



การวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุคูณ โดยทดสอบกับเปอร์เซ็นต์ข้าวดี: ส่วนที่ 1 Multiple Regression Analysis With Test Percentage For Good Rice :Part I

สุรพงศ์ บางพาน^{*1} ,พิรพันธ์ บางพาน¹และ ธิติกานต์ บุญแข็ง²

Surapong Bangphan^{*1} ,Phiraphan Bangphan¹ and Thitikan Boonkang²

^{*1,1}มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาควิชา วิศวกรรมศาสตร์ เชียงใหม่ 128 หมู่ 1 ถ.ห้วยแก้ว

ต.ช้างเผือก อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50300

²มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 85 ต.ศรีโคก อ. วารินชำราบ จ. อุบลราชธานี 34190

^{*1,1}Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna Chiangmai Campus, Chiangmai, 50300, Thailand

E-mail : pong_pang49@yahoo.com, 053-921444, Fax: 053-213183

²Faculty of Engineering, Ubon Ratchathani University, 34190, Thailand

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเป็นเครื่องมือที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ดังนั้นในการศึกษานี้จึงเป็นการตั้งข้อสมมติฐานที่ต้องการการวิเคราะห์การถดถอยให้จนมั่นใจแล้วจึงทำการทดสอบทางสถิติในการตัดสินใจเลือกค่าที่เหมาะสมและดีที่สุดของข้อมูลสำหรับความแม่นยำในรูปแบบหุ่นจำลอง ปัญหาที่เป็นไปได้ในการวิเคราะห์การถดถอยที่เกิดขึ้นในหุ่นจำลองและความยุ่งยากที่จะอธิบายในผลลัพธ์ โดยในช่วงแรกจะเสนอข้อคิดเห็นในการนำเทคนิคไปใช้ในการวิเคราะห์ และสามารถนำเทคนิคไปทำการประยุกต์ใช้งานโดยกำหนดสูตรที่เหมาะสมกับหุ่นจำลองทางสถิติที่นำมาใช้การแก้ปัญหอย่างแท้จริงในครั้งนี้คือการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

คำสำคัญ: การวิเคราะห์ความถดถอยแบบพหุคูณ เปอร์เซ็นต์ข้าวดี การทดสอบ

ABSTRACT

Multiple regression analysis is the most powerful tool that is widely used. This paper is assumptions that need to be satisfied, statistical tests to determine the goodness fit of the data and accuracy of the model, potential problems that may occur in the model, and difficulties of interpreting the results. The first challenge is in the application of the techniques – how well analysts can apply the techniques to formulate appropriate statistical models that are useful to solve real problems.

KEYWORDS: Multiple Regression Analysis, Percentage Good Rice, Tested

1. บทนำ

ปัจจุบันนี้ประชากรส่วนใหญ่ของประเทศเป็นเกษตรกรและข้าวเป็นผลผลิตหลักของประเทศ ข้าวมีหลายชนิดและข้าวที่นิยมมากในขณะนี้กันไปไม่ได้ นอกจากข้าวกล้อง ข้าวกล้องมีประโยชน์ต่อร่างกายมีคุณค่าทางโภชนาการอย่างครบถ้วน มีสารอาหารต่างๆที่ร่างกายต้องการในการเสริมสร้างการเจริญเติบโตและยังมีสารที่ช่วยต่อต้านการเกิดโรคต่าง ๆ อาทิเช่น โรคมะเร็ง โรคเบาหวาน และโรคลมชัก เป็นต้น ซึ่งสารที่เป็นประโยชน์จะอยู่ตรงบริเวณผิวของข้าวกล้อง ฉะนั้นคนส่วนมากจึงบริโภคข้าวกล้องแทนข้าวขัดขาวเพราะการขัดขาวของข้าวจะทำให้สารอาหารที่มีประโยชน์ที่ผิวของข้าวนั้นเสียไป ถึงแม้ว่าข้าวกล้องจะมีราคาแพงกว่าข้าวขัดขาวแต่คนส่วนใหญ่ก็ยังนิยมบริโภคข้าวกล้องเพราะดีต่อสุขภาพ ข้าวกล้องทั้งจากข้าวเหนียวข้าวเจ้าและข้าวอื่น ๆ ที่มีอยู่ในประเทศของเรา ซึ่งมีอายุในการเก็บรักษาได้ไม่นาน เนื่องจากเกิดการออกซิไดซ์ของรำกับออกซิเจนในอากาศทำให้เกิดการเหม็นหืน ซึ่งการใช้เครื่องกะเทาะเปลือกข้าวกล้องขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน เพื่อการบริโภคสามารถควบคุมปริมาณข้าวกล้องที่ทำการกะเทาะให้เหมาะสมต่อการบริโภคในแต่ละครั้ง และรักษาคุณภาพข้าวกล้องนั้นได้หรือทำการผลิตเพื่อจำหน่ายในปริมาณที่ไม่มากเกินไป [1-2]

