มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร

# รายงานการปฏิบัติการสถานประกอบการ
# "การปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการควบคุมคุณภาพ"
# บริษัท โรงเส้นหมี่ชอเฮง จำกัด

ณ สถานประกอบการ

บริษัท โรงเส้นหมี่ชอเฮง จำกัด

เลขที่ 19 หมู่1 ถนนเพชรเกษม ตำบลยายชา

อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม 73000


โดย

นางสาวธนกาญจน์ ยิ่งมีอยู่

รหัส B 3850541


มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชา 502 321-2 สหกิจศึกษา 1-2

สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร

สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วันที่ 23 เมษายน 2542

เรื่อง ขอส่งรายงานสหกิจศึกษา 1-2

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา

ตามที่ดิฉันไปปฏิบัติงานในตำแหน่ง FOOD LAB ANALYSIS ณ บริษัท โรงเส้นหมี่ ซอเฮง จำกัด ในวิชาสหกิจศึกษา 1-2 และได้ทำโครงงาน " การศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติของขนมเค้กที่ทำจากแป้งสาลีและแป้งข้าวเจ้า" (COMPARATIVE OF THE PROPERTIES OF CAKE PREPARED FROM WHEAT FLOURS AND RICE FLOURS) ในช่วงเวลาตั้งแต่ 12 มกราคม 2542 ถึงวันที่ 30 เมษายน 2542 ดิฉันขอส่งรายงานการปฏิบัติงานพร้อมผลการศึกษาที่ได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดตรวจรับรายงานดังกล่าว

ขอแสดงความนับถือ

ธนกาญจน์ ยิ่งมีอยู่

(นางสาว ธนกาญจน์ ยิ่งมีอยู่)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีเพราะได้รับความช่วยเหลือและแก้ไข ตลอดจาก คุณ ดร. ไสยวิทย์ วรวินิตย์ ซึ่งเป็น Co-op Supervisor, คุณ พัชรี มาตังครัตน์ ซึ่งเป็น Job supervisor, คุณศศิธร เตชะศิรินุกูล, คุณผกานัน นันท์นฤมิตร, คุณนิตยา อ่ำแจ่ม ที่จัดหาข้อมูลต่างๆเกี่ยวกับโรงงานและให้คำปรึกษาเกี่ยวกับเค้กและยังช่วยจัดหาอุปกรณ์ต่างในการทำเค้ก นอกจากนี้ยังให้คำปรึกษาเกี่ยวกับงานในห้องปฏิบัติการควบคุมคุณภาพอีกด้วย

อนึ่งดิฉันขอขอบคุณ คุณกัลยาณี ชูศรี, คุณ อรพินท์ โพธิ์ อุบล, คุณสุภนิจ ประทีปแก้ว, คุณ พณิสรา จันตาศาลา ที่ช่วยให้คำปรึกษาเกี่ยวกับงานในห้องปฏิบัติการควบคุมคุณภาพและช่วยดูแลเอาใจใส่ดิฉันเป็นอย่างดีในระหว่างที่ดิฉันปฏิบัติงานอยู่ที่นี่ และขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่ และเพื่อนๆทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจแก่ดิฉันตลอดมาจนรายงานฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ ดิฉันขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

ธนกาญจน์ ยิ่งมีอยู่

23 เมษายน 2542

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# บทคัดย่อ

การปฏิบัติงาน ณ สถานประกอบการ บริษัท โรงเส้นหมี่ ซอเฮง จำกัด อ.สามพราน จ. นครปฐม ซึ่งเป็นโรงงานผลิตแป้งข้าวเหนียว แป้งข้าวเจ้า เส้นหมี่ เส้นก๋วยเตี๋ยว แป้งผสมยา แป้งมัน และแป้งขนมสำเร็จรูป ภายใต้ชื่อยี่ห้อ ช้างสามเศียรและเอราวัณ เริ่มปฏิบัติงานตั้งแต่วันที่ 12 มกราคม 2542 ถึงวันที่ 30 เมษายน 2542 โดยได้ปฏิบัติงานในตำแหน่งและหน้าที่ต่างๆต่อไปนี้

1. Q.C.LAB หรือ FOOD LAB ANALYSIS โดยปฏิบัติงานตั้งแต่วันที่ 12 มกราคม 2542 ถึงวันที่ 7 กุมภาพันธ์2542 ซึ่งจะทำการวิเคราะห์ผลทางเคมีของผลิตภัณฑ์แป้ง เส้นหมี่ เส้นก๋วยเตี๋ยว ดังนี้ ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ปริมาณเถ้า ปริมาณอะไมโลส ปริมาณความชื้น ค่าการดูดซึมน้ำ ค่าการฟอกสี ค่าความหนืด ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ค่า pH ปริมาณธาตุเหล็ก ค่าความละเอียดของแป้ง ปริมาณตะกอนของเส้นหมี่และเส้นก๋วยเตี๋ยว
2. Q.C.น้ำใช้และน้ำทิ้ง วิเคราะห์คุณภาพน้ำใช้ เช่น หาค่าความกระด้าง ปริมาณ Phosphate คุณภาพน้ำทิ้ง เช่น ค่า COD,BOD, OD และการตรวจเชื้อ เช่น Samonella, *Clostridium perfingens, Staphylococcus aureus*, *E.coli* และ Coliformการนับจำนวน Total Mold Count, Total Bacteria Count ของผลิตภัณฑ์ โดยเริ่มปฏิบัติงานตั้งแต่วันที่ 7 กุมภาพันธ์ 25422 ถึงวันที่ 20 มีนาคม 2542
3. โครงงานเรื่องการศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติของขนมเค้กที่ทำจากสาลีและข้าวเจ้า (Comparative studies of the properties of cake prepare from wheat and rice flours) ตั้งแต่วันที่ 21 มีนาคม 2542 ถึงวันที่ 30 เมษายน 2542
4. แนะนำโรงงานและดูกระบวนการผลิต วันที่27 เมษายน 2542

โดย Co-op Supervisor คือ ดร.ไสยวิทย์ วรวินิต ตำแหน่งหัวหน้าฝ่ายควบคุมคุณภาพและ Job Supervisor คือ คุณ พัชรี มาตังครัตน์ ตำแหน่งหัวหน้าห้องปฏิบัติการเคมี การปฏิบัติงานของดิฉันทั้งหมดอยู่ในส่วนควบคุมคุณภาพของโรงงาน หรือ Q.C. ซึ่งจะทำการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานหรือไม่ ถ้าไม่ได้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานจะทำการแจ้งให้ฝ่ายผลิตทราบโดยทันที เพื่อทำการแก้ไขต่อไป ตำแหน่งต่างที่ดิฉันได้รับมอบหมายมีความเหมาะสมแก่ดิฉันอย่างยิ่ง เพราะตรงกับสาขาที่เรียนมา คือ สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร และดิฉันสามารถนำ

ความรู้ที่เรียนมาประยุกต์ใช้กับงานที่ได้รับมอบหมายเป็นอย่างดี ซึ่งผลออกมาเป็นที่น่าพอใจแก่สถานประกอบการเป็นอย่างยิ่ง

# สารบัญ


| เรื่อง | หน้า |
|---|---|
| จดหมายนำส่ง | |
| กิติกรรมประกาศ | |
| บทคัดย่อ | |
| สารบัญ | |
| สารบัญรูปภาพ | |
| สารบัญตาราง | |
| **บทที่1** บทนำ | 1 |
| **บทที่2** | |
| ตอนที่1 การปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการเคมี | |
| ความสำคัญของห้องปฏิบัติการเคมี | 7 |
| การตรวจคุณภาพทางเคมี | |
| - การวิเคราะห์หา%ไขมัน | 8 |
| - การวิเคราะห์หา % เถ้า | 9 |
| - การวิเคราะห์หา% ทราย | 10 |
| - การวิเคราะห์หาเหล็กที่มีอยู่ในแป้ง | 12 |
| - การวิเคราะห์หาค่าความหนืดข้น | 13 |
| - การวิเคราะห์หา% โปรตีน | 17 |
| การตรวจคุณภาพทางกายภาพ | |
| - การวิเคราะห์ความชื้นในผลิตภัณฑ์ | 18 |
| - การวิเคราะห์ความเป็นกรด | 21 |
| - การทดสอบสีและกลิ่น | 22 |
| - การวิเคราะห์หาค่า pH | 22 |
| - การทดสอบสีโดยใช้เครื่อง Color meter | 23 |
| - วิธีการทดสอบการฟอกสีของเส้นหมี่และเส้น ก๋วยเตี๋ยว | 24 |


สำนักวิทยบริการเทคโนโลยีสุรนารี

| เรื่อง | หน้า |
|---|---|
| - วิธีการลวกเส้นหมี่ | 25 |
| - วิธีการลวกเส้นก๋วยเตี๋ยว | 27 |
| - คุณลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป | 28 |
| การวิเคราะห์คุณภาพน้ำและน้ำทิ้ง | |
| - ระบบบ่อธรรมชาติ | 29 |
| - จุลินทรีย์ | 31 |
| - การเก็บและกักตัวอย่างน้ำเสีย | 36 |
| - ลักษณะน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม | 39 |
| - การวิเคราะห์ COD | 42 |
| - การวิเคราะห์ BOD | 44 |
| - การวิเคราะห์ DO | 45 |
| - การวิเคราะห์ ความกระด้างของน้ำ | 47 |
| - การวิเคราะห์ปริมาณ Phosphate | 48 |
| การตรวจวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา | |
| - เครื่องมือและอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารทางจุลชีววิทยา | 50 |
| - วิธีการวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมด | 53 |
| - วิธีการวิเคราะห์ยีสต์และรา | 53 |
| - วิธีการวิเคราะห์ Coliforms โดย MPN | 54 |
| - วิธีการวิเคราะห์ *Samonella sp* | 55 |
| **ตอนที่3** การศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติของขนมเค้กที่ทำจากแป้งสาลีและแป้งข้าวเจ้า | |
| Comparative Studies of the Properties of cake prepared from Wheat Flour and Rice Flour | |
| - บทคัดย่อ | 67 |
| - บทนำ | 68 |
| - วัตถุประสงค์การทดลอง | 71 |
| - เครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์ | 71 |
| - ผลการทดลองและวิจารณ์ | 76 |


มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

| เรื่อง | หน้า |
|---|---|
| - สรุปผลและข้อเสนอแนะ | 80 |
| - คำขอบคุณ | 80 |
| **บทที่3** สรุปและวิจารณ์ | 81 |
| เอกสารอ้างอิง | 82 |
| ภาคผนวก | |


มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# สารบัญรูปภาพ


เรื่อง หน้า

บทที่1 บทนำ

รูปที่1 ผังขององค์กรโรงงานโรงเส้นหมี่ชอเฮง 3

รูปที่2 แสดงการจัดแผนงาน Q.C. 4

รูปที่3 กระบวนการผลิตแป้ง 6

บทที่2

ตอนที่2 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำใช้และน้ำทิ้ง

รูปที่4 แผนผังการตรวจหา Total Bacteria Count โดยวิธี Pour Pate Method หรือ Mesophilic Aereobic Plate count Method 57

รูปที่5 แผนผังการวิเคราะห์หา Total Mold Count (หายีสต์และเชื้อราในอาหาร) 58

รูปที่6 แผนผังการวิเคราะห์หา *E.coli* และ Coliform โดยวิธี MPN 60

รูปที่7 แผนผังวิธีวิเคราะห์ *Staphylococcus aureus* ในอาหาร 61

รูปที่8 แผนผังวิธีวิเคราะห์ *Clostridium perfingens* ในอาหาร 63

รูปที่9 แผนผังวิธีวิเคราะห์ Samonella ในอาหาร 65

ตอนที่3 โครงงานเรื่องการศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติของขนมเค้กที่ทำจากสาลีและข้าวเจ้า

รูปที่1 แสดงก้อนกลูเตนของแป้งชนิดต่างๆ ก่อนอบและหลังอบ 69

รูปที่2 แบบสอบถามประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์ขนมอบ 75

รูปที่3 เค้กที่ทำจากแป้งข้าวเจ้าและเค้กที่ทำจากแป้งสาลีหลังอบและเนื้อในของเค้ก 77


มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

# สารบัญตาราง


| เรื่อง | หน้า |
|---|---|
| บทที่2 | |
| ตอนที่1 การปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการเคมี | |
| ตารางที่1 ตารางการตั้งโคมไฟกับอุณหภูมิ | 19 |
| ตารางที่2 การอ่านค่าความชื้น | 20 |
| ตารางที่3 ตารางการบอกระยะเวลาในการแช่น้ำเส้นหมี่ | 25 |
| ตารางที่4 ตารางหลักเกณฑ์การให้คะแนนเส้นหมี่ | 26 |
| ตารางที่5 ตารางระยะเวลาในการแช่น้ำเส้นก๋วยเตี๋ยว | 27 |
| ตารางที่6 ตารางแสดงลักษณะผลิตภัณฑ์แป้งข้างเจ้าและแป้งข้าวเหนียว | 28 |
| ตอนที่2 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำใช้และน้ำทิ้ง | |
| ตารางที่7 ข้อมูลการออกแบบบ่อมีออกซิเจน (Aerobic Pond) | 29 |
| ตารางที่8 วิธีการกักตัวอย่างน้ำ และช่วงเวลากัก และปริมาณของตัวอย่างน้ำที่ควรกักไว้ | 38 |
| ตารางที่9 ค่า $BOD_5$ ของน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท | 40 |
| ตอนที่3 โครงงานเรื่องการศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติของขนมเค้กที่ทำจากสาลี และข้าวเจ้า | |
| ตารางที่1 ผลการวิเคราะห์ องค์ประกอบทางเคมีของขนมเค้กจากแป้งข้าวเจ้า และแป้งสาลี | 76 |
| ตารางที่2 คุณสมบัติทางกายภาพของเค้กของขนมเค้กจากแป้งข้าวเจ้าและแป้งสาลี | 76 |
| ตารางที่3 แสดงค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้วิธี mannwsitney U test ของเค้กจากแป้งข้าวเจ้าและ เค้กจากแป้งสาลี | 78 |

# บทที่1

## บทนำ

จุดประสงค์ของการเขียนรายงานฉบับนี้คือ เพื่อเป็นการสรุปการปฏิบัติงาน ณ สถานประกอบการ บริษัท โรงเส้นหมี่ชอเฮง จำกัด โดยหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายคือ การปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการเคมี, จุลินทรีย์ และน้ำเสีย และการคิดค้นและพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมเค้กจากแป้งข้าวเจ้า

## ประวัติความเป็นมาของบริษัท

กิจการของบริษัทโรงเส้นหมี่ชอเฮง จำกัดได้เริ่มขึ้นเมื่อประมาณ 60 ปีมาแล้วโดยมี คุณ ชอไค แซ่จึง เป็นผู้เริ่มก่อตั้งขึ้นในสมัยเริ่มแรกนั้น กิจการโรงงานได้รับจดทะเบียนเป็นห้างหุ้นส่วนจำกัดชอเฮง และมีโรงงานแรกตั้งอยู่มี่เขตปทุมวันฝั่งพระนครหรือกรุงเทพมหานครในปัจจุบัน โดยทำการผลิตเส้นหมี่เพียงอย่างเดียวภายใต้เครื่องหมายการค้า "ตราช้างสามเศียร" และ "ตราเอราวัณ" จนกระทั่งเมื่อกิจการได้ขยายมากขึ้น จึงได้เปลี่ยนเป็นรูปแบบ บริษัทจำกัดในพ.ศ.2502 และได้ใช้ชื่อว่า "บริษัทโรงเส้นหมี่ชอเฮง จำกัด" เป็นต้นมา

โรงงานของบริษัทฯได้ขยายจากที่เดิมมาทำการในเขตภาษีเจริญ และเมื่อเวลาผ่านไปพร้อมกับการขยายตัวของชุมชนในเขตธนบุรีดังนั้นบริษัทจึงวางนโยบายก่อตั้งโรงงานในบริเวณที่ห่างไกลออกจากเมืองหลวง และในปีพ.ศ.2515จึงได้เริ่มการผลิตสินค้าในโรงงานแห่งใหม่ในเขตอำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม เพื่อผลิตเส้นหมี่ แป้งข้าวเจ้า และแป้งข้าวเหนียว

บริษัทโรงเส้นหมี่ชอเฮง จำกัดเป็นบริษัทแรกที่ได้ริเริ่มใช้ระบบ อบแป้งให้แห้งด้วยลมร้อนในการผลิตแป้งข้าวเจ้า และแป้งข้าวเหนียว เป็นผลสำเร็จจากการใช้ระบบดังกล่าวทำให้คุณภาพผลิตภัณฑ์ของบริษัทมีมาตรฐานดีสม่ำเสมอด้วยเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าประกอบกับกรรมวิธีในการผลิตที่ควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ระบบควบคุมตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญของฝ่ายปฏิบัติการ จึงสร้างความมั่นใจให้กับผู้บริโภคทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศในคุณภาพของผลิตภัณฑ์แปรรูปข้าวของบริษัท โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศในเอเชีย เช่น มาเลเซีย สิงคโปร์ ฮ่องกง ญี่ปุ่น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปัจจุบันนี้โรงงานของบริษัท ได้ตั้งอยู่ที่ เลขที่ 19 หมู่1 ถนนเพชรเกษม ตำบลยายชา อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ดำเนินการอยู่บนเนื้อที่ประมาณ 50 ไร่ มีพนักงานและคนงานประมาณ 1200 คนโดยมีกำลังการผลิตสูงสุด 10,000 ตันต่อเดือน

**ผลิตภัณฑ์ของโรงงาน**

1. แป้ง

แป้งข้าวเจ้า

แป้งข้าวเหนียว

แป้งมัน

แป้งทำอาหารและขนมสำเร็จรูป

ได้แก่ แป้งทำขนมดอกจอก แป้งทำขนมถ้วยฟู แป้งทำขนมน้ำดอกไม้

แป้งทำขนมลูกรก แป้งทำขนมถ้วย

แป้งผสมยา

ได้แก่ Era-Gel Era-Pac Era-Tab

2. เส้นหมี่

เส้นหมี่ขาว

เส้นหมี่เซียงไฮ้

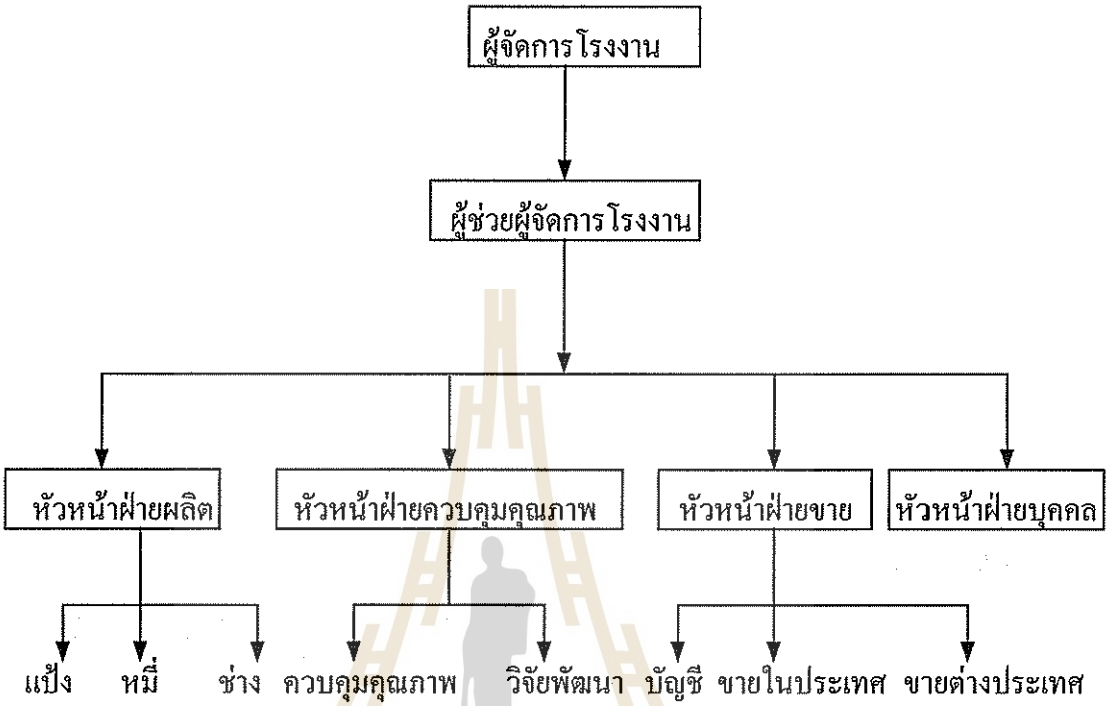
3.เส้นก๋วยเตี๋ยว

โดยทางบริษัทมีการจัดองค์กร,ระบบการบริหารงาน และการจัดแผนงาน Q.C.ดังแสดงในแผนภาพที่1 และ2 ดังนี้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3

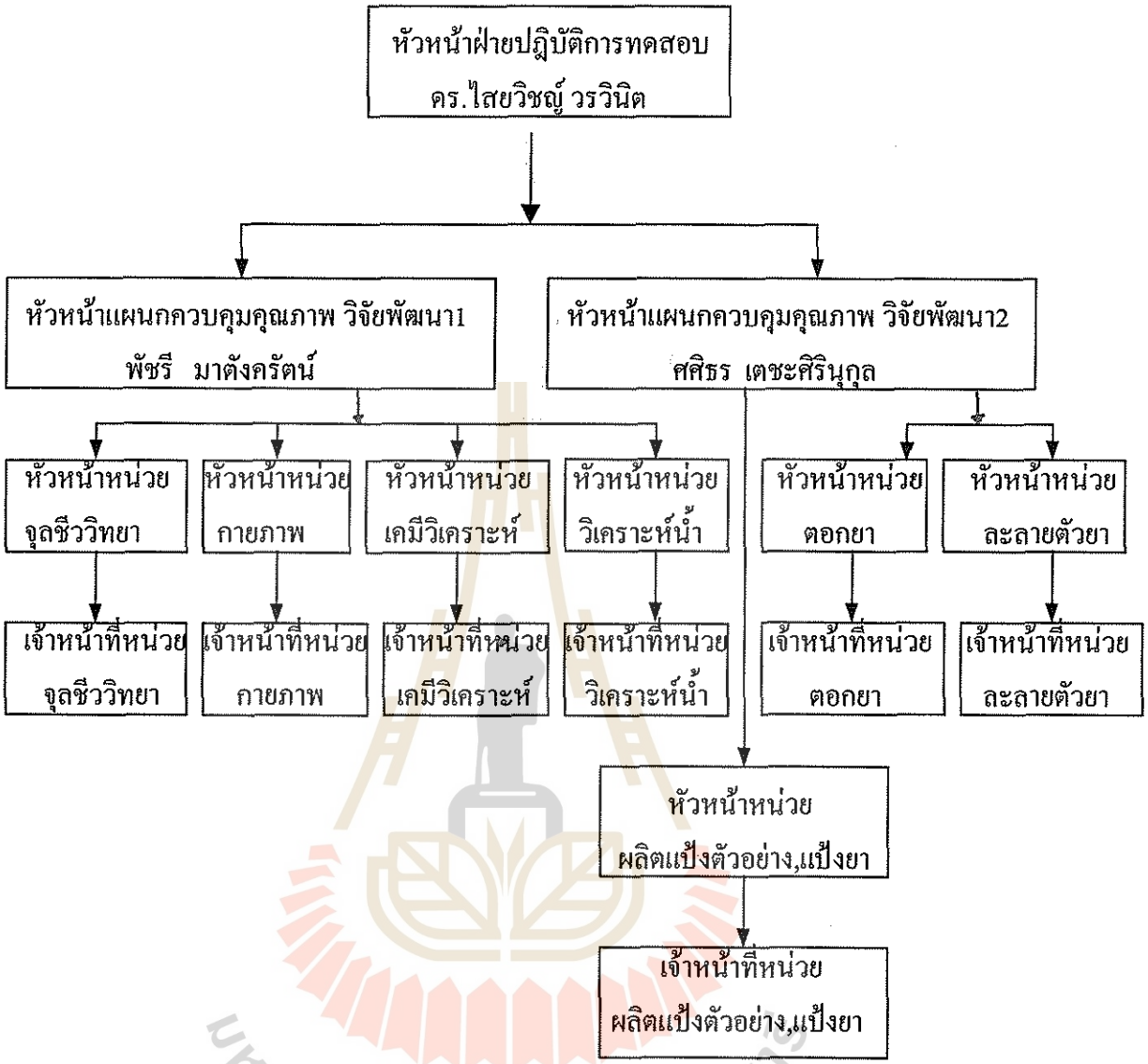
## แผนผังงานของการบริหารงานในบริษัท




**ภาพที่1** ผังขององค์กรโรงงานโรงเส้นหมี่ชอเฮง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

## แผนภูมิฝ่ายควบคุมคุณภาพ




**รูปที่ 2 แสดงแผนภูมิฝ่ายควบคุมคุณภาพ**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

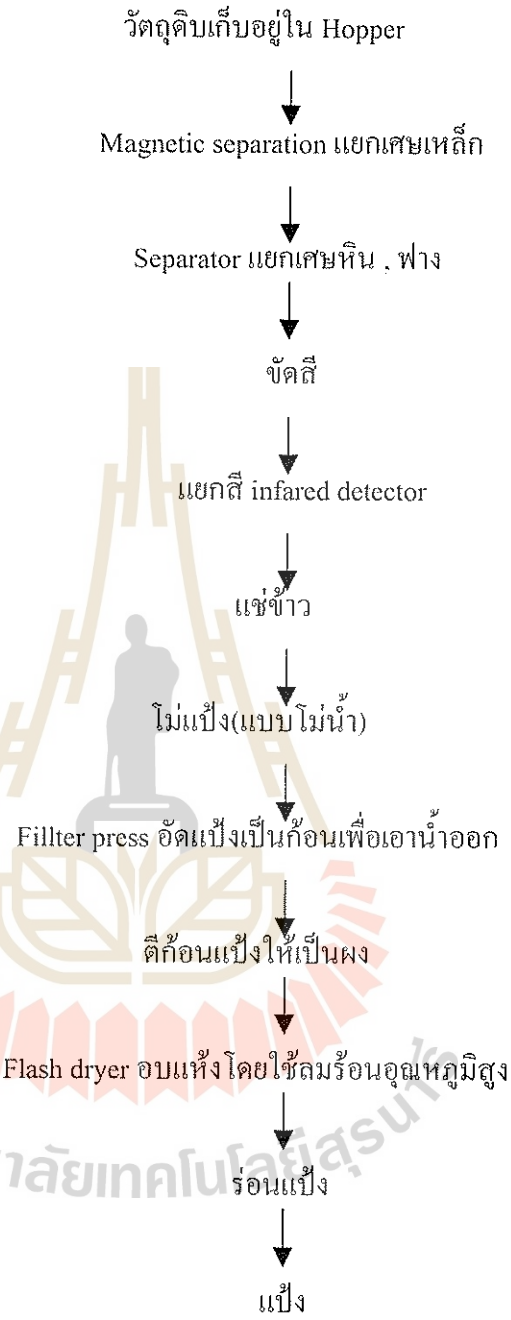
ตำแหน่งงานที่รับผิดชอบคือ FOOD LAB ANALYSIS หรือ Q.C. LAB โดยลักษณะงานคือปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการเคมีของผลิตภัณฑ์แป้งข้าวเหนียว และ แป้งข้าวเจ้าเช่นวิเคราะห์โปรตีน, วิเคราะห์ความชื้น, วิเคราะห์ความหนืดด้วยเครื่อง Babender และ RVA , วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเส้นหมี่และเส้นก๋วยเตี๋ยว, วิเคราะห์คุณภาพน้ำที่ใช้ และน้ำทิ้ง, ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการจุลินทรีย์เช่น Plate Count เพื่อนับจำนวนเชื้อรา และแบคทีเรีย หาเชื้อ E.coli และ Samonella. และ การคิดค้นและพัฒนาผลิตภัณฑ์เค้กจากแป้งข้าวเจ้า โดยยระยะเวลาการปฏิบัติงานเริ่ม วันที่ 12 มกราคม 2542 ถึง วันที่ 30 เมษายน 2542

