รายงานปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

ประสิทธิภาพของเครื่องควบคุมอุณหภูมิในการเตรียมโคจิ

(Efficiency of Temperature Controller for Koji Preparation)

โดย

นายปรัชญา เบี้ยไธสง

B 352200

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปฏิบัติงาน ณ

ห้างหุ้นส่วนจำกัด คิกโคเดน

154 หมู่ 1 ซอยสี่ศอก ถนนเทพารักษ์ กิ่งอำเภอบางเสาธง

จังหวัดสมุทรปราการ

สารบัญเรื่อง

หน้า

จดหมายนำส่งรายงาน ก

กิตติกรรมประกาศ ข

บทคัดย่อ ค

รายงานปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

บทนำ 1

วัตถุประสงค์การเรียนรู้ 1

งานที่ได้รับมอบหมาย 1

สรุปผลการปฏิบัติงาน 5

ประสิทธิภาพของเครื่องควบคุมอุณหภูมิในการเตรียมโคจิ

บทนำ 6

วิธีการทดลอง 8

ผลการทดลอง 9

สรุปผลการทดลอง 10

ข้อเสนอแนะ 10

ภาคผนวก

- การคำนวณทางสถิติ 11
- วิธีการตรวจคุณภาพ 16
- ข้อมูลการทดลอง 25

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงอุณหภูมิโดยเฉลี่ยของข้าวในแต่ละถาดในกะบะบ่มเชื้อ ตลอดช่วงระยะเวลาที่ติดตามผล	9
2	แสดงความแตกต่างของอุณหภูมิโดยเฉลี่ยของข้าวในแต่ละถาดตลอดช่วง เวลาการทดลอง เปรียบเทียบกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %	10
ตาราง		
ก.	แสดงผลการเปรียบเทียบโดยวิธี LSD	12
ข.	แสดงความแตกต่างของอุณหภูมิโดยเฉลี่ย (°c) ของข้าวแต่ละถาดในแต่ละช่วงเวลา	12
ค.	แสดงค่า SSR และ LSR ที่ระดับ 0.05 df = ∝	14
ตาราง ผ.		
1.	การกระจายของค่า t	18
2.	การกระจายของค่า F	19
3.	ตาราง SSR สำหรับ DMRT	23

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่

1	แผนผังการจัดองค์กรของห้างหุ้นส่วนจำกัด คิกโคเดน	2
2	แผนผังแสดงกระบวนการผลิตซีอิ๊ว	3-4
3	แผนกระบวนการผลิตมิโสะ	6-7
4	แสดงการจัดวางถาดใส่ข้าวในกระบะบ่มเชื้อ	8
5	กราฟแสงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโดยเฉลี่ยของข้าวภายในกระบะกับช่วงเวลาต่างๆ หลังจากเชื้อเริ่มเจริญ	9

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

จดหมายนำส่งรายงาน

30 สิงหาคม 2542

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร อ.ดร. ปิยะวรรณ กาสลัก

ตามที่ข้าพเจ้า นายปรัชญา เบี้ยไธสง นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้ไปปฏิบัติงานสหกิจศึกษา (รหัสวิชา 305 499) ระหว่างวันที่ 11 พฤษภาคม ถึง 27 สิงหาคม 2542 ในตำแหน่งผู้ช่วยฝ่ายควบคุมคุณภาพ ณ ห้างหุ้นส่วนจำกัด คิกโคเคน และได้รับมอบหมายจาก job supervisor ให้ทำรายงานเรื่อง ประสิทธิภาพของเครื่องควบคุมอุณหภูมิในการเตรียมโคจิ (Efficiency of Temperature Controller for Koji Preparation)

บัดนี้การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดลงแล้ว ข้าพเจ้าจึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมนี้ จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(นายปรัชญา เบี้ยไธสง)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กิตติกรรมประกาศ

จากการที่ข้าพเจ้าได้ออกปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ ห้างหุ้นส่วนจำกัด คิกโคเคน ตั้งแต่วันที่ 11 พฤษภาคม ถึงวันที่ 27 สิงหาคม 2542 ทำให้ข้าพเจ้าได้ความรู้และประสบการณ์ในการทำงานที่มีค่า จากการปฏิบัติงานในครั้งนี้ ทั้งนี้การปฏิบัติงานของข้าพเจ้าสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับความร่วมมือและความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจากบุคคลหลายฝ่ายดังต่อไปนี้

1. คุณ ชัชวาล สุมากุล ผู้จัดการโรงงาน ห้างหุ้นส่วนจำกัด คิกโคเคน
2. คุณ ศุภชัย ฟ้าขลิบทอง หัวหน้าฝ่ายควบคุมคุณภาพ ซึ่งเป็น co-op supervisor ผู้ให้ความรู้ อบรมสั่งสอน และดูแลข้าพเจ้าอย่างใกล้ชิดตลอดระยะเวลาปฏิบัติงาน

ข้าพเจ้าใคร่ขอกราบขอบพระคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนสนับสนุนให้รายงานนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

(นายปรัชญา เบี้ยไธสง)
ผู้จัดทำรายงาน
สิงหาคม 2542

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทคัดย่อ

ในการศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องในการควบคุมอุณหภูมิภายในกระบะบ่มเชื้อสำหรับเตรียมโคจิทำมิโสะ ทำการวัดอุณหภูมิของถาดใส่โคจิทุกถาดทั้ง 9 ถาด หลังจากเชื้อเริ่มมีการเจริญเติบโต โดยบันทึกการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิทุก 2 ชั่วโมง ทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในกระบะเปรียบเทียบกับอุณหภูมิควบคุมโดยวิธี LSD ที่ระดับ 95 และ 99 %และวิเคราะห์ความแตกต่างของอุณหภูมิในแต่ละถาดโดยวิธี DMRT ที่ระดับ 95 %

การทดลองพบว่าประสิทธิภาพในการควบคุมอุณหภูมิของเครื่องไม่ดี อุณหภูมิโดยเฉลี่ยในกระบะสูงกว่าอุณหภูมิที่ควบคุมไว้ (ความเชื่อมั่น 99 %) และมีความแตกต่างของอุณหภูมิในแต่ละถาด (ความเชื่อมั่น 95 %)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

บทนำ

ห้างหุ้นส่วนจำกัด คิกโคเคน เป็นสถานประกอบการขนาดเล็ก ตั้งอยู่ที่ 154 ม. 1 ถ. เทพารักษ์ ต. บางเสาธง กิ่ง อ. บางเสาธง จ. สมุทรปราการ มีเนื้อที่ประมาณ 3 ไร่ มีพนักงานทั้งสิ้น 40 คน ประกอบกิจการผลิตซีอิ๊วญี่ปุ่น มิโสะ ลูกชิ้นปลา (คามาโบโกะ) และเต้าหู้ มีการจัดองค์กรดังรูปที่ 1

ในการออกปฏิบัติงานที่ห้างหุ้นส่วนจำกัดคิกโคเคนได้ปฏิบัติงานอยู่ฝ่ายควบคุมคุณภาพในตำแหน่งผู้ช่วยผู้ควบคุมคุณภาพ มีหน้าที่ในการตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยมี co-op supervisor คือ คุณ ศุภชัย ฟ้าขลิบทอง ซึ่งเป็นหัวหน้าฝ่ายควบคุมคุณภาพของโรงงาน ระยะเวลาในการปฏิบัติงานเริ่มตั้งแต่วันที่ 11 พฤษภาคม ถึงวันที่ 27 สิงหาคม 2542 รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 109 วัน

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการเรียนรู้และพัฒนาตนเองจากตำแหน่งและการปฏิบัติงานได้แก่

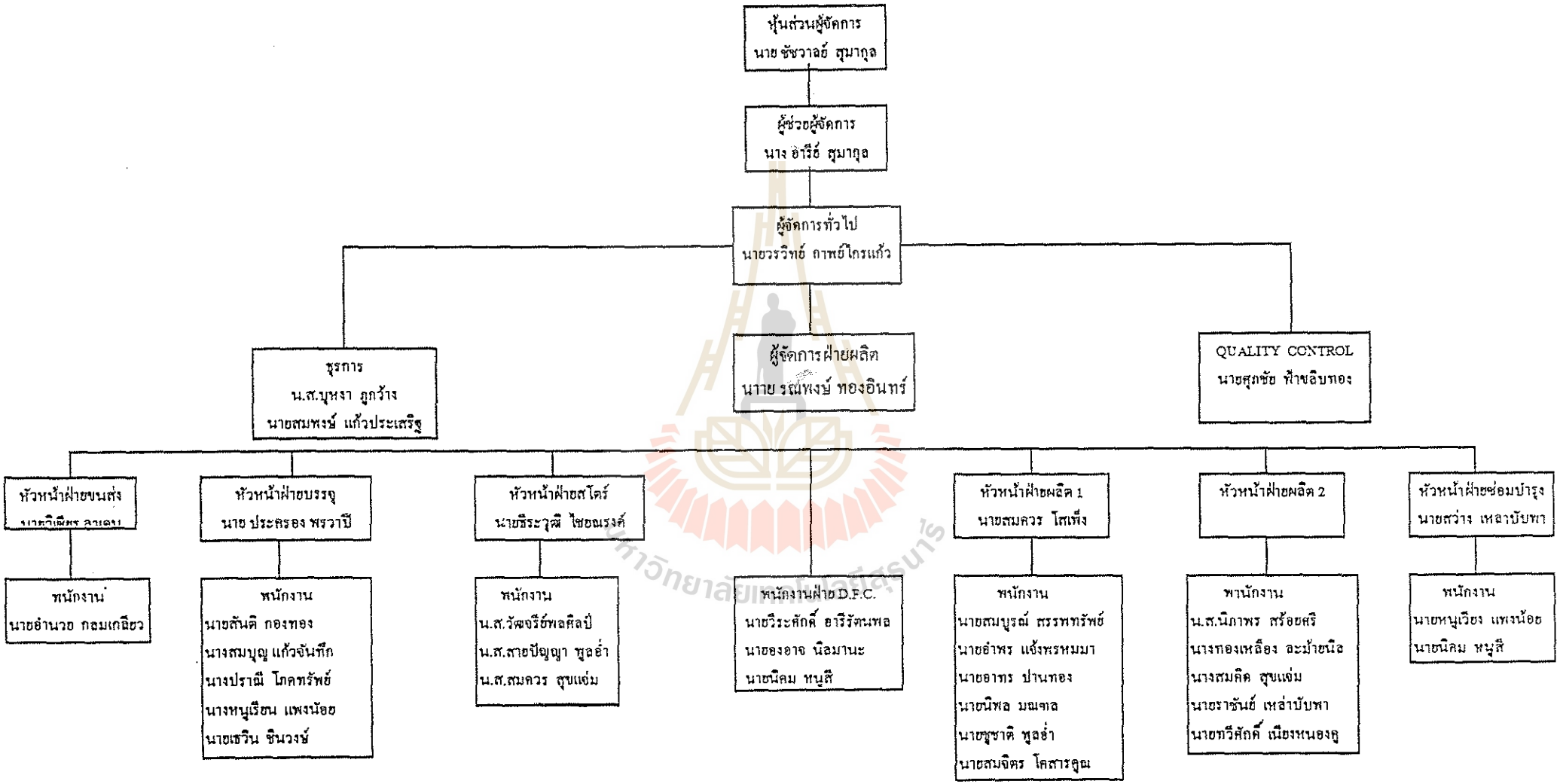
- การนำความรู้ไปใช้
- การเรียนรู้ชีวิตการทำงาน
- การเรียนรู้การทำงานร่วมกับคนอื่น
- การติดต่อสื่อสารกับคนระดับต่างๆ
- การเรียนรู้ภาษา
- ความรับผิดชอบ
- การแก้ปัญหา