กระบวนการผลิตข้าวกล้องในโรงสีข้าวทั่วไปมีขั้นตอนที่ยุ่งยากสลับซับซ้อน โดยเริ่มตั้งแต่การทำความสะอาดข้าว กะเทาะเปลือกข้าว แยกข้าว และการคัดข้าว ซึ่งต้องทำเป็นลำดับขั้นตอนและต้องใช้ระยะเวลาในการผลิตนาน และยังใช้พลังงานไฟฟ้าค่อนข้างมาก ดังนั้น ผู้จัดทำจึงมีความคิดที่จะสร้างเครื่องกะเทาะข้าวกล้องขนาดเล็กที่สามารถใช้ในบ้านเรือนชุมชน หรือผลิตเพื่อจำหน่ายเป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือน เพื่อสร้างรายได้แก่ชุมชน ซึ่งมีกระบวนการในการผลิตที่ไม่ยุ่งยาก ใช้ความรวดเร็วในการกะเทาะข้าวกล้องที่เหมาะสม และใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงจากกระบวนการผลิตเดิมอีกด้วย [1-2] การศึกษาในครั้งนี้เป็นการนำเอาหลักการการวิเคราะห์ความถดถอยแบบพหุคูณมา

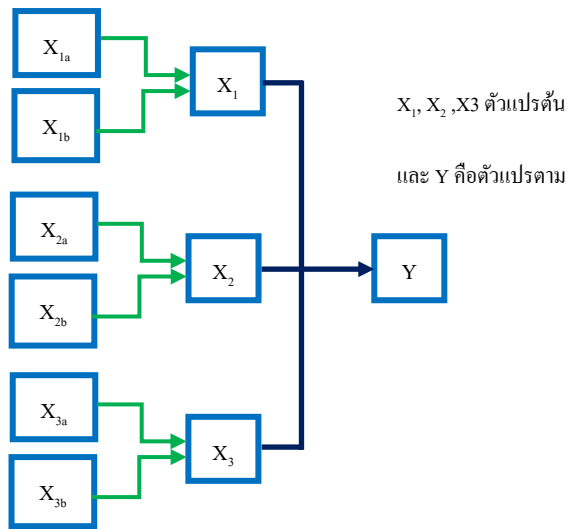
ตรวจสอบเปอร์เซ็นต์ข้าวดีโดยปัจจัยที่ควบคุมได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นข้าวเปลือกและช่องว่างระหว่างลูกยางกะเทาะเปลือกข้าว

1.1 การวิเคราะห์ความถดถอยแบบพหุคูณ

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis , MRA) เป็นวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม (Y) หรือตัวแปรที่ทำการวัด (Criterion Variable) กับตัวแปรอิสระ (X) หรือตัวแปรทำนาย (Predictor Variable) ตั้งแต่ 2 ค่าขึ้นไป ในกรณีที่ใช้ตัวการวัด 1 ค่า ตัวแปรทำนาย 1 ค่า เรียกว่า การวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย (Simple regression) ในการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณนั้นจะต้องหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation Coefficient) เพื่อให้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นจำนวนอย่างน้อย 2 ค่ากับตัวแปรตามว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร สำหรับการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ จำเป็นต้องหาสมการถดถอยเพื่อใช้ในการพยากรณ์ของตัวแปรตาม (Y) และหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน รวมทั้งหาค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation) เพื่อหาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงที่เป็นไปได้สูงสุดระหว่างตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม

