การลดการสูญเสียน้ำหนักในกระบวนการผลิตไส้พายสับปะรด

Weight Loss Reduction in Pineapple Pie Production Process

จักรกฤษ พุ่มมาก และ ไพฑูรย์ ศิริโอพาร*

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี
สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ อ.ปากเกร็ด จ. นนทบุรี 11110 E-mail: paitoonsir@pim.ac.th*

Jakkrit Pummak and Paitoon Siri-O-Ran*

Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering and Technology,
Panyapiwat Institute of Management, Pakkret, Nonthaburi, 11110, E-mail: paitoonsir@pim.ac.th*

Received 12 Dec 2019; Revised 31 Mar 2020
Accepted 3 Jun 2020; Available online 27 Jun 2020

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการลดการสูญเสียน้ำหนักของไส้พายสัปปะรดที่มีน้ำหนักน้อยกว่า 130 กิโลกรัม ที่กำหนดในแต่ละครั้งของการผลิต การสูญเสียน้ำหนักของไส้พายสัปปะรดนี้เกิดจากการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ของเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตไม่เหมาะสม จากการวิเคราะห์สาเหตุด้วยแผนภาพก้างปลาพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักไส้พายสัปปะรดคือ อุณหภูมิ และระยะเวลาในการกวนไส้พาย ดังนั้นเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ในการกวนไส้พายที่เหมาะสมโดยใช้วิธีการทดลองแฟคตอเรียลแบบเต็มรูป ผลการวิเคราะห์พบว่าอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการกวนไส้พายสับปปะรด ที่เหมาะสมคือ 215 องศาเซลเซียส และ 43 นาที ตามลำดับ ทำให้สามารถลดการสูญเสียน้ำหนัก 0.8 กิโลกรัมต่อครั้งการผลิต มูลค่า 230,400 บาท/ปี

คำหลัก: พายไส้สับปะรด การออกแบบการทดลอง แฟคตอเรียลแบบเต็มรูป

Abstract

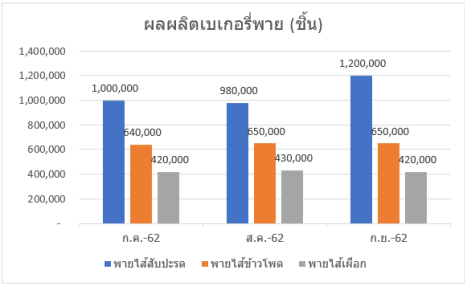
The objective of this research is to reduce the weight loss of pineapple pie filling that weighs less than 130 kilograms specified in each production process. The weight loss of this pineapple pie filling is caused by improper adjustment of the parameters of the machine used in production. From the analysis of the cause using the fishbone diagram, it was found that the factors that affect the weight loss of the pineapple pie filling are the temperature and the time for stirring the pie filling. Therefore, in order to find the suitable stirring pie parameters by using the general full factorial method. The results showed that the temperature and time used for stirring pineapple pie are 215 degrees Celsius and 43 minutes respectively, which can be reduced the weight loss of 0.8 kilograms per time of production. Decreased the value of loss 230,400 bah /year.

Keywords: Pineapple Pie, Design of Experiment, General Full Factorial

1. บทนำ

ในปัจจุบันการเติบโตของธุรกิจอาหารมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งสินค้าประเภทขนม บริษัทตัวอย่างเป็นผู้ผลิตและจำหน่ายขนมประเภทเบเกอรี่ พายไส้สับปะรด ไส้ข้าวโพด และไส้เผือก ในการผลิตส่วนใหญ่จะเป็นการผลิตพายไส้สับปะรดปริมาณการผลิตเฉลี่ยเดือนละประมาณ 1,060,000 ชิ้น ดังรูปที่ 1 จากกระบวนการผลิตไส้พายสับปะรดในปัจจุบันพบว่าการกวนไส้สับปะรดใช้ประสบการณ์ของคนงานในการพิจารณาปรับตั้งอุณหภูมิและเวลาการกวนไส้สับปะรด ซึ่งกระบวนการผลิตไส้พายสับปะรดครั้งละ 130 กิโลกรัม เกิดการสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการผลิตทำให้หลังการผลิตไส้พายสับปะรดได้น้ำหนักของไส้พายลดลงเฉลี่ย129.2 กิโลกรัม คิดเป็นน้ำหนักที่สูญเสียโดยเฉลี่ย 0.8 กิโลกรัม/รอบ โดยช่วงระยะเวลาหนึ่งเดือนทำการผลิตจำนวน 400 รอบ เกิดการสูญเสียน้ำหนักไส้พายสับปะรด 320 กิโลกัม/เดือน คิดเป็นต้นทุนมูลค่าไส้พายสับปะรดที่สูญเสียไป 19,200 บาท/เดือน