-Co-op Supervisor คือ ดร.ไสยวิทย์ วรวินิต ตำแหน่ง หัวหน้าฝ่ายปฏิบัติการทดสอบ

-Jop Supervisor คือคุณพัชรี มาตังครัตน์ หัวหน้าแผนกควบคุมคุณภาพวิจัยพัฒนา1

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**<u>กระบวนการผลิตแป้งของโรงงานเส้นหมี่ชอเฮง</u>**




**ภาพที่3** กระบวนการผลิตแป้ง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# บทที่2

## ตอนที่1 การปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการเคมี

### วัตถุประสงค์

- เพื่อศึกษาการวิเคราะห์ผลทางเคมี กายภาพ และจุลิทรีย์ของผลิตภัณฑ์ แป้ง เส้นหมี่ เส้นก๋วยเตี๋ยว

### ความสำคัญของห้องปฏิบัติการทางเคมี

การที่จะต้องทำการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ทุกขั้นตอน เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพการใช้การตัดสินใจจากบุคคลนั้นไม่มีเกณฑ์มาตรฐานที่ระบุแน่นอน ในการตัดสินใจว่าผลิตภัณฑ์ประเภทนี้มีคุณภาพดีเยี่ยม อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่โรงงานหรือลูกค้ากำหนด ดังนั้นจึงต้องมีการตรวจสอบทางเคมี กายภาพ และจุลิทรีย์ซึ่งมีวิธีการตรวจสอบที่ได้รับการยอมรับจากผู้ผลิตและผู้บริโภค โดยใช้ผลการตรวจสอบทางเคมีเป็นข้อมูลยืนยันว่าสินค้าได้มาตรฐาน จากวิธีการตรวจสอบที่มีหลักเกณฑ์ และทฤษฎีที่แน่นอน การที่จะได้ผลการวิเคราะห์ทางเคมีกายภาพ และจุลินทรีย์ ที่ดีนั้น ห้องปฏิบัติการทางเคมี และจุลินทรีย์ ต้องมีความพร้อม และมาตรฐานในตัวเอง และทางบริษัทหรือองค์กรควรมีความเชื่อมั่นในห้องปฏิบัติการทางเคมี และ จุลินทรีย์ ของบริษัทหรือองค์กรนั้นๆ

ในการทดสอบผลิตภัณฑ์บางครั้งเราก็เสียผลิตภัณฑ์ที่นำมาทดสอบไปเลย แต่การเก็บตัวอย่างมาทดสอบจะเป็นการประหยัดผลิตภัณฑ์ ดังนั้นประโยชน์ที่จะได้จากห้องปฏิบัติการมีดังนี้

1. เพื่อให้แน่ใจว่าการปฏิบัติงานทุกๆจุดได้ดำเนินไปตามรายละเอียดของกรรมวิธีการผลิตที่กำหนดไว้
2. ใช้เป็นข้อมูลเมื่อมีการร้องเรียนจากผู้บริโภค จะได้หาสาเหตุและข้อบกพร่องเพื่อจะได้ดำเนินการแก้ไข
3. ส่งเสริมการสร้างคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้น
4. ส่งเสริมและสร้างกรรมวิธีการผลิตให้ดีขึ้น
5. ลดการสูญเสียในการผลิต และการสูญเสียเนื่องจากการด้อยคุณภาพของผลิตภัณฑ์
6. ลดปัญหาการยุ่งยากที่จะเกิดขึ้นในการผลิต
7. สร้างความเจริก้าวหน้าและผลกำไรให้แก่ธุรกิจ
8. เพื่อประกันคุณภาพ

# การตรวจคุณภาพทางเคมี

## การวิเคราะห์หา % Fat

**1.**วัตถุประสงค์

1.1 เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

**2.**ผู้ใช้มาตรฐาน

2.1 เจ้าหน้าที่ทดสอบ

**3.**สิ่งที่เกี่ยวข้อง

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.1.1 Desicator

3.1.2 Round bottom flask

3.1.3 Heating mantle

3.1.4 Beaker ขนาด 250 มิลลิลิตร

3.1.5 Thimble

3.1.6 Boling chip

3.1.7 ใยแก้ว

3.1.8 Fat extriction

3.1.9 Water bath

3.1.10 Oven

3.1.11 Moisture can

2. สารเคมี

2.1 Diethy ether

3. มาตรฐานการวิเคราะห์

3.1 ชั่งตัวอย่างน้ำหนักแน่นอน 2 กรัม ใส่ใน Moisture can นำไปอบใน Oven ที่อุณหภูมิ 95-100$^{0}$C เป็นเวลา 1 ชั่วโมงแล้วนำไปใส่ Desiccator ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.2 นำRound bottom flask ที่มี boiling chip 2-3 เม็ด ไปอบใน Oven ที่อุณหภูมิ 95-100$^0$C เป็นเวลา 1 ชั่วโมงแล้วนำไปใส่ Desiccator ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

3.3 นำRound bottom flask ที่รู้น้ำหนักแน่นอนมาใส่ Diethylether 150 มิลลิลิตร

3.4 นำตัวอย่าง 5 กรัมที่เตรียมใส่ใน thimble แล้วปิดด้วยใยแก้ว

3.5 Set เครื่องมือ Fat Extraction โดยเปิด Heating ที่อุณหภูมิคงที่โดยดูการหยดของ ether ถ้า ether หยด 2-3 หยด/วินาที ให้ extract เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

3.6 เมื่อ extract ครบตามเวลาแล้วให้นำ round bottom flask ที่ได้จากการ extract มาระเหยบน water bath จนแห้งแล้วนำไปอบใน oven ที่อุณหภูมิ 120$^0$C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

3.7 วิธีการคำนวณน้ำหนักของตัวอย่างเป็นน้ำหนักแห้ง, dry weight (w)

$$d = \frac{100 - \%\text{ความชื้น} \times a}{100}$$

% Fat (wet weight) = c-b X 100

% Fat (dry weight) = c-b X 100

a = น้ำหนักตัวอย่างที่แน่นอน

b = น้ำหนัก round bottom flask ก่อน extract

c = น้ำหนัก round bottom flask หลัง extract

d = น้ำหนักแห้ง (dry weight) ของตัวอย่าง

---

## การวิเคราะห์หาค่า % Ash

### 1. วัตถุประสงค์

1.1 เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

### 2. ผู้ใช้มาตรฐาน

2.1 เจ้าหน้าที่ทดสอบ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**3. สิ่งที่เกี่ยวข้อง**

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.1.1 ถ้วยกระเบื้อง ( Gooch crucible )

3.1.2 เตาเผา ( Muffle Furnace )

3.1.3 Desiccator ที่มีสารดูดความชื้น (Siligagel)

3.1.4 เครื่องชั่งวิเคราะห์อย่างละเอียด (Analytical Balance)

3.1.5 ตู้อบ (Oven)

**4. มาตรฐานการวิเคราะห์**

4.1 อบ Crucible ที่อุณหภูมิ 120$^0$C เป็นเวลา 1 ชั่วโมงนำใส่ใน Desiccator ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำไปชั่งหาน้ำหนักที่แน่นอน (W)

4.2 ชั่งตัวอย่างน้ำหนัก 1 กรัม ทราบค่าน้ำหนักที่แน่นอนใส่ใน Crucible ($W_1$)

4.3 นำตัวอย่างไปเผาใน Muffle Furnace ที่อุณหภูมิ 800$^0$C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง แล้วใส่ใน Desiccator ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง นำไปชั่งหาน้ำหนักที่แน่นอน ($W_2$)

วิธีการคำนวณ

$$\% \text{ Ash} = 100\frac{(W_2-W)}{W_1-W}$$

เมื่อ W = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเครื่องบเป็นกรัม

$W_1$ = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเครื่องบและตัวอย่างแป้งก่อนเผาเป็นกรัม

$W_2$ = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเครื่องบและตัวอย่างแป้งหลังเผาเป็นกรัม

---

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การวิเคราะห์หาค่า % Ash Insoluble In Acid ( ทราย )

1. วัตถุประสงค์

1.1 เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

2. ผู้ใช้มาตรฐาน

2.1 เจ้าหน้าที่ทดสอบ

3. สิ่งที่เกี่ยวข้อง

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.1.1 Procelain dish or crucible

3.1.2 Muffle furnace

3.1.3 Water bath

3.1.4 กระดาษกรอง

3.1.5 Oven

3.1.6 Desiccator

3.1.7 Volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร

3.1.8 Pipet

3.2 สารเคมีและวิธีเตรียม

3.2.1 Conc. Hydrochloric acid (Hcl)

3.2.2 สารละลาย 5 N HCl

Pipet 4.14 มิลลิลิตร Hcl Conc. ใส่ใน Volumetric flash ขนาด 100 มิลลิลิตร ที่มีน้ำกลั่นอยู่ แล้วเติมน้ำกลั่นให้ถึงขีดปริมาตร

4. มาตรฐานการวิเคราะห์

4.1 อบ Procelain dish ที่อุณหภูมิ 1200C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำมาใส่ใน Desiccator ทิ้งไว้ให้เป็นที่อุณหภูมิห้องและนำไปชั่งหาน้ำหนักที่แน่นอน (W)

4.2 ชั่งตัวอย่างน้ำหนักประมาณ 5 กรัม ทราบค่าน้ำหนักที่แน่นอนใส่ใน Procelain dish ที่ทราบค่าน้ำหนัก ($W_1$)

4.3 นำตัวอย่างไปเผาใน Muffle furnace ที่อุณหภูมิ 600 $\pm$ 20$^0$C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วใส่ใน Desiccator ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

4.4 เติม 5 มิลลิลิตร Conc. HCl ตั้งบน Water bath จนแห้ง

4.5 ใส่ 25 มิลลิลิตร ของสารละลาย 5 N HCl ปิดด้วย Watch Bath ตั้งให้ร้อนบน Water Bath เป็นเวลา 15 นาที

4.6กรอบสารละลายตัวอย่าง ล้างกระดาษกรองด้วยน้ำร้อนจนหมดคลอไรด์

4.7นำกระดาษกรอบใส่ใน Porcelain dish อันเดิมแล้วไปอบให้แห้งใน Oven ที่ 105-110$^0$C แล้วนำไปเผาใน Muffle furnace ที่อุณหภูมิ 600 $\pm$ 20$^0$C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

4.8นำ Procelain dish ใส่ใน Desiccator ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง นำไปชั่งหาน้ำหนักที่แน่นอน ($W_3$)

วิธีการคำนวณ

% ปริมาณ Ash Insoluble in acid (ทราย) = $\frac{100(W_2-W)}{W_1-W}$

เมื่อ W = น้ำหนักของ Procelain dish

W1 = น้ำหนักของ Procelain dish และตัวอย่างก่อนเผา

W2 = น้ำหนักของ Procelain dish และทราย

---

## การตรวจวิเคราะห์เหล็กที่มีอยู่ในแป้ง

1.วัตถุประสงค์

1.1เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

2. ผู้ใช้มาตรฐาน

2.1 เจ้าหน้าที่ทดสอบ

3. สิ่งที่เกี่ยวข้อง

3.1เครื่องมือและอุปกรณ์

3.1.1ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (Gooch Crucible)

3.1.2เตาเผา (Muffle Furnace)

3.1.3Volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร

3.1.4Tube

3.1.5Pipet

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.2 สารเคมี

3.2.1 Conc. Hcl

3.2.2 Ammonium peroxisulfate

3.2.3 Ammonium thiosulfate

3.2.4 Standard Iron

4. มาตรฐานการวิเคราะห์

4.1 ชั่งแป้งตัวอย่าง 1 กรัม ใส่ใน Crucible

4.2 นำตัวอย่างไปเผาที่ Muffle Furnace ที่อุณหภูมิ 800°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

4.3 นำออกจากเตาเผา เติม Conc. HCl ลงไป 4 มิลลิลิตร ซึ่งเป็นตัวชะเหล็กออกมา

4.4 เตรียม volumetric flask โดยใส่น้ำกลั่นลงไปประมาณครึ่งขวดแล้วเทสารละลายที่อยู่ใน Crucible ลงไป ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

4.5 เขย่าสารละลายให้เข้ากันแล้วเทออกมา 50 มิลลิลิตร ใส่ลงใน Tube ที่มี Ammonium peroxdisulfate ประมาณ 0.5 กรัม

4.6 เติม Ammonium thiosulfate ลงไปใน Tube โดยเติมลงไป Tube ละ 3 มิลลิลิตร สารละลายจะเปลี่ยนจากไม่มีสีเป็นสีส้ม

4.7 สำหรับ blank เตรียมเหมือนกันแต่ไม่ต้องใส่สารตัวอย่าง แต่จะเติม standard iron 1 มิลลิลิตร ลงไปแทน

4.8 การตรวจผล นำ Tube ตัวอย่างมาเทียบกับ blank ถ้าสารตัวอย่างใดมีสีเข้มกว่า blank จะถือว่าไม่ผ่าน

---

**การหาค่าความหนืดข้น**

1. วัตถุประสงค์

1.1 เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

2. ผู้ใช้มาตรฐาน

2.1 เจ้าหน้าที่ทดสอบ

3. สิ่งที่เกี่ยวข้อง

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.1.1 เครื่อง Brabender Viscograph

3.1.2 Beaker

4. มาตราฐานการทดสอบ

4.1 ชั่งตัวอย่างแป้ง 30 กรัม (dry weight) ละลายน้ำ 450 มิลลิเมตร (ปริมาตรน้ำที่ใช้จริงจะเท่ากับ 450-ปริมาตรน้ำในตัวอย่าง)

4.2 เทแป้งที่คนเข้ากับน้ำลงใน pot ของเครื่อง Brabender Viscograph แล้ว run เครื่อง

4.3 วิธีการ run เครื่อง Brabender Viscograph

4.3.1 การเตรียมเครื่องมือ

- เปิดก๊อกน้ำเย็น , เสียบปลั๊กไฟ
- ทำความสะอาด pot และ Stirrer
- สวิทซ์น้ำเย็นที่ 0
- สวิทซ์อุณหภูมิอยู่ที่ 0
- สวิทซ์ไฟเทอร์โมมิเตอร์ที่ 0
- เครื่องอยู่ในแนวเอียง
- ตั้งอุณหภูมิให้เริ่มที่ 30 องศา

4.3.2 การใช้เครื่อง Brabender Viscograph

- ใส่ pot ลงในเครื่อง
- ใส่น้ำแป้งลงใน pot
- ใส่ Stirrer ลงใน pot เลื่อนเครื่องให้มาอยู่ในแนวตรง
- Lock Stirrer กับแกนที่ตัวเครื่อง
- ค่อยๆปล่อย Stirrer ลงใน pot
- เปิดจุกปากกา
- ตั้งอุณหภูมิที่ 97 องศา
- เปิดสวิทซ์ไฟเทอร์โมมิเตอร์
- ตั้งเวลา (ในกรณีที่เวลาหมดแต่ยังวัน Viscosity ไม่เสร็จให้หมุนปุ่มเวลาต่อได้ทุกครั้งที่เครื่องกำลังทำงาน
- ตั้งกริ่งอยู่ที่เลข 1
- เปิดปุ่ม Cooling ที่ S
- เครื่องเริ่มทำงานคอยปรับ Speed ให้ได้ 75 RPM

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

- ตรวจอุณหภูมิให้ขึ้น 1.5 องศา/Sec
- ให้เครื่องเดินจนอุณหภูมิถึง 95 องศา
- หยุดเครื่องโดยกปิดปุ่มเวลามาที่ 0
- กดปุ่มกริ่งมาที่ 0
- กดปุ่มเครื่องมาที่ 0 เครื่องจะหยุด
- กดปุ่ม Cooling มาที่ 0
- ยกปุ่มอุณหภูมิมาที่ 0
- ปิดปุ่มไฟเทอร์โมมิเตอร์
- หย่อนตัว cooling ลงใน pot ให้สุดปิดเกลียวให้แน่น
- เปิดไฟเทอร์โมมิเตอร์
- ตั้งเวลา
- กดปุ่มกริ่งมาที่ 1
- ดู cooling มาที่ S
- คอยดูอุณหภูมิให้คงที่ 5 นาที
- เมื่อครบ 5 นาที กดปุ่มเทอร์โมมิเตอร์ไฟที่ 20 องศา
- ตรวจอุณหภูมิให้ลงถึง องศา
- ปล่อยให้เครื่องเดินจนอุณหภูมิลดลงถึง 50 องศา
- หยุดเครื่องโดยปิดปุ่มเวลามาที่ 0 , กดปุ่มกริ่งมาที่ 0 , กดปุ่มเดินเครื่องมาที่ 0
- ในกรณีถ่วงน้ำหนักให้ใช้ลูกตุ้มน้ำหนักมาถ่วง
- ถึงเวลากดปุ่มกริ่งมาที่ 1 , ปุ่มเดินเครื่องมาที่ 1
- เมื่ออุณหภูมิลดถึง 50 องศา ปิดปุ่มเวลามาที่ 0 , กดปุ่มกริ่งมาที่ 0 , กดปุ่มเดินเครื่องมาที่ 0 , ปิดจุกปากกา
- บิดตัว cooling มาที่ 0 , ปิดเทอร์โมมิเตอร์มาที่ 0 , ปิดไฟเทอร์โมมิเตอร์
- ยกตัว cooling ขึ้นให้สุด ปิดปุ่มให้แน่น
- ยกเครื่องขึ้นถอด Stirrer ออกค่อยๆปล่อยลงใน pot
- ดันเครื่องออกให้อยู่ในแนวเอียง
- เอา Stirrer ออก , ยก pot ออกนำมาล้างให้สะอาด , เช็ดด้วยผ้าสะอาดให้แห้ง

4.4 การอ่านค่าความหนืดข้น อ่านโดยแบ่งเป็น 3 ช่วง

- ช่วงให้ความร้อนเพิ่มอุณหภูมิจาก 30 องศา ไปจนถึง 95 องศา อ่านค่าความหนืดที่สูงสุด มีหน่วยเป็น B.U
- ช่วงทำให้เย็นลดอุณหภูมิจาก 95 องศา มาที่ 50 องศา อ่านค่าความหนืดขั้นที่ 50 องศา มีหน่วยเป็น BU

---

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

## การวิเคราะห์หา % โปรตีน

1. วัตถุประสงค์

1.1 เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน

2. ผู้ใช้มาตรฐาน

1.2 เจ้าหน้าที่ทดสอบ

3. สิ่งที่เกี่ยวข้องและอุปกรณ์

3.1.1 เครื่องสำหรับย่อย

3.1.2 เครื่องสำหรับกลั่น

3.1.3 Erlenmeyer flask ขนาด 500 มิลลิลิตร

3.1.4 Buret ขนาด 25 มิลลิลิตร

3.1.5 Kjeldatherm tube ขนาด 250 มิลลิลิตร

3.2 สารละลายและวิธีเตรียม

3.2.1 Sulfuric acid conc. ($H_2SO_4$ )

3.2.2 Potassium Sulfate ($K_2SO_4$)

3.2.3 Copper Sulfate ($CuSO_4$ 5 $H_2O$)

3.2.4 0.1 N Sulfuric acid ($H_2SO_4$ )

ปิเปต $H_2SO_4$ 2.8 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

3.2.5 0.1 N Sodium Hydroxide (NaOH)

ละลาย NaOH 4 กรัม ด้วยน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ทำการ Std. ด้วย 0.1 N $H_2SO_4$เพื่อหาค่าความเข้มข้นของ NaOH

3.2.6 Methyl red

ละลาย Methyl red 0.2 กรัม ใน 95 % Ethanol 100 มิลลิลิตร

3.2.7 40 % NaOH

ละลาย 400 กรัม NaOH ในน้ำกลั่นปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร (ควรทำใน Hood)

4. มาตรฐานการวิเคราะห์

4.1 ชั่งตัวอย่าง 2 กรัม ทราบค่าน้ำหนักที่แน่นอนใส่ใน Digest Tube

4.2 ใส่ $K_2SO_4$ 4.5 กรัม และ $CuSO_4$ 5 $H_2O$ 0.6 กรัม เป็น Catalyst

4.3 ใส่ $H_2SO_4$ (Conc.) 20 มิลลิลิตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.4 นำเข้าเครื่องย่อยให้ใช้ความร้อน 200 °C 30 นาที แล้วค่อยใช้ความร้อยสูงที่ 400 °C ย่อยจนกระทั่งสารละลายเป็นสีเขียวใสแล้วปล่อยไว้ให้เย็น

4.5 เติมน้ำ

4.6 นำมากลั่นในเครื่องกลั่นโดยมี Erlenmeyer flask ขนาด 500 มิลลิลิตร ซึ่งใส่น้ำกลั่นที่แช่เย็น 30 มิลลิลิตร และ 0.1 N Sulfuric acid ($H_2SO_4$ ) 25 มิลลิลิตร หยด methyl red 2-3 หยด รองอยู่ที่ Condensor เปิดเครื่องกลั่นโดยปั๊ม 40 % NaOH จนสารละลายใน Digest tube เป็นสีดำกลั่นเป็นเวลา 6 นาที

4.7 เมื่อกลั่นเสร็จแล้วนำสารละลายใน Erlenmeyer flask มา titrate กับ 0.1 N NaOH จนถึงจุดยุติจะได้สารละลายเปลี่ยนจากสีชมพูเป็นสีเหลือง จดปริมาตร NaOH ที่ใช้

