	0.026	0.429	0.912
γ	0.019	0.429	0.895	μ_α	0.021	0.011	0.901
λ	0.008	0.011	0.955	σ_α^2	0.019	0.008	0.985
α	0.617	0.008	0.936	μ_δ	0.015	0.617	0.932
δ	0.481	0.285	0.878	σ_δ^2	0.014	0.481	0.947

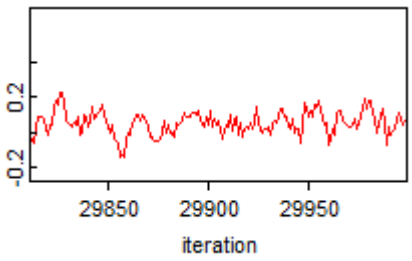
ตารางที่ 9 ประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบจากพารามิเตอร์ของราคาข้าวเปลือกเจ้าหอมมะลิ 105 แบบเอ็กซ์โพเนนเชียล

P	RB	MSE	CP	P	RB	MSE	CP
σ_Y^2	0.025	0.846	0.949	μ_γ	0.019	0.274	0.921
σ_z^2	0.018	0.447	0.940	σ_γ^2	0.008	0.378	0.982
γ	0.009	0.357	0.972	μ_α	0.019	0.198	0.901
λ	0.017	0.224	0.947	σ_α^2	0.017	0.325	0.998
α	0.010	0.818	0.956	μ_δ	0.018	0.573	0.937
δ	0.015	0.567	0.974	σ_δ^2	0.017	0.475	0.900

จากตารางที่ 4-9 พบว่าค่า RB และค่า MSE ของพารามิเตอร์แต่ละตัวของฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นสะสมของแบบเวย์บูลเอ็กซ์โพเนนเชียลมีค่าต่ำมาก และพบว่าค่า CP ของพารามิเตอร์แต่ละตัวมีค่าสูงมาก ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าประสิทธิภาพของตัวแบบทั้งสองตัวในงานวิจัยนี้อยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก

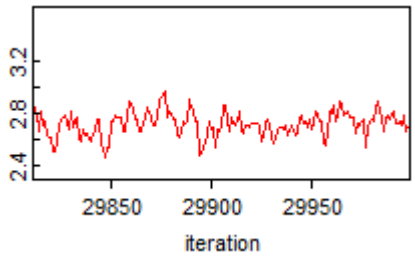
4. ผลของการประมาณพารามิเตอร์

เมื่อได้ตัวแบบที่เหมาะสมแล้วจึงเลือกใช้ค่าพารามิเตอร์ที่ประมาณได้จากข้อมูลจริง ของราคาปิดของข้าวขาว5% รายเดือนเฉลี่ย จำนวน 108 วัน ราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% เฉลี่ยรายเดือนและราคาข้าวเปลือกเจ้าหอมมะลิ 105 เฉลี่ยรายเดือนจำนวน 204 วัน ตัวอย่างผลของ trace plot ที่แสดงการการลู่เข้าสู่การแจกแจงใดการแจกแจงหนึ่ง (stationary distribution) ของพารามิเตอร์บางตัว (γ) ของราคาข้าวชนิดต่างๆของทั้งสองตัวแบบแสดงได้ดังภาพที่ 19-24 ส่วนพารามิเตอร์ตัวอื่นที่ไม่ได้นำมาแสดงก็จะมีการลู่เข้าสู่การแจกแจงใดการแจกแจงหนึ่ง เช่นกัน

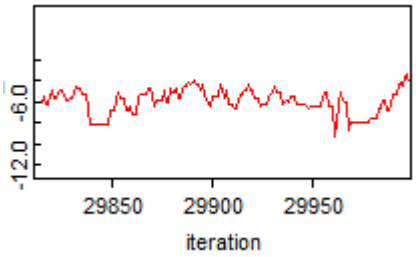


ภาพที่ 19 Trace ของ γ ของราคาปิดของข้าวขาว5% รายเดือนเฉลี่ยของตัวแบบที่มีฟังก์ชั่น