ดังนั้นการออกแบบหาค่าพารามิเตอร์ในกระบวนการกวนไส้สับปะรดที่เหมาะสม จะสามารถลดการสูญเสียน้ำหนักไส้พายสับปะรดได้



รูปที่ 1 ผลผลิตเบเกอรี่พาย เดือนกรกฎาคม ถึงเดือนกันยายน 2562

1.1 วัตถุประสงค์งานวิจัย

เพื่อลดน้ำหนักไส้พายสับปะรดที่สูญเสียในการกระบวนการกวนไส้

1.2 ขอบเขตงานวิจัย

ศึกษาการหาค่าพารามิเตอร์ที่ส่งผลต่อการสูญเสียน้ำหนักไส้สับปะรดจากเครื่องกวนไส้อัตโนมัติ

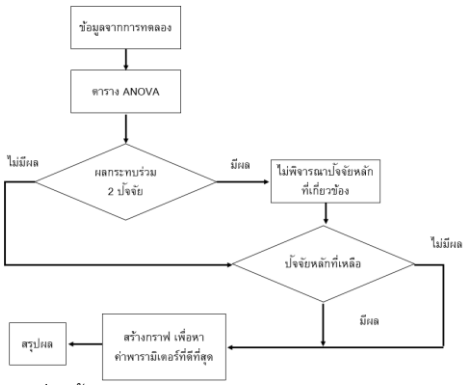
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถลดน้ำหนักไส้พายสับปะรดที่สูญเสียในการผลิตได้

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ประไพศรีและพงศ์ชนัน (2551) การทดลองแบบแฟคทอเรียลเต็มรูป (Full Factorial Experiment) เป็นการทดลองที่ทำขึ้นเพื่อศึกษาผลกระทบระหว่างปัจจัยตั้งแต่ 2 ปัจจัยขึ้นไป ผู้ทดลองไม่จำเป็นจะต้องทำการศึกษาปัจจัยแต่ละปัจจัยที่จำนวนระดับเท่ากัน ขึ้นอยู่กับความสำคัญของปัจจัย ปัจจัยที่ต้องศึกษาละเอียดจะใช้จำนวนระดับที่มีค่ามาก โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ความแปรปรวนดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ด้วยตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวน ที่มา : ประไพศรีและพงศ์ชนัน (2551)

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จิตรลดา และนันทชัย (2557) พบความเสียหายของบรรจุภัณฑ์ด้านในที่ใช้บรรจุหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ชนิดหลอดตรงเป็นจำนวนมาก ซึ่งมีปริมาณของเสียเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ8.43 ของบรรจุภัณฑ์ทั้งหมด ทำการสร้างแผนภูมิก้างปลาสำหรับจำแนกสาเหตุของปัญหาของเสียที่เกิดขึ้น และเลือกปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลมากที่สุด 3 ปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิหม้อกาว แรงดันลมหม้อกาว และระยะการเปลี่ยนไส้กรองหม้อกาว จากนั้นใช้การทดลองเชิงแฟกทอเรียลเต็มรูปแบบ 3 ระดับ ผลการทดลองพบว่าระดับของปัจจัยที่เหมาะสมที่สุดของทั้ง