1.2 กรอบแนวคิดการวิเคราะห์แบบถดถอยพหุคูณ

การวิเคราะห์แบบถดถอยพหุคูณจำเป็นต้องอาศัยแนวคิดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเป็นต้นและตัวแปรตาม หมายความว่า มีตัวแปรใดบ้างที่สามารถพยากรณ์ตัวแปรต้นที่เราสนใจจะศึกษา และตัวแปรใดบ้างที่ทำการพยากรณ์ได้มากน้อยกว่ากัน รวมทั้งส่งผลในทางบวกหรือทางลบ กรอบแนวคิดในการทำวิจัย และนำไปสร้างเครื่องมือตามแนวคิดที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งสามารถเขียนเป็นกรอบแนวคิดดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม

2. สมการทำนายการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

การสร้างสมการทำนายการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณได้ดังนี้

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \varepsilon \quad (1)$$

เมื่อ y คือตัวแปรผลตอบโต้แก่ เปอร์เซ็นต์ข้าวดี
 ตัวแปรอิสระ : X_1 คือ อุณหภูมิ X_2 คือความชื้นข้าวเปลือก
 และ X_3 คือช่องว่างระหว่างลูกยางทั้งสามที่กะเพาะเปลือก
 ε คือค่าความคลาดเคลื่อนของ Model ถ้าค่าเข้าหา 0 (ไม่มี Error) ลักษณะจะเป็นแบบการกระจายแบบปกติ (Normal distribution) รอบๆค่า 0 และมีความผันแปร (variance) อยู่หนึ่งค่า เมื่อเราใช้ Least square method จะได้สมการความสัมพันธ์ดังต่อไปนี้ [3-4]

$$\begin{aligned}
 n\beta_0 + \beta_1 \sum_{i=1}^n x_{i1} + \beta_2 \sum_{i=1}^n x_{i2} + \dots + \beta_k \sum_{i=1}^n x_{ik} &= \sum_{i=1}^n y_i \\
 \beta_0 \sum_{i=1}^n x_{i1} + \beta_1 \sum_{i=1}^n x_{i1}^2 + \beta_2 \sum_{i=1}^n x_{i1}x_{i2} + \dots + \beta_k \sum_{i=1}^n x_{i1}x_{ik} &= \sum_{i=1}^n x_{i1}y_i \\
 \beta_0 \sum_{i=1}^n x_{i2} + \beta_1 \sum_{i=1}^n x_{i2}x_{i1} + \beta_2 \sum_{i=1}^n x_{i2}^2 + \dots + \beta_k \sum_{i=1}^n x_{i2}x_{ik} &= \sum_{i=1}^n x_{i2}y_i \\
 \vdots & \vdots \\
 \beta_0 \sum_{i=1}^n x_{ik} + \beta_1 \sum_{i=1}^n x_{ik}x_{i1} + \beta_2 \sum_{i=1}^n x_{ik}x_{i2} + \dots + \beta_k \sum_{i=1}^n x_{ik}^2 &= \sum_{i=1}^n x_{ik}y_i
 \end{aligned} \quad (2)$$

ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ(X) ในงานนี้มีสามตัว จำนวนข้อมูล (n) 40 ข้อมูล ดังนั้น Regression model จึงมีค่าคงที่

และสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระที่ต้องการหา คือ $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ และ β_3