4.8 ทำ Blank ด้วยวิธีเดียวกัน แต่ไม่ต้องใส่สารตัวอย่างลงไป

การคำนวณ

$$\% \text{ โปรตีน} = \frac{(V_1 - V_2) \times 1.4007 \times 6.2}{W(\text{d.w.,w.w.})}$$

เมื่อ V = ปริมาตร NaOH ที่ใช้ titrate ตัวอย่าง

V = ปริมาตรของ NaOH ที่ใช้ titrate ตัวอย่าง

N = ความเข้มข้นที่แน่นอน NaOH

W = น้ำหนักตัวอย่างเป็นกรัม (d.w. = dry weight , w.w. = net weight )

---

## 2.การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ

**2.1การหาค่าความชื้นโดยใช้เครื่องมือทดสอบ(infrared Moisture )**

1. วัตถุประสงค์

เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

2.ผู้ใช้มาตรฐาน

เจ้าหน้าที่ทดสอบ

3. สิ่งที่เกี่ยวข้อง

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ เครื่องวัดความชื้น Kett ประกอบด้วย

3.1.1 ตัวเครื่องชั่ง พร้องโคมไฟสำหรับให้ความร้องแก่ตัวอย่าง

3.1.2 ตู้อบที่ใช้แสง Infrared

3.1.3 ถาดสำหรับใส่ตัวอย่าง

3.1.4 ช้อนสำหรับตักสาร

3.1.5 คีมสำหรับคีบตัวอย่าง

3.1.6 ตุ้มน้ำหนัก 5 กรัม ประกอบด้วยตุ้มน้ำหนัก 2 กรัม 2 ลูก, ตุ้มน้ำหนัก 1 กรัม 1 ลูก

4. วิธีการทดสอบ

4.1 เตรียมเครื่องชั่งวัดความชื้น หาที่ตั้งเครื่องชั่งบนโต๊ะที่ได้ระดับ แล้วปรับเครื่องให้

balance ตามวิธีการใช้เครื่อง

4.2 การตั้งระดับโคมไฟบนเครื่องชั่งจะสัมพันธ์กับอุณหภูมิ

ตารางการตั้งโคมไฟกับอุณหภูมิ

| ความสูงของโคมไฟ (ขีดที่) | อุณหภูมิ (C) |
|---|---|
| 10 | 65 |
| 9 | 75 |
| 8 | 85 |
| 7 | 95 |
| 6 | 105 |
| 5 | 120 |
| 4 | 140 |
| 3 | 170 |

ตารางที่1 ตารางการตั้งโคมไฟกับอุณหภูมิ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**การหาค่า**

1. ชั่งตัวอย่าง 5 กรัม บนถาดเครื่องชั่ง
2. นำเข้าตู้อบที่ใช้แสง Infrared นาน 10 นาที (ถ้าตัวอย่างมีความชื้นสูงควรเพิ่มเวลาอบให้นานขึ้น)
3. คีบถาดตัวอย่างขึ้นมาบนเครื่องชั่ง พร้อมทั้งเปิดไฟส่องตัวอย่างไว้ตลอดเวลา และให้ความสูงของดวงไฟเท่ากับขีดที่ 3 เพื่อให้ความชื้นที่เหลืออยู่บนถาดระเหยออกไป
4. เมื่อความชื้นออกไป เลื่อนเข็มให้ขีดแคบลงมาทับกับขีดศูนย์พอดี เมื่อค่าความชื้นที่หายไปเกินค่าบนสเกล ( 2-20% ) คือ 20% ให้เอาน้ำหนัก 1 กรัม ออกอ่านค่าความชื้นที่ได้ บวกกับ 20 % ค่าความชื้นของสารเกิน 40 % กับค่าความชื้นที่อ่านได้นั่นคือ

<u>วิธีการอ่านค่า</u>

อ่านค่าที่ได้เมื่อเข็มสีแดงทับขีด 0 พอดีและหยุดนิ่ง (สมดุล)

ตารางการอ่านค่าความชื้น

| ตุ้มน้ำหนัก | ความชื้นช่วงที่ใช้วัด |
|---|---|
| 5 กรัม | 0-20% |
| 4 กรัม | 20-40% |
| 3 กรัม | 40-60% |
| 2 กรัม | 60-80% |
| 1 กรัม | 80-100% |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

<u>ตารางที่2</u> การอ่านค่าความชื้น

## การวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด

1.วัตถุประสงค์

1.1 เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

2 ผู้ใช้มาตรฐาน

2.1 เจ้าหน้าที่ทดสอบ

3 สิ่งที่เกี่ยวข้อง

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.1.1 Magentic Stirrer

3.1.2 Erlenmeyer flask ขนาด 500 มิลลิลิตร

3.1.3 Cylinder

3.1.4 Buret

3.2 สารละลายและวิธีเตรียม

3.2.1 1% phenolphthalein

ชั่ง phenolphthalein 10 กรัม ใส่ใน 95% ethanal ปรับปริมาตรเป็น 100

มิลลิลิตร

3.1.2 0.1N NaOH

ละลาย NaOH 4 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร

4.มาตรฐานการวิเคราะห์

4.1 ชั่งตัวอย่างแป้ง 10 กรัมใส่ลงใน Erlenmeyer flask ขนาด 500 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 290 มิลลิลิตร หยด phenolphthalein 2-3 หยด เป็นตัว Indicator นำไปตั้งบนเครื่อง Magnetic stirring กวนให้เข้ากัน Tritrate ด้วย 0.1N NaOH จุดยุติเป็นสีชมพู (ตั้งทิ้งไว้ 30 วินาที สีไม่เปลี่ยนแปลง)

4.2 การคำนวณ

ค่าความเป็นกรด = จำนวนมิลลิลิตรของ 0.1N NaOH ที่ใช้ในการ TiTrate x 0.06 (ค่าคงที่)

---

**การทดสอบสีและกลิ่น**

1.วัตถุประสงค์

1.1 เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

2. ผู้ใช้มาตรฐาน

2.1 เจ้าหน้าที่ทดสอบ

3. สิ่งที่เกี่ยวข้อง

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.1.1 Beaker ขนาด 50 มิลลิลิตร

3.1.2 Pertri dish ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 500 เซนติเมตร

3.1.3 ช้อนตักสารตัวอย่าง

3.1.4 Cylinder (กระบอกตวงขนาด 10 มิลลิลิตร)

4. มาตรฐานการทดสอบ

4.1 ชั่งตัวอย่างแป้ง 10 กรัม ใส่ใน Beaker เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตรต้นให้เข้ากันเทใส่ Pertri dish

4.2 นำแป้งที่เตรียมได้นึ่งในหม้อนึ่งที่มีน้ำเดือดนาน 10 นาที

4.3 นำตัวอย่างแป้งที่ผ่านการนึ่งแล้วมาทดสอบสีและกลิ่น โดยการตรวจพินิจ สีแป้งควรมีสีขาวหรือขาวนวล มีกลิ่นธรรมชาตของแป้งไม่มีกลิ่นอับหืนหรือเหม็นเปรี้ยวหรือกลิ่นอันไม่พึงประสงค์อื่น

4.4 หรือในกรณีที่ต้องการจะทดสอบเฉพาะกลิ่นของตัวอย่างแป้งทำได้โดยใช้ตัวอย่างแป้งประมาณ 10 กรัม ใส่ในBeaker เทน้ำเดือดปริมาตร 10 มิลลิลิตร กวนแป้งให้เข้ากัน ดมกลิ่นโดยการตรวจพินิจ

---

**การวิเคราะห์หาค่า pH**

1.วัตถุประสงค์

1.1 เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

2. ผู้ใช้มาตรฐาน

2.1 เจ้าหน้าที่ทดสอบ

3. สิ่งที่เกี่ยวข้อง

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.1.1 pHmeter

3.1.2 Beaker ขนาด50 มิลลิลิตร

3.1.3 Stirring Rod

3.1.4 Pipet ขนาด 10 มิลลิลิตร และ 20 มิลลิลิตร

3.2 สารละลายและวิธีเตรียมสาร

3.2.1 0.1N NaOH

ละลาย NaOH 4 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร

3.2.2 0.1 $H_2SO_4$

ละลาย Conc. $H_2SO_4$ 2.8 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร

4. มาตรฐานการวิเคราะห์

4.1 ชั่งตัวอย่าง 2 กรัม ใส่ในBeaker ขนาด 50 มิลลิลิตร

4.2 ปรับ pH น้ำก๊อกให้เป็น 7 ด้วยสารละลาย 0.1 N NaOH หรือ $H_2SO_4$

4.3 pipet น้ำก๊อก pH จำนวน 27 มิลลิลิตร ใส่ใน Beaker ที่มีตัวอย่างข้อ 4.2 คนให้เข้ากันนานประมาณ 1 นาที

4.4 นำตัวอย่างมาวัด pH โดยใช้เครื่อง pH meter ที่ Calirate แล้วกับสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน pH 4 และ 7 โดยให้ตัวเลขหยุดนิ่งจึงอ่านค่า pH

## การทดสอบสีของแป้งโดยเครื่อง Coler Meter

1.วัตถุประสงค์

1.1 เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

2 ผู้ใช้มาตรฐาน

2.1 เจ้าหน้าที่ทดสอบ

3. สิ่งที่เกี่ยวข้อง

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

31.1. Coler and Coler difference meter

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.1.2. Petri dish ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร

3.1.3 Cylinder ขนาด 10 มิลลิลิตร

4. การวัดสีแป้งผง

4.1 ชั่งตัวอย่าง 4 กรัม ใส่ตลับแป้งของเครื่องวัดนำเข้าเครื่องวัดสี (Coler and Coler difference meter)

5. การวัดสีแป้งนึ่ง

5.1 นำแป้งตัวอย่าง 10 กรัมเติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันเทลงใน Petri dish

5.2 นำไปนึ่งด้วยไฟกลางค่อนข้างอ่อน เป็นเวลา 10 นาที

5.3 จากนั้นนำแป้งตัวอย่างที่นึ่งแล้วเข้าเครื่องวัดสี

การอ่านค่าที่วัดได้

อ่านค่า L, a และ b ที่เครื่อง print ออกมา

L คือค่า มากสว่างมาก

a คือค่า a+ แป้งจะออกแดง

a- แป้งจะออกเขียว

b คือค่า b+ แป้งจะออกเหลือง

b- แป้งจะออเทา , น้ำเงิน

$\Delta E$ ลักษณะสีโดยรวม

---

**วิธีการฟอกสีเส้นก๋วยเตี๋ยว , เส้นหมี่**

วิธีทำ

1. โม่ร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 80
2. ชั่งมา 5 กรัม
3. ใส่น้ำสีแดง 10 มิลลิลิตร
4. ปั้นแล้วนำไปนึ่งเป็นเวลา 10 นาที

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ระดับขั้นของการฟอกสี

| | | |
|---|---|---|
| 1 – 10 ppm | = | ไม่ฟอกสี |
| 10- 30 ppm | = | ฟอกน้อย (เกือบไม่ฟอกสี) |
| 31 – 50 ppm | = | ฟอกปานกลาง (แดง --→ ส้มแดง) |
| 51 – 75 ppm | = | ฟอกมากๆ (แดง --→ ส้มเหลือง) |
| 100 ppm | = | ฟอกมากๆๆ (แดง --→ เหลือง) |

---

## วิธีการลวกเส้นหมี่

### วิธีทำ

1.วัดเส้นหมี่โดยใช้เวอร์เนีย เพื่อนำมาใช้พิจารณาระยะเวลาที่ใช้แช่น้ำเย็นซึ่งมีค่าดังตารางที่ 4

| ชนิดของเส้นหมี่ | ขนาด | ระยะเวลาในการแช่น้ำ |
|---|---|---|
| เส้นหมี่ขนาดเล็ก | < 0.7 มิลลิเมตร | 4 นาที |
| เส้นหมี่ขนาดกลาง | 0.7 - 1.0 มิลลิเมตร | 7 นาที |
| เส้นหมี่ขนาดใหญ่ | > 1.1 มิลลิเมตร | 10 นาที |

ตารางที่3 ตารางการบอกระยะเวลาในการแช่น้ำเส้นหมี่

1. ชั่งตัวอย่างหมี่ 20 กรัม แช่น้ำเย็นเป็นเวลากำหนด
2. เทหมี่ลงบนตะแกรงเพื่อสะเด็ดน้ำเป็นเวลา 2 นาที
3. เทหมี่ลงในบีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร แล้วเทน้ำเดือดลงไปจนได้ปริมาตร 250 มิลลิลิตร แช่นาน 1 นาที เทน้ำออกทิ้งไว้ให้สะเด็ดน้ำ
   3.1 พิจารณาลักษณะเส้นดูว่ามีความเหนียวลื่นดีไหม , ดูว่าไม่เป็นเมือก
   3.2 ดมกลิ่นดูว่ามีความเหม็นเปรี้ยวหรือว่ามีกลิ่นผิดปรกติอย่างไร
   3.3 นำไปหา %ตะกอน ( % ที่อ่านได้ x 5)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.4 นำหมี่ไปชั่งหา % water up take (น้ำหนักที่ชั่งได้ - 20 ) x 5

| คุณเสมบัติ | คุณสมบัติที่ตรวจสอบ | คะแนน |
|---|---|---|
| สี | สีขาวนวลและสม่ำเสมอ | 4 |
| | สีขาวนวลค่อนข้างเหลืองเล็กน้อย | 3 |
| | สีขาวนวลค่อนข้างเหลืองและมีสีคล้ำบางแห่งจนสามารถมองเห็นได้ชัด | 2 |
| | สีคล้ำหรือเกรียมค่อนข้างเหลืองมาก | 1 |
| กลิ่นรส | มีกลิ่นรสดีตามธรรมชาติของเส้นหมี่ | 4 |
| | มีกลิ่นรสแปลกไปจากธรรมชาติของเส้นหมี่เพียงเล็กน้อยแต่ยังเป็นที่ยอมรับได้ | 3 |
| | มีกลิ่นรสอันเกิดจากปฏิกิริยาการหมักเล็กน้อยแต่ยังเป็นที่ยอมรับได้ | 2 |
| | มีกลิ่นอับรสเปรี้ยวหรือมีกลิ่นของกำมะถันหรือมีกลิ่นรสอันไม่พึงประสงค์ | 1 |
| ลักษณะเส้น | เส้นนิ่ม เหนียว และไม่เกาะติดกัน | 4 |
| | เส้นนิ่ม เหนียวพอใช้ได้ และไม่เกาะติดกัน | 3 |
| | เส้นนิ่ม เหนียวพอใช้ได้ และเกาะติดกันอย่างเห็นได้ชัด | 2 |
| | เส้นไม่เหนียว เปื่อย หรือกระด้าง | 1 |

ตารางที่ 4 ตารางหลักเกณฑ์การให้คะแนนเส้นหมี่

---

## วิธีการลวกก๋วยเตี๋ยว

**วิธีทำ**

1. วัดความกว้างของเส้นก๋วยเตี๋ยวเพื่อพิจารณาระยะเวลาที่ต้องแช่เส้นก๋วยเตี๋ยว ซึ่งจะใช้ค่าดังตารางข้างล่างนี้

| ความกว้างของเส้น (ม.ม.) | ระยะเวลาที่ใช้ในการแช่น้ำ (นาที) | ระยะเวลาในการลวก (นาที) |
|---|---|---|
| < 5 | 10 | 2 |
| > 5 | 20 | 5 |

ตารางที่ 5 ตารางระยะเวลาในการแช่น้ำเส้นก๋วยเตี๋ยว

2. ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม ใส่น้ำก๊อก 250 มิลลิลิตร แช่นานตามเวลาที่แสดงไว้ในตาราง
3. เทเส้นก๋วยเตี๋ยวลงบนตะแกรงทิ้งไว้ 10 นาที เพื่อให้สะเด็ดน้ำ
4. นำเส้นก๋วยเตี๋ยวไปใส่ในบีกเกอร์ 500 มิลลิลิตร แล้วเทน้ำเดือดใส่จนปริมาตร 150 มิลลิลิตร แช่นานตามเวลาที่แสดงไว้ในตาราง
5. เทใส่ตะแกรงรอให้สะเด็ดน้ำ
   5.1 สังเกตดูลักษณะเส้น
   5.2 ดมดูกลิ่น
   5.3 % water up take = (น้ำหนัก ที่ชั่งได้ - 25 ) x 4
   5.4 % ตะกอน = ตะกอนที่อ่านได้ x 4

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

## คุณลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป

## (Finished Product Specification)

ตารางที่ 6 ตารางแสดงลักษณะผลิตภัณฑ์แป้งข้างเจ้าและแป้งข้าวเหนียว

| ผลิตภัณฑ์ | ทดสอบ | อ้างอิง | จุดมุ่งหมาย |
|---|---|---|---|
| แป้งข้าวเจ้า | กลิ่น | ความชำนาญ | ไม่มีกลิ่นแปลกปลอมอื่น |
| | สี | ความชำนาญ | สีขาวหรือสีขาวนวล |
| | ค่าความเป็นกรด | วิธีทางเคมี | ไม่เกิน 0.24 % |
| | ความละเอียดบนตะแกรง # 80 | ร่อนด้วยตะแกรงเครื่อง Test sieve | ไม่เกิน 2.5 % |
| | % ความชื้น | เครื่องวัดความชื้น | 11.0 – 13.0 % |
| | ค่าความหนืดข้น (B.U.) | เครื่องวัดความหนืดข้น | |
| | ค่าสูงสุดช่วงให้ความร้อน | | ไม่ต่ำกว่า 250 |
| | ค่าสูงสุดช่วงให้ความเย็น (50°C) | | ไม่ต่ำกว่า 400 |
| | ค่าสูงสุดช่วงให้ความร้อน – ค่าความหนืด (ช่วงหุงต้มที่ 95 °C) | | ไม่เกิน 80 |
| แป้งข้าวเหนียว | กลิ่น | ความชำนาญ | มีกลิ่นตามธรรมชาติของแป้งข้าวเหนียว ไม่มีกลิ่นแปลกปลอมอื่น |
| | สี | ความชำนาญ | สีขาวหรือสีขาวนวล |
| | ความเป็นกรด(Acidity) | วิธีทางเคมี | ไม่เกิน 0.29 % |
| | ความชื้น | เครื่องวัดความชื้น | 11.0 – 13.0 % |
| | ความละเอียดบนตะแกรง # 80 (180 μm) | ร่อนด้วยตะแกรงเครื่อง Test sieve | ไม่เกิน 2.5 % |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

## ตอนที่2 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำใช้และน้ำทิ้ง

## ระบบบ่อธรรมชาติ (Natural Pond)

**ระบบบ่อธรรมชาติ** หมายถึง บ่อน้ำที่รับน้ำเสียเพื่อนำมาบำบัดหรือกัด BOD โดยอาศัยธรรมชาติ คือ อาศัยการสังเคราะห์แสงเพื่อให้เกิดก๊าซ $CO_2$ และ/หรือ อาศัยการหมักเพื่อให้เกิดก๊าซมีเทน ดังนั้นในบ่อธรรมชาติอาจทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำเสียทั้งแบบใช้ออกซิเจน และแบบไม่ใช้ออกซิเจนภายในบ่อเดียวกันนี้ ระบบบ่อธรรมชาติสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. ที่จะกล่าวถึงคือ บ่อแบบมีออกซิเจน (Aerobic) บ่อตื้นมีขนาดกว้างใหญ่ ใช้แสงแดดช่วยให้เกิดบ่อมีออกซิเจน (Aerobic Pond)

2. บ่อมี / ไม่มีออกซิเจน (Facultative Pond)

3. บ่อไม่มีออกซิเจน (Anaerobic Pond)

ปฏิกิริยาสังเคราะห์แสง ซึ่งจะบำบัดน้ำเสียด้วยแบคทีเรียและสาหร่าย (Algae) บ่อแบบนี้ยังสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. บ่อผลิตสาหร่าย (High-rate pond) ซึ่งจะมีความลึกของน้ำเท่ากับ 15-45 ซม. เท่านั้น

2. บ่อเพิ่มออกซิเจน (Low-rate pond) ซึ่งจะมีขนาดความลึกของน้ำเท่ากับ 1.5 ม. ถ้าต้องการให้ได้ผลดีที่สุดคือทำให้เป็น Aerobic pond จริงๆ อาจใช้เครื่องเติมอากาศเข้าช่วย หลักการของระบบนี้ได้แสดงไว้ในภาพ อย่างไรก็ตามระบบนี้สามารถลด BOD ของน้ำเสียได้ระดับหนึ่ง แต่จะมีพวกสาหร่ายเจริญเติบโตมากมาย ซึ่งเมื่อปล่อยทิ้งลงสู่คลองสาธารณะก็จะก่อให้เกิดปัญหาน้ำเน่าในคลองนี้ได้เนื่องจากสาหร่ายต่าง ๆ เหล่านี้ไปแย่งใช้ออกซิเจนในคลอง ดังนั้นอาจจำเป็นต้องมีระบบกรองน้ำทิ้งที่ผ่าน Aerobic ซึ่งประกอบด้วยบ่อบ่ม (Maturation) แบบอัตราต่ำ (Low-rate) และแบบอัตราสูง (High-rate)

**ตารางที่ 7** ข้อมูลการออกแบบบ่อมีออกซิเจน (Aerobic Pond)

| ข้อมูลออกแบบ | บ่อบ่ม (Muturation Pond) | บ่อแบบอัตราต่ำ (Low-rate Pond) | บ่อแบบอัตราสูง (High-rate Pond) |
|---|---|---|---|
| การใช้งาน | บ่อบำบัดขั้นสุดท้ายสำหรับปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้ง | บำบัดน้ำทิ้งที่มาจากระบบบำบัดขั้นที่สองและน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์ปราศจากตะกอน | บำบัดน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์ปราศจากตะกอน มีการกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสได้ แปรรูปน้ำเสียเป็นสาหร่ายได้ |
| ขนาดพื้นที่บ่อ, ตร.ม. | 10000-40000 | <40000 | 2500-10000 |
| การจัดวางบ่อ | อนุกรม หรือขนาน | อนุกรม หรือขนาน | อนุกรม |
| เวลาเก็บกัก, วัน | 5-20 | 10-40 | 4-6 |
| ความลึกของน้ำในบ่อ, ม. | 1-1.5 | 1-1.5 | 0.3-0.45 |
| PH | 6.5-10.5 | 6.5-10.5 | 6.5-10.5 |
| อุณหภูมิที่เหมาะสม, $^{0}$ซ | 20 | 20 | 20 |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

| ข้อมูลออกแบบ | บ่อบ่ม (Muturation Pond) | บ่อแบบอัตราต่ำ (Low-rate Pond) | บ่อแบบอัตราสูง (High-rate Pond) |
|---|---|---|---|
| ภาระ $BOD_5$, กก./(1000 ม.$^2$ วัน) | < 1.5 | 4-12 | 8-16 |
| ประสิทธิภาพในการกำจัด BOD5, % | 60-80 | 80—95 | 80-95 |
| ปริมาณสาหร่าย, มก/ล | 5-10 | 40-100 | 100-260 |
| TSS ของน้ำทิ้ง, มก/ล | 10-30 | 80-100 | 150-300 |

จุลินทรีย์ที่พบในน้ำเสียทั่ว ๆ ไปจะประกอบไปด้วย 3 กลุ่มใหญ่ ๆ และในแต่ละกลุ่มใหญ่ ๆ นี้ก็จะแบ่งออกเป็นหลายพวกดังต่อไปนี้

จุลินทรีย์
( Microorganisms )

| สัตว์ | พืช | Protista |
|---|---|---|
| Rotifers | Mosses | Bacteria |
| Crustaceans | Ferns | Algae |
| Worms | Livreworts | Fungi |
| Potozoa | | |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ต่อไปนี้จะขอกล่าวถึงลักษณะของจุลินทรีย์ต่าง ๆ ดังนี้ แบคทีเรีย สาหร่าย Fungi, Protozoa, Rotifer, Crustanceans และ Viruses เพื่อให้เข้าใจเกี่ยวกับจุลินทรีย์เหล่านี้ ซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องกับการบำบัดน้ำเสียแบบวิธีทางชีวภาพ

1. **แบคทีเรีย** ( Bacteria )
   1) เซลเดียวซึ่งอยู่ในกลุ่ม Protista
   2) แบ่งตัวโดยวิธี binary fussuib
   3) จะมีรูปร่างได้หลายแบบขึ้นอยู่กับชนิดของแบคทีเรีย ( รูปแท่ง, รูปทรงกลม, รูปขดเป็นวง )
   4) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 0.2 ถึง 2 Micron
   5) ประกอบด้วยน้ำ 80% สารอินทรีย์ 18%, ทรายอนินทรีย์ 2% โดยมีสูตรของสารอินทรีย์ คือ $C_{60}H_{87}O_{23}N_{12}P$ และมีสูตรของอนินทรีย์สาร คือ $P_2O_5$, $SO_3$, $Na_2O$, CaO, MgO, $K_2O$ และ $Fe_2O_3$
   6) แบคทีเรียสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท โดยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ

      6.1) Psychrophiles : แบคทีเรียชนิดนี้ชอบอยู่ในสภาวะอุณหภูมิ $15^0C$ – $20^0C$ แต่สามารถเจริญเติบโตได้ที่อุณหภูมิ $0^0C$ หรือต่ำกว่า

      6.2) Mesophiles : แบคทีเรียชนิดนี้ชอบอยู่ในสภาวะอุณหภูมิ $25^0C$ – $40^0C$

      6.3) Thermophiles : แบคทีเรียชนิดนี้ชอบอยู่ในสภาวะอุณหภูมิ $50^0C$ – $60^0C$
   7) แบคทีเรียสามารถเจริญเติบโตและแบ่งตัวได้รวดเร็วที่ pH ช่วง 6.5 ถึง 7.5 เพราะฉะนั้น ในระบบบำบัดน้ำเสียโดยวิธีทางชีวภาพจึงนิยมควบคุม pH ให้อยู่ในช่วง 6.5 – 7.5 เพื่อที่จะได้มีประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำเสียสูงที่สุด
   8) แบคทีเรียสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทตามชนิดของแหล่งอาหารคาร์บอน

      8.1) Autotrophic Bacteria : แบคทีเรียชนิดนี้จะใช้ CO2 เป็นแหล่งอาหารคาร์บอนโดยผลิตอาหารด้วยตัวของมันเอง

      8.2) Heterotropic Bacteria แบคทีเรียชนิดนี้จะใช้พวกสารอินทรีย์ เช่น คาร์โบไฮเดรต เป็นแหล่งอาหารคาร์บอนโดยการรับอาหารจากที่อื่น

9) แบคทีเรียสามารถแบ่งออกได้ 5 ประการตามความต้องการออกซิเจนของแบคทีเรียประเภทต่าง ๆ

9.1) Aerobic : ต้องการใช้ออกซิเจนในการเจริญเติบโต

9.2) Anareobes : ไม่ต้องการใช้ออกซิเจนในการเจริญเติบโต

9.3) Facultative anareobes : Aerobic bacteria สามารถเปลี่ยนสภาพไปเจริญเติบโตในสภาวะไม่มีออกซิเจนได้

9.4) Microaerophiles : แบคทีเรียประเภทนี้ชอบสิ่งแวดล้อมที่มีปริมาณออกซิเจนน้อยกว่าเล็กน้อยของบรรยากาศทั่ว ๆ ไป แต่จะไม่เจริญเติบโตในสภาวะขาดออกซิเจนและในสภาวะความดันบรรยากาศ

9.5) Aerotolerant anaerobes : แบคทีเรียประเภทนี้ไม่สามารถใช้ออกซิเจนช่วยในการเจริญเติบโต

10) สูตรเคมีอย่างง่าย ๆ ของแบคทีเรียอาจเป็น $C_5H_7O_2N$

2. **สาหร่าย** ( Algae )

1) สาหร่ายเป็นทั้งเซลเดียว หรือหลายเซลซึ่งจัดอยู่ในพวก Autotrophic และอยู่ในกลุ่มของ Photosynthetic protists

2) สามารถปล่อยกลิ่น และทำให้รสชาติในน้ำประปาไม่ดี

3) ทำให้ต้องล้างเครื่องกรองน้ำในโรงงานผลิตน้ำประปาบ่อยครั้งกว่าหกติ

4) จะให้ออกซิเจนในระบบ Oxidation pounds

5) เป็นอาหารสำหรับสิ่งมีชีวิตทั่ว ๆ ไป

6) เกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมีในเวลาที่มีแสงแดด ค่า pH จะเพิ่มขึ้นในน้ำ

7) สาหร่ายสามารถแบ่งออกได้ 5 ประเภทดังต่อไปนี้

7.1) Cholrophyta : สาหร่ายที่มีสีเขียว พบได้ในน้ำจืดทั่วไป จะเป็นทั้งประเภทเซลเดียวหรือหลายเซล สาหร่ายกลุ่ม Chlorella จะพบได้ใน Stabilization ponda

7.2) Volvocales Euglenophyta : สาหร่ายที่มีสีเขียวชนิดที่เคลื่อนที่ได้ เป็นประเภทเซลเดียวและมีลักษณะเป็นเส้น ๆ

7.3) Chrysophyta : สาหร่ายที่มีสีเหลืองแกมเขียว หรือสีทองแกมน้ำตาล จะพบพวก Diatom ได้ทั้งในน้ำทะเลและน้ำจืดทั่ว ๆ ไป

7.4) Phrophyta : สาหร่ายที่มีสีทองแกมน้ำตาลหรือสีเขียวแกมน้ำตาลสามารถเคลื่อนที่ได้

7.5) Crynophyta : สาหร่ายเซลเดียวที่มีสีน้ำเงินแกมเขียว หรือนิยมเรียกกันว่า Blugreen algae ซึ่งเป็นประเภทที่สำคัญในงานบำบัดน้ำเสีย สามารถใช้ไนโตรเจนจากอากาศมาเป็นอาหารสำหรับการสังเคราะห์เซลได้

8) สูตรเคมีอย่างง่าย ๆ ของสาหร่าย อาจเป็น $C_5H_8O_2N$

3. **ฟังไจ** ( Fungi )

1) ฟังไจเป็นตัวสำคัญในการบำบัดน้ำเสีย คล้าย ๆ กับพวกแบคทีเรีย แต่จะอาศัยอาหารจากพวกอินทรีย์สารที่ตายแล้ว

2) เป็นพวก Heterotrophic Protista และมีหลายเซลซึ่งไม่มีการสังเคราะห์แสง จะอยู่ในสภาวะมีออกซิเจน

3) สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาวะที่มีอาหารน้อย ที่ pH ต่ำ ๆ และที่มีความชื้นต่ำอีกด้วย ซึ่งแบคทีเรียไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ดังนั้น ฟังไจจึงเป็นตัวสำคัญในระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพของน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม

4) มีขนาดใหญ่กว่าแบคทีเรียและมี spore อีกด้วย

5) สูตรเคมีอย่างง่าย ๆ ของฟังไจอาจเป็น $C_{10}H_{17}O_6N$

4. **โปรโตซัว** ( Protozoa )

1) เป็นสัตว์เซลเดียวที่ไม่มีผนังเซล และอยู่ในกลุ่มของ Protists ซึ่งสามารถเคลื่อนที่ได้

2) สามารถพบได้ในน้ำธรรมชาติ และตามดินทั่วไป มีขนาดตั้งแต่ 10-100 micron

3) พวกโปรโตซัวที่ก่อให้เกิดโรคร้าย เช่น พวก Cryptospotirium จะเป็นสาเหตุให้เกิดการติดเชื้อกับผู้ป่วยโรคเอดส์ ดังนั้นจึงควรระมัดระวังไม่ให้มีพวกโปรโตซัวนี้ปะปนอยู่ในน้ำประปา

4) ส่วนใหญ่แล้ว จะเป็นพวก Aerobic Heterotrophs

5) สามารถแบ่งได้ 5 ประเภทด้วยกันดังต่อไปนี้

5.1) Sarcodina : มีคุณสมบัติเป็น pseudopods ทำให้คนเป็นโรคเกี่ยวกับลำไส้

5.2) Mastigophora : มีคุณสมบัติเป็น flagella ซึ่งช่วยในการเคลื่อนที่

5.3) Sporoza : เป็นโปรโตซัวชนิดที่มี spore ทำให้คนเป็นโรคมาเลเรีย

5.4) Ciliata : มีขนรอบ ๆ ตัวใช้สำหรับช่วยในการเคลื่อนที่และเกาะจับอาหาร ต้องการอาหารมาก มีความสำคัญต่อกระบวนการบำบัดน้ำเสียโดยวิธีทางชีวภาค ซึ่งงามารถพบได้ในระบบ Activated Sludge

6) ชนิดของโปรโตซัวในงานบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ พวก Flagellates, Amoebas, Cillates เป็นต้น

7) สูตรเคมีอย่างง่าย ๆ ของโปรโตซัว อาจเป็น $C_7H_{14}O_3N$

5. Rotifers

1) เป็นสัตว์หลายเซลและเป็น Areobic Heterotrophs

2) มี Cilla ไว้สำหรับการเคลื่อนที่ และจับอาหาร

3) เป็นตัวที่แสดงถึงประสิทธิภาพของกระบวนการบำบัดน้ำเสียว่าดีหรือไม่ ถ้ามีตัวพวกนี้อยู่ในน้ำเสียที่ถูกบำบัดแล้ว ( Effiuent ) ก็แสดงว่ากระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพมีประสิทธิภาพเป็นที่พอใจ

6. Crustaceans

1) คล้าย ๆ กับ Rotifer คือ เป็นสัตว์หลายเซล และเป็น Aerobic Heterotrophs

2) ไม่เหมือนกับ Rotifer ก็ตรงที่ Crustaceans มีโครงสร้างของลำตัวเป็นรูปหอยแข็ง

3) เป็นอาหารของปลา แต่ไม่ค่อยจะมีความสำคัญในระบบ Activates Sludge

4) ถ้ามี Crustaceans อยู่ในน้ำเสียที่ถูกบำบัดแล้วก็แสดงว่ามีปริมาณของสารอินทรีย์น้อย และมีค่าปริมาณออกซิเจน ( DO ) สูง

7. ไวรัส ( Viruses )

1) เป็นตัวที่มีขนาดเล็กมากประกอบไปด้วย DNA หรือ RNA ที่มีโปรตีนปกคลุมไว้ ต้องใช้ Electron microscrope ดู จึงจะเป็น

2) ไวรัสเป็นตัวที่ไม่สามารถสังเคราะห์จนได้สารใหม่ได้

3) ต้องพึ่งพวกอื่นเพื่อการดำรงชีวิตอยู่และการเกิดใหม่ โดยการเกาะอาศัยอยู่ขนเซลหนึ่งแล้วเมื่อเซลนี้ตายลง พวกไวรัสจะทำการโยกย้ายไปเกาะอาศัยอยู่ที่เซลอื่น

4) สามารถทำให้คนเป็นโรคได้หลายโรคและอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคมะเร็งอีกด้วย

5) พบว่าไวรัสบางตัวสามารถอยู่ได้เป็นเดือนในน้ำเสีย ณ 20 $^{0}$C และประมาณ 6 วันในแม่น้ำทั่วไป เช่น ไวรัสพวก Hepatitis สามารถแพร่เชื้อโดยทางน้ำประปาได้

6) การควบคุมการเจริญเติบโตของไวรัสในระบบบำบัดน้ำเสีย อาจทำได้โดยใส่คลอรีนด้วยปริมาณที่เหมาะสมลงไป

## การเก็บและกักตัวอย่างน้ำเสีย

### การเก็บตัวอย่างน้ำ

การเก็บตัวอย่างน้ำเป็นสิ่งที่สำคัญมากสิ่งหนึ่งที่ต้องระวังในการเก็บเพราะถ้าขั้นตอนการเก็บไม่ถูกต้อง หรือไม่ระมัดระวังแล้ว ข้อมูลที่ได้รับมาอาจทำให้งานล้มเหลวไปหมดก็เป็นได้ ปัจจัยที่จะทำให้ได้ข้อมูลที่ดีในการเก็บกักตัวอย่างของน้ำเสียมี 3 ปัจจัยด้วยกัน คือ

1. ต้องแน่ใจจริง ๆ ว่าตัวอย่างที่ถูกเก็บมานี้เป็นตัวแทนของน้ำเสียทั้งหมด
2. ใช้วิธีการหรือเครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำถูกต้อง

**1. ตำแหน่งสำหรับเก็บตัวอย่างน้ำ**

ตำแหน่งสำหรับการเก็บตัวอย่างน้ำเสีย ควรพิจารณาตามหลักการต่อไปนี้

1. การใช้แบบแปลนซึ่งจะแสดงทิศทางของน้ำไหลในท่อต่าง ๆ และตำแหน่งของบ่อพักจะช่วยได้มากในการเลือกตำแหน่งสำหรับเก็บตัวอย่างน้ำ
2. ในท่อระบายน้ำเสีย หรือรางระบายน้ำเสีย ควรจะเก็บตัวอย่างของน้ำที่ระดับลึก 2/3 ของระยะความลึกของน้ำ
3. ถ้าเป็นรางระบายน้ำที่กว้างมาก ๆ ควรที่จะเก็บรอบ ๆ บริเวณแนวกว้างของรางระบายน้ำให้ทั่วถึง
4. ความเร็วของน้ำที่ไหลบนจุดที่จะเก็บ ควรจะมีอยู่ตลอดเวลา เพื่อป้องกันไม่ให้ตะกอนนอนก้นได้

5. การเก็บตัวอย่างไม่ควรที่จะไปกวนหรือทำให้น้ำบริเวณนั้นปั่นป่วน เพราะอาจทำให้ก๊าซเดิมที่ละลายอยู่ในน้ำหนีออกไปได้ ทำให้ไม่ได้ตัวอย่างของน้ำที่ถูกต้องก็ได้

2. **ช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างน้ำ**

ช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างน้ำควรจะมีช่วงเวลาที่สั้นพอที่จะได้รับตัวอย่างของน้ำที่ถูกต้อง ยิ่งมีช่วงเวลาสั้นเท่าใดก็ยิ่งดีเท่านั้น อย่างเช่น ทุก ๆ 10 หรือ 15 นาที จะเป็นช่วงเวลาที่แนะนำว่าละเอียดพอเพียงในการเก็บตัวอย่างของน้ำในรอบของการเก็บตัวอย่างน้ำเสียที่มาจากชุมชนหรืออุตสาหกรรม

3. **ปริมาณของน้ำที่จำเป็นต้องเก็บ**

ปริมาณของน้ำควรเก็บมาอย่างน้อย 2 ลิตร สำหรับการนำไปวิเคราะห์หาลักษณะทางกายภาพ และทางเคมีของน้ำที่ถูกเก็บมา สำหรับตัวอย่างน้ำที่เก็บมาสำหรับการวิเคราะห์หาลักษณะทางชีวภาพควรมีปริมาณของน้ำอย่างน้อย 300 ลบ.ซม. ภาชนะที่เก็บตัวอย่างน้ำสำหรับการวิเคราะห์หาลักษณะทางชีวภาพควรผ่านการฆ่าเชื้อโรคอย่างดี ซึ่งอาจทำได้โดยนำภาชนะนี้เข้าไปในเตาอบที่อุณหภูมิ 170 $^{0}$C ประมาณ 2 ชั่วโมง ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงจำนวนภาชนะที่เข้าไปอยู่ในเตาอบมากน้อยเพียงใด ถ้ามีมากก็ควรที่จะเพิ่มอุณหภูมิหรือไม่ก็เพิ่มเวลาในการฆ่าเชื้อโรค

**การกักตัวอย่างน้ำ**

โดยทั่วไป ตัวอย่างน้ำที่ถูกเก็บมาแล้วนั้น ควรทำการวิเคราะห์ทันทีแต่เนื่องจากบางครั้งเวลาไม่อำนวย ดังนั้น การกักตัวอย่างน้ำจึงจำเป็นต้องทำ ตามตารางที่ 8 จะแสดงถึงวิธีการกักตัวอย่างน้ำและช่วงเวลากักที่ยอมให้และปริมาณของน้ำที่ควรเก็บไว้ด้วย

ในทางปฏิบัติแล้ว กรกักเก็บตัวอย่างน้ำไม่ควรให้อากาศแทรกซึมเข้าไปในขวดเก็บตัวอย่างน้ำได้ เพราะฉะนั้นควรที่จะเก็บตัวอย่างน้ำให้เต็มขวด เพื่อไม่ให้มีที่ว่างให้อากาศเข้าแทนที่ได้ ภาชนะที่เก็บตัวอย่างไม่ควรใช้พลาสติก แต่ควรเลือกใช้ภาชนะแก้วสีเข้ม สำหรับวัดหาค่า pH ควรที่จะทำทันที ไม่ควรที่จะเก็บกักไว้เพื่อทำการวิเคราะห์เนื่องจากจะมีการเปลี่ยนแปลงค่า pH ค่อนข้างมาก

ตารางที่ 8 วิธีการกักตัวอย่างน้ำ และช่วงเวลากัก และปริมาณของตัวอย่างน้ำที่ควรกักไว้

| ลักษณะน้ำที่ทำการวิเคราะห์ | วิธีการกัก | ช่วงเวลากักที่ยอมให้นานที่สุด | ปริมาณของตัวอย่างน้ำที่ควรกักไว้ ลบ.ซม. |
|---|---|---|---|
| Acidity และ Alkalinity | แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ $4^0$ ซ | 14 วัน | 200 |
| Ammonia Nitrogen | แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ $4^0$ ซ และใส่ $H_2SO_4$ จนได้ pH<2 | 28 วัน | 400 |
| BOD | แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ $4^0$ ซ | 2 วัน | 1000 |
| Chloride | ไม่จำเป็นต้องคำนึงถึง | 28 วัน | 50 |
| Chlorine | ต้องวัดทันที | - | 500 |
| Chromium VI | แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ $4^0$ ซ | 1 วัน | 500 |
| COD | แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ $4^0$ ซ และใส่ $H_2SO_4$ จนได้ pH<2 | 28 วัน | 50-100 |
| Coliform | แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ $4^0$ ซ | 6 ชม. | - |
| Color | แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ $4^0$ ซ | 2 วัน | 500 |
| Dissolved Oxygen | ต้องวัดที่จุดเก็บ | - | 300 |
| Fluoride | ไม่จำเป็นต้องคำนึงถึง | 28 วัน | 300 |
| Hardness | ใส่ $HNO_3$ หรือ $H_2SO_4$ จนได้ pH<2 | 6 เดือน | 100 |
| Mercury | ใส่ $HNO_3$ จนได้ pH<2 | 28 วัน | 500 |
| Metals | ใส่ $HNO_3$ จนได้ pH<2 | 6 เดือน | 200 |
| Nitrate และ Nitrite N | แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ $4^0$ ซ | 2 วัน | 100 |
| Oil และ Grease | แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ $4^0$ ซ และใส่ $H_2SO_4$ จนได้ pH<2 | 28 วัน | 1000 |
| Organic Carbon | แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ $4^0$ ซ และใส่ $H_2SO_4$ จนได้ pH<2 | 28 วัน | 100 |
| Orthophosphate | กรองทันทีหลังจากเก็บตัวอย่างและแช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ $4^0$ C | 2 วัน | 50 |
| PH | ต้องวัดที่จุดเก็บ | 28 วัน | 25 |
| Phenolo | แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ $4^0$ ซ และใส่ $H_2SO_4$ จนได้ pH<2 | 28 วัน | 500 |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

| ลักษณะน้ำที่ทำการวิเคราะห์ | วิธีการกัก | ช่วงเวลากักที่ยอมให้นานที่สุด | ปริมาณของตัวอย่างน้ำที่ควรกักไว้ ลบ.ซม. |
|---|---|---|---|
| Phosphorus | แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 $^{0}$ ซ และใส่ $H_2SO_4$ จนได้ pH<2 | 28 วัน | 50 |
| Solids | แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 $^{0}$ ซ | 7 วัน | 100 |
| Specific conductance | แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 $^{0}$ ซ | 28 วัน | 500 |
| Sulfate | แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 $^{0}$ ซ | 28 วัน | 50 |
| Sulfide | แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 $^{0}$ ซ ใส่ Zinc Acetate และ NaOH จนได้ pH>9 | 7 วัน | 500 |
| Surfactants | แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 $^{0}$ ซ | 2 วัน | - |
| Threshold odor | แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 $^{0}$ ซ | 7 วัน | 100-500 |
| Total Kjeldahl Nitrogen | แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 $^{0}$ ซ | 28 วัน | 500 |
| Turbidity | | 2 วัน | 100 |

**ลักษณะน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม**

ลักษณะน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ จะมีความแตกต่างกันมาก ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบที่ถูกใช้ กระบวนการ และปัจจัยอื่น ๆ อีกมากมาย ดังนั้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จ้องทราบลักษณะของน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมนั้น ๆ สำหรับการวัดอัตราการไหลของน้ำเสียก็เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อใช้ข้อมูลเหล่านี้ หาทางนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วกลับมาใช้ในโรงงานอีก และหาทางลดปริมาณของน้ำเสียทั้งปริมาณและความเข้มข้นของสิ่งสกปรก

วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างมากที่วิศวกรหรือผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องทราบ โดยทั่ว ๆ ไปแล้วการเก็บตัวอย่างน้ำเสียจะเก็บทุก ๆ 15 นาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมนั้น ๆ

เนื่องจากลักษณะของน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมชนิดต่าง ๆ มีความแตกต่างกันมาก ดังนั้นวิธีการบำบัดน้ำเสียจึงมีความแตกต่างกันด้วย เพราะฉะนั้นจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมาก ที่วิศวกรต้องทราบรายละเอียดเกี่ยวกับน้ำเสียจากโรงงานนั้น ๆ และจำเป็นต้องทราบรายละเอียดของกระบวนการผลิตในโรงงานนั้น ๆ ด้วย โดยน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมอาจมีสารพิษ

อันตรายต่อสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย ซึ่งสารเหล่านี้คือสารประเภทโลหะหนัก แต่น้ำเสียจากโรงงานบางประเภทไม่มีสารโลหะหนักก็ได้ โดยอาจมีพวกสารอินทรีย์มากในน้ำเสียก็ได้ คือมีค่า $BOD_5$ หรือ COD สูงมาก ๆ โดยมากค่า COD ของน้ำเสียจากโรงงานจะมีค่ามากกว่าค่า $BOD_5$ ในตารางที่ 4 จะได้แสดงข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท ในรูปของ $BOD_5$ ซึ่งอาจมีประโยชน์สำหรับช่วยในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียได้พอควร แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับการปฏิบัติงานของผู้ทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมนั้น ๆ ด้วย

ตารางที่ 9 ค่า $BOD_5$ ของน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท*

| ประเภทของโรงงาน | $BOD_5$ (มก./ลิตร) | ประเภทของโรงงาน | $BOD_5$ (มก./ลิตร) |
|---|---|---|---|
| **โรงงานบรรจุอาหารกระป๋อง** | | | |
| ผักต่าง ๆ | 750 | โรงงานนมวัว | 1,000-2,000 |
| ถั่วต่าง ๆ | 200-1,000 | โรงงานบรรจุนมขวด | 230 |
| ข้าวโพด | 600-2,000 | โรงงานนมผง | 480 |
| น้ำส้มโอ | 310 | นมเปรี้ยว | 64,000 |
| มะเขือเทศ | 1,000-4,000 | หางนม | 73,000 |
| เห็ด | 100-400 | นมสด | 102,500 |
| เนื้อสัตว์ | 1,400 | โรงงานผลิตไอศครีม | 910 |
| โรงงานน้ำตาล | 450-1,560 | โรงงานเนยเหลว | 3,160 |
| โรงงานลูกกวาด | 1,560 | โรงงานเนื้อสัตว์ทั่วไป | 1,300 |
| โรงงานแป้งต่าง ๆ | 330 | โรงงานฟักไข่ไก่ | 200 |
| โรงงานผลิตน้ำอัดลม | 480 | โรงงานผลิตข้าวสำเร็จรูป | 1,100 |
| โรงงานผลิตกาแฟ | 1,500-10,000 | โรงงานขนมปัง | 3,000 |
| โรงงานเบียร์ | 800-1,200 | โรงงานผลิตเหล้า | 34,000 |
| โรงงานฆ่าสัตว์ทั่วไป | 2,000 | เลือดสัตว์ทั่วไป | 32,000 |
| โรงงานผลิตยา | 270 | โรงฆ่าไก่ (กก.BOD/1000 ตัว) | 15 |
| โรงงานซักผ้า | 700 | โรงฆ่าไก่ | 400-800 |
| โรงงานผลิตภัณฑ์ยางทั่วไป | 200 | โรงงานผลิตภัณฑ์ผ้าสังเคราะห์ | 1,500 |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

| ประเภทของโรงงาน | $BOD_5$ ( มก./ลิตร ) | ประเภทของโรงงาน | $BOD_5$ ( มก./ลิตร ) |
|---|---|---|---|
| โรงงานผลิตภัณฑ์ยางสังเคราะห์ | 25-1,600 | โรงงานย้อมผ้า | 100-1,300 |
| โรงงานไม้อัด (มก./ลิตร COD ) | 2,000 | โรงงานกระดาษ | 100-1,000 |
| โรงงาน Chlorophenolic | 4,300 | โรงงานกระดาษ | 100-1,000 |
| โรงงานชุบโลหะ | 8 | | |