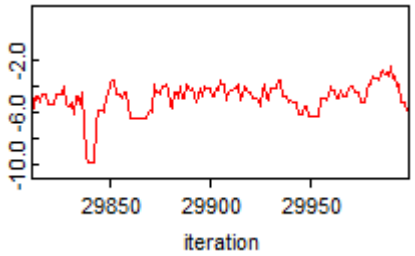
แนวโน้มแบบเวย์บูล



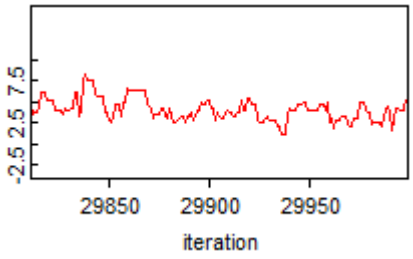
ภาพที่ 20 Trace ของ γ ของราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% เฉลี่ยรายเดือนของตัวแบบที่มีฟังก์ชั่นแนวโน้มแบบเวย์บูล



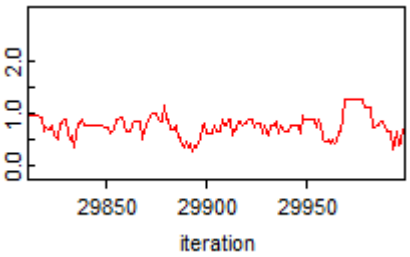
ภาพที่ 21 Trace ของ γ ของราคาข้าวเปลือกเจ้าหอมมะลิ 105 เฉลี่ยรายเดือนของตัวแบบที่มีฟังก์ชั่นแนวโน้มแบบเวย์บูล



ภาพที่ 22 Trace ของ γ ของราคาปิดของข้าวขาว5% รายเดือนเฉลี่ยของตัวแบบที่มีฟังก์ชั่นแนวโน้มแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล



ภาพที่ 23 Trace ของ γ ของราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% เฉลี่ยรายเดือนของตัวแบบที่มีฟังก์ชั่นแนวโน้มแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล



ภาพที่ 24 Trace ของ γ ของราคาข้าวเปลือกเจ้าหอมมะลิ 105 เฉลี่ยรายเดือน ของตัวแบบที่มีฟังก์ชั่นแนวโน้มแบบเอ็กซ์โพเนน เชียล

จากภาพ19-24 แสดงการลู่เข้าของ MCMC โดยพิจารณาจากกราฟของ Trace plot พบว่า MCMC ลู่เข้าสู่การแจกแจงใดการแจกแจงหนึ่งเมื่อมีการสุ่มตัวอย่าง แบบกิบส์ จำนวน 30000 รอบ โดยตัด 10000 รอบแรกทิ้ง Trace plot ของทุกราคาข้าวไม่แสดงว่ามีแนวโน้มเกิดขึ้น แต่จะแสดงถึงการลู่เข้าของ ทุกพารามิเตอร์ ของตัวแบบที่มีฟังก์ชั่นแนวโน้มแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชั่นแนวโน้มแบบเวย์บูล ส่วนTrace plot ตัวอื่นๆของทั้งสองตัวแบบที่ไม่ได้นำมาแสดงพบว่า MCMC ลู่เข้าสู่การแจกแจงใดการแจกแจงหนึ่งเช่นเดียวกัน ส่วนผลการประมาณค่าพารามิเตอร์แสดงได้ดังตารางที่ 10-15

ตารางที่ 10 ค่าพารามิเตอร์ของราคาปิดของข้าวขาว5% รายเดือนเฉลี่ยของตัวแบบที่มีฟังก์ชั่นแนวโน้มแบบเวย์บูล

Parameter	**Value**	**Parameter**	**Value**
α	1243.82	μ_γ	996.00
λ	33.79	σ_Y^2	19.72
δ	281.51	σ_α^2	-141.75
γ	614.55	σ_δ^2	-23.98
μ_α	-36.58	σ_γ^2	5.55
μ_δ	557.93	σ_z^2	1362.19

ตารางที่ 11 ค่าพารามิเตอร์ของราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% เฉลี่ยรายเดือนของตัวแบบที่มีฟังก์ชั่นแนวโน้มแบบเวย์บูล