งานที่ได้รับมอบหมาย

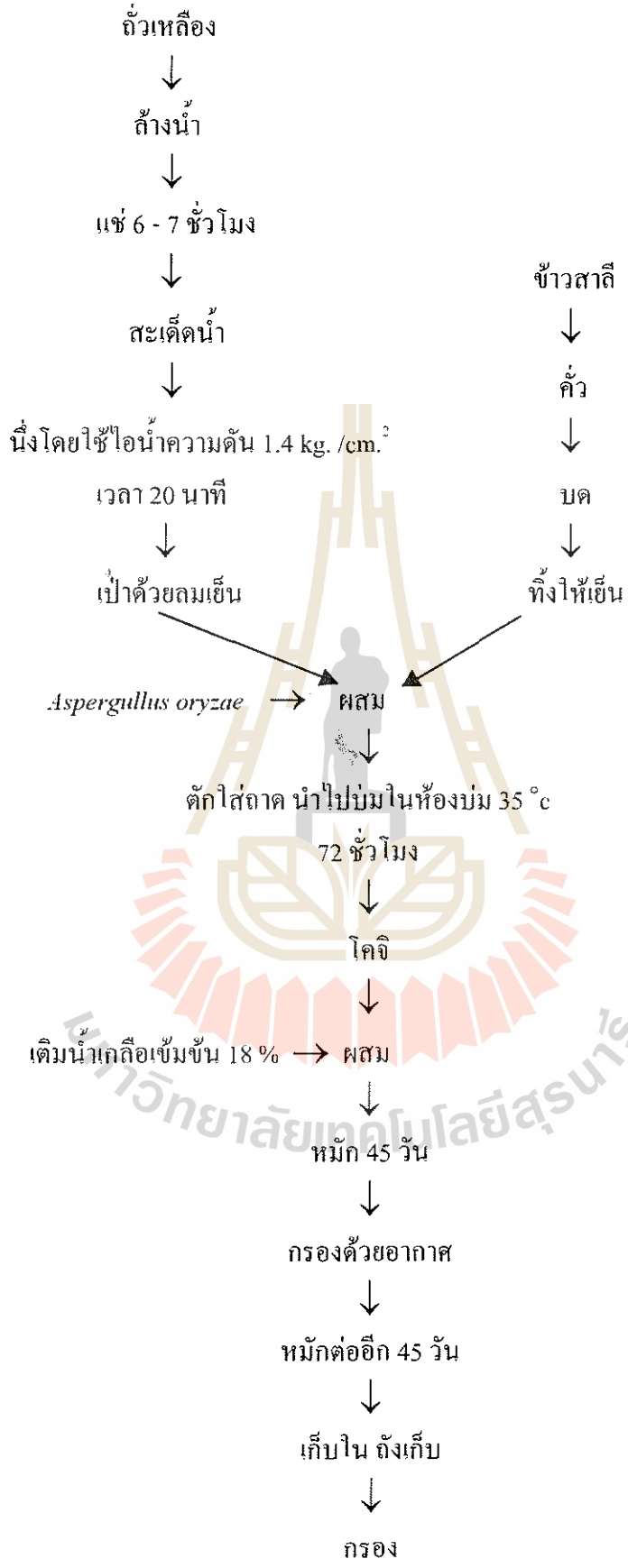
1. การปฏิบัติงานในฝ่ายผลิต

ในช่วงแรกของการปฏิบัติงาน ได้รับมอบหมายให้ไปปฏิบัติงานในสายการผลิตซีอิ๊วและมิโสะ เพื่อให้รู้ถึงการดำเนินงานในสายการผลิต และให้มีประสบการณ์ในการทำงานด้านการผลิตซีอิ๊วและมิโสะ ซึ่งกระบวนการผลิตซีอิ๊วและมิโสะ แสดงไว้ดังรูปที่ 2 และรูปที่ 3 ตามลำดับ สิ่งที่ต้องทำประกอบด้วย การเตรียมหัวเชื้อสำหรับหมักซีอิ๊ว ซึ่งได้แก่การนึ่งถั่วเหลือง จะนึ่งโดยใช้หม้อนึ่งความดันไอน้ำโดยที่ถั่วเหลืองที่แช่แล้ว จะถูกนำใส่ในหม้อนึ่งแล้วทำการนึ่งด้วยไอน้ำ เสร็จแล้วถั่วเหลืองจะถูกส่งไปตามสายพานเพื่อเป่าด้วยลมเย็นแล้วจะทำการโรยเชื้อลงไป หลังจากนั้นจะนำไปผสมในถังผสมกับข้าวสาลีคั่วที่บดแล้ว การคั่วข้าวสาลีจะใช้เครื่องคั่วที่มีลักษณะเป็นถังทรงกระบอกหมุนรอบตัวเองซึ่งพ่นด้วยเปลว

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี


ถั่วเหลือง
ล้างน้ำ
แช่ 6 - 7 ชั่วโมง
สะเด็ดน้ำ
นึ่งโดยใช้ไอน้ำความดัน 1.4 kg. /cm.2
เวลา 20 นาที
เป่าด้วยลมเย็น
ข้าวสาลี
คั่ว
บด
ทิ้งให้เย็น
Aspergillus oryzae
ผสม
ตักใส่ถาด นำไปบ่มในห้องบ่ม 35 °c
72 ชั่วโมง
โคจิ
เติมน้ำเกลือเข้มข้น 18 %
ผสม
หมัก 45 วัน
กรองด้วยอากาศ
หมักต่ออีก 45 วัน
เก็บใน ถังเก็บ
กรอง

↓

ต้มจนซีอิ๊วมีอุณหภูมิ 95 °c เติมสารปรุงแต่ง

↓

ทำให้เย็นจนถึง 60 °c

↓

เก็บในถังเก็บ

รูปที่ 2 แผนผังแสดงรกระบวนการผลิตซีอิ๊ว

ไฟจนมีอุณหภูมิ 160 - 170 °c เมื่อข้าวสาลีผ่านเข้าไปในถังก็จะถูกคั่วและไหลเข้าสู่เครื่องบดซึ่งมีลักษณะเป็นลูกกลิ้งสองลูกเรียงกันและหมุนในทิศทางเข้าหากันทำให้สามารถบดเม็ดข้าวสาลีให้แตกได้ ถังผสมจะมีลักษณะเป็นรางยาวภายในมีใบพัดกวนควบคุมการหมุนโดยมอเตอร์จะทำการกวนผสมและลำเลียงออกจากถังขณะใบพัดหมุน ถั่วและข้าวสาลีจะผสมเข้าด้วยกันและเคลื่อนที่ไปด้วยจนไหลออกจากถังผสมลงสู่ถังรองด้านล่าง หลังจากนั้นพนักงานก็จะตักส่วนผสมนี้ใส่กระด้งไม้ไผ่และเกลี่ยให้ทั่ว แล้วเรียงไว้เป็นชั้นๆ บนรถเข็ญประมาณ 15 ชั้น แล้วนำไปไว้ที่ห้องบ่มเชื้อเพื่อปล่อยให้เชื้อเจริญเป็นเวลา 72 ชั่วโมง โดยควบคุมอุณหภูมิห้องที่ 35 °c

หลังจากเก็บเชื้อในห้องบ่มแล้วก็จะนำเชื้อที่เจริญแล้ว 72 ชั่วโมงไปเทใส่ในถังหมักแล้วเติมน้ำเกลือและหมักไว้ 3 เดือน ทำการกวนด้วยอากาศหลังจากหมักแล้ว 45 วัน เมื่อหมักเสร็จแล้วจะถูกลำเลียงขึ้นถังเก็บเพื่อรอกรอง

การกรองซีอิ๊วใช้วิธีการบีบอัดโดยจะมีพนักงานกรอกซีอิ๊วจากถังเก็บใส่ถุงกรองแล้วนำไปวางซ้อนกันในบ่ออัด แล้วใช้แผ่นไม้วางทับข้างบน หลังจากนั้นก็ทำการกดอัดโดยใช้เครื่องอัดไฮดรอลิค ซึ่งควบคุมโดยปุ่มควบคุม น้ำซีอิ๊วที่ซึมผ่านถุงออกมาจะไหลลงสู่บ่อพักซีอิ๊วดิบ เมื่ออัดแล้วกากซีอิ๊วที่เหลือจะถูกกำจัดทิ้งส่วนหนึ่งอีกส่วนหนึ่งจะถูกนำไปหมักใหม่เพื่อทำซีอิ๊วสูตรอื่น

น้ำซีอิ๊วดิบจากบ่อพักจะถูกลำเลียงด้วยปั๊มไปยังบ่อต้ม การต้มซีอิ๊วจะใช้วิธีการแลกเปลี่ยนความร้อนซึ่งให้ความร้อนโดยใช้ไอน้ำจากเครื่องกำเนิดไอน้ำ โดยลักษณะของเครื่องจะเป็นทรงกระบอก ภายในจะเป็นท่อซีอิ๊วซึ่งวางเรียงซ้อนกันกลับไปกลับมา ท่อไอน้ำจะต่อเข้ากับตัวเครื่อง การทำงานของเครื่องจะอาศัยปั๊มลำเลียงน้ำซีอิ๊วผ่านทางท่อเข้าสู่เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนซึ่งจะต้องเปิดวาล์วให้ไอน้ำผ่านเข้าไป ความร้อนจากไอน้ำก็จะถ่ายเทเข้าสู่น้ำซีอิ๊วไหลลงสู่ถังเดิมและไหลเวียนใหม่จนกระทั่งอุณหภูมิของน้ำจะถึง 95 °c ซึ่งจะมีเครื่องควบคุมอุณหภูมิตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 95 °c ภายในเครื่องจะควบคุมความดันให้ไม่เกิน 4 kg. / $cm.^2$ ช่วงที่ต้มอยู่นี้จะมีการเติมส่วนผสมต่างๆ เพื่อปรุงรสน้ำซีอิ๊วไปด้วยเช่น น้ำตาล ผงชูรส สารกันบูด และอื่นๆ แล้วแต่ชนิดของซีอิ๊ว

หลังจากต้มเสร็จแล้วก็จะทำให้เย็นโดยใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนเครื่องเดิมแต่จะใช้น้ำเย็นแทนไอน้ำ จนมีอุณหภูมิลดลงเหลือ 60 °c จึงปั๊มน้ำซีอิ๊วขึ้นถังเก็บรอการบรรจุและทำเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ อีกต่อไป

2. **การปฏิบัติงานในฝ่ายควบคุมคุณภาพ**

หลังจากปฏิบัติงานที่ฝ่ายผลิตเสร็จแล้ว ได้มาปฏิบัติงานที่ฝ่ายควบคุมคุณภาพโดยมีตำแหน่งเป็นผู้ช่วยผู้ควบคุมคุณภาพ ในการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ว่าได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพเป็นไปตามที่กำหนดหรือไม่ก่อนที่จะขายสินค้าให้ลูกค้า โดยการตรวจจะตรวจทั้งทางกายภาพ เคมี และทางจุลินทรีย์แตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของผลิตภัณฑ์ ซึ่ง co-op supervisor จะเป็นผู้สอนเทคนิควิธีการต่างๆ ให้และให้ปฏิบัติจริงในการตรวจวิเคราะห์

การตรวจคุณภาพซีอิ๊วจะเน้นการตรวจทางเคมีได้แก่การตรวจหาองค์ประกอบต่างๆ ของซีอิ๊ว ได้แก่ น้ำตาล เกลือ อะมิโนไนโตนเจน ค่ากรด1 กรด2 ค่า pH และ pH buffer (ธีการหาแสดงไว้ในภาคผนวกท้ายเล่ม) ส่วนมิโสะจะตรวจ เกลือ อะมิโนไนโตรเจน และ pH ส่วยผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูปจะตรวจทางจุลินทรีย์ ซึ่งจะมีการตรวจ coliform bacteria และ *E. coli* การตรวจเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหม และการตรวจยีสต์และรา โดยการตรวจจะทำการสุ่มตัวอย่างที่ขั้นตอนการบรรจุ

สรุปผลการปฏิบัติงาน

จากการปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมายจาก co-op supervisor งานที่ปฏิบัติสำเร็จลุล่วงตามที่ตั้งใจไว้เป็นอย่างดี แต่มีปัญหาบ้างในช่วงแรกของการปฏิบัติงานเนื่องจากยังขากความชำนาญ ทำให้การปฏิบัติงานล่าช้า แต่เมื่อทำบ่อยครั้งทำให้เกิดความชำนาญมากขึ้น วิธีการที่จะช่วยให้ปฏิบัติงานได้ดีคือพยายามจดจำทุกอย่างที่ co- op supervisor สอนและทบทวนเป็นประจำซึ่งจะช่วยให้การปฏิบัติงานเป็นไปอย่างไม่ติดขัด

การปฏิบัติงานที่คิกโคเดนเป็นไปตามเป้าหมายและวัตถุประสงค์ที่ได้วางเอาไว้ คือ สามารถนำความรู้ทางวิชาการและทางปฏิบัติที่ได้เรียนมาจากมหาวิทยาลัยมาประยุกต์ใช้กับการปฏิบัติงานจริง เป็นการช่วยเพิ่มประสบการณ์การทำงานทำให้เกิดความมั่นใจในการทำงานมาขึ้น และจากการได้ทำงานจริงทำให้มีวุฒิภาวะเพิ่มขึ้น มีความรับผิดชอบมากขึ้นนอกจากนี้ยังได้พัฒนาทักษะอื่นๆ อีกมากมายเช่น การติดต่อ การใช้ภาษา การทำงานร่วมกับคนอื่น นอกจากที่กล่าวมาแล้ว การปฏิบัติงานครั้งนี้ยังได้รับสิ่งอื่นๆ อีกมากมายซึ่งมีประโยชน์ในการนำไปใช้ต่อไปในภายหน้า