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตาม

Observed no.	X_1	X_2	X_3	Y
1	25	10	100	65.3
2	35	10	50	66.2
3	35	14	100	63.4
4	35	14	100	62.9
5	35	10	50	67.8
6	25	10	50	85.2
7	25	10	100	66.2
8	35	14	100	62.9
9	35	10	50	67.1
10	25	14	50	90.2
11	35	10	50	66.7
12	25	14	50	92.4
13	35	14	50	70.6
14	25	14	100	77.6
15	35	14	50	72.1
16	35	14	50	72.7
17	35	10	100	71.2
18	25	14	100	78.1
19	25	10	50	85.8
20	35	10	50	66.3
21	25	14	50	91.3
22	25	10	50	86.1
23	25	10	50	83.8
24	35	10	100	71.2
25	35	10	100	70.8
26	35	14	50	70.3
27	25	10	100	66.1
28	25	14	50	91.1
29	25	14	100	77.2
30	25	10	100	67.1
31	35	14	100	63.3
32	25	14	100	77.0
33	35	10	100	70.8
34	25	14	50	91.4
35	25	14	100	77.5
36	35	10	100	70.5
37	35	14	50	72.1
38	35	14	100	64.2
39	25	10	100	66.1
40	25	10	50	84.3

หมายเหตุ : X_1 คืออุณหภูมิ X_2 คือ ความชื้นข้าวเปลือก
 และ X_3 คือช่องว่างระหว่างลูกยางทั้งสามลูก ส่วนค่า Y
 คือเปอร์เซ็นต์ข้าวดีที่ต้องการ

การทดสอบสมมติฐานทดสอบสมมติฐานเพื่อหาว่าค่า $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ และ β_3 ที่ได้มีนัยสำคัญความแตกต่างกับ 0 หรือไม่ โดยสมมติฐานที่ต้องทดสอบคือ [3-4]

$$H_0: \beta_0 = 0, \beta_1 = 0, \beta_2 = 0, \beta_3 = 0$$

$$H_a: \beta_0 \neq 0, \beta_1 \neq 0, \beta_2 \neq 0, \beta_3 \neq 0$$

ในการทดสอบ จะใช้ T -Statistics ทั้งนี้เพราะเรา Assume ว่าค่า $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ และ β_3 ว่าเป็นการกระจายแบบปกติ (Normal distribution) รอบๆค่ากลางค่าหนึ่งเท่ากับ 0 หรือไม่ โดยสมการในการหาค่า T ถ้ากำหนด $\alpha = 0.05$ เมื่อเปิดตาราง T เพื่อหาค่าวิกฤติ จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก ถ้าค่า $T_{\text{คำนวณ}}$ ได้มากกว่า $T_{\text{ตาราง}}$ วิกฤติ

การพิสูจน์ว่า Regression model ที่ได้นั้นมีความพอเพียงที่จะนำไปใช้ทำนาย (Predict) ค่า Y ในอนาคตมากน้อยเพียงใด สามารถพิสูจน์ค่าความคลาดเคลื่อน (Error) ตัวสถิติที่จะใช้ทดสอบความคลาดเคลื่อนนี้ เรียกว่า F-Statistic คือ

สมการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน มีดังนี้

$$F = \frac{MS_{\text{Regression}}}{MS_{\text{Error}}} \quad (3)$$

$$MS_{\text{Regression}} = \frac{SS_{\text{Regression}}}{k}$$

$$MS_{\text{Error}} = \frac{SS_{\text{Error}}}{n - p}$$

ค่า degree of freedom หาได้จาก

$$\text{Total} = n - 1, \text{Error} = n - p, \text{Regression} = k = \text{Total} - \text{Error}$$

การหา Coefficient of Determination [3-4]

$$R^2 = \frac{(SS_{\text{Error}})}{SS_{\text{Total}}} = 1 - \frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum (y_i - \bar{y}_i)^2}$$

$$R^2_{\text{Adjusted}} = 1 - \frac{MS_{\text{Error}}}{MS_{\text{Total}}} = 1 - \left[\frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum (y_i - \bar{y}_i)^2} \right] \left(\frac{n-1}{n-p-1} \right) \quad (4)$$