Parameter	**Value**	**Parameter**	**Value**
α	-997.61	μ_γ	1381.56
λ	164.83	σ_Y^2	144.23
δ	-47.74	σ_α^2	307.49
γ	-0.22	σ_δ^2	641.17
μ_α	105.93	σ_γ^2	4.17
μ_δ	-1353.10	σ_z^2	561.38

ตารางที่ 12 ค่าพารามิเตอร์ของราคาข้าวเปลือกเจ้าหอมมะลิ 105 เฉลี่ยรายเดือน ของตัวแบบที่มีฟังก์ชั่นแนวโน้มแบบเวย์บูล

Parameter	**Value**	**Parameter**	**Value**
α	1507.03	μ_γ	1044.13
λ	41.84	σ_Y^2	-9.47
δ	468.03	σ_α^2	290.43
γ	597.77	σ_δ^2	573.89
μ_α	-77.33	σ_γ^2	-78.06
μ_δ	704.28	σ_z^2	497.00

ตารางที่ 13 ค่าพารามิเตอร์ของราคาปิดของข้าวขาว5% รายเดือนเฉลี่ยของตัวแบบที่มีฟังก์ชั่นแนวโน้มแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล

Parameter	Value	Parameter	Value
α	1064.60	μ_γ	937.31
λ	133.58	σ_Y^2	18.12
δ	14.79	σ_α^2	-196.11
γ	141.63	σ_δ^2	-70.19
μ_α	83.70	σ_γ^2	-18.65
μ_δ	1404.17	σ_z^2	-1315.69

ตารางที่ 14 ค่าพารามิเตอร์ของราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% เฉลี่ยรายเดือนของตัวแบบที่มีฟังก์ชั่นแนวโน้มแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล

Parameter	Value	Parameter	Value
α	1327.22	μ_γ	1064.52
λ	285.01	σ_Y^2	149.99
δ	539.16	σ_α^2	-16.51
γ	861.86	σ_δ^2	-21.53
μ_α	79.44	σ_γ^2	57.23
μ_δ	-683.20	σ_z^2	1568.52

ตารางที่ 15 ค่าพารามิเตอร์ของราคาข้าวเปลือกเจ้าหอมมะลิ 105 เฉลี่ยรายเดือนของตัวแบบที่มีฟังก์ชั่นแนวโน้มแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล

Parameter	Value	Parameter	Value
α	1309.86	μ_γ	1510.47
λ	17.90	σ_Y^2	-5.76
δ	-204.56	σ_α^2	625.40
γ	26.27	σ_δ^2	692.41
μ_α	112.45	σ_γ^2	104.73
μ_δ	1340.82	σ_z^2	505.28

จากตารางที่ 10-15 แสดงถึงตัวอย่างของค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญบางตัวของทั้งสองตัวแบบที่ลู่เข้าสู่การแจกแจงใดแจกแจงหนึ่ง แต่ค่าพารามิเตอร์ตัวอื่นๆที่ไม่ได้แสดงในงานวิจัยนี้ได้ลู่เข้าสู่การแจกแจงใดแจกแจงหนึ่งเหมือนอย่างในภาพที่ 19-24 เช่นกัน ที่ประมาณ 30000 รอบขึ้นไปเช่นกัน ซึ่งสรุปได้ว่าค่าพารามิเตอร์แต่ละตัวจะมีค่าที่ไม่เปลี่ยนแปลงแล้วจึงยอมรับผลของการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ได้ในตารางที่ 10-15 และตัวอื่นๆที่ไม่ได้นำมาแสดงเพื่อนำไปใช้พยากรณ์ค่า y_t ของราคาข้าวเฉลี่ยรายเดือนแต่ละตัวในหัวข้อต่อไป