* ข้อมูล BOD ที่ให้ไว้นี้เป็นเพียงข้อมูลที่ได้รับจากโรงงานแห่งหนึ่งแห่งใดเท่านั้น ซึ่งอาจมีค่า BOD ที่แตกต่างกันมากก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิต ขนาดโรงงานผลิต การจัดการและปัจจัยอื่น ๆ อีกมากมาย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

## การวิเคราะห์ Chemical Oxygen Demand ( COD)

การวิเคราะห์ COD เป็นการวัดความสกปรกของน้ำเสียหรือน้ำทิ้ง โดยคิดเปรียบเทียบในรูปปริมาณ Oxygen ที่ต้องการใช้ในการ oxydize organic matter โดยใช้สารเคมีซึ่งมีอำนาจในการ oxydize สูงในสารละลายที่เป็นกรด Organic matter เมื่อถูก oxdize จะได้ $CO_2$ กับ $H_2O$

### การหา COD โดยใช้ Potassiumdichromate ($K_2 Cr_2 O_7$)

วิธีนี้นิยมใช้กันมากเพราะให้ผลที่น่าเชื่อถือแน่นอน นอกจากนี้ $K_2Cr_2O_7$ ยังราคาถูกและสามารถ oxydize organic matter ได้มากชนิดจนเกือบสมบูรณ์ได้ $CO_2$ กับ $H_2O$ นอกจากนี้การวัดปริมาณของ $Cr_2O$ ที่มากเกินพอทำได้ง่ายและแม่นยำ

หลักการของวิธีนี้คือ $K_2Cr_2O_7$ จะไป oxydize ในสภาวะเป็นกรดอย่างแรง ปฏิกิริยาเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ถ้าใช้อุณหภูมิสูง ดังนั้นจึงใช้การ reflex เพื่อป้องกันการสูญหายไปของสารที่ระเหยได้ ซึ่งมีอยู่เดิมในตัวอย่างหรือเกิดขึ้นในระหว่างการทำปฏิกิริยา

## สารเคมี

1) Standard $K_2Cr_2O_7$

ละลาย 12.259 g $K_2Cr_2O_7$ ที่อบแห้งแล้ว (105-110C 2 ชั่วโมง ) ในน้ำกลั่นเติม Sulfamic acid 120mg แล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 ml

2) Sulfuric acid reagent

ละลาย $Ag_2SO_4$ 9.4 g ลงใน 1 ลิตร conc. $H_2SO_4$ ทิ้งไว้ให้ละลาย 2-3 วัน

3) Standard Fe ( $NH_4$) $(SO_4)_2$0.25 N

ละลาย 98 g $Fe(NH_4)(SO_4)_2.6H_2O$ ในน้ำกลั่น เติม 20 ml conc. $H_2SO_4$ ลงในน้ำแล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 ml และ Standardize ด้วย 0.25 N $K_2Cr_2O_7$ ก่อนใช้โดยpipette 10.0 ml Std. $K_2Cr_2O_7$ ลงใน flask ขนาด 500 ml เติมน้ำกลั่น 100 ml และ conc. $H_2SO_4$ เติม 3-4 หยด Ferroin indicator titrate ด้วย std. $Fe(NH_4)(SO_4)_2$

$$\text{Normality} = \frac{\text{ml-}K_2Cr_2O_7 \times \text{N-}K_2Cr_2O_7}{\text{ml-}Fe(NH_4)(SO_4)_2}$$

4) Ferroin indicator

ละลาย 1.485 gของ 1,10 – phenanthroline. $H_2O$ และ 0.695 g $FeSO_4.7H_2O$ ในน้ำกลั่น 100 ml

5) $HgSO_4$

**วิธีวิเคราะห์**

1) เติม 0.4 $HgSO_4$ ลงในขวด reflux เติม Sulfuric reagent ลงไป 5 ml เขย่าให้ $HgSO_4$ ละลายโดยขวด reflux อยู่ใน ice bath

2) เติมน้ำตัวอย่าง 20.0 ml ลงไปเขย่าเบาๆแล้วเติม 10 ml Std.$K_2Cr_2O_7$ลงไป แล้วติดตั้งชุด reflux เปิดน้ำผ่าน condensor

3) เอียงชุด reflux ประมาณ $45^0$ แล้วค่อยๆริน Sulfuric reagent ลงไป 25 ml ทำการ reflux เป็นเวลา 2 hr. แล้วทิ้งไว้ให้เย็น

4) ถ่าย distillate ลงใน flask 500 ml ใช้น้ำกลั่น 100 ml rinse condensor และ reflux bottle ลงใน flask

5) titrate Std.$K_2Cr_2O_7$ที่เหลือด้วย Std.$Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ (ใช้ 3-4 หยดของ Ferroin indicator) ให้ end point โดยเปลี่ยนสีฟ้าเขียวเป็นสีน้ำตาลแดง

6) ทำ blank โดยใช้น้ำกลั่นแทนน้ำตัวอย่าง ตามข้อ 1-5

**วิธีคำนวณ**

$$COD(mg/l) = \frac{(A-B) \times N \times 8000}{ml\ sample}$$

A = ปริมาตร (ml) ของ $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ ที่ใช้ titrate blank

B = ปริมาตร (ml) ของ $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ ที่ใช้ titrate sample

N = Normality ของ $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$

---

## การวิเคราะห์ Biochemical Oxygen Demand (BOD)

การหาค่า BOD เป็นการหาปริมาณ oxygen ที่จุลินทรีย์ต้องการเพื่อใช้ในปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ค่า BOD จะบอกถึงลักษณะของน้ำเสีย ถ้ามีสารอินทรีย์ปนอยู่น้อยค่า BOD ก็น้อยด้วย

ปริมาณ oxygen ในน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ โดยปกติ oxygen มีสถานะเป็นก๊าซ มีประมาณ 20 % โดยปริมาตร อากาศสามารถละลายน้ำได้เล็กน้อย คือ ประมาณ 9 mg/l ในน้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ $20^0$C oxygen ไม่ทำปฏิกิริยาทางเคมีกับน้ำแต่จะแทรกตัวอยู่ในน้ำ การละลายของ oxygen ในน้ำขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อมหลายประการ คือ

1) ความกดดันของ oxygen ในบรรยากาศ

2) อุณหภูมิของน้ำ

3) ความเข้มข้นของเกลือแร่ในน้ำ ถ้าความเข้มข้นของเกลือแร่ในน้ำสูง oxygen ก็ละลายได้น้อย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ค่า BOD มาตรฐาน ($BOD_5^{20}$) คือการวัดปริมาณ oxygen ที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสารอินทรีย์ที่อุณหภูมิ $20^0C$ เป็นเวลา 5 วัน นั่นคือ

$$BOD_5^{20} = DO_0^{20} - DO_5^{20}$$

$DO_0^{20}$ = dissolve oxygen ของตัวอย่าง fixed oxygen วันแรกที่ $20^0C$

$DO_5^{20}$ = dissolve oxygen ของตัวอย่างที่เหลือหลังจาก incubate ที่ $20^0C$ เป็นเวลา 5 วัน

---

**วิธีวิเคราะห์ Dissolve Oxygen (DO)**

การเตรียมน้ำตัวอย่าง

1. ให้นำขวด BOD ไปเก็บตัวอย่างน้ำ โดยปล่อยให้น้ำไหลเข้าไปในขวดช้าๆเพื่อไม่ให้ oxygen จากอากาศเข้าไป แล้วปิดจุกใต้น้ำ นำน้ำตัวอย่างมาหาค่า DO ของน้ำธรรมชาติ

2. นำน้ำตัวอย่างมาให้เพียงพอ แล้วทำการ dilute น้ำดังนี้

| | |
|---|---|
| Polluted river water | 1/1 , 1/10 |
| Raw waste & Settled sewage | 1/10 ,1/100 |
| Strong waste | 1/100 ,1/1000 |

3. นำตัวอย่างที่ dilution ต่างๆ มาเป่าอากาศ 10 นาที แล้วรีบถ่ายน้ำลงขวด BOD ทันที 4 ขวด 2 ขวดมาวิเคราะห์ $DO_0^{20}$ และอีก 2 ขวดนำไป incubate ที่อุณหภูมิ $20^0C$ ครบ 5 วัน นำมาวิเคราะห์ $DO_5^{20}$

สารเคมี

1. Manganese sulfate solution ละลาย $MnSO_4.2H_2O$ 480 g ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

2. Alkali-iodine-azide (AIA) reagent ละลาย NaOH 500 g (หรือ KOH 700 g) และ NaI 135 g (หรือ KI 150 g) ในน้ำกลั่น เติม $NaN_3$ 10 g ที่ละลายในน้ำกลั่น 40 ml ลงไป แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร
3. Sulfuric acid เข้มข้น
4. Starch solution ละลาย potato starch 0.5 g ในน้ำกลั่นเล็กน้อยแล้วเติมน้ำเดือด 100 ml ลงไป หากต้องการเก็บไว้ใช้นานๆ ให้เติม salicylic acid 0.12 g หรือ Toluene 1-2 หยด
5. Sodium thiosulfate 0.1 N stock colution ละลาย $Na_2S_2O_3.5H_2O$ 24.82 g ในน้ำกลั่นที่ต้มแล้วทิ้งไว้ให้เย็น ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรใน volumetric flask เติม Chloroform 5 ml หรือ NaOH 1 g เพื่อเก็บไว้นานๆ
6. Sodium thiosulfate titrant 0.025 N standard solution Pipette stock solution 125 ml ลงใน volumetric flask แล้วปรับปริมาตรเป็น 500 ml standard solution จะสมมูลย์กับ 200 mg.DO
7. Potassium dicromate 0.025 N standard อบ $K_2Cr_2O_7$ ที่ 105-110$^0$C 2 ชั่วโมง ชั่ง 1.2258 g ละลายน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรใน volumetric flask

**Standardization of sodium thiosulfate solution**

ชั่ง KI ประมาณ 1 g ลงใน flask ขนาด 500 ml ละลายด้วยน้ำกลั่น 50 ml เติม conc.$H_2SO_4$ 1 ml และ pipette Std.$K_2Cr_2O_7$ ลงไป 10.0 ml วางในที่มืด 5 นาที เติมน้ำกลั่น 200 ml แล้ว titrate iodine อิสระ (Liberate iodine) ด้วย Std.sodium thiosulfate titrant จนสีน้ำตาลแดง iodine จางลงจึงเติม starch solution (indicator) 2-3 หยด สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน titrate จนกระทั่งสีน้ำเงินจางหายไปถือเป็น end-point

**วิธีวิเคราะห์**

นำขวด BOD ที่มีจุกปิดสนิทป้องกันอากาศเข้า-ออกซึ่งมีน้ำตัวอย่างบรรจุอยู่เต็มขวด แล้วเติม 2 ml ของ Manganese sulfate และ 2 ml ของ AIA reagent ทันที โดยจุ่มให้ pipette ปล่อยสารออกส่วนก้นขวด BOD เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาจากตอนล่างขวดขึ้นมา ปิดจุกแล้วคว่ำขวดขึ้นลงจนเกิดปฏิกิริยาทั่วขวด จะสังเกตเห็นตะกอนกระจายอยู่ทั่วขวด แล้ววางขวดทิ้งไว้ให้ตกตะกอน แล้วเติม 2 ml ของ conc.$H_2SO_4$ ปล่อยสารออกส่วนบนของขวด BOD ปิดจุกแล้วคว่ำขวดขึ้นลงจนตะกอนละลายหมด ถ่ายสารละลายสีน้ำตาลแดงจากขวด BOD มา 203 ml ลงใน flask ขนาด 500 ml แล้ว titrate ด้วย Std.sodium thiosulfate titrant จนสีน้ำตาลแดงจางลงจึงเติมน้ำแป้งลงไป 1-2 ml สารละลายจะเป็นสีน้ำเงิน titrate ต่อไปจนสีน้ำเงินจางลงจนไม่มีสีถือเป็น end-point นำปริมาตร Std.sodium thiosulfate ที่ใช้มาคำนวณหาค่า DO.mg/l

---

**การวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ (Water Hardness)**

สารเคมี

1. Buffer solution pH 10 ละลาย 6.8 g $NH_4Cl$ ลงใน 57 ml ammonia เข้มข้นแล้วปรับปริมาตรเป็น 100 ml
2. Indicator ละลาย 0.5 g Eriochrom black T and 4.5 g hydroxylaminehydrochloride ใน 100 ml 95 % alcohol
3. Standard EDTA 0.01 M ละลาย 3.73 g disodium EDTA ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ทิ้งค้างคืนไว้ก่อนนำมาใช้และต้องทำการ standardize ด้วย standard $Ca^{++}$ ก่อนใช้ให้เก็บ standard EDTA ที่เตรียมใน polyethylene bottle or pyrex glass bottle เพราะ EDTA มีความสามารถในการกัดกร่อนแก้ว
4. Standard $Ca^{++}$ ชั่ง 1.00 g $CaCO_3$ ลงใน flask ขนาด 500 ml เติม HCl (1+1) ลงไปทีละน้อยจน $CaCO_3$ ละลายหมดแล้วเติม 200 ml ของน้ำเดือด เมื่อเย็นลงเติม Methyl red 2-3 หยด ปรับให้เป็นสีส้มกลางๆ ด้วย 3 N-$NH_4OH$ หรือ HCl (1+1) จากนั้นถ่ายลงใน Volumetric flask

ขนาด 1000 ml ปรับให้ได้ปริมาตรสารละลายมาตรฐานนี้ 1 ml จะมี 1 mg $Ca^{++}$

**วิธีวิเคราะห์**

1. Pipette น้ำตัวอย่าง 25 ml ลงใน flask ขนาด 250 ml แล้วเติมน้ำกลั่น 25 ml
2. เติม buffer 2 ml และ Eriochrom black T 2 หยด
3. titrate ด้วย std.EDTA จนกระทั่งสีแดงม่วงหายไปกลายเป็นสีเขียวและสีน้ำเงินเป็น end-point

การคำนวณ

$$\text{Hardness (EDTA) as mg/l } Ca^{++} = \frac{A \times B \times 1000}{\text{ml sample}}$$

เมื่อ A = ml EDTA ที่ใช้ไตเตรทตัวอย่าง

B = mg $Ca^{++}$ ที่สมดุลย์กับ 1.00 ml EDTA

---

**การวิเคราะห์ Phosphate**

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. Erlenmeyer flask 250 ml
2. Buret
3. Spectrophotometer

สารละลายและวิธีเตรียม

1. Ammonium molybdate reagent

ละลาย 25 g $SnCl.2H_2O$ ในน้ำกลั่น 100 ml เติม 280 ml $H_2SO_4$ เข้มข้นลงไปในน้ำกลั่น 400 ml ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นแล้วจึงเติมสารละลายลงไป แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

2. Stannous chloride reagent

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ละลาย 2.5 g $SnCl.2H_2O$ ใน glycerol 100 ml นำไปต้มบน water bath คนจนละลายหมด

**วิธีวิเคราะห์**

1. นำน้ำที่จะวิเคราะห์ 10 ml เติมน้ำกลั่น 30 ml เพื่อให้ได้ตัวอย่างซึ่งมี phosphate ไม่เกิน 0.2 mg และต้องปราศจากสีและความขุ่น
2. เติม Ammoniumn molybdate 5 ml และเติม Stannous Chloride 0.5 ml
3. ทิ้งไว้ 10 นาทีแต่ไม่เกิน 12 นาที นำไปวัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ 690 nm (ทำ blank ด้วยน้ำกลั่นไปพร้อมๆกับการทำตัวอย่าง) แล้วอ่านค่าที่วัดได้กับค่า Callibration curve

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# การตรวจวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา

## (Microbiology test)

การตรวจวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ทางด้านจุลชีววิทยาประกอบด้วย

- การตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Aerobic Microbial Count)
- การตรวจวิเคราะห์ยีสต์และเชื้อรา (Yeast and Fungi)
- การตรวจวิเคราะห์จำนวน Coliforms โดยวิธี MPN (Most Probable Number)
- การตรวจวิเคราะห์เชื้อ *Salmonella sp.*
- การตรวจวิเคราะห์เชื้อ *Escherichai coli*
- การตรวจวิเคราะห์เชื้อ *Bacillus cereus*
- การตรวจวิเคราะห์หา aflatoxin

1. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารทางจุลชีววิทยา

1.1 เครื่องมือ

- กล้องจุลทรรศน์ (Microscope)
- หม้อนึ่งอัดความดัน (Autoclave)
- อ่างน้ำไฟฟ้า (Water Bath)
- ตู้บ่มเชื้อ (Incubator)
- ตู้อบฆ่าเชื้อ (Hot air oven)
- ตู้เย็น (Refrigerator)
- เครื่องชั่ง (Balance)
- เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)
- เครื่องบดไฟฟ้า (Blender)
- เครื่องผสมไฟฟ้า (Vortex mixer)
- เตาไฟฟ้า (Hot plate)
- Anaerobic jar
- ตะเกียงแอลกอฮอล์

1.2 อุปกรณ์

- จานเพาะเชื้อ (petri dishes)
- หลอดทดลองใช้ฝาเกลียว (test tube screw cap)
- ปิเปต (pipettes) ขนาด 1, 5 และ 10 มล.
- กระบอกตวง (Cylinder)
- Durham's tube
- แท่งแก้วรูปสามเหลี่ยมที่ผ่านการกรองฆ่าเชื้อแล้ว
- ฟลาสก์ขนาด 250, 500 มล.
- กรวยแก้วขนาด 75 มม.
- กรวยแยกชั้น (Separatory funnel) ขนาด 125 มล.
- ปากคีบ (Forceps)
- เข็มเขี่ยเชื้อ (loop, needle)
- กระดาษชั่งตัวอย่างที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว

2. อาหารเลี้ยงเชื้อ (Culture Media)

- Plate Count Agar (PCA)
- Potato Dextrose Agar (PDA)
- Lauryl Sulfate Tryptose Broth (LST)
- Brilliant Green Lactose Bile 2% Broth (BGLB)
- Lactose broth
- MacConkey Agar
- Levine Eosin Methylene Blue Agar (EMB agar)
- Selenite Cystine Broth
- Tetrathionate Broth base
- Brilliant green Phenol red Lactose Sucrose Agar (BPLS agar)
- Xylose Lysine Desoxycholate Agar (XLD agar)
- Bismuth Sulfite Agar (BS)
- Triple Sugar Iron Agar (TSI)
- SIM medium

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

- MR-VP medium
- Simmons Citrate Agar
- Mannitol-egg yolk polymyxin agar (MYP)

3. สารละลายและวิธีเตรียม

3.1 70% Ethyl alcohol

3.2 สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ pH 7.2

3.2.1 Stock solution buffer

ละลาย KH2PO4 34 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มล. ปรับ pH เป็น 7.2± 0.1 โดยการเติมสารละลาย 1.0 N NaOH (ประมาณ 175 มล.) ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร เขย่าให้เข้ากัน (เก็บไว้ในตู้เย็น)

3.2.2 Working solution buffer

เตรียมโดยนำ stock solution buffer มาเจือจางกับน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:800 แล้วปิเปตบัฟเฟอร์ 9 มล. ใส่ใสหลอดทดลอง สำหรับทำ serial dilution ตวงบัฟเฟอร์ 90 มล. ใส่ใสฟลาสก์ขนาด 250 มล. และบัฟเฟอร์ 225 มล. ใส่ในฟลาสก์ขนาด 500 มล. นำไป autoclave ที่อุณหภูมิ 121 °C ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

3.3 10% Tartaric acid

ละลาย Tartaric acid 10 กรัมในน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้ว 100 มล.

3.4 $I_2$ Solution

ละลาย $I_2$ 30 กรัมและ KI 25 กรัมในน้ำกลั่น 100 มล. เก็บไว้ในขวดสีชา

3.5 0.1% Brilliant Green

ละลาย Brilliant Green 10 กรัมในน้ำกลั่น 100 มล. เก็บไว้ในขวดสีชา

3.6 Kovac's indole reagent

ละลาย p-Dimethylaminobenzaldenhyde 5 กรัม ใน Isopropanol alcohol 75 มล. แล้วค่อย ๆ เติม HCl เข้มข้นลงไป 25 มล. (เก็บไว้ในตู้เย็น 4 °C)

3.7 Methyl red pH indicator

ละลาย Methyl red 0.1 กรัม ใน 95% Ethyl alcohol 300 มล. เติมน้ำกลั่น 200 มล. เก็บไว้ขวดสีชา แล้วนำเข้าตู้เย็น 4 °C

3.8 Barritt's VP reagents

3.8.1 5% 1-Naphthol, color intensifier

ละลาย 1-Naphthol 5 กรัม ใน absolute Ethyl alcohol 100 มล. (เก็บไว้ในตู้เย็น 4 $^{o}$C)

3.8.2 40% KOH, oxidizing agent

ละลาย KOH 4 กรัมในน้ำกลั่น 100 มล.

4. <u>วิธีวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมด</u> (Total Aerobic Microbial count)

4.1 ชั่งตัวอย่าง 10 กรัมใส่ลงในบัฟเฟอร์ 90 มล. ตัวอย่างที่ได้จะมี dillution เป็น 1:10 จากนั้นทำ serial dilution โดยปิเปตจาก 1:10 มา 1 มล. ใส่ลงในหลอดทดลองที่มีบัฟเฟอร์ 9 มล. จะได้ dilution เป็น 1:100 ทำต่อไปจนได้ dilution ที่ต้องการ

4.2 ถ้าเป็นตัวอย่างเส้นหมี่ จะใช้เส้นหมี่หนัก 25 กรัมใส่ลงใน Blender ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ซึ่งมีบัฟเฟอร์ 225 มล. ตัวอย่างที่ได้จะมี dilution เป็น 1:10 ทำ serial dilution จนได้ dilution ที่ต้องการ

4.3 ปิเปตสารละลายตัวอย่างจากแต่ละ dilution มา 1 มล. ใส่ลงในจานเพาะเชื้อ ทำ dilution ละ 2 plate จากนั้นเทอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count agar ที่มีอุณหภูมิประมาณ 44-46 $^{o}$C ลงในจานเพาะเชื้อจานละประมาณ 15-20 มล. เขย่า plate เบา ๆ ให้อาหารและตัวอย่างเข้ากัน ตั้งทิ้งไว้จนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัวบนพื้นผิวที่เรียบ แล้วคว่ำจานเพาะเชื้อนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 $^{o}$C นาน 48$\pm$2 ชม.

4.4 นำจานเพาะเชื้อมาตรวจนับจำนวน colony โดยนับจากจานเพาะเชื้อที่มีจำนวน colony อยู่ระหว่าง 30-300 colony หาค่าเฉลี่ย

4.5 รายงานผลการตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ต่อกรัม หรือ มล. ของตัวอย่างอาหารทำได้โดยการคูณจำนวนที่นับได้ด้วยระดับความเจือจางที่ตรวจนับ (dilution factor) รายงานผลเป็นจำนวน colony/g

5.วิเคราะห์ยีสต์และเชื้อรา (Yeast and Fungi)

5.1 ชั่งตัวอย่าง 10 กรัมใส่ลงในบัฟเฟอร์ 90 มล. ตัวอย่างที่ได้จะมี dilution เป็น 1:10 จากนั้นทำ serial dilution โดยปิเปตจาก dilution 1:10 มา 1 มล, ใส่ลงในหลอดทดลองที่มีบัฟเฟอร์ 9 มล. จะได้ dilution เป็น 1:10 ทำต่อไปจนได้ dilution ที่ต้องการ

5.2 ถ้าเป็นตัวอย่างเส้นหมี่ จะใช้เส้นหมี่หนัก 25 หนัก ใส่ลงใน Blender ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ซึ่งมีบัฟเฟอร์ 225 มล. ตัวอย่างที่ได้จะมี dilution เป็น 1:10 ทำ serial dilution จนได้ dilution ที่ต้องการ

5.3 ปิเปตสารละลายตัวอย่างจากแต่ละ dilution มา 1 มล. ใส่ลงในจานเพาะเชื้อ ทำ dilution ละ 2 plate จากนั้นเทอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar ที่มีอุณหภูมิประมาณ 44-46 $^{o}$C ลงในจานเพาะเชื้อจานละประมาณ 15-20 มล. เขย่า plate เบา ๆ ให้อาหารและตัวอย่างเข้ากัน ตั้งทิ้งไว้จนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัวบนพื้นผิวที่เรียบ แล้วคว่ำจานเพาะเชื้อ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 $^{o}$C นาน 48±2 ชม.