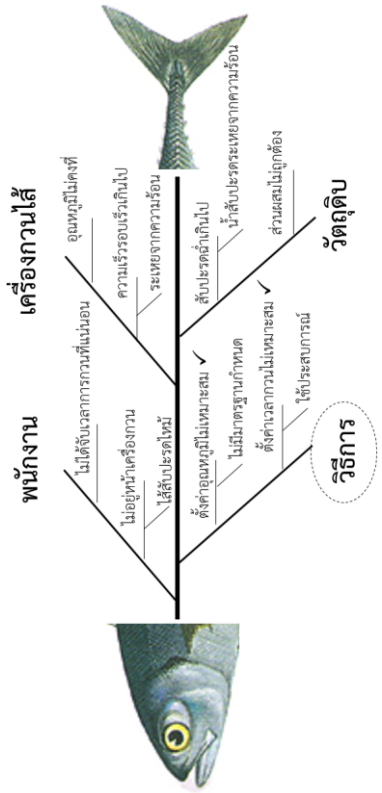
3 ปัจจัย คือ อุณหภูมิหม้อกาวที่ระดับ 170 องศาเซลเซียส แรงดันลมหม้อกาวที่ระดับ 1.2 บาร์ และระยะการเปลี่ยนไส้กรองที่ 1 สัปดาห์ เมื่อนำระดับของปัจจัยดังกล่าวไปใช้ในการผลิตจริงพบว่าสามารถลดปริมาณของเสียเฉลี่ยของบรรจุภัณฑ์ลงจากเดิมร้อยละ 8.43 เหลือร้อยละ 1.80 คิดเป็นมูลค่าของเสียที่ลดลงประมาณ 9 ล้านบาทต่อปี

บุญชัย และณัฐธยาน์ (2559) ศึกษาระดับปัจจัยเพื่อลดของเสียจากกระบวนการบรรจุที่เกิดจากอาการซองรั่วในการปรับตั้งค่าเครื่องจักรโดยใช้หลักการออกแบบการทดลองเชิงแฟคทอเรียล 2^k จากการวิเคราะห์พบว่าประกอบด้วย 4 ปัจจัยหลักได้แก่ ความเร็วรอบ อุณหภูมิ แรงกด และเวลาในการซีล ผลที่ได้จากการทดลองพบว่าระดับปัจจัยในการปรับตั้งเครื่องจักรที่เหมาะสม คือ ความเร็วรอบ 60 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 157 องศาเซลเซียส แรงกด 6 bar และเวลาในการซีล 0.5 วินาที เมื่อนำผลจากการวิจัยมาใช้ในการทำงานจริงพบว่า มูลค่าของเสีย ที่เกิดจากอาการซองรั่วลดลงจากเดิม 855,571.72 บาท เหลือ 596,482.21 บาท คิดเป็นอัตราลดลง ร้อยละ 30.29

พันธนนท์ และวรวุฒิ (2559) โรงสีไฟโชคไพสิฐจำกัด เป็นโรงงานที่ทำการผลิตข้าวเหลืองประทิว ซึ่งพบปัญหาในกระบวนการผลิตขั้นตอนสุดท้ายก่อนบรรจุกระสอบ คือการนำข้าวสารที่ได้ผ่านเครื่องคัดแยกข้าวดีและข้าวเสีย ใช้เวลานานเป็นคอขวด (Bottle Neck) ของกระบวนการผลิต จึงมีการออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยกข้าว พร้อมทั้งกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของเครื่องคัดแยกข้าว จากการศึกษากระบวนการผลิตข้าวเหลืองประทิว ปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนองมากที่สุด คือความละเอียดในการคัดเลือกของช่องปฐมภูมิ ความละเอียดในการคัดเลือกของช่องทุติยภูมิ ความเร็วเครื่อง ของช่องปฐมภูมิ ความเร็วเครื่องของช่องทุติยภูมิ ความดันลมของหัวเป่า ใช้เครื่องมือออกแบบการทดลองคือแบบแฟคทอเรียลเต็มรูป สามารถลดเวลาในการคัดแยกข้าวเมื่อเทียบกับการทำงานในปัจจุบันได้ 38.68 เปอร์เซ็นต์