5. ผลของการเปรียบเทียบตัวแบบ

เมื่อได้ตัวแบบที่เหมาะสมแล้วจึงเลือกใช้ค่าพารามิเตอร์ที่ประมาณได้จากข้อมูลจริง ของราคาปิดของข้าวขาว5% รายเดือนเฉลี่ย จำนวน 108 วัน ราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% เฉลี่ยรายเดือนและราคาข้าวเปลือกเจ้าหอมมะลิ 105 เฉลี่ยรายเดือนจำนวน 204 วัน มาเปรียบเทียบกันกับวิธีการพยากรณ์ทั้งสามวิธี คือตัวแบบเบย์ที่มีฟังก์ชั่นการแจกแจงความน่าจะเป็นสะสมสำหรับแนวโน้มแบบเวย์บูล ตัวแบบเบย์ที่มีฟังก์ชั่นการแจกแจงความน่าจะเป็นสะสมสำหรับแนวโน้มแบบเอ๊กซ์โปเนนเชียล และตัวแบบเอ๊กซ์โปเนนเชียล เพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสม (Fitting Model) และเปรียบเทียบเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ของตัวแบบ (Validation Model) จากข้อมูลที่เหลืออีก 12 เดือนของทุกราคาข้าว แสดงได้ดังตารางที่ 16-21

ตารางที่ 16 การเปรียบเพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมของราคาปิดของข้าวขาว5% รายเดือนเฉลี่ย

ข้อมูล	ตัวแบบการพยากรณ์	การวัดค่าความผิดพลาด		
		RMSE	MAPE	MAE
108 เดือน	1. วิธีเบย์แบบเวย์บูล	**0.825**	**4.622**	**1.145**
	2. วิธีเบย์แบบเอ๊กซ์โปเนนเชียล	0.921	5.111	0.941
	3.แบบปรับเรียบเอ๊กซ์โปเนนเชียล	5.12	12.784	5.278

ตารางที่ 17 การเปรียบเพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมของราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% เฉลี่ยรายเดือน

ข้อมูล	วิธีการพยากรณ์	การวัดค่าความผิดพลาด		
		RMSE	MAPE	MAE
204 เดือน	1. วิธีเบย์แบบเวย์บูล	1.591	6.830	1.530
	2. วิธีเบย์แบบเอ็กซ์โปเนนเชียล	**1.394**	**5.734**	**1.333**
	3.แบบปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล	11.301	19.621	11.200

ตารางที่ 18 การเปรียบเพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมของราคาข้าวเปลือกเจ้าหอมมะลิ 105 เฉลี่ยรายเดือน

ข้อมูล	ตัวแบบการพยากรณ์	การวัดค่าความผิดพลาด		
		RMSE	MAPE	MAE
204 เดือน	1. วิธีเบย์แบบเวย์บูล	1.411	6.777	1.431
	2. วิธีเบย์แบบเอ็กซ์โปเนนเชียล	**1.382**	**5.222**	**1.307**
	3. วิธีเบย์แบบเอ็กซ์โปเนนเชียล	12.378	19.998	12.240

ตารางที่ 19 การเปรียบเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบของราคาปิดของข้าวขาว5% รายเดือนเฉลี่ย

ข้อมูล	วิธีการพยากรณ์	การวัดค่าความผิดพลาด		
		RMSE	MAPE	MAE
12 เดือน	1. วิธีเบย์แบบเวย์บูล	**11.127**	**18.191**	**11.221**
	2. วิธีเบย์แบบเอ็กซ์โปเนนเชียล	12.247	18.978	11.951
	3. วิธีเบย์แบบเอ็กซ์โปเนนเชียล	12.943	19.874	12.514

ตารางที่ 20 การเปรียบเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบของราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% เฉลี่ยรายเดือน

ข้อมูล	วิธีการพยากรณ์	การวัดค่าความผิดพลาด		
		RMSE	MAPE	MAE
12 เดือน	1. วิธีเบย์แบบเวย์บูล	19.895	28.972	19.742
	2. วิธีเบย์แบบเอ็กซ์โปเนนเชียล	**18.187**	**27.201**	**18.495**
	3. วิธีเบย์แบบเอ็กซ์โปเนนเชียล	19.995	29.842	19.842

ตารางที่ 21 การเปรียบเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบของราคาข้าวเปลือกเจ้าหอมมะลิ 105 เฉลี่ยรายเดือน