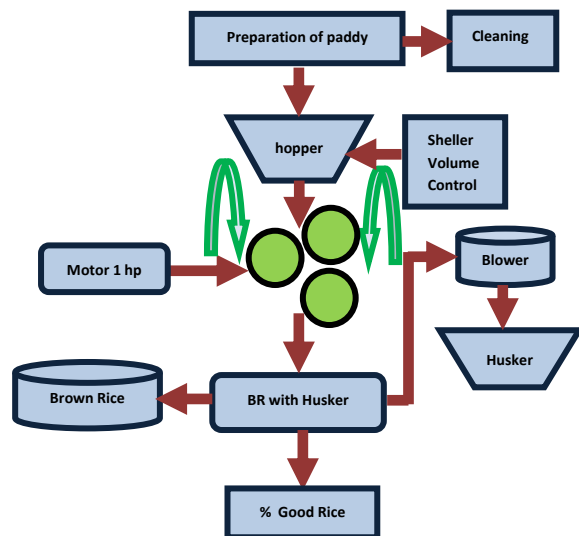
2.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อตรวจสอบผลตอบแทน (y) เปอร์เซ็นต์ข้าวดี ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ
2. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม อย่างนัยสำคัญ

(ตัวแปรต้น : x_1 คืออุณหภูมิ (องศา) , x_2 คือ ความชื้นข้าวเปลือก (เปอร์เซ็นต์) x_3 คือช่องว่างระหว่างลูกยางที่ใช้ในการกะเทาะเปลือก (mm.))

2.2 วิธีการวิจัย

วิเคราะห์ปัจจัย ซึ่งเป็นการทดลองเบื้องต้นตามตารางที่ 1 เพื่อทำการเปรียบเทียบช่วงปัจจัยทั้ง 3 คือ อุณหภูมิ ความชื้นข้าวเปลือกและช่องว่างระหว่างลูกยางกะเทาะเปลือกข้าว โดยวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณกับเครื่องกะเทาะข้าวเปลือกดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ไคอะแกรมของเครื่องกะเทาะข้าวเปลือก [5]

โดยใช้การวิเคราะห์ด้วย MRA

2.3 การคำนวณ

จากข้อมูลในตารางที่ 1 ทำการคำนวณค่าต่างๆตามสมการ ได้ดังตารางที่ 2 และ 3 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 คำนวณค่าต่างที่ได้จากตารางที่ 1

no.	X ₁	X ₂	X ₃	Y	(X ₁)(X ₂)(X ₃)	(X ₁) ²
1	25	10	100	65.3	25000	625
2	35	10	50	66.2	17500	1225
3	35	14	100	63.4	49000	1225
4	35	14	100	62.9	49000	1225
5	35	10	50	67.8	17500	1225
6	25	10	50	85.2	12500	625
7	25	10	100	66.2	25000	625
8	35	14	100	62.9	49000	1225
9	35	10	50	67.1	17500	1225

ตารางที่ 2 (ต่อ) คำนวณค่าต่างที่ได้จากตารางที่ 1

no.	X ₁	X ₂	X ₃	Y	(X ₁)(X ₂)(X ₃)	(X ₁) ²
6	25	10	50	85.2	12500	625
7	25	10	100	66.2	25000	625
8	35	14	100	62.9	49000	1225
9	35	10	50	67.1	17500	1225
10	25	14	50	90.2	17500	625
11	35	10	50	66.7	17500	1225
12	25	14	50	92.4	17500	625
13	35	14	50	70.6	24500	1225
14	25	14	100	77.6	35000	625
15	35	14	50	72.1	24500	1225
16	35	14	50	72.7	24500	1225
17	35	10	100	71.2	35000	1225
18	25	14	100	78.1	35000	625
19	25	10	50	85.8	12500	625
20	35	10	50	66.3	17500	1225
21	25	14	50	91.3	17500	625
22	25	10	50	86.1	12500	625
23	25	10	50	83.8	12500	625
24	35	10	100	71.2	35000	1225
25	35	10	100	70.8	35000	1225
26	35	14	50	70.3	24500	1225
27	25	10	100	66.1	25000	625
28	25	14	50	91.1	17500	625
29	25	14	100	77.2	35000	625
30	25	10	100	67.1	25000	625
31	35	14	100	63.3	49000	1225
32	25	14	100	77	35000	625
33	35	10	100	70.8	35000	1225
34	25	14	50	91.4	17500	625
35	25	14	100	77.5	35000	625
36	35	10	100	70.5	35000	1225
37	35	14	50	72.1	24500	1225
38	35	14	100	64.2	49000	1225
39	25	10	100	66.1	25000	625
40	25	10	50	84.3	12500	625
sum	1200	480	3000	2962.9	1080000	37000