3. วิธีการวิจัย

การผลิตไส้พายสับปะรดของโรงงานตัวอย่างเกิดการสูญเสียน้ำหนักของไส้พายในระหว่างการกวนไส้ ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุด้วยแผนภาพก้างปลาดังรูปที่ 3 เมื่อพิจารณาปัจจัยที่เกิดจากคนพบว่า การกวนไส้พายนั้นพนักงานใช้ความรู้สึกและประสบการณ์ในการทำงานไม่ได้มีการระบุค่าพารามิเตอร์ที่ชัดเจนให้กับพนักงานผู้ปฏิบัติ สำหรับเครื่องกวนไส้สับปะรดเป็นเครื่องจักรที่ได้รับการบำรุงรักษาตามรอบเวลาที่กำหนด สามารถทำงานได้ขึ้นอยู่กับการปรับตั้งค่าต่าง ๆ ตามที่ผู้ใช้งานกำหนด และวัตถุดิบที่เป็นเนื้อสับปะรดได้ถูกคัดสรรคุณภาพจากผู้ผลิตจึงไม่ใช่สาเหตุหลักของปัญหา แต่ปัจจัยที่สำคัญคือวิธีการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์อุณหภูมิและระยะเวลาในการกวน ไม่เหมาะสมใช้ความชำนาญของพนักงานในการกำหนดค่าพารามิเตอร์ จึงทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักไส้พายสับปะรด ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้วิธีการออกแบบการทดลองแบบแฟคทอเรียลเต็มรูป ในลักษณะเดียวกับ พันธนนท์ และวรวุฒิ (2559) เพื่อเป็นเครื่องมือในการแก้ไขปัญหา โดยทำการทดลองหาค่าระดับปัจจัยเบื้องต้นในการกวนไส้พายสับปะรด พบว่าค่าอุณหภูมิที่ใช้กวนไส้พายสับปะรด ที่ 210 และ 215 องศาเซลเซียสเป็นช่วงอุณหภูมิที่ทำให้ไส้พายสับปะรด มีคุณภาพและน้ำหนักอยู่ในเกณฑ์ที่ต้องการ และเวลาที่ใช้ในการกวนไส้พายสับปะรด ที่ 40 41 42 43 44 และ 45 นาที เป็นระยะเวลากวนไส้พายที่สามารถทำได้ ซึ่งหากใช้เวลากวนน้อยกว่า 40 นาที จะทำให้ไส้พายสับปะรดไม่ผสมเข้ากันได้ดี หรือถ้าใช้เวลามากกว่า 45 นาที จะทำให้ไส้พายสับปะรดเริ่มไหม้และแห้งลง ยิ่งก่อให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักมากขึ้น และทำการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

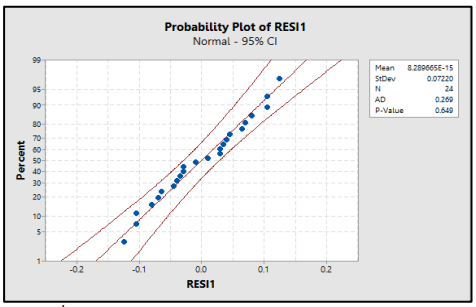


รูปที่ 3 วิเคราะห์สาเหตุด้วยแผนภาพก้างปลา

4. ผลและการวิเคราะห์ผลการวิจัย

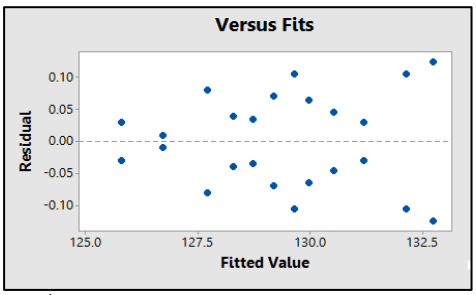
จากการออกแบบการทดลองแบบแฟคทอเรียลเต็มรูป Montgomery (2001) ได้กล่าวไว้ว่า ก่อนการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล ควรจะตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องของข้อมูลที่ได้ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลสอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้น ดังรูปที่ 4 แสดงการตรวจสอบส่วนตกค้าง (Residual) ของข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติที่ค่า P value = 0.649 รูปที่ 5 การตรวจสอบความเป็นอิสระ (Independent) มีการกระจายอย่างเป็นอิสระต่อกัน รูปที่ 6 เป็นการตรวจสอบความเสถียรของความแปรปรวน (Variance stability) โดยใช้แผนภูมิการกระจายของค่าความคลาดเคลื่อน ซึ่งพบว่าส่วนตกค้างมีการกระจายตัวสม่ำเสมอ ทั้งทางบวกและทางลบ แสดงให้เห็นว่าข้อมูลมีความเสถียรของความแปรปรวน