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

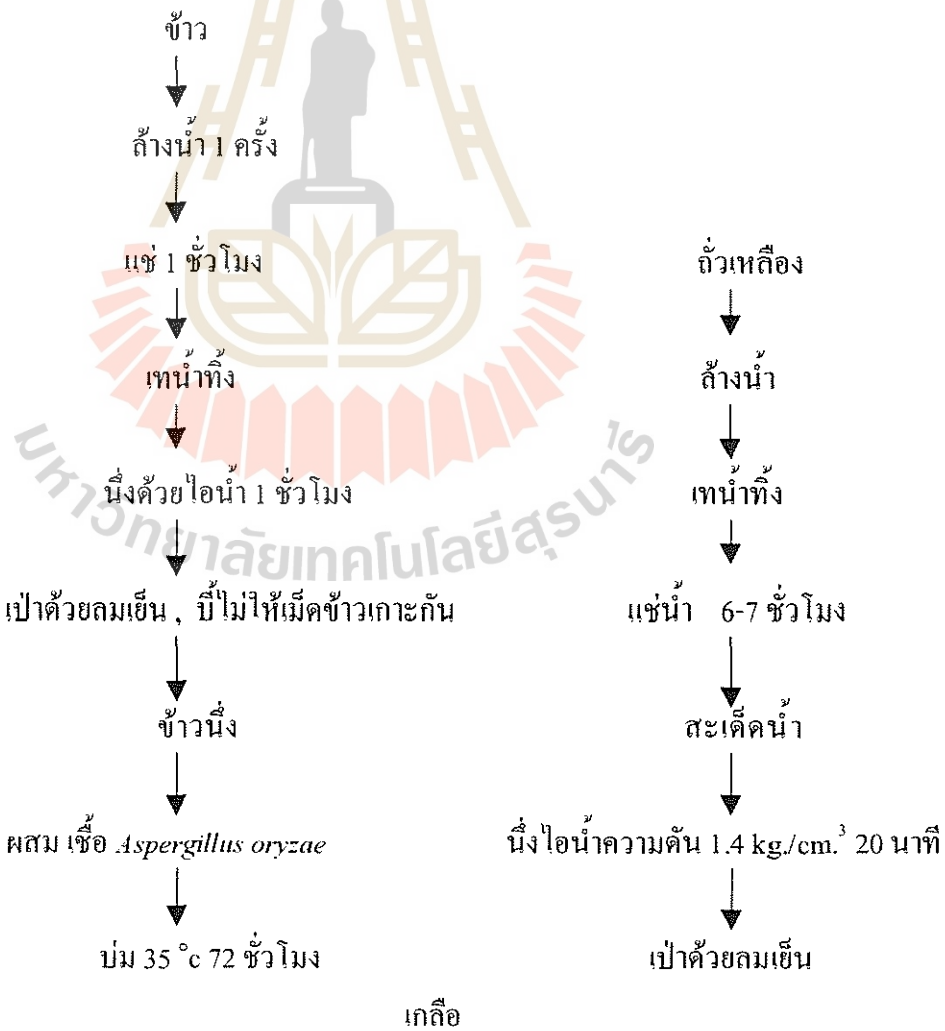
ประสิทธิภาพของเครื่องควบคุมอุณหภูมิในการเตรียมโคจิ

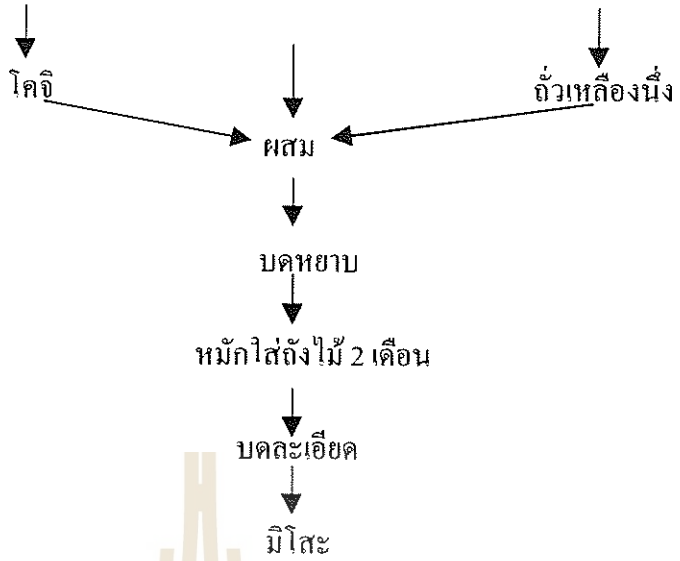
(Efficiency of Temperature Controller by Koji Preparation)

บทนำ

มิโสะ (miso) เป็นอาหารประเภทถั่วเหลืองหมักชนิดหนึ่งของญี่ปุ่นที่นิยมบริโภคกันมาก โดยใช้เพื่อช่วยเพิ่มกลิ่นรสในอาหารต่างๆ มิโสะทำจากการหมักถั่วเหลืองด้วยเชื้อรา *Aspergillus oryzae* โดยเชื้อดังกล่าวจะเจริญได้โดยใช้คาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งพลังงานและจะย่อยโปรตีนในถั่วให้เป็นกรกอะมิโนต่างๆ และให้กลิ่นซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะ เนื่องจากว่าคาร์โบไฮเดรตที่เป็นแหล่งพลังงานของ *Aspergillus oryzae* นี้มีไม่เพียงพอจึงใช้ข้าวผสมลงไปด้วยเพื่อเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตให้สามารถเจริญและย่อยโปรตีนในถั่วได้ดีขึ้น นอกจากนี้กลิ่นจากข้าวยังช่วยให้มิโสะมีกลิ่นที่เป็นที่ต้องการมากขึ้นอีกด้วย

กระบวนการผลิตแสดงได้ดังรูปที่ 3





รูปที่ 3 แผนผังกระบวนการผลิตมิโสะ

กระบวนการผลิตมิโสะประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญคือ

- การเตรียมโคจิ
- การเตรียมถั่วเหลือง
- การผสม
- การหมัก

ขั้นตอนที่สำคัญคือขั้นตอนการเตรียมโคจิ ซึ่งมีผลโดยตรงกับคุณภาพของมิโสะ เพราะถ้าหากโคจิไม่ดี เชื้อมีการเจริญเติบโตน้อย ทำให้การหมักเกิดช้า การย่อยโปรตีนถั่วก็เกิดได้ไม่เต็มที่ การเจริญของเชื้อบนข้าวจะเจริญได้ดีหรือไม่ดีขึ้นอยู่กับอุณหภูมิเป็นสำคัญ การควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสมกับเชื้อจึงมีความสำคัญ จึงจำเป็นต้องใช้เครื่องควบคุมอุณหภูมิ ดังนั้นการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการควบคุมอุณหภูมิภายในกระบะบ่มเชื้อโดยใช้เครื่องควบคุมอุณหภูมิ

วิธีการทดลอง

ทำการทดลองโดยการนำข้าวที่ผสมเชื้อ *Aspergillus oryzae* แล้วใส่ในถาดไม้ทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งพื้นเป็นตะแกรงรวมทั้งหมด 9 ถาดโดยใส่ให้ทั่วถาดและเกลี่ยผิวหน้าให้เรียบ นำทุกถาดไปวางไว้ที่กระบะบ่มเชื้อโดยวางเรียงถาดดังรูปที่ 4 เสร็จแล้วคลุมด้วยผ้าคลุมแล้วเปิดเครื่องควบคุมอุณหภูมิโดยตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 35 °c แล้วทำการวัดอุณหภูมิของข้าวในถาดทั้ง 9 ถาด โดยแต่ละถาดทำการสุ่มวัดอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างๆ 3 ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ย ทำการวัดและบันทึกอุณหภูมิเป็นช่วงเวลาทุกๆ 2 ชั่วโมงหลังจากเชื้อเริ่มเจริญ

ถาดที่ 1	ถาดที่ 4	ถาดที่ 7
ถาดที่ 2	ถาดที่ 5	ถาดที่ 8
ถาดที่ 3	ถาดที่ 6	ถาดที่ 9

รูปที่ 4 แสดงการจัดวางถาดใส่ข้าวในกระบะบ่มเชื้อ

การวิเคราะห์

วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโดยเฉลี่ยของทุกถาดภายในกระบะ ที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาเปรียบเทียบกับอุณหภูมิที่ควบคุม เปรียบเทียบอุณหภูมิแต่ละถาดตลอดเวลาที่ควบคุมว่าแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร และดูคุณภาพของหัวเชื้อว่าเป็นอย่างไรโดยดูลักษณะต่างๆ ที่ปรากฏออกมา

สถิติ

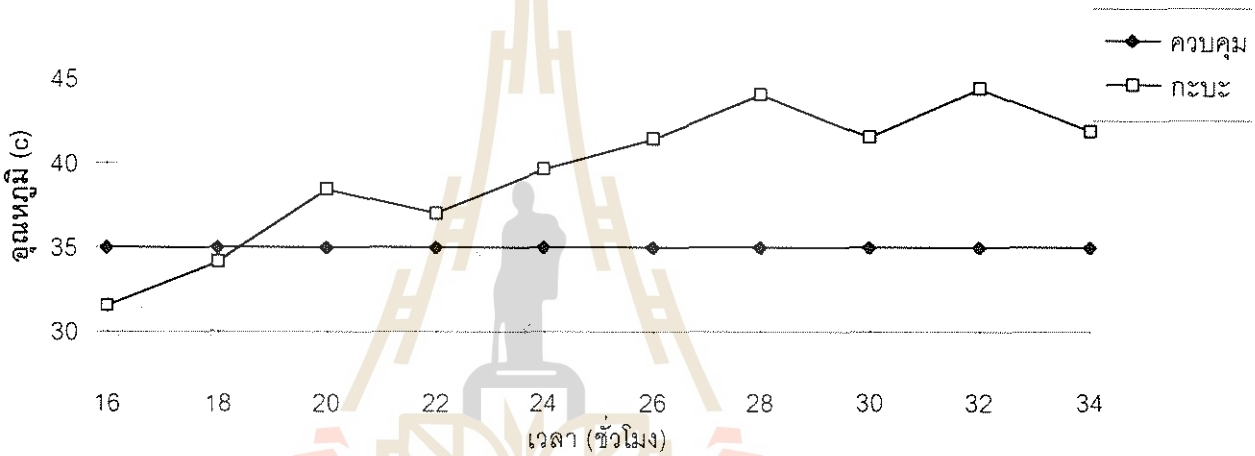
ใช้วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติมาช่วยในการเปรียบเทียบอุณหภูมิโดยวิธี LSD ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างถาดต่างๆ กับอุณหภูมิควบคุม และวิธี DMRT test ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบอุณหภูมิในแต่ละถาดว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลการทดลอง

การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิโดยเฉลี่ยของทุกถาดภายในกระบะบ่มเชื้อแสดงได้ดังกราฟในรูปที่ 3 พบว่าภายหลังจากเชื้อเริ่มมีการเจริญอุณหภูมิจะเริ่มสูงขึ้นจนกระทั่งหลังจากเชื้อเจริญได้ 2 ชั่วโมง อุณหภูมิเฉลี่ยภายในกระบะจะสูงขึ้นจนเกือบเท่ากับ 35 °c หลังจากนั้นอุณหภูมิภายในกระบะจะเริ่มเกินอุณหภูมิควบคุมโดยที่มีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นถึงประมาณ 45 °c และจะไม่ลดลงมาที่ระดับอุณหภูมิควบคุมอีกเลย

รูปที่ 5 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโดยเฉลี่ยของข้าวภายในกระบะกับช่วงเวลาต่างหลังจากเชื้อเริ่มเจริญ



อุณหภูมิของแต่ละถาดโดยเฉลี่ยเปรียบเทียบกับอุณหภูมิที่ควบคุมไว้ที่ 35 °c โดยเครื่องควบคุมแสดงดังตารางที่ 1 พบว่าอุณหภูมิโดยเฉลี่ยของแต่ละถาดจากถาดที่ 1 ถึงถาดที่ 8 นั้นแตกต่างจากอุณหภูมิควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ ส่วนถาดที่ 9 แตกต่างจากอุณหภูมิควบคุมอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ

ตารางที่1 แสดงอุณหภูมิโดยเฉลี่ยของข้าวแต่ละถาดในกระบะบ่มเชื้อตลอดช่วงระยะเวลาที่ติดตามผลเปรียบเทียบกับอุณหภูมิควบคุมที่ 35 °c

ถาดที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9
temp. (°c)	40.57**	39.94**	40.74**	40.78**	37.93**	38.95**	39.83**	38.83**	37.48 *

หมายเหตุ * หมายถึงแตกต่างจาก 35 °c อย่างมีนัยสำคัญ

** หมายถึงแตกต่างจาก 35 °c อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

อุณหภูมิเฉลี่ยเปรียบเทียบกันของแต่ละถาดภายในกระบะแสดงไว้ดังตารางที่ 2 พบว่าถาดที่1 , 3 และ 4 มีอุณหภูมิที่ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ถาดที่ 5 กับ 9 มีอุณหภูมิไม่แตกต่างกันในทางสถิติ แต่ถาดที่ 1 ,3 และ 4 มีความแตกต่างจากถาดที่ 5 กับ 9 อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ถาดที่ 2 , 6 , 7 และ 8 ไม่แตกต่างกัน และไม่แตกต่างจากถาดที่ 1 , 3 ,4 ,5 และ 9 ในทางสถิติ

ตารางที่ 2 แสดงความแตกต่างของอุณหภูมิโดยเฉลี่ยของข้าวในแต่ละถาดตลอดช่วงเวลาการทดลองเปรียบเทียบกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ถาดที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9
temp. (°c)	40.57 ^{a}	39.94 ^{ab}	40.74 ^{a}	40.78 ^{a}	37.93 ^{b}	38.95 ^{ab}	39.83 ^{ab}	38.83 ^{ab}	37.48 ^{b}

หมายเหตุ ตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่แตกต่างกัน

ลักษณะปรากฏของข้าวหลังจากเพาะเชื้อและบ่มในกระบะที่ใช้เครื่องควบคุมอุณหภูมิพบว่า ในทุกถาด ข้าวจะมีลักษณะแห้งแข็งที่บริเวณด้านล่างและข้างๆของกระบะ และนอกจากราที่ใส่ลงไปในข้าวเจริญแล้วยังพบว่ามีราดำเจริญด้วย

สรุป

จากการทดลองการใช้เครื่องควบคุมอุณหภูมิในการควบคุมสภาวะการเจริญของเชื้อ ผลการทดลองสรุปได้ว่า การควบคุมอุณหภูมิของกระบะเพาะเชื้อโดยเครื่องควบคุมไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิของกะบะให้อยู่ในระดับที่ต้องการได้ และแต่ละกระบะพบว่า อุณหภูมิมีความแตกต่างกัน แสดงว่าเครื่องควบคุมอุณหภูมิดังกล่าวนี้มีประสิทธิภาพในการควบคุมอุณหภูมิในกระบะบ่มเชื้อไม่ดี

ข้อเสนอแนะ

ในการควบคุมสภาวะของกระบะเพาะเชื้อมิโสะนั้น การควบคุมอุณหภูมิเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอเนื่องจากว่าการควบคุมอุณหภูมิของเครื่องเป็นลักษณะการเป่าลมเย็นเข้าไปซึ่งมีผลทำให้เกิดการสูญเสียความชื้นในข้าวทำให้หัวเชื้อมิโสะที่ได้มีคุณภาพไม่ดีคือมีลักษณะแข็ง ดังนั้นควรจะมีการควบคุมความชื้นเพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำมากเกินไปควบคู่ไปกับการควบคุมอุณหภูมิด้วย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การคำนวณทางสถิติ

การเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยของถาดต่าง ๆ กับอุณหภูมิควบคุมโดยวิธี LSD

จากตารางข้อมูลการทดลองนำมาหาค่าทางสถิติได้ดังนี้

1. คำนวณค่า ความแปรปรวน (variance ; s^2)

$$s^2 = (x - x)^2 / (n-1)$$

2. คำนวณค่า s_d

$$s_d = [2s^2 / n]^{1/2}$$

3. คำนวณค่า LSD

$$LSD = (t_\alpha)(s_d)$$

t_α คือค่าที่เปิดจากตารางการกระจายค่า t ที่ค่า $\alpha = 0.05, 0.01$ โดยใช้ค่า df error = 9*(30-1) = 261

เพราะฉะนั้น $t_{0.05} = 1.96$ $t_{0.01} = 2.5758$

ถาดที่ 1 $s^2 = [(32.0-40.57)^2+(32.1-40.57)^2+...+(40.5-40.57)^2+(43.5-40.57)^2] / (30-1)$

$= 24.01$

$s_d = [2*24.01 / 30]^{1/2}$

$= 1.26$

$LSD_{0.05} = t_{0.05} \times 1.26$

$= 1.96 \times 1.26$

$= 2.23$

$LSD_{0.01} = t_{0.01} \times 1.26$

$= 2.5758 \times 1.26$

$= 2.94$

เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยของถาดที่ 1 กับอุณหภูมิควบคุมคือ 35 °c ถ้าผลต่างมากกว่าค่า แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง(**) ถ้าผลต่างมากกว่าค่า แต่น้อยกว่าค่า แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (*)

ดังนั้น เปรียบเทียบอุณหภูมิถาดที่ 1 = 40.57 - 35 = 5.57**

คำนวณค่าต่างๆ เหมือนถาดที่ 1 สำหรับทุกถาดได้ค่าดังตาราง ก.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตาราง ก. แสดงผลการเปรียบเทียบโดยวิธี LSD

ถาดที่	อุณหภูมิเฉลี่ย (°c)	s^2	s_d	LSD 0.05	LSD 0.01	เปรียบเทียบ
1	40.57	24.01	1.26	2.47	3.24	5.57**
2	39.94	19.47	1.14	2.23	2.94	4.94**
3	40.74	22.71	1.23	2.41	3.17	5.74**
4	40.78	19.49	1.14	2.23	2.94	5.78**
5	37.93	14.06	0.97	1.90	2.50	2.93**
6	38.95	19.51	1.14	2.23	2.94	3.95**
7	39.83	19.04	1.13	2.21	2.91	4.83**
8	38.83	20.24	1.16	2.27	2.99	3.83**
9	37.47	15.96	1.03	2.02	2.65	2.48*

การเปรียบเทียบอุณหภูมิในแต่ละถาดโดยวิธี DMRT

นำอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลาและแต่ละถาดมาหาอุณหภูมิเฉลี่ยซึ่งได้ผลออกมาดังตาราง

ตาราง ข แสดงอุณหภูมิเฉลี่ย (°c) ข้าวแต่ละถาดในแต่ละช่วงเวลา

Treatment	Block 1	2	.	.	.	.	29	30	รวม T_i	เฉลี่ย $\bar{x}$
1	32.0	32.1	.	.	.	.	.	.	1216.98	40.57
2	.	.	.	.	.	.	.	.	1198.29	39.94
3	.	.	.	.	.	.	.	.	1222.32	40.74
4	.	.	.	.	.	.	.	.	1223.25	40.76
5	.	.	.	.	.	.	.	.	1137.9	37.93
6	.	.	.	.	.	.	.	.	1168.41	38.95
7	.	.	.	.	.	.	.	.	1195.02	39.83
8	.	.	.	.	.	.	.	.	1165.02	38.83
9	.	.	.	.	.	.	42.4	40.7	1124.4	37.48
									10651.59	39.45

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เมื่อ k = จำนวน treatment = 9

n = จำนวน block = 30

ขั้นตอนการคำนวณ

1. $\Sigma X_{ij}^2 = 32^2+32.1^2+...+42.4^2+40.7^2$

$= 425624.52$

2. $\Sigma T_i^2 = 1216.98^2+1198.29^2+...+1165.02^2+1124.4^2$

$= 12616964.09$

3. CF $= (\Sigma T_i)^2 / kn$

$= 10651.59^2 / (9 \times 30)$

$= 420208.78$

4. TSS $= \Sigma X_{ij}^2 - CF$

$= 425624.52 - 420208.78$

$= 5415.74$

5. SSTr $= (\Sigma T_i^2 / n) - CF$

$= (12616964.09 / 30) - 420208.78$

$= 356.69$

6. SSE = TSS - SSTr

$= 5415.74 - 356.69$

$= 5059.05$

8. MSE $= SSE / k(n-1)$

$= 1511.10 / 9(30-1)$

$= 19.38$

9. $S_x = (MSE / n)^{1/2}$

$= (19.38 / 30)^{1/2}$

$= 0.8$

10. LSR $= (S_x)(SSR)$

SSR = ค่าที่ได้จากการเปิดตารางที่ degree of freedom 261 แต่เนื่องจากในตารางมีแค่ 100 จึงใช้ ∞ แทน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ใช้ระดับ 0.05 และ p เริ่มจาก 2 ถึง 9

ตารางแสดงค่า SSR และ LSR ที่ระดับ 0.05 และ df = ∝

	P							
	2	3	4	5	6	7	8	9
SSR	2.77	2.92	3.02	3.09	3.15	3.19	3.23	3.26
LSR	2.22	2.34	2.42	2.47	2.52	2.55	2.58	2.61

เรียงลำดับของค่าเฉลี่ยของแต่ละถาดจากน้อยไปหามาก

T_9	T_5	T_8	T_6	T_7	T_2	T_1	T_3	T_4
37.48	37.93	38.83	38.95	39.83	39.94	40.57	40.74	40.78

เปรียบเทียบผลต่างของแต่ละถาดกับค่า LSR ที่คำนวณได้ โดยค่าที่ติดกันใช้ค่า p = 2 ห่างไป 1 ค่า ใช้ p = 3 ไปเรื่อยๆ ถ้าผลต่างมากกว่าค่า LSR ที่คำนวณได้แสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (*) ถ้าน้อยกว่าที่คำนวณได้แสดงว่าไม่แตกต่าง (ns)

$T_4-T_3 = 0.03 < 2.22^{ns}$ (เปรียบเทียบกับ $LSR_{0.05}$, p = 2)

$T_4-T_1 = 0.21 < 2.34^{ns}$ (เปรียบเทียบกับ $LSR_{0.05}$, p = 3)

$T_4-T_2 = 0.83 < 2.42^{ns}$ (เปรียบเทียบกับ $LSR_{0.05}$, p = 4)

$T_4-T_7 = 0.94 < 2.47^{ns}$ (เปรียบเทียบกับ $LSR_{0.05}$, p = 5)

$T_4-T_6 = 1.83 < 2.52^{ns}$ (เปรียบเทียบกับ $LSR_{0.05}$, p = 6)

$T_4-T_8 = 1.94 < 2.55^{ns}$ (เปรียบเทียบกับ $LSR_{0.05}$, p = 7)

$T_4-T_5 = 2.84 > 2.58^{*}$ (เปรียบเทียบกับ $LSR_{0.05}$, p = 8)

$T_4-T_9 = 3.30 > 2.61^{*}$ (เปรียบเทียบกับ $LSR_{0.05}$, p = 9)

$T_3-T_1 = 0.18 < 2.22^{ns}$ (เปรียบเทียบกับ $LSR_{0.05}$, p = 2)

$T_3-T_2 = 0.80 < 2.34^{ns}$ (เปรียบเทียบกับ $LSR_{0.05}$, p = 3)

$T_3-T_7 = 0.91 < 2.42^{ns}$ (เปรียบเทียบกับ $LSR_{0.05}$, p = 4)

$T_3-T_6 = 1.80 < 2.47^{ns}$ (เปรียบเทียบกับ $LSR_{0.05}$, p = 5)

$T_3-T_8 = 1.91 < 2.52^{ns}$ (เปรียบเทียบกับ $LSR_{0.05}$, p = 6)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

T_3-T_5 = 2.81 > 2.55* (เปรียบเทียบกับ $LSR_{0.05}$, p = 7)

T_3-T_9 = 3.26 > 2.58* (เปรียบเทียบกับ $LSR_{0.05}$, p = 8)

T_1-T_2 = 0.62 < 2.22^{ns} (เปรียบเทียบกับ $LSR_{0.05}$, p = 2)

T_1-T_7 = 0.73 < 2.34^{ns} (เปรียบเทียบกับ $LSR_{0.05}$, p = 3)

T_1-T_6 = 1.62 < 2.42^{ns} (เปรียบเทียบกับ $LSR_{0.05}$, p = 4)

T_1-T_8 = 1.73<2.42^{ns} (เปรียบเทียบกับ $LSR_{0.05}$, p = 5)