ตารางที่ 3 คำนวณค่าต่างที่ได้จากตารางที่ 1

no.	(X ₂) ²	(X ₃) ²	Y ²	(X ₁)(Y)	(X ₂)(Y)	(X ₃)(Y)
1	100	10000	4264.09	1632.5	653	6530
2	100	2500	4382.44	2317	662	3310
3	196	10000	4019.56	2219	887.6	6340
4	196	10000	3956.41	2201.5	880.6	6290
5	100	2500	4596.84	2373	678	3390
6	100	2500	7259.04	2130	852	4260
7	100	10000	4382.44	1655	662	6620
8	196	10000	3956.41	2201.5	880.6	6290

ตารางที่ 3 (ต่อ) คำนวณค่าต่างที่ได้จากตารางที่ 1

no.	(X ₂) ²	(X ₃) ²	Y ²	(X ₁)(Y)	(X ₂)(Y)	(X ₃)(Y)
9	100	2500	4502.41	2348.5	671	3355
10	196	2500	8136.04	2255	1262.8	4510
11	100	2500	4448.89	2334.5	667	3335
12	196	2500	8537.76	2310	1293.6	4620
13	196	2500	4984.36	2471	988.4	3530
14	196	10000	6021.76	1940	1086.4	7760
15	196	2500	5198.41	2523.5	1009.4	3605
16	196	2500	5285.29	2544.5	1017.8	3635
17	100	10000	5069.44	2492	712	7120
18	196	10000	6099.61	1952.5	1093.4	7810
19	100	2500	7361.64	2145	858	4290
20	100	2500	4395.69	2320.5	663	3315
21	196	2500	8335.69	2282.5	1278.2	4565
22	100	2500	7413.21	2152.5	861	4305
23	100	2500	7022.44	2095	838	4190
24	100	10000	5069.44	2492	712	7120
25	100	10000	5012.64	2478	708	7080
26	196	2500	4942.09	2460.5	984.2	3515
27	100	10000	4369.21	1652.5	661	6610
28	196	2500	8299.21	2277.5	1275.4	4555
29	196	10000	5959.84	1930	1080.8	7720
30	100	10000	4502.41	1677.5	671	6710
31	196	10000	4006.89	2215.5	886.2	6330
32	196	10000	5929	1925	1078	7700
33	100	10000	5012.64	2478	708	7080
34	196	2500	8353.96	2285	1279.6	4570
35	196	10000	6006.25	1937.5	1085	7750
36	100	10000	4970.25	2467.5	705	7050
37	196	2500	5198.41	2523.5	1009.4	3605
38	196	10000	4121.64	2247	898.8	6420
39	100	10000	4369.21	1652.5	661	6610
40	100	2500	7106.49	2107.5	843	4215
sum	5920	250000	222859.45	87703.5	35702.2	217615

2.4 ผลที่ได้จากการทดสอบ

ค่าในตารางที่ 2 และ 3 แทนค่าลงในสมการที่ 1, 2,3 และ4 ได้ดังนี้ สมการถดถอยคือ

$$\text{GOOD RICE (Y)} = 112 - 1.18 (\text{TEMP}) + 0.921 (\text{MOIS}) - 0.184 (\text{VOLUME})$$