ดังนั้นจากรูปที่ 4 ถึงรูปที่ 6 พบว่าค่าส่วนตกค้างที่ได้จากการทดลองเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นทุกประการ จึงสรุปได้ว่าการทดลองชุดนี้ มีความน่าเชื่อถือสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปวิเคราะห์ความแปรปรวน และจากผลวิเคราะห์เพื่อหาอิทธิพลร่วมของปัจจัย ที่เกณฑ์น้ำหนักไส้พายสับปะรดที่ต้องการ 130 กิโลกรัม ได้ผลดังตารางที่ 1

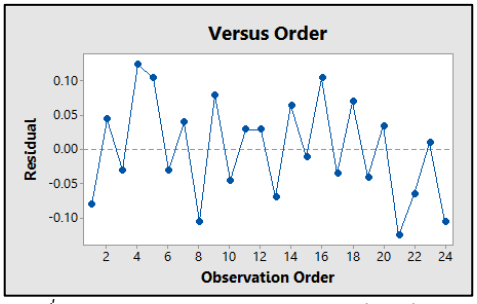


รูปที่ 4 กราฟความน่าจะเป็นแบบปกติของส่วนตกค้าง

จากตารางที่ 1 อุณหภูมิ และระยะเวลา มีค่า P-Value น้อยกว่า 0.05 สรุปได้ว่าทั้งสองปัจจัยมีผลต่อน้ำหนักของไส้พายสับปะรด แต่ไม่ผลกระทบร่วมของทั้งสองปัจจัย P-Value > 0.05 จึงทำการวิเคราะห์ เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมของแต่ละปัจจัยที่เหลือ ตามขั้นตอนพบว่าสภาวะที่เหมาะสมได้ค่าอุณหภูมิ 212.5 เซลเซียส และระยะเลาในการกวนไส้พายสับปะรด 41.8 นาที ดังรูปที่ 7



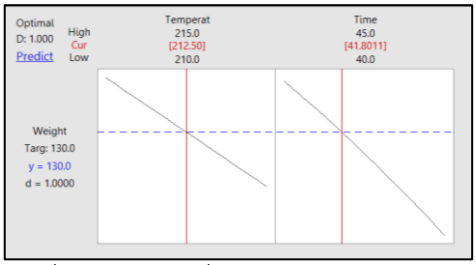
รูปที่ 5 แผนภูมิการกระจายส่วนตกค้างในแต่ละระดับของปัจจัย



รูปที่ 6 แผนภูมิการกระจายของส่วนตกค้างกับลำดับของข้อมูล

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
อุณหภูมิ	1	49.99	49.99	49.99	5003.88	0.00
ระยะเวลา	5	46.73	46.73	9.34	935.47	0.00
อุณหภูมิและระยะเวลา	5	0.02	0.02	0.00	0.48	0.78
Error	12	0.11	0.11	0.01		
Total	23	96.87				
S = 0.0995	R-sq = 99.88%		R-sq (adj) = 99.76%			



รูปที่ 7 ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการกวนไส้สับปะรด

จากผลของการวิเคราะห์ในรูปที่ 7 ค่าความพึงพอใจโดยรวมของผลตอบ (composite desirability: D) D = 1.00 ค่าความพึงพอใจมีค่าอยู่ระหว่าง 0 –1 ถ้าหาก D มีค่าเท่ากับ 1 หมายถึง ผลตอบนั้นเหมาะสมที่สุดของปัจจัย

ทำการเปรียบเทียบน้ำหนักของไส้สับปะรดก่อนและหลังการปรับปรุง เพื่อเป็นการยืนยันว่าจุดเหมาะสมที่ได้จากผลการวิจัยเป็นสภาวะการทำงานใหม่ที่เหมาะสม ได้ทำการทดลองปรับตั้งอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการกวนดังกล่าวข้างต้น โดยกำหนดอุณหภูมิในการกวนไส้พายสับปะรดที่ 213 องศาเซลเซียส และเวลาที่ 42 นาที จากนั้นทำการทดลองเก็บตัวอย่างทั้งหมด 20 ตัวอย่าง พบว่าน้ำหนัก ของไส้พายสับปะรดเฉลี่ยอยู่ที่ 130.074 กิโลกรัม ซึ่งใกล้เคียงกับค่าเกณฑ์น้ำหนักไส้สับปะรดที่กำหนด ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 น้ำหนักของไส้พายสับปะรด