T_1-T_5 = 2.64 > 2.52* (เปรียบเทียบกับ $LSR_{0.05}$, p = 6)

T_1-T_9 = 3.09 > 2.55* (เปรียบเทียบกับ $LSR_{0.05}$, p = 7)

T_2-T_7 = 0.11 < 2.22^{ns} (เปรียบเทียบกับ $LSR_{0.05}$, p = 2)

T_2-T_6 = 1.00 < 2.34^{ns} (เปรียบเทียบกับ $LSR_{0.05}$, p = 3)

T_2-T_8 = 1.11 <2.42^{ns} (เปรียบเทียบกับ $LSR_{0.05}$, p = 4)

T_2-T_5 = 2.01 < 2.47^{ns} (เปรียบเทียบกับ $LSR_{0.05}$, p = 5)

T_2-T_9 = 2.46 < 2.52^{ns} (เปรียบเทียบกับ $LSR_{0.05}$, p = 6)

T_7-T_6 = 0.89 < 2.22^{ns} (เปรียบเทียบกับ $LSR_{0.05}$, p = 2)

T_7-T_8 = 1.00 < 2.34^{ns} (เปรียบเทียบกับ $LSR_{0.05}$, p = 3)

T_7-T_5 = 1.90 < 2.42^{ns} (เปรียบเทียบกับ $LSR_{0.05}$, p = 4)

T_7-T_9 = 2.35 < 2.47^{ns} (เปรียบเทียบกับ $LSR_{0.05}$, p = 5)

T_6-T_8 = 0.11 < 2.22^{ns} (เปรียบเทียบกับ $LSR_{0.05}$, p = 2)

T_6-T_5 = 1.02 < 2.34^{ns} (เปรียบเทียบกับ $LSR_{0.05}$, p = 3)

T_6-T_9 = 1.47 < 2.42^{ns} (เปรียบเทียบกับ $LSR_{0.05}$, p = 4)

T_8-T_5 = 0.90 < 2.22^{ns} (เปรียบเทียบกับ $LSR_{0.05}$, p = 2)

T_8-T_9 = 1.35 < 2.34^{ns} (เปรียบเทียบกับ $LSR_{0.05}$, p = 3)

T_5-T_9 = 0.45 < 2.22^{ns} (เปรียบเทียบกับ $LSR_{0.05}$, p = 2)

ใส่สัญลักษณ์แสดงความแตกต่าง

T_9^{b} T_5^{b} T_8^{ab} T_6^{ab} T_7^{ab} T_2^{ab} T_1^{a} T_3^{a} T_4^{a}

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วิธีการตรวจคุณภาพ

1. การหาปริมาณเกลือ

- ปิเปตตัวอย่าง 5 ml. ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 250 ml.
- เติมน้ำกลั่นให้ครบปริมาตร ปิดฝาแล้วเขย่าโดยคว่ำและหงายขวดสลับกัน
- ปิเปตสารละลายตัวอย่างจากขวดปรับปริมาตรมา 5 ml. ใส่ในบิกเกอร์
- เติมสารละลาย 2 % ของ potassium chromate indicator จำนวน 2 หยด
- ไตเตรทด้วย 0.1 N. $AgNO_3$ จนสารละลายเปลี่ยนเป็นตะกอนสีแดงอิฐ จดปริมาตรของ $AgNO_3$ ที่ใช้
- คำนวณเปอร์เซ็นต์เกลือจาก

$$\% NaCl = A \times F \times C \times \frac{0.00585 \times 250 \times 100}{5 \quad 5}$$

เมื่อ A คือปริมาตรของ $AgNO_3$ ที่ใช้

F คือแฟคเตอร์ความเข้มข้นของ $AgNO_3$ ซึ่งได้จากการหาความเข้มข้นที่แน่นอน

โดยที่ F =10 / t เมื่อ t คือปริมาตรของ $AgNO_3$ที่ไตเตรทพอดีกับ 0.1 N. KCl ปริมาตร 10 ml.

ที่โรงงานใช้ $AgNO_3$ ที่มีความเข้มข้นที่แน่นอน 0.1000 N. ซึ่งมีค่า F = 1

C คือค่าคงที่ของซีอิ๊ว = 0.98

0.00585 คือ สมมูลของ 0.1 N. $AgNO_3$ ปริมาตร 1 ml. สมมูลกับ NaCl. 0.00585 g.

250 / 5 คือปริมาตรที่ปรับ / ปริมาตรสารละลายตัวอย่างที่ใช้ไตเตรท

100 / 5 คือ ตัวคูณเพื่อเปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ / ปริมาตรตัวอย่างที่ใช้

ดังนั้น $\% NaCl = \frac{A \times 1 \times 0.98 \times 0.00585 \times 250 \times 100}{5 \quad 5}$

$= A \times 5.733$

2. การหา Amino Nitrogen (A.N.)

- ปิเปตตัวอย่าง 5 ml. ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 250 ml.
- เติมน้ำกลั่นให้ครบปริมาตร ปิดฝาแล้วเขย่าโดยคว่ำและหงายขวดสลับกัน
- ปิเปตสารละลายตัวอย่างจากขวดปรับปริมาตรมา 25 ml. ใส่ในบิกเกอร์
- ไตเตรทด้วยสารละลาย 0.1 N. NaOH ให้ได้ pH ในช่วง 8.3 - 8.5
- เติม formaldehyde ผสมน้ำ 1:1 ปริมาตร 20 ml.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

- ไตเตรทอีกครั้งด้วย 0.1 N. NaOH ให้ได้ pH ในช่วง 8.3 - 8.5 เหมือนเดิม บันทึกปริมาตร NaOHที่ใช้ครั้งหลัง
- คำนวณ A.N. จาก

$$\% \text{ A.N.} = \frac{B \times F \times 0.0014 \times 250 \times 100}{25 \quad 5}$$

เมื่อ B คือปริมาตรของ NaOH ที่ใช้ครั้งหลัง

F = 10 / t เมื่อ t คือปริมาตร NaOH ที่ไตเตรทพอดีกับ 0.1 N. oxalic acid ปริมาตร 10 ml. ที่โรงงานใช้ NaOH ที่มีความเข้มข้นแน่นอน 0.1000 N. ซึ่งมีค่า F = 1

0.0014 คือ สมมูลของ 0.1 N. oxalic acid ปริมาตร 1 ml. สมมูลกับ NaOH 0.0014 g.

250 / 25 คือ ปริมาตรปรับ / ปริมาตรสารละลายที่ใช้ไตเตรท

100/ 5 คือ ตัวคูณเพื่อเปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ / ปริมาตรตัวอย่างที่ใช้

ดังนั้น

$$\% \text{ A.N.} = \frac{B \times 1 \times 0.0014 \times 250 \times 100}{25 \quad 5}$$

$$= B \times 0.28$$

3. **การหากรด1 (TA_1) และกรด2 (TA_2)**

ค่ากรด1 เป็นค่าที่บ่งบอกปริมาณกรดอินทรีย์ที่มีในผลิตภัณฑ์ ส่วนค่ากรด2 เป็นค่าของกรดอะมิโน ซึ่งทั้งสองมีวิธีการหาดังนี้

- ปิเปตตัวอย่าง 10 ml. ใส่ในบิกเกอร์
- เติมน้ำกลั่น 40 ml.
- ไตเตรทกับ 0.1 N. NaOH จนได้ pH 7.0 อ่านปริมาตร NaOH ที่ใช้เป็นค่ากรด1
- ไตเตรทต่อด้วย 0.1 N. NaOH จนได้ pH 8.3 - 8.5 อ่านปริมาตร NaOH ที่ใช้ครั้งหลังเป็นค่ากรด2

4. **การหา pH buffer (BF)**

- ปิเปตซีอิ๊วมา 10 ml. ใส่ในบิกเกอร์
- เติม 0.1 N. NaOH ปริมาตร 6 ml. และเขย่าให้เข้ากัน
- วัด pH แล้วนำ pH ที่ได้ ไปลบออกจาก pH ของซีอิ๊วที่ไม่ได้เติม NaOH จะได้ค่า BF

มหาวิทยาลัยทักษิณ

ตาราง ผ.1 การกระจายของค่า t

Degrees of Freedom	Probability of a Larger Value, Sign Ignored								
	0.500	0.400	0.200	0.100	0.050	0.025	0.010	0.005	0.001
1	1.000	1.376	3.078	6.314	12.706	25.452	63.657		
2	0.816	1.061	1.886	2.920	4.303	6.205	9.925	14.089	31.598
3	.765	0.978	1.638	2.353	3.182	4.176	5.841	7.453	12.941
4	.741	.941	1.533	2.132	2.776	3.495	4.604	5.598	8.610
5	.727	.920	1.476	2.015	2.571	3.163	4.032	4.773	6.859
6	.718	.906	1.440	1.943	2.447	2.969	3.707	4.317	5.959
7	.711	.896	1.415	1.895	2.365	2.841	3.499	4.029	5.405
8	.706	.889	1.397	1.860	2.306	2.752	3.355	3.832	5.041
9	.703	.883	1.383	1.833	2.262	2.685	3.250	3.690	4.781
10	.700	.879	1.372	1.812	2.228	2.634	3.169	3.581	4.587
11	.697	.876	1.363	1.796	2.201	2.593	3.106	3.497	4.437
12	.695	.873	1.356	1.782	2.179	2.560	3.055	3.428	4.318
13	.694	.870	1.350	1.771	2.160	2.533	3.012	3.372	4.221
14	.692	.868	1.345	1.761	2.145	2.510	2.977	3.326	4.140
15	.691	.866	1.341	1.753	2.131	2.490	2.947	3.286	4.073
16	.690	.865	1.337	1.746	2.120	2.473	2.921	3.252	4.015
17	.689	.863	1.333	1.740	2.110	2.458	2.898	3.222	3.965
18	.688	.862	1.330	1.734	2.101	2.445	2.878	3.197	3.922
19	.688	.861	1.328	1.729	2.093	2.433	2.861	3.174	3.883
20	.687	.860	1.325	1.725	2.086	2.423	2.845	3.153	3.850
21	.686	.859	1.323	1.721	2.080	2.414	2.831	3.135	3.819
22	.686	.858	1.321	1.717	2.074	2.406	2.819	3.119	3.792
23	.685	.858	1.319	1.714	2.069	2.398	2.807	3.104	3.767
24	.685	.857	1.318	1.711	2.064	2.391	2.797	3.090	3.745
25	.684	.856	1.316	1.708	2.060	2.385	2.787	3.078	3.725
26	.684	.856	1.315	1.706	2.056	2.379	2.779	3.067	3.707
27	.684	.855	1.314	1.703	2.052	2.373	2.771	3.056	3.690
28	.683	.855	1.313	1.701	2.048	2.368	2.763	3.047	3.674
29	.683	.854	1.311	1.699	2.045	2.364	2.756	3.038	3.659
30	.683	.854	1.310	1.697	2.042	2.360	2.750	3.030	3.646
35	.682	.852	1.306	1.690	2.030	2.342	2.724	2.996	3.591
40	.681	.851	1.303	1.684	2.021	2.329	2.704	2.971	3.551
45	.680	.850	1.301	1.680	2.014	2.319	2.690	2.952	3.520
50	.680	.849	1.299	1.676	2.008	2.310	2.678	2.937	3.496
55	.679	.849	1.297	1.673	2.004	2.304	2.669	2.925	3.476
60	.679	.848	1.296	1.671	2.000	2.299	2.660	2.915	3.460
80	.678	.847	1.293	1.665	1.989	2.284	2.638	2.887	3.416
100	.677	.846	1.290	1.661	1.982	2.276	2.625	2.871	3.390
120	.677	.845	1.289	1.658	1.980	2.270	2.617	2.860	3.373
∝	.6745	.8416	1.2816	1.6448	1.9600	2.2414	2.5758	2.8070	3.2905