5.4 นำจานเพาะเชื้อมาตรวจนับจำนวน colony โดยนับจากจานเพาะเชื้อที่มีจำนวน colony อยู่ระหว่าง 30-300 colony หาค่าเฉลี่ย

5.5 รายงานผลการตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ต่อกรัม หรือ มล.ของตัวอย่างอาหารทำได้โดยการคูณจำนวนที่นับได้ด้วยระดับความเจือจางที่ตรวจนับ (dilution factor) รายงานผลเป็นจำนวน colony/g

หมายเหตุ อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar ต้องปรับ pH ให้ได้ประมาณ 3.5 ด้วย 10% Tartaric acid ก่อนเทอาหารเลี้ยงเชื้อลงในจานเพาะเชื้อ

6. วิธีวิเคราะห์หาจำนวน Coliforms โดยวิธี MPN

6.1 ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ใส่ในบัฟเฟอร์ 90 มล. ทำ dilution 1:10, 1:100, 1:1000 แล้วปิเปตมาใส่ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Laurys sulfate tryptose broth (LST) โดยใส่ dilution ละ 3 หลอด ๆ ละ 1 มล.

6.2 นำหลอด LST ไปบ่มเพาะเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37 $^{o}$C เป็นเวลา 48±2 ชม. แล้วจึงอ่านผลโดยสังเกตก๊าซที่เกิดขึ้นในหลอดแก้วเล็ก (Durham's tube) ที่คว่ำอยู่ภายใน

6.3 ถ่ายเชื้อจากหลอด LST ที่ให้ก๊าซลงใน Brilliant green lactose bile broth (BGLB) โดยใช้ loop หลอดต่อหลอด นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-35 $^{o}$C นาน 48±2 ชม. สังเกตดูการเกิด gas ขึ้นในแต่ละหลอด

6.4 รายงานผล โดยนับจำนวนหลอดที่เกิด gas ของแต่ละ dilution แล้วนำไปแปรผลกับตาราง MPN แล้วรายงานผลเป็นจำนวน coliform bacterial เป็น MPN/g

7. วิธีวิเคราะห์ *Salmonella Sp.*

7.1 ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ใส่ลงใส Lactose broth โดยวิธี Aseptic technique เขย่าให้เข้ากัน นำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

7.2 ปิเปตตัวอย่างจาก Lactose both มาใส่ลงใน Selenite Cystine broth (SCB) และ Tetrathionate broth (TT) หลอดละ 1 มล. นำมาบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37 °C เป็นเวลา 24±2 ชั่วโมง

7.3 ถ่ายเชื้อจาก SCB และ TT ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Brilliant green phenol red lactose sucrose agar (BPLS Agar), Xylose lysine desoxycholate agar (XLD Agar) และ Bismuth sulfite Agar (BS) โดยใช้ loop ขีดลงบนผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อในลักษณะที่จะให้ colony แยกจากกันภายหลังการบ่มเพาะเชื้อ แล้วนำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37 °C เป็นเวลา 24±2 ชั่วโมง

7.4 หลังจากบ่มเพาะเชื้อแล้ว สังเกตลักษณะเฉพาะของเชื้อ *Salmonella spp.* บนอาหารเลี้ยงเชื้อต่าง ๆ เปรียบเทียบกับข้อ 9.4 แล้วเลือก colony ที่สงสัยไปทดสอบทางชีวเคมีต่อไป

7.5 สังเกตลักษณะเฉพาะของเชื้อ *Salmonella spp.* บนอาหารเลี้ยงเชื้อต่าง ๆ

7.5.1 BPLS agar

colony มีขนาดเล็ก ใสไม่มีสีหรืออาจมีสีชมพู บริเวณรอบ ๆ colony บนอาหารเลี้ยงเชื้อจะมีสีชมพูจนถึงสีแดง

7.5.2 XLD agar

colony มีสีชมพู ตรงกลางอาจมีสีดำ เชื้อ *Salmonella spp.* ส่วนใหญ่ตรงกลาง colony จะมีจุดสีดำ แวว ขนาดใหญ่ หรืออาจมองเห็นเป็น colony สีดำทั้ง colony บางชนิดให้ colony สีเหลือง ซึ่งอาจมีจุดกลาง colony เป็นสีดำหรือไม่มีก็ได้

7.5.3 BS agar

colony จะมีสีน้ำตาล, เทาหรือดำ รอบ ๆ colon จะมีสีน้ำตาลในตอนแรก และเปลี่ยนเป็นสีดำเมื่อบ่มนานขึ้น บางสายพันธุ์อาจให้ colony สีดำทั้ง colony บางชนิดให้ colony สีเขียวและรอบ ๆ colony อาจมีสีค่อนข้างดำหรือไม่มีก็ได้

การทดสอบทางชีวเคมีสำหรับการทดสอบเบื้องต้น Salmonellae มีลักษณะดังนี้

7.5.4 TSI agar

ให้ผลเป็น alkaline slant สีแดง acid butt สีเหลือง อาจมีสีดำเนื่องจากมี $H_2S$ เกิดขึ้น

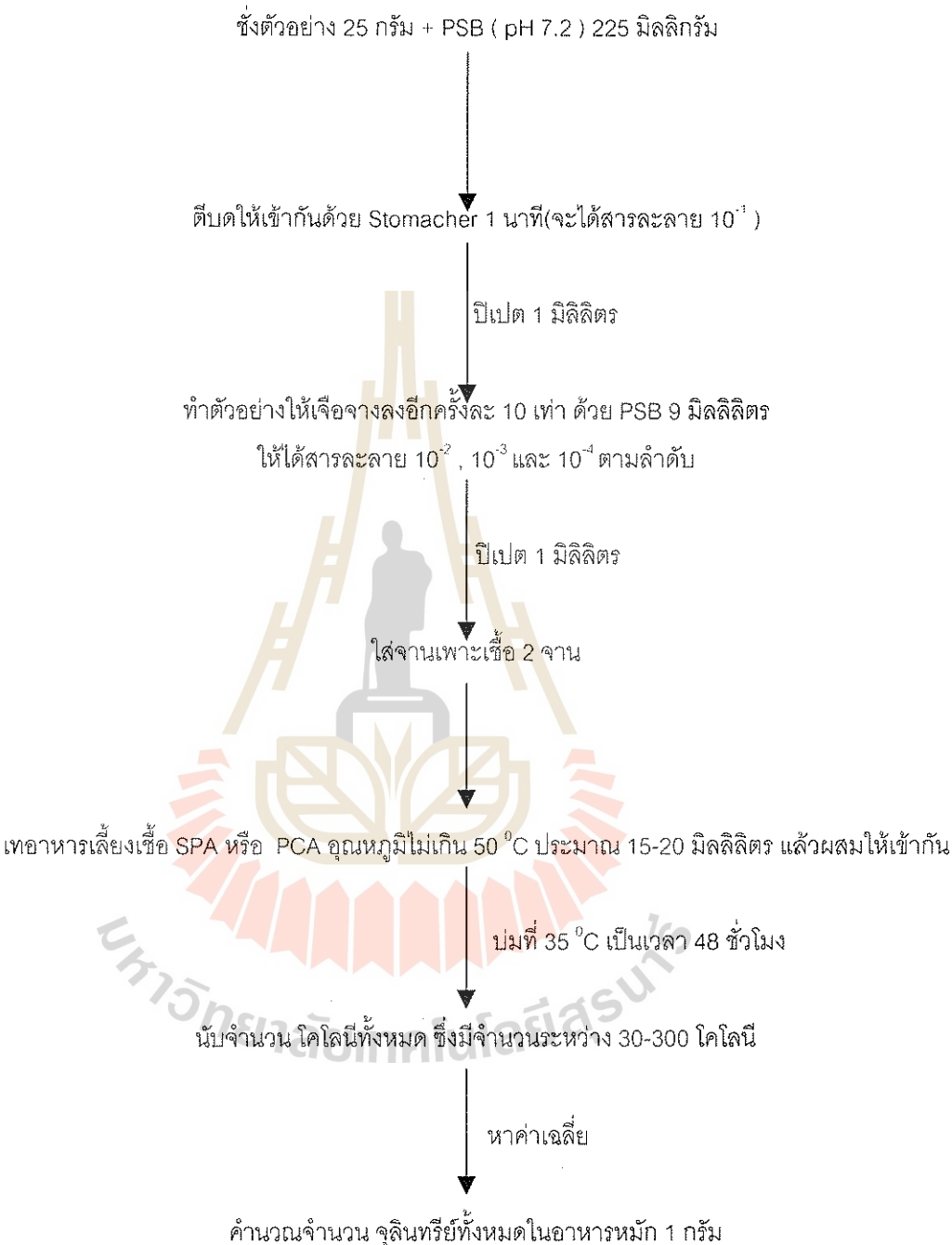
7.5.5 SIM medium

เมื่อทดสอบด้วย Kovacs indole reagent ไม่ให้สีม่วงแดงในชั้นของ reagent คือได้ผลเป็น indole negative และมีสีดำเกิดขึ้นเนื่องจากมี $H_2S$ และเชื้อมีการ mofile

7.5.6 MR-VP broth

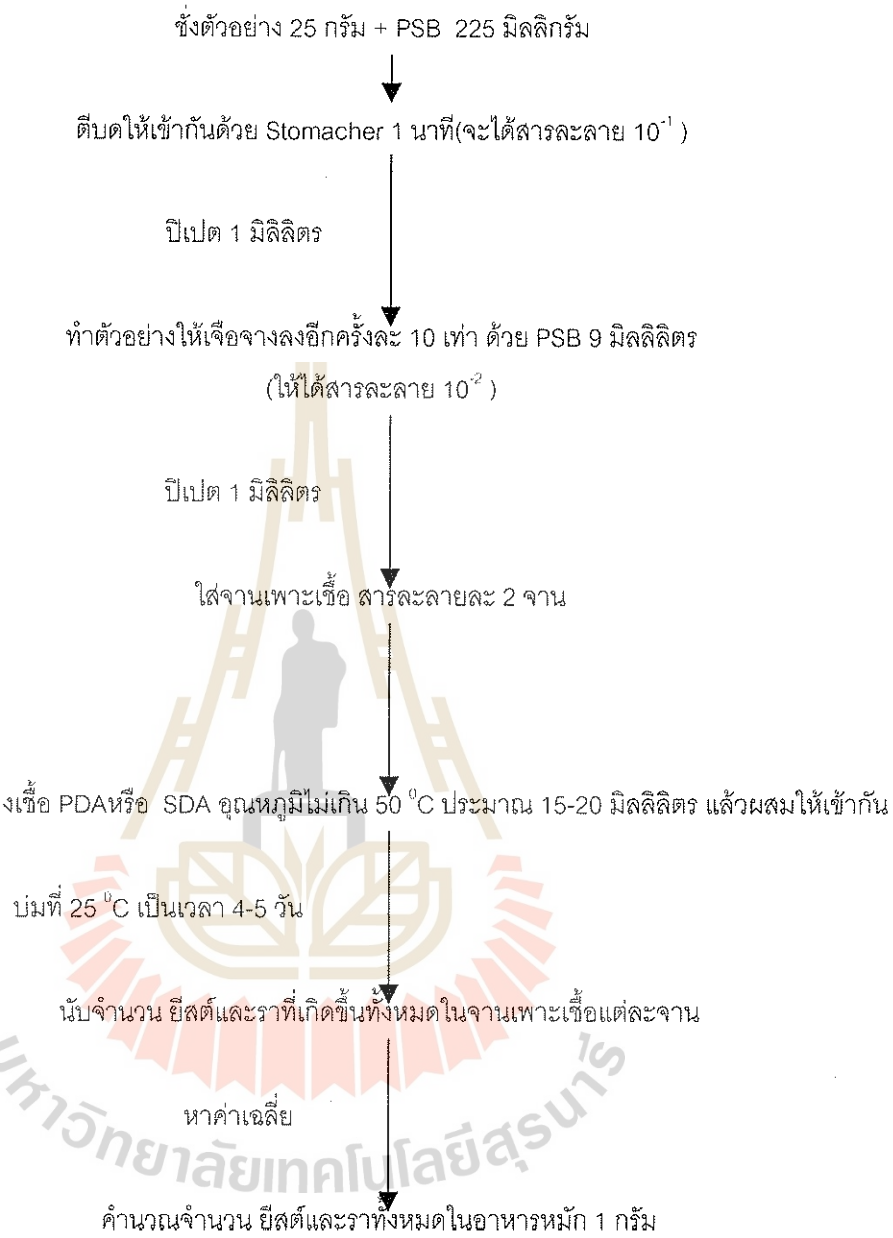
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1. การตรวจหา Total Bacteria Count โดยวิธี Pour Pate Method หรือ Mesophilic Aereobic Plate count Method



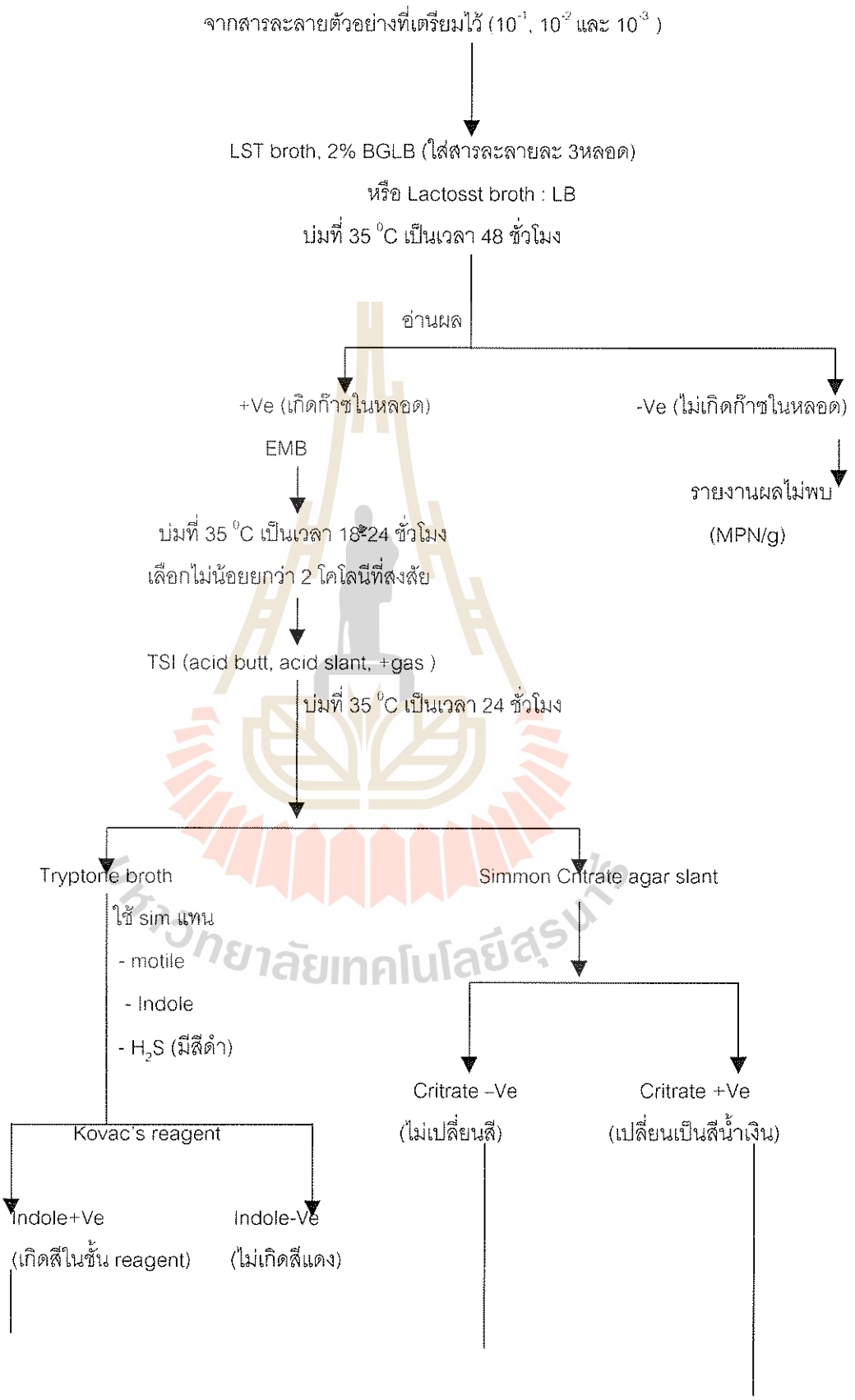

รูปที่4 แผนผังการตรวจหา Total Bacteria Count โดยวิธี Pour Pate Method หรือ Mesophilic Aereobic Plate count Method

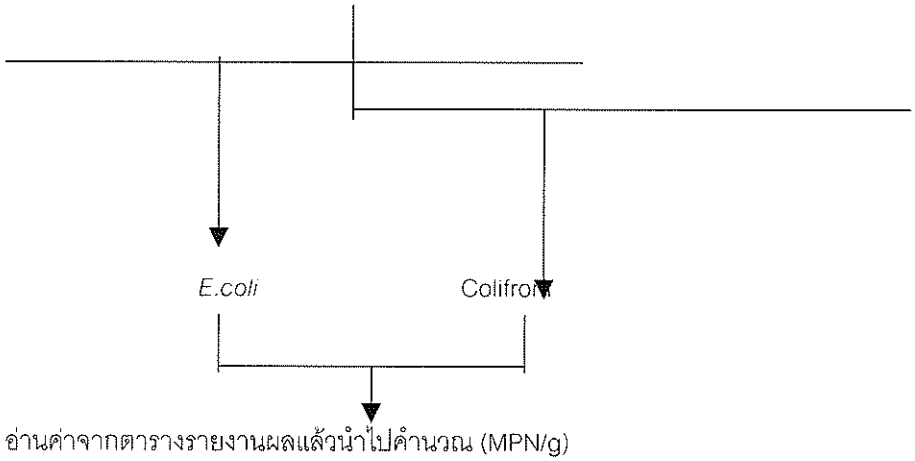
## 2. การวิเคราะห์หา Total Mold Count (หายีสต์และเชื้อราในอาหาร)




<u>รูปที่5</u> แผนผังการวิเคราะห์หา Total Mold Count (หายีสต์และเชื้อราในอาหาร)

3. การวิเคราะห์หา *E.coli* และ Coliform โดยวิธี MPN



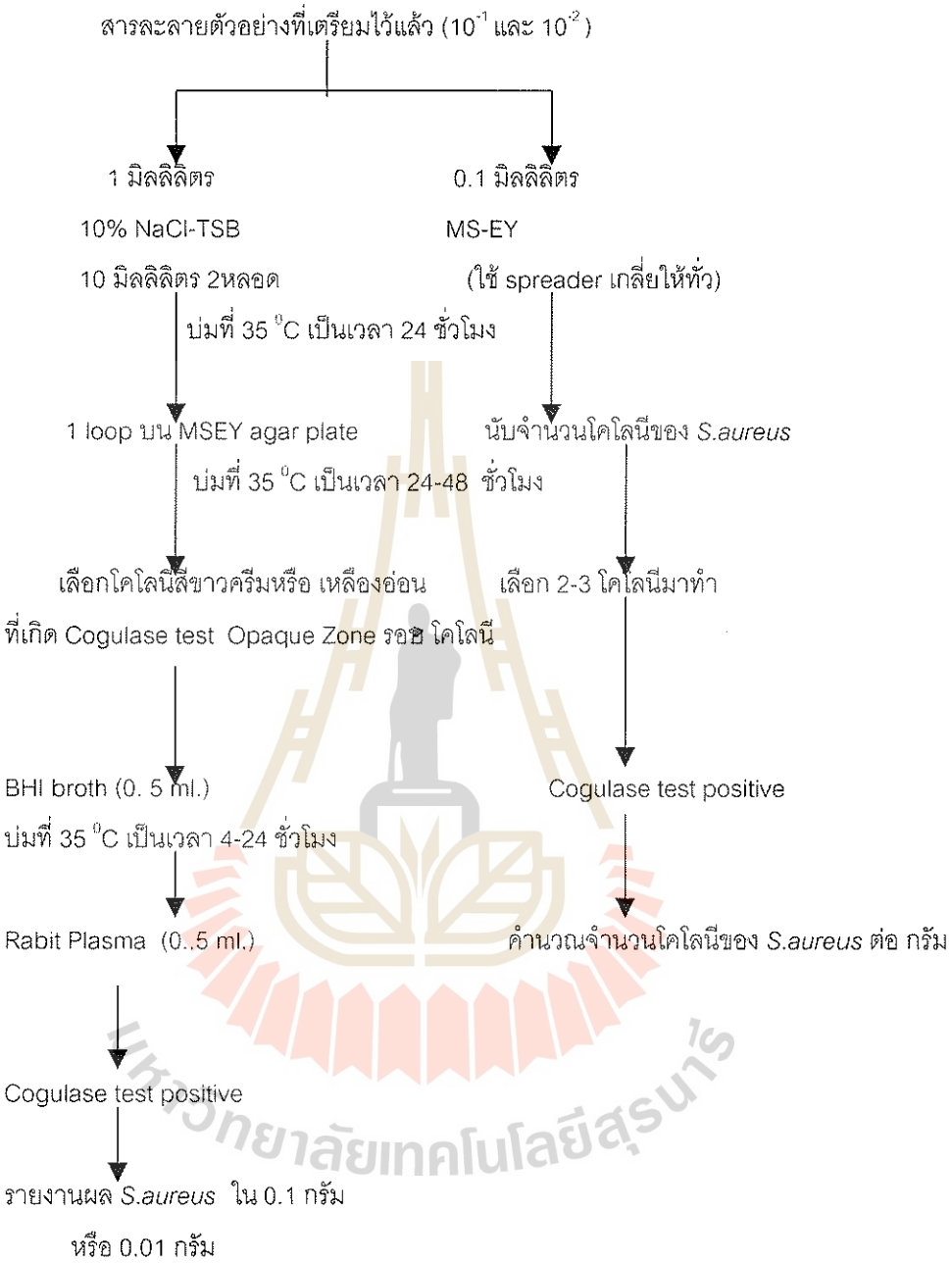



รูปที่6 แผนผังการวิเคราะห์หา *E.coli* และ Coliform โดยวิธี MPN

อ่านค่า MPN ของ Colifrom จาก LB ได้(อ่านค่าจากตารางได้) ส่วน MPN ของ *E.coli* ต้องเอาหลอด + จาก LB มาลง EMB แล้วดูว่าให้ metalic sheen กี่หลอดก็อ่านค่าโดยเทียบกับตาราง MPN เป็น MPN/g ของ *E.coli* Enterobacter บน EMB มีสีชมพูเข้ม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

## 4. วิธีวิเคราะห์ *Staphylococcus aureus* ในอาหาร

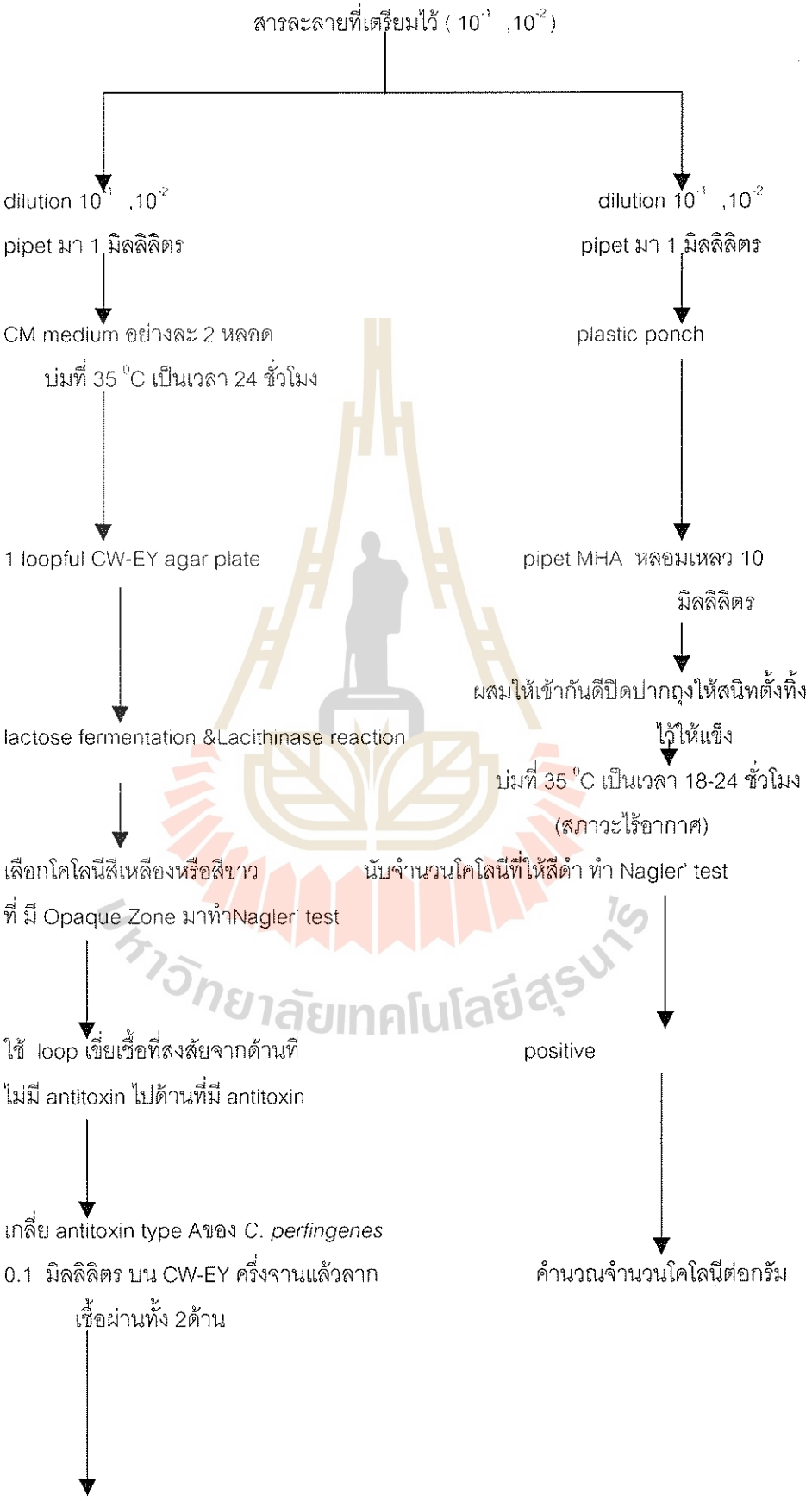



<u>รูปที่7</u> แผนผังวิธีวิเคราะห์ *Staphylococcus aureus* ในอาหาร

* *S.aureus* ไม่ทนความร้อนแต่ toxic ทนความร้อนทำให้เกิดโรคได้ β- hemolysis, normal flora บนผิวหนัง, หน้า และอากาศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