ลำดับ	Response	ลำดับ	Response
1	129.58	11	130.37
2	130.13	12	130.06
3	129.91	13	129.58
4	130.25	14	130.32
5	129.93	15	130.25
6	130.31	16	130.39
7	130.23	17	129.84
8	129.82	18	130.18
9	130.39	19	130.24
10	129.87	20	129.83
n=20	Mean = 130.074		

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าระดับปัจจัยที่เหมาะสม ในการกวนไส้พายสับปะรดคือ อุณหภูมิที่ 213 องศาเซลเซียส และเวลา 42 นาที เป็นระดับปัจจัยที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งสามารถลดปัญหาน้ำหนักไส้พายสับปะรดหลังการกวนไส้ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด โดยก่อนการปรับปรุงน้ำหนักเฉลี่ยของไส้พายสับปะรด 129.2 กิโลกรัม/รอบ หลังการปรับปรุงน้ำหนักเฉลี่ยของไส้พายสับปะรด 130.074 กิโลกรัม/รอบ ดังนั้นสามารถลดการสูญเสียน้ำหนักไส้พายสับปะรดได้ 0.8 กิโลกรัม/รอบ ในระยะเวลาหนึ่งเดือนทำการผลิตพายไส้สับปะรด 400 ครั้ง สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักไส้สับปะรดได้ 320 กิโลกรัม/เดือน คิดเป็นมูลค่า 19,200 บาท/เดือน หรือ 230,400 บาท/ปี

5. สรุป

การปรับปรุงคุณภาพการผลิตพายไส้สับปะรด โดยใช้การออกแบบการทดลองมาช่วยกำหนดค่าพารามิเตอร์ในการกวนไส้พายสับปะรด พบว่าปัจจัยอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการกวนเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อน้ำหนักของไส้พายสับปะรดที่สูญเสียไป ทำการ

วิเคราะห์ทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการกวนไส้พายสับปะรดได้ค่าอุณหภูมิที่ใช้ ในการกวน 213 เซลเซียส และระยะเวลาที่ใช้ในการกวน 42 นาที เป็นค่าระดับปัจจัยที่ส่งผลให้น้ำหนักไส้พายสับปะรดอยู่ในระดับเป้าหมายที่ต้องการ สามารถลดต้นทุนการสูญเสียน้ำหนักไส้พายสับปะรดได้ 230,400 บาท/ปี

การกำหนดค่าระดับปัจจัยในการกวนไส้พายสับปะรดด้วยวิธีการออกแบบการทดลองสามารถช่วยลดต้นทุนที่สูญเสียน้ำหนักในกระบวนการกวนได้ จึงควรนำแนวทางไปปรับปรุงหาค่าพารามิเตอร์ระดับปัจจัยที่เหมาะสมในการกวน ไส้ข้าวโพด และไส้เผือกต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] ประไพศรี สุทัศน์ ณ อยุธยา และพงศ์ชนัน เหลืองไพบูลย์, การออกแบบและวิเคราะห์การทดลอง, สำนักพิมพ์ ท้อป จำกัด, 2551

[2] จิตรลดา เลิศกิตติกุล และนันทชัย กานตานันทะ, การลดของเสียของบรรจุภัณฑ์ด้วยการออกแบบการทดลอง, วิศวกรรมสารมหาวิทยาลัยขอนแก่น, ปีที่ 19 ฉบับที่ 6 ก.ย.- ธ.ค. 2557

[3] บุญชัย แซ่สิ้ว ณัฐธยาน์ โสกุล, การลดของเสียในขั้นตอนกระบวนการบรรจุ โดยการประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลอง กรณีศึกษา: บริษัทผลิตขนมขบเคี้ยว, วารสารวิชาการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง,ปีที่ 9 ฉบับที่ 2 ก.ค.- ธ.ค. 2559

[4] พันธนนท์ ลิ้มโพธิ์แดน และวรวุฒิ หวังวัชรกุล,การออกแบบการทดลองเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยกข้าว, ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2559

[5] D.C. Montgomery, Design and Analysis of Experiments, 5thedition, The United States of America: John Wiley & Sons, Inc., 2001.