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตาราง ผ.2 การกระจายของค่า F

f_2	f_1 Degrees of Freedom (for greater mean square)																								f_2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞	
1	161 4,052	200 4,999	216 5,403	225 5,625	230 5,764	234 5,859	237 5,928	239 5,981	241 6,022	242 6,056	243 6,082	244 6,106	245 6,142	246 6,169	248 6,208	249 6,234	250 6,261	251 6,286	252 6,302	253 6,323	253 6,334	254 6,352	254 6,361	254 6,366	1
2	18.51 98.49	19.00 99.00	19.16 99.17	19.25 99.25	19.30 99.30	19.33 99.33	19.36 99.36	19.37 99.37	19.38 99.39	19.39 99.40	19.40 99.41	19.41 99.42	19.42 99.43	19.43 99.44	19.44 99.45	19.45 99.46	19.46 99.47	19.47 99.48	19.47 99.48	19.48 99.49	19.49 99.49	19.49 99.49	19.50 99.50	19.50 99.50	2
3	10.13 34.12	9.55 30.82	9.28 29.46	9.12 28.71	9.01 28.24	8.94 27.91	8.88 27.67	8.84 27.49	8.81 27.34	8.78 27.23	8.76 27.13	8.74 27.05	8.71 26.92	8.69 26.83	8.66 26.69	8.64 26.60	8.62 26.50	8.60 26.41	8.58 26.35	8.57 26.27	8.56 26.23	8.54 26.18	8.54 26.14	8.53 26.12	3
4	7.71 21.20	6.94 18.00	6.59 16.69	6.39 15.98	6.26 15.52	6.16 15.21	6.09 14.98	6.04 14.80	6.00 14.66	5.96 14.54	5.93 14.45	5.91 14.37	5.87 14.24	5.84 14.15	5.80 14.02	5.77 13.93	5.74 13.83	5.71 13.74	5.70 13.69	5.68 13.61	5.66 13.57	5.65 13.52	5.64 13.48	5.63 13.46	4
5	6.61 16.26	5.79 13.27	5.41 12.06	5.19 11.39	5.05 10.97	4.95 10.67	4.88 10.45	4.82 10.29	4.78 10.15	4.74 10.05	4.70 9.96	4.68 9.89	4.64 9.77	4.60 9.68	4.56 9.55	4.53 9.47	4.50 9.38	4.46 9.29	4.44 9.24	4.42 9.17	4.40 9.13	4.38 9.07	4.37 9.04	4.36 9.02	5
6	5.99 13.74	5.14 10.92	4.76 9.78	4.53 9.15	4.39 8.75	4.28 8.47	4.21 8.26	4.15 8.10	4.10 7.98	4.06 7.87	4.03 7.79	4.00 7.72	3.96 7.60	3.92 7.52	3.87 7.39	3.84 7.31	3.81 7.23	3.77 7.14	3.75 7.09	3.72 7.02	3.71 6.99	3.69 6.94	3.68 6.90	3.67 6.88	6
7	5.59 12.25	4.74 9.55	4.35 8.45	4.12 7.85	3.97 7.46	3.87 7.19	3.79 7.00	3.73 6.84	3.68 6.71	3.63 6.62	3.60 6.54	3.57 6.47	3.52 6.35	3.49 6.27	3.44 6.15	3.41 6.07	3.38 5.98	3.34 5.90	3.32 5.85	3.29 5.78	3.28 5.75	3.25 5.70	3.24 5.67	3.23 5.65	7
8	5.32 11.26	4.46 8.65	4.07 7.59	3.84 7.01	3.69 6.63	3.58 6.37	3.50 6.19	3.44 6.03	3.39 5.91	3.34 5.82	3.31 5.74	3.28 5.67	3.23 5.56	3.20 5.48	3.15 5.36	3.12 5.28	3.08 5.20	3.05 5.11	3.03 5.06	3.00 5.00	2.98 4.96	2.96 4.91	2.94 4.88	2.93 4.86	8
9	5.12 10.56	4.26 8.02	3.86 6.99	3.63 6.42	3.48 6.06	3.37 5.80	3.29 5.62	3.23 5.47	3.18 5.35	3.13 5.26	3.10 5.18	3.07 5.11	3.02 5.00	2.98 4.92	2.93 4.80	2.90 4.73	2.86 4.64	2.82 4.56	2.80 4.51	2.77 4.45	2.76 4.41	2.73 4.36	2.72 4.33	2.71 4.31	9
10	4.96 10.04	4.10 7.56	3.71 6.55	3.48 5.99	3.33 5.64	3.22 5.39	3.14 5.21	3.07 5.06	3.02 4.95	2.97 4.85	2.94 4.78	2.91 4.71	2.86 4.60	2.82 4.52	2.77 4.41	2.74 4.33	2.70 4.25	2.67 4.17	2.64 4.12	2.61 4.05	2.59 4.01	2.56 3.96	2.55 3.93	2.54 3.91	10
11	4.84 9.65	3.98 7.20	3.59 6.22	3.36 5.67	3.20 5.32	3.09 5.07	3.01 4.88	2.95 4.74	2.90 4.63	2.86 4.54	2.82 4.46	2.79 4.40	2.74 4.29	2.70 4.21	2.65 4.10	2.61 4.02	2.57 3.94	2.53 3.86	2.50 3.80	2.47 3.74	2.45 3.70	2.42 3.66	2.41 3.62	2.40 3.60	11
12	4.75 9.33	3.88 6.93	3.49 5.95	3.26 5.41	3.11 5.06	3.00 4.82	2.92 4.65	2.85 4.50	2.80 4.39	2.76 4.30	2.72 4.22	2.69 4.16	2.64 4.05	2.60 3.98	2.54 3.86	2.50 3.78	2.46 3.70	2.42 3.61	2.40 3.56	2.36 3.49	2.35 3.46	2.32 3.41	2.31 3.38	2.30 3.36	12
13	4.67 9.07	3.80 6.70	3.41 5.74	3.18 5.20	3.02 4.86	2.92 4.62	2.84 4.44	2.77 4.30	2.72 4.19	2.67 4.10	2.63 4.02	2.60 3.96	2.55 3.85	2.51 3.78	2.46 3.67	2.42 3.59	2.38 3.51	2.34 3.42	2.32 3.37	2.28 3.30	2.26 3.27	2.24 3.21	2.22 3.18	2.21 3.16	13

ตาราง ผ. 2 (ต่อ)

f_2	f_1 Degrees of Freedom (for greater mean square)																								f_2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞	
14	4.60 8.86	3.74 6.51	3.34 5.56	3.11 5.03	2.96 4.69	2.85 4.46	2.77 4.28	2.70 4.14	2.65 4.03	2.60 3.94	2.56 3.86	2.53 3.80	2.48 3.70	2.44 3.62	2.39 3.51	2.35 3.43	2.31 3.34	2.27 3.26	2.24 3.21	2.21 3.14	2.19 3.11	2.16 3.06	2.14 3.02	2.13 3.00	14
15	4.54 8.68	3.68 6.36	3.29 5.42	3.06 4.89	2.90 4.56	2.79 4.32	2.70 4.14	2.64 4.00	2.59 3.89	2.55 3.80	2.51 3.73	2.48 3.67	2.43 3.56	2.39 3.48	2.33 3.36	2.29 3.29	2.25 3.20	2.21 3.12	2.18 3.07	2.15 3.00	2.12 2.97	2.10 2.92	2.08 2.89	2.07 2.87	15
16	4.49 8.53	3.63 6.23	3.24 5.29	3.01 4.77	2.85 4.44	2.74 4.20	2.66 4.03	2.59 3.89	2.54 3.78	2.49 3.69	2.45 3.61	2.42 3.55	2.37 3.45	2.33 3.37	2.28 3.25	2.24 3.18	2.20 3.10	2.16 3.01	2.13 2.96	2.09 2.98	2.07 2.86	2.04 2.80	2.02 2.77	2.01 2.75	16
17	4.45 8.40	3.59 6.11	3.20 5.18	2.96 4.67	2.81 4.34	2.70 4.10	2.62 3.93	2.55 3.79	2.50 3.68	2.45 3.59	2.41 3.52	2.38 3.45	2.33 3.35	2.29 3.27	2.23 3.16	2.19 3.08	2.15 3.00	2.11 2.92	2.08 2.86	2.04 2.79	2.02 2.76	1.99 2.70	1.97 2.67	1.96 2.65	17
18	4.41 8.28	3.55 6.01	3.16 5.09	2.93 4.58	2.77 4.25	3.66 4.01	2.58 3.85	2.51 3.71	2.46 3.60	2.41 3.51	2.37 3.44	2.34 3.37	2.29 3.27	2.25 3.19	2.19 3.07	2.15 3.00	2.11 2.91	2.07 2.83	2.04 2.78	2.00 2.71	1.98 2.68	1.95 2.62	1.93 2.59	1.92 2.57	18
19	4.38 8.18	3.52 5.93	3.13 5.01	2.90 4.50	2.74 4.17	2.63 3.94	2.55 3.77	2.48 3.63	2.43 3.52	2.38 3.43	2.34 3.36	2.31 3.30	2.26 3.19	2.21 3.12	2.15 3.00	2.11 2.92	2.07 2.84	2.02 2.76	2.00 2.70	1.96 2.63	1.94 2.60	1.91 2.54	1.90 2.51	1.88 2.49	19
20	4.35 8.10	3.49 5.85	3.10 4.94	2.87 4.43	2.71 4.10	2.60 3.87	2.52 3.71	2.45 3.56	2.40 3.45	2.35 3.37	2.31 3.30	2.28 3.23	2.23 3.13	2.18 3.05	2.12 2.94	2.08 2.86	2.04 2.77	1.99 2.69	1.96 2.63	1.92 2.56	1.90 2.53	1.87 2.47	1.85 2.44	1.84 2.42	20
21	4.32 8.02	3.47 5.78	3.07 4.87	2.84 4.37	2.68 4.04	2.57 3.81	2.49 3.65	2.42 3.51	2.37 3.40	2.32 3.31	2.28 3.24	2.25 3.17	2.20 3.07	2.15 2.99	2.09 2.88	2.05 2.80	2.00 2.72	1.96 2.63	1.93 2.58	1.89 2.51	1.87 2.47	1.84 2.42	1.82 2.38	1.81 2.36	21
22	4.30 7.94	3.44 5.72	3.05 4.82	2.82 4.31	2.66 3.99	2.55 3.76	2.47 3.59	2.40 3.45	2.35 3.35	2.30 3.26	2.26 3.18	2.23 3.12	2.18 3.02	2.13 2.94	2.07 2.83	2.03 2.75	1.98 2.67	1.93 2.58	1.91 2.53	1.87 2.46	1.84 2.42	1.81 2.37	1.80 2.33	1.78 2.31	22
23	4.28 7.88	3.42 5.66	3.03 4.76	2.80 4.26	2.64 3.94	2.53 3.71	2.45 3.54	2.38 3.41	2.32 3.30	2.28 3.21	2.24 3.14	2.20 3.07	2.14 2.97	2.10 2.89	2.04 2.78	2.00 2.70	1.96 2.62	1.91 2.53	1.88 2.48	1.84 2.41	1.82 2.37	1.79 2.32	1.77 2.28	1.76 2.26	23
24	4.26 7.82	3.40 5.61	3.01 4.72	2.78 4.22	2.62 3.90	2.51 3.67	2.43 3.50	2.36 3.36	2.30 3.25	2.26 3.17	2.22 3.09	2.18 3.03	2.13 2.93	2.09 2.85	2.02 2.74	1.98 2.66	1.94 2.58	1.89 2.49	1.86 2.44	1.82 2.36	1.80 2.33	1.76 2.27	1.74 2.23	1.73 2.21	24
25	4.24 7.77	3.38 5.57	2.99 4.68	2.76 4.18	2.60 3.86	2.49 3.63	2.41 3.46	2.34 3.32	2.28 3.21	2.24 3.13	2.20 3.05	2.16 2.99	2.11 2.89	2.06 2.81	2.00 2.70	1.96 2.62	1.92 2.54	1.87 2.45	1.84 2.40	1.80 2.32	1.77 2.29	1.74 2.23	1.72 2.19	1.71 2.17	25
26	4.22 7.72	3.37 5.53	2.98 4.64	2.74 4.14	2.59 3.82	2.47 3.59	2.39 3.42	2.32 3.29	2.27 3.17	2.22 3.09	2.18 3.02	2.15 2.96	2.10 2.86	2.05 2.77	1.99 2.66	1.95 2.58	1.90 2.50	1.85 2.41	1.82 2.36	1.78 2.28	1.76 2.25	1.72 2.19	1.70 2.15	1.69 2.13	26