## 5. วิธีวิเคราะห์ *Clostridium perfingens* ในอาหาร



บ่มที่ 35 $^{0}$C เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง

CW-EY ด้านที่มี antitoxin จะ
ไม่เกิดปฏิกิริยา ของ Lecithinase

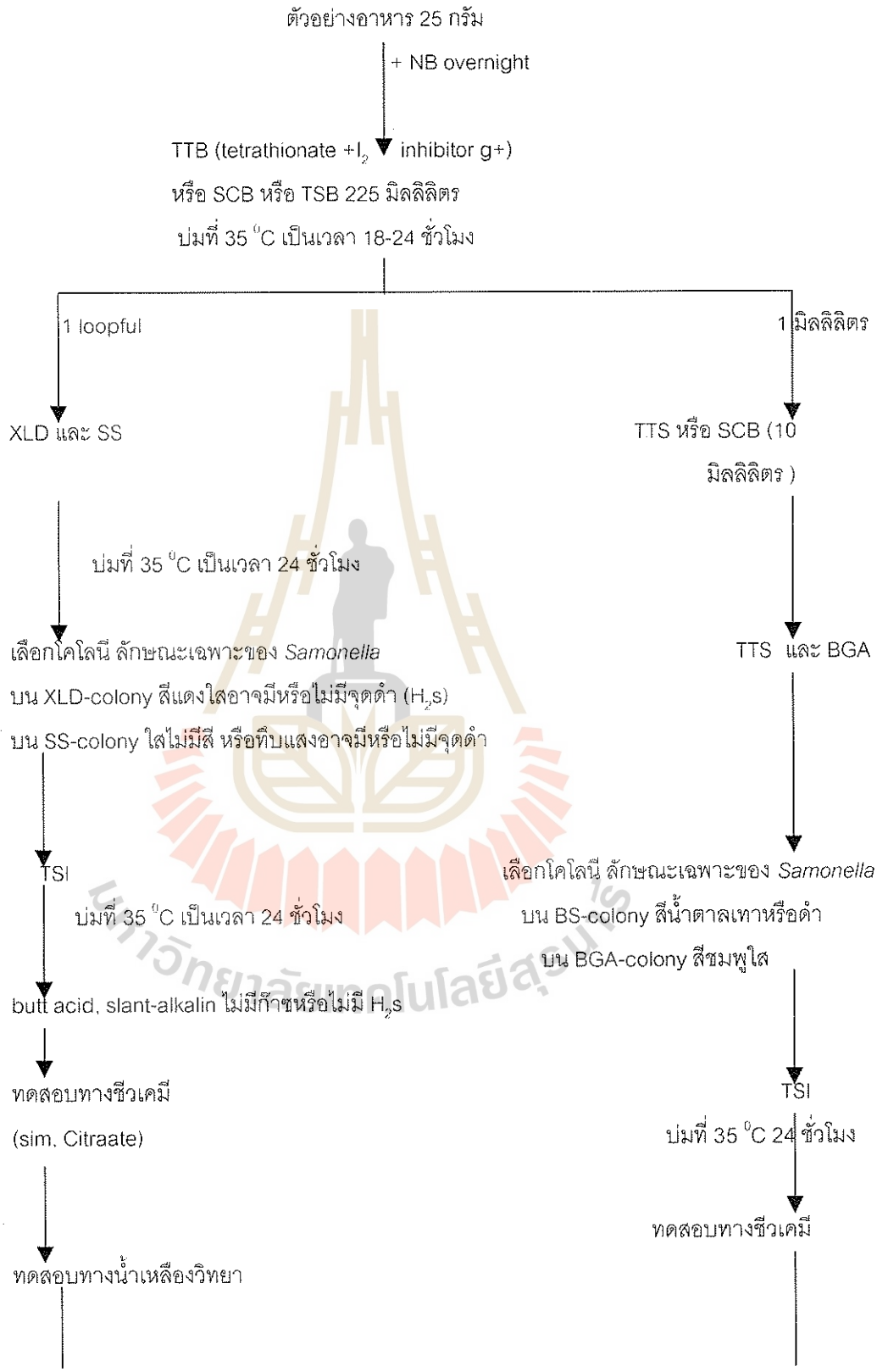


รายงานผล *C. perfingenes*
ใน 0.1 กรัม หรือ 0.01 กรัม

รูปที่8 แผนผังวิธีวิเคราะห์ *Clostridium perfingens* ในอาหาร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

## 6. วิธีวิเคราะห์ Samonella ในอาหาร



**รูปที่9** แผนผังวิธีวิเคราะห์ Samonella ในอาหาร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

## ตอนที่3 การศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติของขนมเค้กที่ทำจากแป้งสาลีและแป้งข้าวเจ้า

( Comparative Studies of the Properties of cake prepared from Wheat Flour and Rice Flour)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# บทคัดย่อ(Abstract)

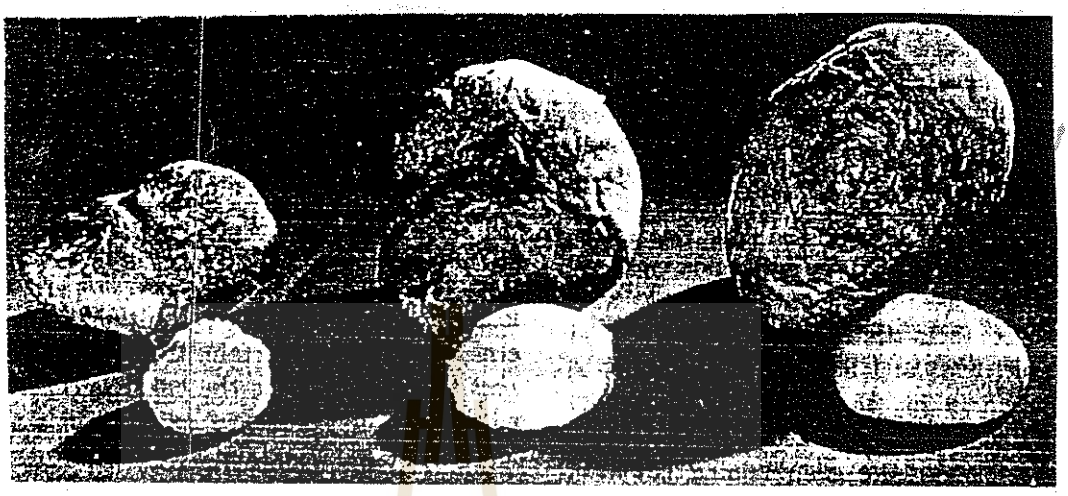
ขนมเค้กจากแป้งข้าวเจ้าโดยใช้อัตราส่วน แป้งข้าวเจ้า: แป้งข้าวเจ้าล้างพิเศษ: แป้งมันสำปะหลัง สุกอบแห้ง(Pregelatinized Tapioca starch) ในอัตราส่วน 25:70:5 และในขณะที่ผสมส่วนผสมต่างๆของเค้กเข้าด้วยกันต้องเติมแป้งมันสำปะหลัง สุกอบแห้ง (Pregelatinized Tapioca starch) 0.25 กรัมซึ่งเป็นตัวทำให้แป้งข้าวเจ้ายึดเกาะกันได้ดีขึ้นทำให้เค้กที่ได้มีเนื้อสัมผัสที่ไม่ร่วน โดยเปรียบเทียบกับขนมเค้กที่ทำจากแป้งสาลี โดยได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเค้กพบว่าเค้กจากแป้งข้าวเจ้า มีปริมาณไขมันเท่ากับ 19.14 %โปรตีน 5.28% เถ้า 0.25% คาร์โบไฮเดรต 50.23% และความชื้น 24.8 % ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบขนมเค้กจากแป้งสาลีปรากฏขนมเค้กจากแป้งสาลีมีปริมาณไขมันเท่ากับ 18.65% โปรตีน 6.27% เถ้า 0.29% คาร์โบไฮเดรต 50.46% และความชื้น 25.6 % จะเห็นว่ามีปริมาณใกล้เคียงกันแต่ขนมเค้กจากแป้งข้าวเจ้าจะมีความชื้นที่ต่ำกว่าเล็กน้อย การใช้แป้งข้าวเจ้าแทนแป้งสาลีในการทำขนมเค้กจะทำให้เค้กที่ได้มีเนื้อแน่นและหยาบขึ้นแต่มีความนุ่มขึ้นโดยมีความหนาแน่นของเค้กเท่ากับ 0.38 (กรัม/ ml) ส่วนขนมเค้กจากแป้งสาลีมีความหนาแน่น 0.326 (กรัม/ ml) และขนมเค้กจากแป้งข้าวเจ้ามีสีที่เข้มขึ้นทั้งเปลือกนอกและเนื้อในเค้กโดยที่เปลือกนอกของเค้กจะมีค่า L* = 45.23,a* = 10.96, b* = 21.85, $\Delta E$ =57.01 ส่วนเค้กจากแป้งสาลีจะมีค่า L* =51.43,a* = 9.35, b* = 21.36, $\Delta E$ =51.31 โดยค่า L* หรือค่าความสว่างจะมีค่าน้อยกว่าเค้กจากแป้งสาลีแต่ค่า b*หรือค่าความเหลืองมากกว่าแป้งสาลี และค่า$\Delta E$ ซึ่งแสดงลักษณะสีโดยรวมจะมีค่ามากกว่าขนมเค้กจากแป้งสาลีมาก และเนื้อในของเค้กแป้งข้าวเจ้าจะให้ค่า L* = 71.72,a* =-1.06, b* =26.18, $\Delta E$ =36.10 ส่วนเค้กจากแป้งสาลีจะมีค่า L* =74.48,a* = -1.36, b* =25.20, $\Delta E$ =33.49 ซึ่งจะมีค่าต่างๆในปริมาณใกล้เคียงกับเค้กแป้งสาลีโดยโดยค่า L* หรือค่าความสว่างจะมีค่าน้อยกว่าเค้กจากแป้งสาลีเล็กน้อย แต่ค่า b*หรือค่าความเหลืองมากกว่าแป้งสาลีเล็กน้อย และค่า$\Delta E$ ซึ่งแสดงสีโดยรวมจะมีค่ามากกว่าขนมเค้กจากแป้งสาลีเล็กน้อย และเมื่อนำเค้กจากแป้งข้าวเจ้าทดสอบทางประสาทสัมผัสเทียบกับขนมเค้กจากแป้งสาลีผู้ชิมไม่สามารแยกความแตกต่างของขนมเค้กทั้ง 2 ชนิด ออกจากกันได้ทั้งทาง สี ลักษณะปรากฏ กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวมที่ ($p>0.05$)

**บทนำ ( Introduction)**

ข้าวเป็นอาหารหลักของคนไทย พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศใช้ในการปลูกข้าวได้ดี ทำให้สามารถผลิตข้าวได้เป็นจำนวนมาก และเป็นพืชที่ทำรายได้เข้าประเทศเป็นอันดับหนึ่ง ปัจจุบันได้มีการส่งเสริมให้มีการใช้ประโยชน์จากข้าวในรูปของแป้งข้าวสำหรับการทำผลิตภัณฑ์อาหารต่างมากมาย เช่นผลิตภัณฑ์อาหารเส้น ได้แก่ เส้นหมี่ เส้นก๋วยเตี๋ยว ขนมจีน และผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูป รวมถึงขนมคบเคี้ยวต่างๆ และเนื่องในปัจจุบันนี้ขนมเค้กเป็นที่นิยมของคนไทยมากขึ้น จึงได้มีการทดลองนำแป้งข้าวเจ้ามาทำขนมเค้กเพื่อให้การใช้ประโยชน์จากแป้งให้กว้างขวางมากยิ่งขึ้น ช่วยลดการนำเข้าแป้งสาลีจากต่างประเทศ และเพื่อเป็นการช่วยผู้ที่แพ้แป้งสาลี แต่มีความต้องการบริโภคขนมเค้กก็สามารถที่จะเลือกบริโภคขนมเค้กแป้งข้าวเจ้า

โดยทั่วไปแล้ว ขนมเค้กเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่ทำจากแป้งสาลีชนิดอ่อนพวก Soft Wheat และ Soft red Winter เมื่อนำมาโม่ก็จะได้แป้งสาลีชนิดอ่อนที่มีโปรตีนต่ำประมาณ 7-9% แป้งจะมีความสามารถในการดูดซึมน้ำได้ต่ำกว่าแป้งชนิดแข็ง มีความทนทานต่อการผสมและการหมักที่ต่ำเหมาะที่จะใช้ทำขนมเค้กและคุกกี้ ลักษณะของแป้งเมื่อถูด้วยนิ้วมือจะรู้สึกอ่อนนุ่มเนียนละเอียด มีสีขาวกว่าแป้งทำขนมปังและแป้งอเนกประสงค์ เมื่อกดนิ้วลงไปบนแป้ง แป้งจะเกาะรวมกันเป็นก้อนและคงรอยนิ้วมือไว้ แป้งชนิดนี้ใช้สารช่วยให้ขึ้นฟูเท่านั้น ไม่ใช้ยีสต์ ซึ่งสารเคมีก็ได้แก่ ผงฟู เบกิ้งโซดา เป็นต้น การที่แป้งสาลีเหมาะแก่การทำเค้กและขนมปังเนื่องจากแป้งสาลีมีโปรตีน ซึ่งเมื่อนวดกับน้ำซึ่งจะได้กลูเตน ซึ่งเป็นสารที่มีลักษณะเหนียว เป็นยาง และยืดหยุ่นได้ ซึ่งเกิดจากการรวมตัวของไกลอะดีนและกลูเตนนิน เป็นโปรตีนที่สำคัญของแป้งสาลีและมีอยู่ในแป้งในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน โดยไกลอะดีนทำให้กลูเตนมีคุณสมบัติในการยืดตัวและยืดหยุ่นได้ ในขณะที่กลูเตนนินจะทำให้โดหรือก้อนแป้งผสมมีกำลังที่จะอุ้มก๊าซที่ขึ้นฟูไว้ได้ ซึ่งจะให้โครงร่างของผลิตภัณฑ์นั่นคือ กลูเตนนินนั้นให้ความแข็งตัวกับกลูเตนและไกลอะดินซึ่งเป็นสารที่อ่อนและเหนียว จะเป็นตัวเชื่อมดังนั้นไกลอะดินจะติดกับกลูเตนนินและป้องกันไม่ให้กลูเตนนินถูกล้างออกไปในกระบวนการสกัดกลูเตนออกมา กลูเตนจะเป็นตัวเก็บกักก๊าซที่เกิดขึ้นในก้อนแป้งผสม และเป็นโครงร่างที่มีลักษณะเป็นฟองน้ำของผลิตภัณฑ์เมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ ซึ่งลักษณะพิเศษของกลูเตนดังกล่าวทำให้แป้งสาลีเหมาะแก่การทำขนมปังและเค้กกว่า

แป้งชนิดอื่นๆ ที่ไม่มีกลูเตน หรือมีกลูเตนแต่สัดส่วนองค์ประกอบไม่เหมาะสม ดังนั้น ขนมเค้กที่เราบริโภคกันอยู่ทุกวันนี้จึงเป็นขนมเค้กที่ทำจากแป้งสาลีชนิดอ่อน (แป้งสาลีโปรตีนต่ำ) ทั้งสิ้น แม้มิได้บ่งบอกแต่ก็เป็นที่เข้าใจกันดีโดยทั่วไป



แป้งเค้ก แป้งอเนกประสงค์ **แป้งขนมปัง**

รูปที่1 แสดงก้อนกลูเตนของแป้งชนิดต่างๆ ก่อนอบและหลังอบ

นอกจากโปรตีนและกลูเตนซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของแป้งสาลีแล้ว ในแป้งสาลียังมีเอนไซม์ที่สำคัญคือ บีต้า-อะมิเลส และ แอลฟา-อะมิเลส อีกด้วย สำหรับประเทศไทยนั้น ปัจจุบันได้สั่งข้าวสาลีจากต่างประเทศมาทำการโม่เป็นแป้งโดยโรงโม่ที่มีอยู่จะทำการโม่แป้งหลัก 3 ชนิดคือ แป้งขนมปัง แป้งอเนกประสงค์ แป้งเค้ก และจากแป้งหลักเหล่านี้ โรงโม่แต่ละแห่งจะทำการโม่แป้งของผลิตภัณฑ์เฉพาะอย่างขึ้น โดยจะบ่งไว้ที่ถุงบรรจุว่า ใช้ทำผลิตภัณฑ์อะไรบ้าง และราคาของแป้งสาลีมีราคาที่สูงกว่าแป้งชนิดอื่นที่สามารถผลิตได้ในประเทศ

ขนมปังแป้งข้าวเจ้า ทำจากแป้งข้าวเจ้าที่โม่จากพันธุ์ข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำคือน้อยกว่าร้อยละ 20 ซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวที่เหมาะสมในการทำเค้ก เพราะจะให้แป้งที่เหนียวนุ่ม การใช้พันธุ์ข้าวที่มีอะไมโลสสูงจะทำให้เนื้อขนมเค้กร่วน โดยใช้แป้งข้าวเจ้าธรรมดาผสมกับแป้งข้าวเจ้าล้างพิเศษในอัตราส่วน 25:70 เพราะแป้งข้าวเจ้าล้างพิเศษจะมีปริมาณโปรตีนน้อยลงทำให้เค้กไม่แฉะ แต่เนื่องจากแป้งข้าวเจ้ามีชนิดของโปรตีนในสัดส่วนที่ไม่เหมาะต่อการเกิดกลูเตนที่มาให้เกิดโครงร่างของขนมเค้กดังเช่นแป้งสาลี ดังนั้นใน

การผลิตขนมเค้กจากแป้งข้าวเจ้าจึงต้องเติมสารช่วยยึดเกาะลงไปในส่วนผสมเพื่อช่วยให้เกิดโครงร่างของขนมเค้กและทำให้เนื้อขนมเค้กที่ได้เกาะกันไม่ร่วน

สารยึดเกาะที่ใช้ในการทดลองได้แก่ พรีเจลลาตินไนส์สตาร์ช (pregelatinized starch) สามารถเตรียมโดยการนำแป้งมันสำปะหลังมาทำให้สุก หรือเจลลาตินไนส์ก่อนด้วย การให้ความร้อนแก่แป้งในสภาพที่มีน้ำแล้วทำให้แห้ง โดยผ่านเครื่องทำให้แห้งแบบลูกกลิ้ง (Drum Dryer) ความร้อนจากผิวหน้าลูกกลิ้งที่ได้จากไอน้ำที่ทำให้เกิดการระเหยน้ำออกไป แป้งที่ได้มีลักษณะเป็นแผ่นบางๆ ฉาบบนผิวหน้าลูกกลิ้งและขูดออกโดยใบมีดแล้วนำไปโม่จากนั้นนำไปร่อนด้วยความละเอียด mesh no. 100 ทั้งนี้แป้งจะมีความถ่วงจำเพาะ 13 โบเม่ ขนมเค้กที่ได้จากการทดลองนี้จะมีปริมาตรสูงเต็มพิมพ์ มีเปลือกนอกสีน้ำตาลเข้ม ผิวบนแตกเล็กน้อย เนื้อในนุ่มเหนียว มีสีขาวเหลือง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**วัตถุประสงค์ในการทดลอง** (Objectives)

1. เพื่อใช้แป้งข้าวเจ้าแทนแป้งสาลีในการผลิตเค้กได้ โดยมีลักษณะเนื้อสัมผัสคล้ายคลึงกันมากที่สุด
2. เพื่อลดต้นทุนการผลิตเค้ก โดยการใช้แป้งข้าวเจ้าที่สามารถผลิตได้ในประเทศแทนแป้งสาลีที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ
3. เพื่อเกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ให้กับโรงงาน

**เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์** (Materials and Methods)

1. ตู้อบความร้อน (hot air oven)
2. ลูกกลิ้งความร้อน (drum dryer)
3. เครื่องโม่แห้ง
4. เครื่องร่อนแป้ง
5. ตะแกรงร่อน mesh no. 250 และ mesh no.100
6. ที่วัดความหวานเพาะของน้ำแป้ง (Beaume)
7. pH meter
8. เครื่องชั่ง
9. เครื่องผสมเค้ก (Kitchen aid)
10. หัวตีตะกร้อ
11. ตะกร้อลวดผสมเค้กโดยใช้มือ
12. พายยาง
13. มีดปาดหน้าเค้ก
14. มีดตัดเค้ก
15. ถ้วยพลาสติก
16. ถ้วยสแตนเลส
17. พิมพ์เค้ดแบบมีปล่องตรงกลางขนาด 2 ปอนด์
18. พิมพ์เค้กขนาด1 ปอนด์
19. ตะแกรงลวดสำหรับวางเค้กหลังออกจากตู้อบ
20. ชุดช้อนตวง
21. แป้งข้าวเจ้า

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

22.แป้งมันสำปะหลัง

23.แป้งสาลี

**วิธีการเตรียมแป้งมันสำปะหลังสุกอบแห้ง** (pregalatinized tappioca starch)

- นำแป้งมันสำปะหลังผสมกับน้ำให้มีความถ่วงจำเพาะ 13 โบเม่ ปรับ pH ของน้ำแป้งด้วยย phosphoric acid ให้มี pH สุดท้าย5.5
- นำน้ำแป้งที่ได้เข้าเครื่องทำให้แห้งแบบลูกกลิ้งความร้อน (drum dryer) แป้งที่ได้จะมีลักษณะเป็นแผ่นบางๆและแห้ง
- นำแผ่นแป้งที่ได้เข้าเครื่องโม่แป้งแบบแห้งจะได้แป้งที่เป็นผงละเอียด
- นำผงแป้งที่ได้มาผ่านตะแกรงร่อน mesh no. 100เพื่อให้ได้แป้งที่มีความละเอียดสม่ำเสมอ

**สูตรแป้งข้าวเจ้าที่ใช้ทำเค้ก**

| | % | น้ำหนัก (กรัม) |
|---|---|---|
| แป้งข้าวเจ้าล้างพิเศษผ่านตะแกรงร่อน mesh no. 250 | 70 | 500 |
| แป้งข้าวเจ้าล้างพิเศษผ่านตะแกรงร่อน mesh no. 250 | 25 | 178.57 |
| แป้งมันสำปะหลังสุกอบแห้ง (pregalatinized tapioca starch) ผ่านตะแกรงร่อน mesh no. 100 | 5 | 35.71 |
| กรดซิสตริก | 0.1 | 0.5 |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วิธีทำ

ผสมส่วนผสมทั้งหมดในถุงพลาสติก เขย่าให้เข้ากันเป็นเวลาประมาณ 15 นาที วัด pHของแป้งโดยใช้แป้ง3กรัม น้ำกลั่น 27 ml ให้แป้งมี pH ประมาณ5..00-5.20 ถ้า pH ยังไม่อยู่ในช่วงให้ทำการเขย่าต่อไปอีกประมาณ 15 นาที แป้งสุดท้ายจะมี pH ประมาณ 5

## สูตรเค้กเนย(แป้งสาลี)

| ส่วนผสม | % | น้ำหนัก (กรัม) |
|---|---|---|
| แป้งเค้ก | 100 | 200 |
| ผงฟู | 2 | 4 |
| เนยละลาย | 80 | 160 |
| น้ำตาลทรายป่น | 100 | 200 |
| ไข่ไก่ | 100(2 ฟอง) | 200 (4ฟอง) |
| เกลือ | 1 | 2 |
| นมข้นจืด | 30 | 60 |
| น้ำหอมกลิ่นวนิลลา | 1 | 2 |
| เอส.พี | 4 | 8 |