ตารางที่ 4 ผลการทำนาย

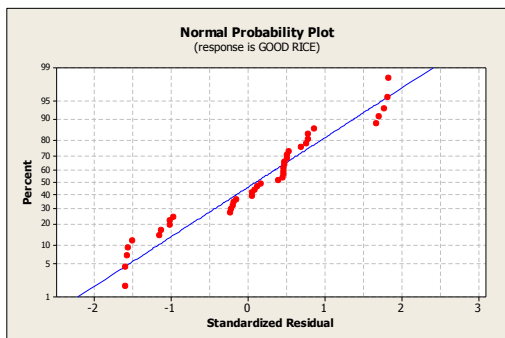
Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	112.330	7.570	14.84*	0.000*
TEMP	-1.1835	0.1672	-7.08	0.000
MOIS	0.9212	0.4180	2.20	0.034
VOLUME	-0.18410	0.03344	-5.51	0.000
S = 5.28692 R-Sq = 70.3% R-Sq(adj) = 67.8%				
PRESS = 1242.29 R-Sq(pred) = 63.35%				

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวน

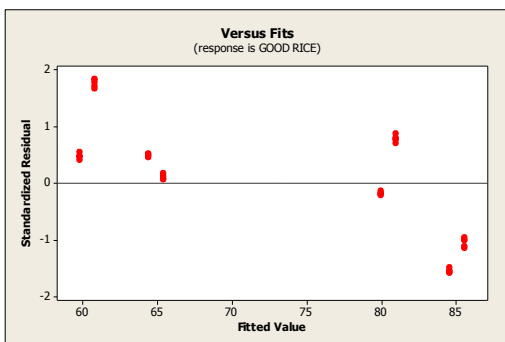
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	3	2383.78	794.59	28.43	0.000*
Residual Error	36	1006.25	27.95		
Lack of Fit	4	990.04	247.51	488.55	0.000*
Pure Error	32	16.21	0.51		
Total	39	3390.04			

$$\begin{aligned}\beta_0(40) + \beta_1(1,200) + \beta_2(480) + \beta_3(3,000) &= 2,962.9 \\ \beta_0(1,200) + \beta_1(3,700) + \beta_2(3,000) + \beta_3(1,080,000) &= 87,703.5 \\ \beta_0(480) + \beta_1(3,000) + \beta_2(1,800,000) + \beta_3(9,920) &= 35,702.25 \\ \beta_0(3,000) + \beta_1(1,800,000) + \beta_2(250,000) + \beta_3(222,859.45) &= 217,615\end{aligned}$$

และค่า $\bar{y} = 74.0725$



รูปที่ 3 กราฟความน่าจะเป็นแบบปกติเปรียบเทียบกับส่วนตกล้างมาตรฐาน



รูปที่ 4 กราฟเปรียบเทียบส่วนตกล้างมาตรฐานกับค่าฟิต

3. อภิปรายผล

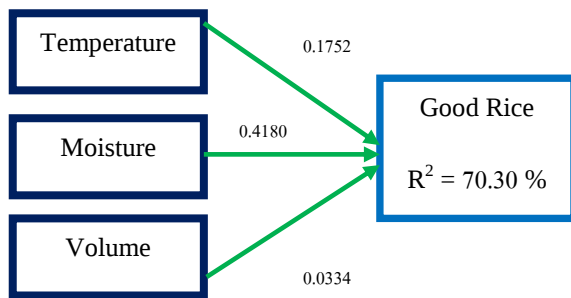
3.1 ผลจากการทดสอบด้วยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

หลังจากได้ผลการทดสอบค่าจากตารางที่ 1 ได้ตารางที่ 2, และ 3 และนำเข้าสู่สมการที่ 1, 2, 3 และ 4 จากการตรวจสอบพบว่า ค่า $R^2_{Adjusted}$ ได้เท่ากับ 67.8 % ค่า p-value มีค่าน้อยกว่า 0.05 เปอร์เซ็นต์ความเชื่อมั่น แสดงว่าไม่มี