ข้อมูล	วิธีการพยากรณ์	การวัดค่าความผิดพลาด		
		RMSE	MAPE	MAE
12 เดือน	1. วิธีเบย์แบบเวย์บูล	15.342	26.369	15.444
	2. วิธีเบย์แบบเอ็กซ์โปเนนเชียล	**14.509**	**26.512**	**14.277**
	3. วิธีเบย์แบบเอ็กซ์โปเนนเชียล	15.974	26.997	15.940

จากตารางที่ 16-18 ได้จากการที่นำข้อมูลจริงของราคาปิดของข้าวขาว5% รายเดือนเฉลี่ยจำนวน 108 วัน ราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% เฉลี่ยรายเดือน และราคาข้าวเปลือกเจ้าหอมมะลิ 105 เฉลี่ยรายเดือนจำนวน 204 วัน มาประมาณค่าพารามิเตอร์เพื่อการเปรียบหาตัวแบบที่เหมาะสมจากค่าพยากรณ์ของทั้งสามวิธี กับข้อมูลจริง พบว่าตัวแบบเบย์ที่มีค่าฟังก์ชั่นการแจกแจงความน่าจะเป็นสะสมสำหรับแนวโน้มแบบแบบเวย์บูล ให้ค่า RMSE MAPE และ MAE ของราคาปิดของข้าวขาว5% รายเดือนเฉลี่ยต่ำสุด มีค่า RMSE MAPE และ MAE เท่ากับ 0.825 4.622 และ 1.145 ตามลำดับ

ตัวแบบเบย์ที่มีค่าฟังก์ชั่นการแจกแจงความน่าจะเป็นสะสมสำหรับแนวโน้มแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลให้ค่า RMSE MAPE และ MAE ต่ำสุดของราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% เฉลี่ยรายเดือน และราคาข้าวเปลือกเจ้าหอมมะลิ 105 เฉลี่ยรายเดือนสำหรับการหาตัวแบบที่เหมาะสม โดยข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% เฉลี่ยรายเดือน มีค่า RMSE MAPE และ MAE เท่ากับ 1.394 5.734 และ 1.333 ตามลำดับ ราคาข้าวเปลือกเจ้าหอมมะลิ 105 เฉลี่ยรายเดือนมีค่า RMSE MAPE และ

MAE เท่ากับ 1.382 5.222 และ 1.307 ตามลำดับ ตารางที่ 19-21 ได้จากการที่นำข้อมูลจริงที่เหลืออีก จำนวน 12 เดือน มาประมาณค่าพารามิเตอร์เพื่อเปรียบการตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบ (Validation Model) จากค่าพยากรณ์ของทั้งสามวิธี พบว่าตัวแบบเบย์ที่มีค่าฟังก์ชั่นการแจกแจงความน่าจะเป็นสะสมสำหรับแนวโน้มแบบแบบเวย์บูล ให้ค่า RMSE MAPE และ MAE ของราคาปิดของข้าวขาว5% รายเดือนเฉลี่ยต่ำสุด มีค่า RMSE MAPE และ MAE เท่ากับ 11.127 18.191และ 11.221 ตามลำดับ

ตัวแบบเบย์ที่มีค่าฟังก์ชั่นการแจกแจงความน่าจะเป็นสะสมสำหรับแนวโน้มแบบเอ๊กซ์โปเนนเชียลให้ค่า RMSE MAPE และ MAE ต่ำสุดของราคาข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% เฉลี่ยรายเดือน และราคาข้าวเปลือกเจ้าหอมมะลิ 105 เฉลี่ยรายเดือนสำหรับการหาตัวแบบที่เหมาะสม โดยข้าวเปลือกเจ้าความชื้น 15% เฉลี่ยรายเดือน มีค่า RMSE MAPE และ MAE เท่ากับ 18.187 27.201 และ 18.495 ตามลำดับ ราคาข้าวเปลือกเจ้าหอมมะลิ 105 เฉลี่ยรายเดือนมีค่า RMSE MAPE และ MAE เท่ากับ 14.509 26.512 และ 14.277 ตามลำดับ เช่นกัน