วิธีการ

-ร่อนแป้งกับผงฟูเข้าด้วยกัน เติมน้ำตาล เกลือ ใช้พายยางคลุกให้เข้ากัน

-เติมส่วนผสมที่เหลือ(ยกเว้นเนยละลาย) ตีด้วยความเร็วต่ำ1/2 นาที หยุดปาดตีต่อด้วยความเร็วสูง 5 นาที ลดความเร็วต่ำ 1นาที

-เติมเนยละลายอุ่นๆลงไปตีต่อด้วยความเร็วต่ำประมาณ1 นาที

-ตักใส่พิมพ์ขนาด2 ปอนด์ ที่ทาไขมัน ประมาณ 2/3พิมพ์

-นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 180$^{0}$ C เป็นเวลา40นาที

-นำออกจากพิมพ์ทิ้งไว้ให้เย็น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

## สูตรเค้กเนย(แป้งข้าวเจ้า)

| ส่วนผสม | % | น้ำหนัก (กรัม) |
|---|---|---|
| แป้งข้าวเจ้าที่ใช้ทำเค้ก | 100 | 200 |
| ผงฟู | 2 | 4 |
| เนยละลาย | 80 | 160 |

| น้ำตาลทรายป่น | 100 | 200 |
|---|---|---|
| ไข่ไก่ | 100(2 ฟอง) | 200 (4ฟอง) |
| เกลือ | 1 | 2 |
| นมข้นจืด | 30 | 60 |
| น้ำหอมกลิ่นวนิลลา | 1 | 2 |
| เอส.พี | 4 | 8 |
| แป้งมันสำปะหลังสุกอบแห้ง pregelatinized tapioca starch | 0.25 | 0.5 |

<u>วิธีการ</u>

-ร่อนแป้งกับผงฟูเข้าด้วยกัน เติมแป้งมันสำปะหลังสุกอบแห้ง(Pregelatinized Tapioca starch )ลงไปอีก 0.5กรัม/น้ำหนักแป้ง200 กรัม เติมน้ำตาล เกลือใช้พายยางคลุกให้เข้ากัน

-เติมส่วนผสมที่เหลือ(ยกเว้นเนยละลาย) ตีด้วยความเร็วต่ำ1/2 นาที หยุดปาดตีต่อด้วยความเร็วสูง 5 นาที ลดความเร็วต่ำ 1นาที

-เติมเนยละลายอุ่นๆลงไปตีต่อด้วยความเร็วต่ำประมาณ1 นาที

-ตักใส่พิมพ์ขนาด2 ปอนด์ ที่ทาไขมัน ประมาณ 2/3พิมพ์

-นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 180$^{0}$C เป็นเวลา 50 นาที

-นำออกจากพิมพ์ทิ้งไว้ให้เย็น

**วิธีวิเคราะห์**

- การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต และความชื้น โดยวิธี AOAC (1990)
- การศึกษาสมบัติทางกายภาพของเค้ก โดยตรวจสอบ ปริมาตรจำเพาะของเค้ก ( โดยการแทนที่เมล็ดถั่วเขียว) ความหนาแน่น โดยวิธี AACC(1993) ค่าสีโดยใช้เครื่อง Color meter ZE 2000
- การประเมินผลทางประสาทสัมผัส โดยการประเมินแบบ 9-hedonic scale ให้คะแนนระหว่าง 1-9 ซึ่งเป็นคะแนนที่แสดงความชอบและการยอมรับ คุณลักษณะสี ลักษณะปรากฏ กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยผู้ชิมจำนวน 30คน เปรียบเทียบระหว่าง ขนมเค้กจากแป้งข้าวเจ้า และขนมเค้กจากแป้งสาลี โดยใช้การวิเคราะห์สถิติแบบ Mannwsitney U-test

แบบสอบถามประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์ขนมอบ

ชื่อ _____

วันที่_____ เวลา _____

กรุณาพิจารณาลักษณะที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์ขนมอบแล้วทำการชิม หลังจากนั้นทำเครื่องหมาย "/" ลงในช่องว่างที่กำหนดในแบบสอบถามให้ตรงตามความรู้สึกของท่านที่มีต่อผลิตภัณฑ์

หมายเลขตัวอย่าง _____

| ระดับความชอบ | ก่อนชิม | | | หลังชิม | |
|---|---|---|---|---|---|
| | สี | ลักษณะปรากฏ | กลิ่น | เนื้อสัมผัส | รสชาติ |
| ชอบมากที่สุด | | | | | |
| ชอบมาก | | | | | |
| ชอบปานกลาง | | | | | |
| ชอบเล็กน้อย | | | | | |
| เฉยๆ | | | | | |
| ไม่ชอบเล็กน้อย | | | | | |
| ไม่ชอบปานกลาง | | | | | |
| ไม่ชอบมาก | | | | | |
| ไม่ชอบมากที่สุด | | | | | |

โปรดแสดงความชอบโดยรวมและการยอมรับในผลิตภัณฑ์ โดยแสดงเครื่องหมาย "/" ตัดบนเส้นแนวนอน

_____

ไม่ชอบมากที่สุด ชอบมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ_____

_____

**รูปที่2** แบบสอบถามประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์ขนมอบ

**ผลการทดลองและวิจารณ์ (Results and Discussion)**

นำขนมเค้กที่ทำจากแป้งข้าวเจ้าและแป้งสาลีมาทำการวิเคราะห์ผลทางเคมีเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างขององค์ประกอบทางเคมีให้ผลดังตารางที่1

**ตารางที่1** ผลการวิเคราะห์ องค์ประกอบทางเคมีของขนมเค้กจากแป้งข้าวเจ้าและแป้งสาลี

| องค์ประกอบทางเคมี | ขนมเค้กแป้งข้าวเจ้า ( % ) | ขนมเค้กแป้งสาลี ( % ) |
|---|---|---|
| ไขมัน | 19.44 | 18.65 |
| โปรตีน | 5.28 | 6.27 |
| เถ้า | 0.25 | 0.29 |
| คาร์โบไฮเดรต | 50.23 | 50.46 |
| ความชื้น | 24.8 | 25.6 |

จากตารางจะเห็นว่า องค์ประกอบทางเคมีของเค้กทั้ง 2 ชนิดมีความใกล้เคียงกัน โดยขนมเค้กจากแป้งสาลี จะมีปริมาณโปรตีน เถ้า ความชื้น มากกว่าขนมเค้กจากแป้งข้าวเจ้าเล็กน้อยจึงทำให้เค้กจากแป้งสาลี เปียก แฉะกว่าเค้กที่ได้จากแป้งข้าวเจ้า ส่วนปริมาณไขมันและคาร์โบไฮเดรตขนมเค้กจากแป้งข้าวเจ้ามากกว่าขนมเค้กแป้งสาลีเล็กน้อยเมื่อทำการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพเพื่อเปรียบเทียบขนมเค้กจากแป้งข้าวเจ้าและแป้งสาลีได้ผลดังตารางที่2

**ตารางที่2** คุณสมบัติทางกายภาพของเค้กของขนมเค้กจากแป้งข้าวเจ้าและแป้งสาลี

| คุณสมบัติทางกายภาพ | ขนมเค้กแป้งข้าวเจ้า | ขนมเค้กแป้งสาลี |
|---|---|---|
| น้ำหนัก (กรัม) | 354.82 | 358.28 |
| ปริมาตร (ml) | 936.56 | 10999.02 |
| ความหนาแน่น (กรัม/ ml) | 0.38 | 0.326 |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

| ปริมาตรจำเพาะ | 3.00 | 3.51 |
|---|---|---|
| Hunter color values [f] (ผิวหน้าเค้ก) | | |
| L* | 45.23 | 51.43 |
| a* | 10.96 | 9.35 |
| b* | 21.85 | 21.36 |
| ΔE | 57.01 | 51.31 |
| Hunter color values [f] (เนื้อในเค้ก) | | |
| L* | 71.72 | 74.48 |
| a* | -1.06 | -1.36 |
| b* | 26.18 | 25.20 |
| ΔE | 36.10 | 33.49 |

Hunter color values : L* = lightness( 0= black, 100= white);

a* = redness / greenness (+= red, - = green );

b* = yellowness / blueness (+ = yellow, - = blue);

จากตารางที่2 พบว่า การใช้แป้งข้าวเจ้าแทนแป้งสาลีมีผลทำให้เค้กมีปริมาตรลดลง (รูปที่2) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าขนมเค้กมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นมีความฟูเบาน้อยลงแต่ขนมเค้กที่ได้มีความนุ่มเพิ่มขึ้นโดยดูได้จากค่า ความหนาแน่น ปริมาตร และ ปริมาตรจำเพาะของเค้ก ซึ่งเค้กที่ทำจากแป้งข้าวเจ้า จะมีค่าความหนาแน่นมากกว่า แต่มี ปริมาตร และ บริมาตรจำเพาะของเค้ก น้อยกว่าเค้กจากแป้งสาลี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**รูปที่3** เค้กที่ทำจากแป้งข้าวเจ้าและเค้กที่ทำจากแป้งสาลีหลังอบและเนื้อในของเค้กทั้ง 2 ชนิด

นอกจากนี้ขนมเค้กจากแป้งข้าวเจ้ามีสีที่เข้มกว่าขนมเค้กจากแป้งสาลี ทั้งที่ผิวหน้าขนมเค้กและเนื้อในของขนมเค้กโดยดูจากค่า$\Delta$Eที่มากขึ้น มีค่า L* หรือค่าความสว่างน้อยลงและเค้กที่ได้ยังมีค่า b* หรือสีเหลืองทองมากขึ้น โดเฉพาะที่ผิวหน้าของขนมเค้กของแป้งข้าวเจ้าจะมีสีที่เข้มกว่าขนมเค้กจากแป้งสาลีอย่างเห็นได้ชัดซึ่งดูได้จากค่า $\Delta$E ที่สูงกว่ามาก เมื่อนำขนมเค้กจากแป้งขข้าวเจ้าและแป้งสาลีมาทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อทำการเปรียบเทียบผลที่ได้จากนักชิม 30คน และทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้วิธี mannwsitney U test ซึ่งได้ผลดังตารางที่3

**ตารางที่3** แสดงค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้วิธี mannwsitney U test ของเค้กจากแป้งข้าวเจ้า และ เค้กจากแป้งสาลี

| ค่าสถิติ | สี | ลักษณะปรากฏ | กลิ่น | เนื้อสัมผัส | รสชาติ | ความชอบโดยรวม |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Mean | 8.233 | 6.967 | 7.167 | 6.817 | 7.0167 | 5.305 |
| SD | 6.3389 | 1.340 | 1.224 | 1.372 | 1.224 | 1.676 |
| U | 331.00 | 327.00 | 431.000 | 359.00 | 430.00 | 331.50 |
| สถิติทดสอบ mannwsitney U test | 0.061 | 0.054 | 0.770 | 0.163 | 0.760 | 0.080 |

สถิติทดสอบ mannwsitney U test ของสีเท่ากับ 0.061 เป็นค่าsigneficant ของสถิติทดสอบซึ่งมากกว่า 0.05 ด้วยระดับนัยสำคัญ 0.05 สรุปว่าลักษณะสีของเค้กทั้ง 2 ชนิดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สถิติทดสอบ mannwsitney U test ของลักษณะปรากฏเท่ากับ 0.054 เป็นค่า signeficant ของสถิติทดสอบซึ่งมากกว่า 0.05 ด้วยระดับนัยสำคัญ 0.05 สรุปว่าลักษณะปรากฏของเค้กทั้ง 2 ชนิดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

สถิติทดสอบ mannwsitney U test ของกลิ่นเท่ากับ 0.770 เป็นค่าsigneficant ของสถิติทดสอบซึ่งมากกว่า 0.05 ด้วยระดับนัยสำคัญ 0.05 สรุปว่าลักษณะกลิ่นของเค้กทั้ง 2 ชนิดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

สถิติทดสอบ mannwsitney U test ของเนื้อสัมผัสเท่ากับ 0.163 เป็นค่า signeficant ของสถิติทดสอบซึ่งมากกว่า 0.05 ด้วยระดับนัยสำคัญ 0.05 สรุปว่าลักษณะเนื้อสัมผัสของเค้กทั้ง 2 ชนิดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

สถิติทดสอบ mannwsitney U test ของรสชาติเท่ากับ 0.760 เป็นค่าsigneficant ของสถิติทดสอบซึ่งมากกว่า 0.05 ด้วยระดับนัยสำคัญ 0.05 สรุปว่าลักษณะรสชาติของเค้กทั้ง 2 ชนิดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

สถิติทดสอบ mannwsitney U test ของความชอบโดยรวมเท่ากับ 0.080 เป็นค่า signeficant ของสถิติทดสอบซึ่งมากกว่า 0.05 ด้วยระดับนัยสำคัญ 0.05 สรุปว่าลักษณะความชอบโดยรวมของเค้กทั้ง 2 ชนิดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากการทดสอบโดยวิธีทางประสาทสัมผัสพบว่าเค้กจากแป้งข้าวเจ้ามีคุณลักษณะคล้ายกับแป้งสาลีมากโดยไม่พบความแตกต่างของ สี ลักษณะปรากฏ กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคไม่สามารถแยกความแตกต่างทาง สี ลักษณะปรากฏ กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม ระหว่างเค้กที่ทำจากแป้งข้าวเจ้า และเค้กที่ทำจากแป้งสาลีได้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**สรุปผลการทดลอง (Conclusion)**

การทำเค้กจากแป้งข้าวเจ้าโดยใช้อัตราส่วน แป้งข้าวเจ้า: แป้งข้าวเจ้าล้างพิเศษ: แป้งมันสำปะหลังสุกอบแห้ง(Pregelatinized Tapioca starch) ในอัตราส่วน 25:70:5 และในขณะที่ผสมส่วนผสมต่างๆของเค้กเข้าด้วยกันต้องเติมแป้งมันสำปะหลังสุกอบแห้ง (Pregelatinized Tapioca starch) 0.25 กรัม จะทำให้ขนมเค้กที่ได้มีคุณสมบัติทางเคมีคล้ายคลึงกับขนมเค้กจากแป้งสาลีมากที่สุด แต่มีคุณลักษณะทางกายภาพด้อยกว่าแป้งสาลีคือ มีสีที่เข้มกว่า และปริมาตรและการขึ้นฟูที่น้อยกว่าเค้กจากแป้งสาลี และเมื่อนำเค้กจากแป้งข้าวเจ้าทดสอบทางประสาทสัมผัสเทียบกับขนมเค้กจากแป้งสาลีผู้ชิมไม่สามารแยกความแตกต่างของขนมเค้กทั้ง 2 ชนิด ออกจากกันได้ทั้งทาง สี ลักษณะปรากฏ กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม ที่ ($p>0.05$) ดังนั้นจึงสามารถใช้แป้งข้าวเจ้าในการทำขนมเค้กทดแทนแป้งสาลีได้เป็นอย่างดี

**ข้อเสนอแนะ** (Commentary)

1.เค้กที่ทำจากแป้งข้าวเจ้ายังมีสีที่เข้มทำให้ดูแล้วไม่น่ารบประทานควรมีการปรับปรุง

2.เค้กที่ทำจากแป้งข้าวเจ้าวมีปริมาตรหรือการฟูเบาที่น้อยควรมีการปรับปรุงเพื่อให้เค้กดูน่ารับประทานยิ่งขึ้น

3.เค้กที่ทำจากแป้งข้าวเจ้าหวานมากเกินไป

**คำขอบคุณ**

ผู้วิจัยขอขอบคุณ บ.โรงเส้นหมี่ซอเฮง ที่ให้ทุนอุดหนุนงานวิจัยครั้งนี้ จนสำเร็จลุล่วงตามความมุ่งหมาย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# บทที่3
# สรุปและวิจารณ์

การปฏิบัติงาน ณ สถานประกอบการ บริษัท โรงเส้นหมี่ ซอเฮง จำกัด อ.สามพราน จ. นครปฐม เริ่มปฏิบัติงานตั้งแต่วันที่ 12 มกราคม 2542 ถึงวันที่ 30 เมษายน 2542 โดยได้ปฏิบัติงานในตำแหน่งและหน้าที่ต่างๆต่อไปนี้

3. Q.C.LAB หรือ FOOD LAB ANALYSIS ซึ่งจะทำการวิเคราะห์ผลทางเคมีของผลิตภัณฑ์แป้ง เส้นหมี่ เส้นก๋วยเตี๋ยว ดังนี้ ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ปริมาณเถ้า ปริมาณอะไมโลส ปริมาณความชื้น ค่าการดูดซึมน้ำ ค่าการฟอกสี ค่าความหนืด ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ค่า pH ปริมาณธาตุเหล็ก ค่าความละเอียดของแป้ง ปริมาณตะกอนของเส้นหมี่และเส้นก๋วยเตี๋ยว
4. Q.C.น้ำใช้และน้ำทิ้ง วิเคราะห์คุณภาพน้ำใช้ เช่น หาค่าความกระด้าง ปริมาณ Phosphate คุณภาพน้ำทิ้ง เช่น ค่า COD,BOD, OD และการตรวจเชื้อ เช่น Samonella, *Clostridium perfingens*, *Staphylococcus aureus*, *E.coli* และ Coliformการนับจำนวน Total Mold Count, Total Bacteria Count ในผลิตภัณฑ์
5. โครงงานเรื่องการศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติของขนมเค้กที่ทำจากสาลีและข้าวเจ้า (Comparative studies of the properties of cake prepare from wheat and rice flour)

ดิฉันคิดว่า Q.C. ทั้ง 3 ตำแหน่งที่ได้รับมอบหมาย เป็นตำแหน่งที่มีความเหมาะสมกับตัวดิฉันเพราะตรงตามสาขาวิชาเทคโนโลยีอาหารที่ดิฉันเรียนมาโดยตรง โดยดิฉันสามารถเรียนรู้และปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการเคมีได้เป็นที่น่าพอใจ ดิฉันสามารถนำความรู้และทฤฎีต่างๆที่เรียนในตำรา นำออกมาใช้และแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นต่างๆกับเพื่อนร่วมงาน เพื่อแสดงและรับรู้ความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อบกพร่องในการทำงานเพื่อทำการแก้ไขและร่วมทำงานเป็นกลุ่ม ทำให้งานที่ยากสำเร็จลงได้เพราะความร่วมมือ

และดิฉันสามารถนำความรู้ที่เรียนมาประยุกต์ใช้กับงานที่ได้รับมอบหมายเป็นอย่างดี ซึ่งผลออกมาเป็นที่น่าพอใจแก่สถานประกอบการเป็นอย่างยิ่ง

# เอกสารอ้างอิง

จินตนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. เบเกอรีเทคโนโลยีเบื้องต้น. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร, คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 224 น. 2539.

ธวชัย พรรสวรรติ์. เทคโนโลยีน้ำและน้ำเสีย. การสัมนาทางวิชาการระดับชาติ. คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ. 186น. 2530

แผนกควบคุมคุณภาพ. การทดสอบคุณภาพน้ำใช้ของโรงงาน. ในรายงานคู่มือการควบคุมคุณภาพและผลิตภัณฑ์ของแผนกควบคุมคุณภาพ. บริษัทโรงเส้นหมี่ซอเฮง. นครปฐม. 32น. 2535.

สุมาลี เหลืองสกุล, รองศาสตราจารย์. 2536 "จุลินทรีย์อาหาร" มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. 2530. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแป้งข้าวเหนียว. มอก.63-252. *กระทรวงอุตสาหกรรม*.กรุงเทพฯ 15หน้า

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. 2530. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเส้นหมี่. มอก.400-2524. *กระทรวงอุตสาหกรรม*.กรุงเทพฯ 13หน้า

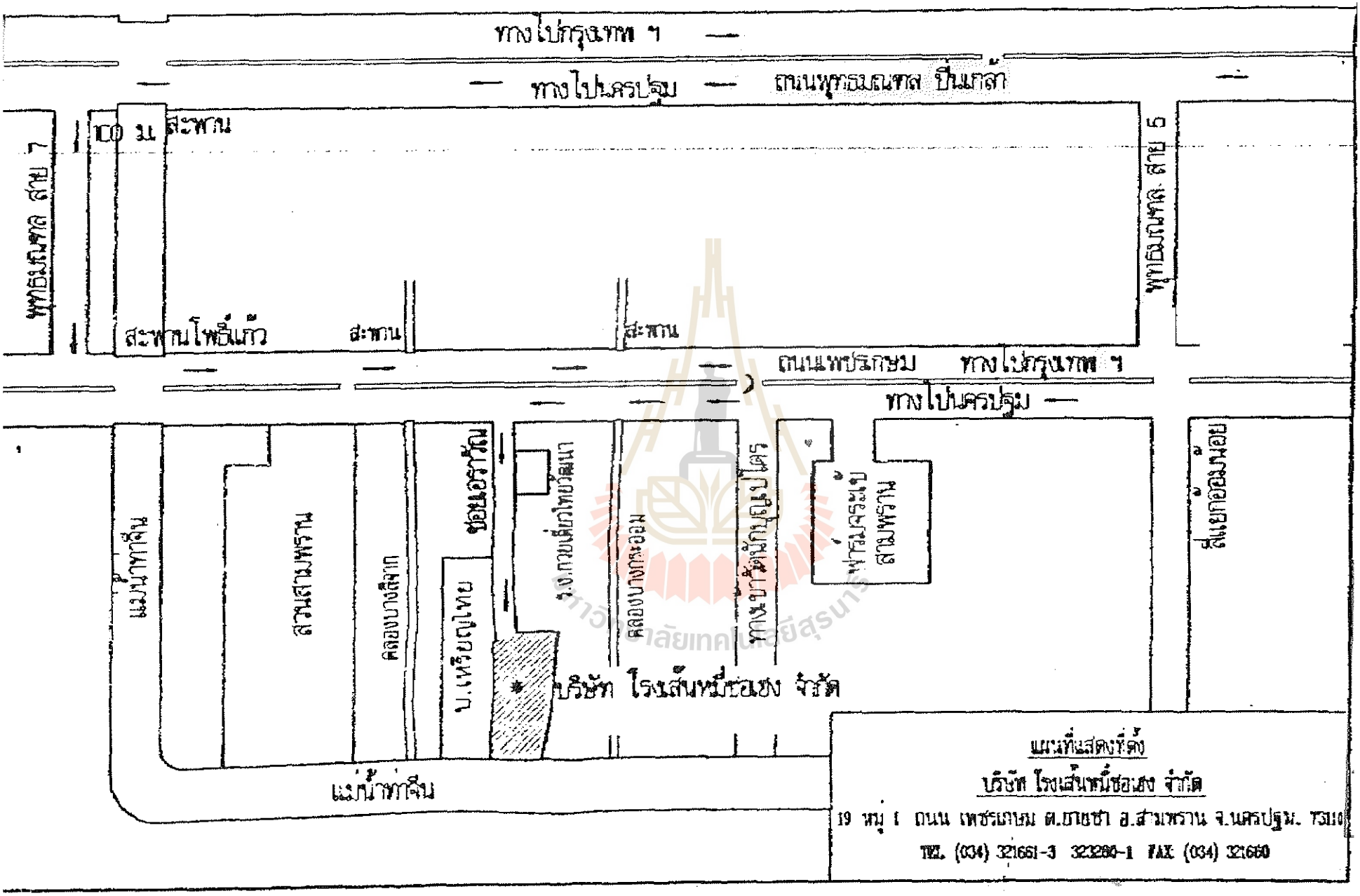
AACC. 1983. Approved method of the American association of cereal chemists. 8 th ed. Inc., st. Paul, MN. p. 10-50 D.

AOAC. 1990. Official method of analysis. 15 th ed. *Association of Official Analysis Chemists*. Arlington, Virginia.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

# ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี


ทางไปกรุงเทพ ฯ
ทางไปนครปฐม
ถนนพุทธมณฑล ปิ่นเกล้า
สะพานโพธิ์แก้ว
สะพาน
ถนนเพชรเกษม
ทางไปกรุงเทพ ฯ
ทางไปนครปฐม
แม่น้ำท่าจีน
สวนสามพราน
คลองบางสีทอง
ร.ร.เทียบปูไทย
ร.ร.การบินไทยวิทยา
คลองบางกระออง
ทางเข้าสู่บริษัทปูนซิเมนต์ไทย
ฟาร์มจระเข้สามพราน
สี่แยกอ้อมน้อย
บริษัท โรงเส้นหมี่ช่อสง จำกัด
แผนที่แสดงที่ตั้ง
บริษัท โรงเส้นหมี่ช่อสง จำกัด
19 หมู่ 1 ถนน เพชรเกษม ต.ยายชา อ.สามพราน จ.นครปฐม. 73110
TEL. (034) 321661-3 321280-1 FAX (034) 321660