นัยสำคัญ และจะปฏิเสธสมมติฐานหลัก ถ้าค่า T ในตารางที่ 4 ที่คำนวณได้มากกว่า Tวิกฤติที่ได้จากตาราง T ($T_{คำนวณ} = 14.84$, $T_{ตาราง} = 2.0315$) ดังนั้นสมมติฐานหลักที่กล่าวถึงไม่เป็นจริง นั่นคือ ค่า $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ และ β_3 มีค่าไม่เท่ากับ 0 จึงไม่สามารถตัดออกจาก Regression model ได้ ส่วนสมมติฐานหลักจะไม่เป็นจริง ถ้าค่า F ที่คำนวณได้มากกว่า $F_{critical}$ ที่ได้จากตารางที่ 5 ($F_{คำนวณ} = 28.43$, $F_{ตาราง} = 2.88$) ดังนั้นกรณีนี้เราจึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก นั่นคือ Error ของ Model นี้ ส่วนใหญ่สามารถอธิบายได้ (เกิดจากการเปลี่ยนค่า X_1, X_2 หรือ X_3) มากกว่าจะเกิดจากเหตุอื่นๆ จึงสรุปว่า Regression model นี้ ให้ความแม่นยำสูงถ้านำไปทำนายค่า Y และจากรูปที่ 3 จากกราฟการเรียงตัวของจุดค่า Y เทียบกับ ส่วนตกล้างที่เป็นมาตรฐาน เป็นแนวค่อนข้างจะเป็นเส้นตรงซึ่งสามารถยอมรับได้ว่าเป็น Normal Probability ได้ ส่วนรูปที่ 4 ค่า Standardized Residual กับค่า X (Fit) ทั้งสอง (X) พบว่าจุดไม่มีลักษณะอยู่ด้านบนหรือลบบelow หรือเป็น 0 ตลอด หรือกว้างออกตลอด เมื่อค่า X สูงขึ้นหรือต่ำลงพอจะสรุปได้ว่า Residual ตัวแปรต้น (X) ไม่ได้แตกต่างกันจนเกินเหตุ กล่าวคือไม่ไปทางด้านใดด้านหนึ่ง ค่า X ไม่ได้ทำให้ความคลาดเคลื่อนหรือ Error ของ Regression model เปลี่ยนไป ถือว่ายอมรับได้ อาจจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ที่ละตัวแปรต้นแต่ละตัว

4. สรุปผลการทดสอบ

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเพื่อทดสอบกับเปอร์เซ็นต์ข้าวดี (y) ดังรูปที่ 5 แสดงรูปแบบหุ่นจำลองที่ได้ทำการศึกษาหลังจากการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (Temperature, Moisture และ Volume) ทั้งสามตัวแปรมีอิทธิพลต่อผลตอบ (y) ที่ได้



รูปที่ 5 หุ่นจำลองที่ใช้วิเคราะห์ในการวิจัยนี้

ที่ระดับนัยสำคัญ 95% ความเชื่อมั่น หุ่นจำลอง สำหรับการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณในครั้งนี้มีความเพียงพอต่อความเชื่อมั่นในกระบวนการของการทดสอบ สำหรับการกะเทาะข้าวเปลือก กล่าวคือระหว่างตัวแปรต้น ทั้งสามตัวแปรมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญ และค่า Standard Error Coefficient สำหรับ Temperature คือ 0.1752 , Moisture เท่ากับ 0.418 และ Volume เท่ากับ 0.0334 ผลงานในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] สุรพงษ์ บางพาน. 2553. การควบคุมคุณภาพ. เอกสารประกอบการสอน. แปลและเรียบเรียง, เชียงใหม่.
- [2] สุรพงษ์ บางพาน และวิบูลลักษณ์ บางพาน. 2553. เครื่องกะเทาะข้าวเปลือกขนาดเล็ก. งานวิจัยและพัฒนา. กลุ่มแม่บ้านสามขา อ.แม่ทา, ลำปาง.
- [3] Crawley M J. (2007). **The R Book**. J Wiley & Son, Chichester, UK
- [4] Yule G U, Kendall M G. (1950). **An Introduction to the Theory of Statistics**. Griffin, London, 14th edition (first edition was published in 1911 under the sole authorship of Yule)
- [5] S. Bangphan, P. Bangphan., and T. Boonkang. (2013). **Implementation of Response Surface Methodology Using in Small Brown Rice Peeling Machine : part I**, WASET Spain February 27-28, 2013. International Conference on Information and Knowledge Management (ICIKM'13).