ตาราง ผ.2 (ต่อ)

f_2	f_1 Degrees of Freedom (for greater mean square)																								f_2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞	
27	4.21 7.68	3.35 5.49	2.96 4.60	2.73 4.11	2.57 3.79	2.46 3.56	2.37 3.39	2.30 3.26	2.25 3.14	2.20 3.06	2.16 2.98	2.13 2.93	2.08 2.83	2.03 2.74	1.97 2.63	1.93 2.55	1.88 2.47	1.84 2.38	1.80 2.33	1.76 2.25	1.74 2.21	1.71 2.16	1.68 2.12	1.67 2.10	27
28	4.20 7.64	3.34 5.45	2.95 4.57	2.71 4.07	2.56 3.76	2.44 3.53	2.36 3.36	2.29 3.23	2.24 3.11	2.19 3.03	2.15 2.95	2.12 2.90	2.06 2.80	2.02 2.71	1.96 2.60	1.91 2.52	1.87 2.44	1.81 2.35	1.78 2.30	1.75 2.22	1.72 2.18	1.69 2.13	1.67 2.09	1.65 2.06	28
29	4.18 7.60	3.33 5.42	2.93 4.54	2.70 4.04	2.54 3.73	2.43 3.50	2.35 3.33	2.28 3.20	2.22 3.08	2.18 3.00	2.14 2.92	2.10 2.87	2.05 2.77	2.00 2.68	1.94 2.57	1.90 2.49	1.85 2.41	1.80 2.32	1.77 2.27	1.73 2.19	1.71 2.15	1.68 2.10	1.65 2.06	1.64 2.03	29
30	4.17 7.56	3.32 5.39	2.92 4.51	2.69 4.02	2.53 3.70	2.42 3.47	2.34 3.30	2.27 3.17	2.21 3.06	2.16 2.98	2.12 2.90	2.09 2.84	2.04 2.74	1.99 2.66	1.93 2.55	1.89 2.47	1.84 2.38	1.79 2.29	1.76 2.24	1.72 2.16	1.69 2.13	1.66 2.07	1.64 2.03	1.62 2.01	30
32	4.15 7.50	3.30 5.34	2.90 4.46	2.67 3.97	2.51 3.66	2.40 3.42	2.32 3.25	2.25 3.12	2.19 3.01	2.14 2.94	2.10 2.86	2.07 2.80	2.02 2.70	1.97 2.62	1.91 2.51	1.86 2.42	1.82 2.34	1.76 2.25	1.74 2.20	1.69 2.12	1.67 2.08	1.64 2.02	1.61 1.98	1.59 1.96	32
34	4.13 7.44	3.28 5.29	2.88 4.42	2.65 3.93	2.49 3.61	2.38 3.38	2.30 3.21	2.23 3.08	2.17 2.97	2.12 2.89	2.08 2.82	2.05 2.76	2.00 2.66	1.95 2.58	1.89 2.47	1.84 2.38	1.80 2.30	1.74 2.21	1.71 2.15	1.67 2.08	1.64 2.04	1.61 1.98	1.59 1.94	1.57 1.91	34
36	4.11 7.39	3.26 5.25	2.86 4.38	2.63 3.89	2.48 3.58	2.36 3.35	2.28 3.18	2.21 3.04	2.15 2.94	2.10 2.86	2.06 2.78	2.03 2.72	1.98 2.62	1.93 2.54	1.87 2.43	1.82 2.35	1.78 2.26	1.72 2.17	1.69 2.12	1.65 2.04	1.62 2.00	1.59 1.94	1.56 1.90	1.55 1.87	36
38	4.10 7.35	3.25 5.21	2.85 4.34	2.62 3.86	2.46 3.54	2.35 3.32	2.26 3.15	2.19 3.02	2.14 2.91	2.09 2.82	2.05 2.75	2.02 2.69	1.96 2.59	1.92 2.51	1.85 2.40	1.80 2.32	1.76 2.22	1.71 2.14	1.67 2.08	1.63 2.00	1.60 1.97	1.57 1.90	1.54 1.86	1.53 1.84	38
40	4.08 7.31	3.23 5.18	2.84 4.31	2.61 3.83	2.45 3.51	2.34 3.29	2.25 3.12	2.18 2.99	2.12 2.88	2.07 2.80	2.04 2.73	2.00 2.66	1.95 2.56	1.90 2.49	1.84 2.37	1.79 2.29	1.74 2.20	1.69 2.11	1.66 2.05	1.61 1.97	1.59 1.94	1.55 1.88	1.53 1.84	1.51 1.81	40
42	4.07 7.27	3.22 5.15	2.83 4.29	2.59 3.80	2.44 3.49	2.32 3.26	2.24 3.10	2.17 2.96	2.11 2.86	2.06 2.77	2.02 2.70	1.99 2.64	1.94 2.54	1.89 2.46	1.82 2.35	1.78 2.26	1.73 2.17	1.68 2.08	1.64 2.02	1.60 1.94	1.57 1.91	1.54 1.85	1.51 1.80	1.49 1.78	42
44	4.06 7.24	3.21 5.12	2.82 4.26	2.58 3.78	2.43 3.46	2.31 3.24	2.23 3.07	2.16 2.94	2.10 2.84	2.05 2.75	2.01 2.68	1.98 2.62	1.92 2.52	1.88 2.44	1.81 2.32	1.76 2.24	1.72 2.15	1.66 2.06	1.63 2.00	1.58 1.92	1.56 1.88	1.52 1.82	1.50 1.78	1.48 1.75	44
46	4.05 7.21	3.20 5.10	2.81 4.24	2.57 3.76	2.42 3.44	2.30 3.22	2.22 3.05	2.14 2.92	2.09 2.82	2.04 2.73	2.00 2.66	1.97 2.60	1.91 2.50	1.87 2.42	1.80 2.30	1.75 2.22	1.71 2.13	1.65 2.04	1.62 1.98	1.57 1.90	1.54 1.86	1.51 1.80	1.48 1.76	1.46 1.72	46
48	4.04 7.19	3.19 5.08	2.80 4.22	2.56 3.74	2.41 3.42	2.30 3.20	2.21 3.04	2.14 2.90	2.08 2.80	2.03 2.71	1.99 2.64	1.96 2.58	1.90 2.48	1.86 2.40	1.79 2.28	1.74 2.20	1.70 2.11	1.64 2.02	1.61 1.96	1.56 1.88	1.53 1.84	1.50 1.78	1.47 1.73	1.45 1.70	48

ตาราง ผ.2 (ต่อ)

f_2	f_1 Degree of Freedom (for greater mean square)																							f_2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞	
50	4.03 7.17	3.18 5.06	2.79 4.20	2.56 3.72	2.40 3.41	2.29 3.18	2.20 3.02	2.13 2.88	2.07 2.78	2.02 2.70	1.98 2.62	1.95 2.56	1.90 2.46	1.85 2.39	1.78 2.26	1.74 2.18	1.69 2.10	1.63 2.00	1.60 1.94	1.55 1.86	1.52 1.82	1.48 1.76	1.46 1.71	1.44 1.68	50
55	4.02 7.12	3.17 5.01	2.78 4.16	2.54 3.68	2.38 3.37	2.27 3.15	2.18 2.98	2.11 2.85	2.05 2.75	2.00 2.66	1.97 2.59	1.93 2.53	1.88 2.43	1.83 2.35	1.76 2.23	1.72 2.15	1.67 2.06	1.61 1.96	1.58 1.90	1.52 1.82	1.50 1.78	1.46 1.71	1.43 1.66	1.41 1.64	55
60	4.00 7.08	3.15 4.98	2.76 4.13	2.52 3.65	2.37 3.34	2.25 3.12	2.17 2.95	2.10 2.82	2.04 2.72	1.99 2.63	1.95 2.56	1.92 2.50	1.86 2.40	1.81 2.32	1.75 2.20	1.70 2.12	1.65 2.03	1.59 1.93	1.56 1.87	1.50 1.79	1.48 1.74	1.44 1.68	1.41 1.63	1.39 1.60	60
65	3.99 7.04	3.14 4.95	2.75 4.10	2.51 3.62	2.36 3.31	2.24 3.09	2.15 2.93	2.08 2.79	2.02 2.70	1.98 2.61	1.94 2.54	1.90 2.47	1.85 2.37	1.80 2.30	1.73 2.18	1.68 2.09	1.63 2.00	1.57 1.90	1.54 1.84	1.49 1.76	1.46 1.71	1.42 1.64	1.39 1.60	1.37 1.56	65
70	3.98 7.01	3.13 4.92	2.74 4.08	2.50 3.60	2.35 3.29	2.23 3.07	2.14 2.91	2.07 2.77	2.01 2.67	1.97 2.59	1.93 2.51	1.89 2.45	1.84 2.35	1.79 2.28	1.72 2.15	1.67 2.07	1.62 1.98	1.56 1.88	1.53 1.82	1.47 1.74	1.45 1.69	1.40 1.62	1.37 1.56	1.35 1.53	70
80	3.96 6.96	3.11 4.88	2.72 4.04	2.48 3.56	2.33 3.25	2.21 3.04	2.12 2.87	2.05 2.74	1.99 2.64	1.95 2.55	1.91 2.48	1.88 2.41	1.82 2.32	1.77 2.24	1.70 2.11	1.65 2.03	1.60 1.94	1.54 1.84	1.51 1.78	1.45 1.70	1.42 1.65	1.38 1.57	1.35 1.52	1.32 1.49	80
100	3.94 6.90	3.09 4.82	2.70 3.98	2.46 3.51	2.30 3.20	2.19 2.99	2.10 2.82	2.03 2.69	1.97 2.59	1.92 2.51	1.88 2.43	1.85 2.36	1.79 2.26	1.75 2.19	1.68 2.06	1.63 1.98	1.57 1.89	1.51 1.79	1.48 1.73	1.42 1.64	1.39 1.59	1.34 1.51	1.30 1.46	1.28 1.43	100
125	3.92 6.84	3.07 4.78	2.68 3.94	2.44 3.47	2.29 3.17	2.17 2.95	2.08 2.79	2.01 2.65	1.95 2.56	1.90 2.47	1.86 2.40	1.83 2.33	1.77 2.23	1.72 2.15	1.65 2.03	1.60 1.94	1.55 1.85	1.49 1.75	1.45 1.68	1.39 1.59	1.36 1.54	1.31 1.46	1.27 1.40	1.25 1.37	125
150	3.91 6.81	3.06 4.75	2.67 3.91	2.43 3.44	2.27 3.14	2.16 2.92	2.07 2.76	2.00 2.62	1.94 2.53	1.89 2.44	1.85 2.37	1.82 2.30	1.76 2.20	1.71 2.12	1.64 2.00	1.59 1.91	1.54 1.83	1.47 1.72	1.44 1.66	1.37 1.56	1.34 1.51	1.29 1.43	1.25 1.37	1.22 1.33	150
200	3.89 6.76	3.04 4.71	2.65 3.88	2.41 3.41	2.26 3.11	2.14 2.90	2.05 2.73	1.98 2.60	1.92 2.50	1.87 2.41	1.83 2.34	1.80 2.28	1.74 2.17	1.69 2.09	1.62 1.97	1.57 1.88	1.52 1.79	1.45 1.69	1.42 1.62	1.35 1.53	1.32 1.48	1.26 1.39	1.22 1.33	1.19 1.28	200
400	3.86 6.70	3.02 4.66	2.62 3.83	2.39 3.36	2.23 3.06	2.12 2.85	2.03 2.69	1.96 2.55	1.90 2.46	1.85 2.37	1.81 2.29	1.78 2.23	1.72 2.12	1.67 2.04	1.60 1.92	1.54 1.84	1.49 1.74	1.42 1.64	1.38 1.57	1.32 1.47	1.28 1.42	1.22 1.32	1.16 1.24	1.13 1.19	400
1000	3.85 6.66	3.00 4.62	2.61 3.80	2.38 3.34	2.22 3.04	2.10 2.82	2.02 2.66	1.95 2.53	1.89 2.43	1.84 2.34	1.80 2.26	1.76 2.20	1.70 2.09	1.65 2.01	1.58 1.89	1.53 1.81	1.47 1.71	1.41 1.61	1.36 1.54	1.30 1.44	1.26 1.38	1.19 1.28	1.13 1.19	1.08 1.11	1000
∞	3.84 6.64	2.99 4.60	2.60 3.78	2.37 3.32	2.21 3.02	2.09 2.80	2.01 2.64	1.94 2.51	1.88 2.41	1.83 2.32	1.79 2.24	1.75 2.18	1.69 2.07	1.64 1.99	1.57 1.87	1.52 1.79	1.46 1.69	1.40 1.59	1.35 1.52	1.28 1.41	1.24 1.36	1.17 1.25	1.11 1.15	1.00 1.00	∞

ตาราง ค.3 ตาราง Significant Studentized Ranges (SSR) สำหรับ New Multiple-Range Test

Error df	Protection level	p = number of means for range being tested													
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
1	.05	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
	.01	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0
2	.05	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09
	.01	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0
3	.05	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
	.01	8.26	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	8.9	9.0	9.0	9.0	9.1	9.2	9.3	9.3
4	.05	3.93	4.01	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02
	.01	6.51	6.8	6.9	7.0	7.1	7.1	7.2	7.2	7.3	7.3	7.4	7.4	7.5	7.5
5	.05	3.64	3.74	3.79	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83
	.01	5.70	5.96	6.11	6.18	6.26	6.33	6.40	6.44	6.5	6.5	6.6	6.7	6.7	6.8
6	.05	3.46	3.58	3.64	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68
	.01	5.24	5.51	5.65	5.73	5.81	5.88	5.95	6.00	6.0	6.1	6.2	6.2	6.3	6.3
7	.05	3.35	3.47	3.54	3.58	3.60	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61
	.01	4.95	5.22	5.37	5.45	5.53	5.61	5.69	5.73	5.8	5.8	5.9	5.9	6.0	6.0
8	.05	3.26	3.39	3.47	3.52	3.55	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56
	.01	4.74	5.00	5.14	5.23	5.32	5.40	5.47	5.51	5.5	5.6	5.7	5.7	5.8	5.8
9	.05	3.20	3.34	3.41	3.47	3.50	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52
	.01	4.60	4.86	4.99	5.08	5.17	5.25	5.32	5.36	5.4	5.5	5.5	5.6	5.7	5.7
10	.05	3.15	3.30	3.37	3.43	3.46	3.47	3.47	3.47	3.47	3.47	3.47	3.47	3.47	3.48
	.01	4.48	4.73	4.88	4.96	5.06	5.13	5.20	5.24	5.28	5.36	5.42	5.48	5.54	5.55
11	.05	3.11	3.27	3.35	3.39	3.43	3.44	3.45	3.46	4.46	3.48	3.46	3.46	3.47	3.48
	.01	4.39	4.63	4.77	4.86	4.94	5.01	5.06	5.12	5.15	5.24	5.28	5.34	5.38	5.39
12	.05	3.08	3.23	3.33	3.36	3.40	3.42	3.44	3.44	3.46	3.46	3.46	3.46	3.47	3.48
	.01	4.32	4.55	4.68	4.76	4.81	4.92	4.96	5.02	5.07	5.13	5.17	5.22	5.24	5.26
13	.05	3.06	3.21	3.30	3.35	3.38	3.41	3.42	3.44	3.45	3.45	3.46	3.46	3.47	3.47
	.01	4.26	4.48	4.62	4.69	4.74	4.84	4.88	4.94	4.98	5.04	5.08	5.13	5.14	5.15
14	.05	3.03	3.18	3.27	3.33	3.37	3.39	3.41	3.42	3.44	3.45	3.46	3.46	3.47	3.47
	.01	4.21	4.42	4.55	4.63	4.70	4.78	4.83	3.87	4.91	4.96	5.00	5.04	5.06	5.07
15	.05	3.01	3.16	3.25	3.31	3.36	3.38	3.40	3.42	3.43	3.44	3.45	3.46	3.47	3.47
	.01	4.17	4.37	4.50	4.58	4.64	4.72	4.77	4.81	4.84	4.90	4.94	4.97	4.99	5.00

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตาราง ผ.3 (ต่อ)

Error *df*	Protection level	*p* = number of means for range being tested													
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
16	.05	3.00	3.15	3.23	3.30	3.34	3.37	3.39	3.41	3.43	3.44	3.45	3.46	3.47	3.47
	.01	4.13	4.34	4.45	4.54	4.60	4.67	4.72	4.76	4.79	4.84	4.88	4.91	4.93	4.94
17	.05	2.98	3.13	3.22	3.28	3.33	3.36	3.38	3.40	3.42	3.44	3.45	3.46	3.47	3.47
	.01	4.10	4.30	4.41	4.50	4.56	4.63	4.68	4.72	4.75	4.80	4.83	4.86	4.88	4.89
18	.05	2.97	3.12	3.21	3.27	3.32	3.35	3.37	3.39	3.41	3.43	3.45	3.46	3.47	3.47
	.01	4.07	4.27	4.38	4.46	4.53	4.59	4.64	4.68	4.71	4.76	4.79	4.82	4.84	4.85
19	.05	2.96	3.11	3.19	3.26	3.31	3.35	3.37	3.39	3.41	3.43	3.44	3.46	3.47	3.47
	.01	4.05	4.24	4.35	4.43	4.50	4.56	4.61	4.64	4.67	4.72	4.76	4.79	4.81	4.82
20	.05	2.95	3.10	3.18	3.25	3.30	3.34	3.36	3.38	3.40	3.43	3.44	3.46	3.46	3.47
	.01	4.02	4.22	4.33	4.40	4.47	4.53	4.58	4.61	4.65	4.69	4.73	3.76	4.78	4.79
22	.05	2.93	3.08	3.17	3.24	3.29	3.32	3.35	3.37	3.39	3.42	3.44	3.45	3.46	3.47
	.01	3.99	4.17	4.28	4.36	4.42	4.48	4.53	4.57	4.60	4.65	4.68	4.71	4.74	4.75
24	.05	2.92	3.07	3.15	3.22	3.28	3.31	3.34	3.37	3.38	3.41	3.44	3.45	3.46	3.47
	.01	3.96	4.14	4.24	4.33	4.39	4.44	4.49	4.53	4.57	4.62	4.64	4.67	4.70	4.72
26	.05	2.91	3.06	3.14	3.21	3.27	3.30	3.34	3.36	3.38	3.41	3.43	3.45	3.46	3.47
	.01	3.93	4.11	4.21	4.30	4.36	4.41	4.46	4.50	4.53	4.58	4.62	4.65	4.67	4.69
28	.05	2.90	3.04	3.13	3.20	3.26	3.30	3.33	3.35	3.37	3.40	3.43	3.45	3.46	3.47
	.01	3.91	4.08	4.18	4.28	4.34	4.39	4.43	4.47	4.51	4.56	4.60	4.62	4.65	4.67
30	.05	2.89	3.04	3.12	3.20	3.25	3.29	3.32	3.35	3.37	3.40	3.43	3.44	3.46	3.47
	.01	3.89	4.06	4.16	4.22	4.32	4.36	4.41	4.45	4.48	4.54	4.58	4.61	4 63	4.65
40	.05	2.86	3.01	3.10	3.17	3.22	3.27	3.30	3.33	3.35	3.39	3.42	3.44	3.46	3.47
	.01	3.82	3.99	4.10	4.17	4.21	4.30	4.34	4.37	4.41	4.46	4.51	4.54	4.57	4.59
60	.05	2.83	2.98	3.08	3.14	3.20.	3.24	3.28	3.31	3.33	3.37	3.40	3.43	3.45	3.47
	.01	3.76	3.92	4.03	4.12	4.17	4.23	4.27	4.31	4.34	4.39	4.44	4.47	4.50	4.53
100	.05	2.80	2.95	3.05	3.12	3.18	3.22	3.26	3.29	3.32	3.36	3.40	3.42	3.45	3.47
	.01	3.71	3.86	3.98	4.06	4.11	4.17	4.21	4.25	4.29	4.35	4.38	4.42	4.45	4.48
∞	.05	2.77	2.92	3.02	3.09	3.15	3.19	3.23	3.26	3.29	3.34	3.38	3.41	3.44	3.47
	.01	3.64	3.80	3.90	3.98	4.04	4.09	4.14	4.17	4.20	4.26	4.31	4.34	4.38	4.41

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการทดลอง

อุณหภูมิของถาดที่ 1 (°c)

เวลา (ชั่วโมง)	ซ้ำ			เฉลี่ย
	1	2	3	
16	32.0	32.1	32.2	32.1
18	34.1	36.8	34.1	35
20	39.2	39.1	43.4	40.5
22	39.8	36.4	36.5	37.57
24	41.9	43.4	38.9	41.4
26	39.3	38.7	38.2	38.73
28	43.3	44.2	47.6	45.03
30	44.0	44.9	43.8	44.23
32	46.0	49.1	49.2	48.1
34	44.8	40.5	43.5	42.93
				40.57

อุณหภูมิของถาดที่ 2

เวลา (ชั่วโมง)	ซ้ำ			เฉลี่ย
	1	2	3	
16	32.0	31.9	33.0	32.3
18	35.3	34.2	35.7	35.07
20	38.5	40.3	38.9	39.23
22	39.5	40.9	36.4	38.93
24	40.3	36.4	39.5	38.73
26	43.3	37.6	39.0	39.97
28	41.6	46.4	48.1	45.37
30	42.9	39.9	43.6	42.13
32	46.3	45.8	46.7	46.27
34	39.4	43.5	41.4	41.43
				39.94

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

อุณหภูมิของถาดที่ 3

เวลา (ชั่วโมง)	ซ้ำ			เฉลี่ย
	1	2	3	
16	32.6	33.8	33.4	33.27
18	34.6	35.0	35.6	35.07
20	40.3	41.6	39.3	40.4
22	35.2	35.9	40.2	37.1
24	44.4	40.2	37.6	40.73
26	40.6	44.0	45.3	43.3
28	42.4	42.2	49.3	44.63
30	43.6	40.8	43.0	42.47
32	45.5	45.0	51.0	47.17
34	40.8	42.0	47.2	43.3
				40.74

อุณหภูมิของถาดที่ 4

เวลา (ชั่วโมง)	ซ้ำ			เฉลี่ย
	1	2	3	
16	31.4	32.3	32.3	32.0
18	35.8	36.3	36.4	36.17
20	42.5	39.3	40.2	40.67
22	35.3	36.7	38.9	36.97
24	43.1	39.0	40.8	40.97
26	44.3	40.9	46.2	43.8
28	43.0	44.2	44.4	43.87
30	44.8	45.3	43.4	44.5
32	46.2	45.1	43.5	44.93
34	43.2	43.0	45.4	43.87
				40.78

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

อุณหภูมิของถาดที่ 5

เวลา (ชั่วโมง)	ซ้ำ			เฉลี่ย
	1	2	3	
16	31.5	31.3	30.8	31.2
18	33.5	33.2	33.3	33.33
20	38.1	37.3	37.4	37.6
22	36.1	35.1	35.4	35.57
24	38.3	36.3	36.3	36.97
26	41.5	40.7	38.8	40.33
28	41.2	41.4	42.8	41.8
30	39.6	39.9	38.6	39.37
32	40.2	40.8	45.7	42.23
34	40.3	39.1	43.3	40.9
				37.93

อุณหภูมิของถาดที่ 6

เวลา (ชั่วโมง)	ซ้ำ			เฉลี่ย
	1	2	3	
16	30.6	30.8	31.3	30.9
18	33.2	34.5	33.5	33.73
20	36.5	37.4	38.2	37.37
22	37.9	35.6	34.5	36.0
24	37.8	42.5	40.7	40.33
26	39.3	40.6	42.6	40.83
28	44.6	44.6	43.9	44.37
30	39.2	40.9	40.2	40.1
32	41.7	44.5	43.6	43.27
34	45.7	42.8	39.2	42.75
				38.95

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

อุณหภูมิของถาดที่ 7

เวลา (ชั่วโมง)	ซ้ำ			เฉลี่ย
	1	2	3	
16	31.4	32.1	31.9	31.8
18	32.8	34.5	35.3	34.2
20	37.6	36.3	38.0	37.3
22	37.8	37.0	43.2	39.33
24	39.5	42.1	41.1	40.9
26	44.0	43.4	42.7	43.37
28	45.6	45.5	44.4	45.17
30	40.7	40.3	40.2	40.4
32	47.1	42.8	43.3	44.4
34	42.1	40.5	41.8	41.47
				39.83

อุณหภูมิของถาดที่ 8

เวลา (ชั่วโมง)	ซ้ำ			เฉลี่ย
	1	2	3	
16	30.4	30.2	30.5	30.37
18	33.2	33.1	33.3	33.2
20	35.8	37.6	36.8	36.73
22	38.7	37.5	33.8	36.67
24	39.6	40.2	40.9	40.23
26	44.8	43.6	41.5	43.3
28	45.3	45.1	42.4	44.27
30	42.8	40.4	39.5	40.9
32	41.8	42.5	42.3	42.2
34	42.2	40.9	38.3	40.47
				38.83

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

อุณหภูมิของถาดที่ 9

เวลา (ชั่วโมง)	ซ้ำ			เฉลี่ย
	1	2	3	
16	30.1	29.9	30.4	30.13
18	32.8	31.4	32.0	32.07
20	36.1	37.8	35.9	36.6
22	36.5	34.3	35.2	35.33
24	37.5	37.5	36.8	37.27
26	39.6	40.3	38.9	39.6
28	42.8	43.5	42.0	42.77
30	39.7	39.8	40.3	39.93
32	41.1	41.4	40.6	41.03
34	37.1	42.4	40.7	40.07
				37.48

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี