สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การออกแบบและประดิษฐ์เครื่องเขย่าหลอดทดลองสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

The design and construction of the test tube shaker for microbial culture aeration.

โดย

นางสาวมลฤดี อรรคพลเดชาชัย

ม/พ.
ม2117ก
ส542

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน....36245
วัน, เดือน, ปี....20 ก.ค. 2543

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2542

ชื่อเรื่อง การออกแบบและประดิษฐ์เครื่องเขย่าหลอดทดลองสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

The design and construction of the test tube shaker for microbial culture aeration.

ชื่อ-สกุล นางสาวมลฤดี อรรคพลเดชาชัย

สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร **ภาควิชา** ครุศาสตร์เกษตร

คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร. จินตนา บุนนาค

อาจารย์ จิตรตรา กาญจนประยุธ

บทคัดย่อ

ปัญหาพิเศษนี้เป็นการศึกษาเพื่อออกแบบและประดิษฐ์เครื่องเขย่าหลอดทดลองสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถใช้งานได้และมีราคาต้นทุนการผลิตต่ำ วิธีการดำเนินการ เริ่มจากการศึกษาวิธีการเขย่าของเครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์แบบต่างๆ ศึกษาแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง อินเวอร์เตอร์ ออกแบบ และเลือกวัสดุ จากนั้นสร้างเครื่องเขย่าหลอดทดลองสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ ผลของการจัดสร้าง ได้เครื่องเขย่าหลอดทดลองที่สามารถใช้งานได้ และเพิ่มสมรรถนะในการใช้งาน โดยสามารถปรับเปลี่ยนความเร็วรอบได้หลายระดับตามความต้องการ ประสิทธิภาพในการเขย่าของเครื่องเขย่าหลอดทดลองสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ ปรากฏว่าสามารถทำการเขย่าให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนมากขึ้นได้ และยังสามารถใช้งานได้ง่าย สะดวก ไม่ยุ่งยาก ดังนั้นจึงเห็นควรที่จะนำเอาเครื่องเขย่าหลอดทดลองสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาภาคปฏิบัติของนักศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษเรื่อง " เครื่องเขย่าหลอดทดลองสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ " ได้สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายๆ ท่าน โดยเฉพาะท่านอาจารย์จินตนา บุนนาค และท่านอาจารย์จิตรตรา กาญจนประยุธ ซึ่งได้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อให้ปัญหาพิเศษนี้ถูกต้องและมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ คุณลุงอำพัน โชติกะพาณิช ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและความสะดวกในการจัดสร้างอุปกรณ์

ความดีของปัญหาพิเศษฉบับนี้ ขอมอบให้แด่ คุณพ่อ คุณแม่ อาจารย์ พี่ๆ และเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจ ตลอดจนผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ได้ให้ความสนับสนุนทั้งด้านกำลังใจและกำลังทรัพย์ จนทำให้ปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี จึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

มลฤดี อรรคพลเดชาชัย

มีนาคม 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของปัญหา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ประโยชน์ของเชื้อจุลินทรีย์	3
2.2 สภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์	5
2.3 การเพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์	10
2.4 การให้อากาศในหลอดหมุนเหวี่ยง	11
2.5 ลักษณะการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญในอาหารเหลว	11
2.6 การตรวจนับเชื้อจุลินทรีย์	11
2.7 ทฤษฎีการออกแบบ	12
2.7.1 การเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นวงกลม	12
2.7.2 กลไกสไลด์ แครงค์	13
2.7.3 อินเวอร์เตอร์	13
2.7.4 มอเตอร์	15
2.7.5 ลูกเบี้ยว	16
2.7.6 สปริง	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเครื่องมือโดยใช้แรงเหวี่ยง.....	17
3 วิธีการสร้างอุปกรณ์.....	18
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้.....	18
3.2 ขั้นตอนการสร้างอุปกรณ์.....	24
3.3 สถานที่จัดสร้างอุปกรณ์.....	28
3.4 ระยะเวลาในการสร้างอุปกรณ์.....	29
4 ผลการสร้างอุปกรณ์.....	30
4.1 วิธีการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องเขย่า.....	30
4.2 ผลการทดสอบ.....	31
4.3 การปรับปรุงแก้ไข.....	32
5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	33
5.1 สรุปผล.....	33
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	33
บรรณานุกรม.....	35
ภาคผนวก ก ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์.....	37
ภาคผนวก ข วิธีใช้งานเครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์	39
ภาคผนวก ค แบบงาน.....	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากราในระดับอุตสาหกรรม (ยกเว้นสารปฏิชีวนะ).....	3
2	ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากยีสต์ในระดับอุตสาหกรรม.....	4
3	ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากแบคทีเรียในระดับอุตสาหกรรม (ยกเว้นสารปฏิชีวนะ).....	4
4	ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมของเชื้อจุลินทรีย์ในแต่ละกลุ่มที่ถูกแบ่งตามระดับอุณหภูมิ	5
5	การเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ของเชื้อ *E.coli* เปรียบเทียบการเขย่าหลอดทดลอง	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กลไกสไลด์ แครงค์	13
2	โครงสร้างของอินเวอร์เตอร์	14
3	การใช้มอเตอร์ในการขับเคลื่อนเครื่องจักร	16
4	มอเตอร์	18
5	ชุดเยื้องศูนย์	19
6	ข้อเหวี่ยง	19
7	ลูกเบี้ยว	20
8	อินเวอร์เตอร์	20
9	โครงเหล็ก	21
10	ถาดเขย่าหลอดทดลอง	22
11	ถาดเขย่าฟลาสก์	23
12	สปริง	24
13	ถาดวางฟลาสก์และถาดวางหลอดทดลอง	25
14	แผนภาพการติดตั้งอินเวอร์เตอร์	26
15	การติดตั้งอินเวอร์เตอร์	27
16	เครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์	28
17	การยึดติดถาดทดลองกับตัวเครื่อง	40
18	ช่องสำหรับใส่หลอดทดลอง	40
19	หน้าจอของอินเวอร์เตอร์	41
20	ปุ่มควบคุมการทำงานของอินเวอร์เตอร์	41
21	แบบงานด้านข้างของเครื่องเขย่าหลอดทดลองสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์	44
22	แบบงานด้านหน้าของเครื่องเขย่าหลอดทดลองสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์	45
23	แบบงานด้านบนของเครื่องเขย่าหลอดทดลองสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์	46
24	แบบงานลักษณะด้านบนของถาดหลอดทดลอง	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรธรรมชาติ มีการเกษตรเป็นพื้นฐาน ประชากรส่วนใหญ่ของประเทศเป็นเกษตรกร ในสมัยก่อนสามารถส่งสินค้าเกษตรขั้นปฐมเป็นสินค้าส่งออก นำรายได้เข้าสู่ประเทศ ช่วงต่อมาจนถึงปัจจุบันมีการนำความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารเข้ามาจากต่างประเทศ เพื่อพัฒนาธุรกิจอุตสาหกรรมเกษตร ทำให้อุตสาหกรรมเกษตรขยายตัวอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอุตสาหกรรมอาหาร ก่อให้เกิดโรงงานอุตสาหกรรมอาหารประเภทต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้น ทำให้ประเทศไทยสามารถส่งสินค้าอุตสาหกรรมอาหารไปขายยังต่างประเทศเพิ่มมากขึ้น การส่งสินค้าเกษตรขั้นปฐมลดลง สามารถนำรายได้เข้าประเทศได้มากขึ้น ในอุตสาหกรรมอาหารมีการนำเชื้อจุลินทรีย์มาใช้ประโยชน์กันอย่างมากมายและกว้างขวาง ในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารประเภทต่าง ๆ เช่น ผลิตภัณฑ์นม ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ผลิตภัณฑ์ขนมอบ ผลิตภัณฑ์อาหารหมัก ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม ฯลฯ การนำเชื้อจุลินทรีย์มาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม ต้องผลิตและใช้ในจำนวนมาก ๆ จึงมีการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ให้ได้ปริมาณมาก ๆ โดยการใช้เครื่องเขย่า เพื่อเพิ่มอากาศในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว ทำให้เชื้อจุลินทรีย์สามารถเจริญได้อย่างรวดเร็ว

นอกจากอากาศเป็นปัจจัยในการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์แล้ว ยังมีปัจจัยอื่นๆ อาทิเช่น อาหาร อุณหภูมิ pH ของอาหาร สารยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ออกซิเจน สามารถจำแนกเชื้อจุลินทรีย์ตามความต้องการอากาศออกได้เป็น 2 จำพวก คือ เชื้อจุลินทรีย์พวกที่ต้องการอากาศและเชื้อจุลินทรีย์พวกที่ไม่ต้องการอากาศ ดังนั้นในการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์พวกที่ต้องการอากาศในอาหารเหลว จำเป็นต้องให้อากาศกับเชื้อจุลินทรีย์โดยใช้เครื่องเขย่า ซึ่งการเติมอากาศอย่างต่อเนื่องทำให้เชื้อจุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ตามต้องการ

จากเหตุผลข้างต้น จึงมีการจัดทำเครื่องเขย่าหลอดทดลองสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ขึ้นเนื่องด้วยสาขาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม เพิ่งเปิดและจัดการเรียนการสอนสาขาอุตสาหกรรมเกษตร ขึ้นเป็นรุ่นที่ 2 มีความขาดแคลนด้านอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเครื่องมือ ซึ่งนับว่าเป็นสิ่งจำเป็นในการศึกษาค้นคว้าของนักศึกษา สาขาอุตสาหกรรมเกษตรอย่างมาก และประสบปัญหาในการที่จะสั่งซื้อเครื่องเขย่าหลอดทดลองสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่นิยมสั่งซื้อมาจากต่างประเทศ ซึ่งมีราคาแพงและต้องเสียเวลาในการสั่งซื้อนาน ดังนั้นจึงมีการออกแบบและประดิษฐ์เครื่องเขย่าหลอด สำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ขึ้น โดยการใช้วัสดุที่หาได้ง่ายและลดต้นทุนการผลิต

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบและประดิษฐ์เครื่องเขย่าหลอดทดลองสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์
2. เพื่อประดิษฐ์เครื่องเขย่าหลอดทดลองสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถใช้งานได้และมีต้นทุนการผลิตต่ำ
3. เพื่อใช้ประโยชน์ในการศึกษาในภาคปฏิบัติของนักศึกษาสาขาอุตสาหกรรมเกษตร หรือสาขาอื่นที่ต้องใช้เครื่องมือนี้ในการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ของภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

1.3 ขอบเขตของปัญหา

ปัญหาพิเศษในครั้งนี้ มุ่งศึกษาออกแบบและประดิษฐ์เครื่องเขย่าหลอดทดลองสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ เพื่อที่นำไปใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ต่างๆ โดยสามารถปรับความเร็วรอบในการเขย่าได้ 3 ระดับ คือ 80 120 140 รอบต่อนาที

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้เครื่องเขย่าหลอดทดลองสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์
2. ได้เครื่องเขย่าหลอดทดลองสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่มีราคาต้นทุนในการผลิตต่ำและใช้วัสดุภายในประเทศ
3. นักศึกษาสามารถใช้ประโยชน์จากเครื่องเขย่าหลอดทดลองสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ประกอบการศึกษาภาคปฏิบัติและทำการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 ประโยชน์ของเชื้อจุลินทรีย์

จุลินทรีย์ หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็ก จนมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น คือ มีเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร ได้แก่ โปรโตซัว สาหร่าย รา แบคทีเรีย และไวรัส (นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และปรีชา สุวรรณพินิจ, 2537 : 1226)

ปัจจุบันมีการนำจุลินทรีย์หลายชนิดมาใช้ให้เป็นประโยชน์กับชีวิตประจำวันของมนุษย์ ความสำคัญของจุลินทรีย์ต่ออุตสาหกรรมได้ขยายออกไปอย่างรวดเร็ว เช่น อุตสาหกรรมการหมัก การผลิตยาปฏิชีวนะ การผลิตและการใช้เอนไซม์ การเก็บและปรุงแต่งรสชาติตลอดจนการผลิตเอนไซม์อินเทอร์ฟีรอน (inter feron) ที่ใช้ต่อต้านไวรัส และโรคมะเร็ง ภูมิคุ้มกันและวัคซีนจากเซลล์ของอวัยวะบางส่วนของสิ่งมีชีวิตที่นำออกมาเลี้ยงในขวดแก้ว (กฤษณพงศ์ กีรติกร และคณะ, 2527 : 7) ส่วนเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมที่สำคัญ ได้แก่ แบคทีเรีย รา และยีสต์ สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเชื้อจุลินทรีย์ มีหลายชนิดด้วยกัน ดังตารางที่ 1, 2 และ 3

ตารางที่ 1 ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากราในระดับอุตสาหกรรม (ยกเว้นสารปฏิชีวนะ)

PRODUCT	MICROORGANISE	USES
Citric acid	*Aspergillus niger or A. wentii*	Food products, medicinal citrates; in blood for transfusion
Fumaric acid	*Rhizopus nigricans*	Manufacture of alkyd resins, wetting agents
Gluconic acid	*A. niger*	Pharmaceutical products, textiles, leather, photography
Itaconic acid	*A. terreus*	Manufacture of alkyd resins, wetting agents
Pectinases	*A. wentii or A. aureus*	Clarifying agents in fruit-juice industries

ที่มา : Pelczar และคณะ, 1986 (อ้างโดย ลัดดาวัลย์ รัศมิทัต, 2536 : 40)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากยีสต์ในระดับอุตสาหกรรม

ผลิตภัณฑ์	ยีสต์ที่ใช้ผลิต
เบียร์	*Saccharomyces uvarum*
เอล	*Saccharomyces cerevisiae*
ไวน์	*Saccharomyces cerevisiae*
ยีสต์ขนมปัง	*Saccharomyces cerevisiae*
เบเกอรี่	*Saccharomyces cerevisiae*
เอทิลแอลกอฮอล์	*Saccharomyces cerevisiae*
กลีเซอรอล	*Torulopsis sp.*
แอมิเลส	*Endomycopsis sp.*
อินเวอร์เทส	*Saccharomyces cerevisiae*
ไลเพส	*Candida lipolytica*
พูลลูแลน	*Aureobasidium pullulans*

ที่มา : ลัดดาวัลย์ รัศมิทัต, 2536 : 39

ตารางที่ 3 ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากแบคทีเรียในระดับอุตสาหกรรม (ยกเว้นสารปฏิชีวนะ)

PRODUCT	MICROORGANISM	SUBSTRATE
Acetone-butanol	*Clastridium acetobutylicum and others*	Molasses diluted to 5-7% sugar, with addition of ammonium compounds and $CaHPO_4$ as required
2,3-Butanediol	*Bacillus polymyxa;* *Aerobacter aerogenes*	Grain mash, or-starch plus nutrients, or sugars plus nutrients 5% glycerol, 0.5% yeast extract, 0.25% KH_2PO_4
Dihydroxyacetone	*Aertobacter subaxydans*	Glucose, gluconic acid
2-Ketogluconic acid	*Pseudomonas spp.*	Glucose
5-Ketogluconic acid	*A. subaxydans*	Acid-hydrolyzed corn starch or whey, plus nutrients and $CaCO_3$
Lactic acid	*Lactobacillus delbrueckii*	

ที่มา : วราวุฒิ, 1986 (อ้างโดย ลัดดาวัลย์ รัศมิทัต, 2536 : 38)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 สภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์

เชื้อจุลินทรีย์ก็เหมือนสิ่งมีชีวิตทั้งหลายที่ต้องมีการเจริญเติบโตหรือทวีจำนวน ซึ่งการเจริญเติบโตหรือการทวีจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์ให้ได้เป็นผลสำเร็จนั้น จะต้องเกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ดังต่อไปนี้

(1) อุณหภูมิ เป็นสภาพแวดล้อมที่มีความสำคัญในการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ รวมทั้งการปรับตัว เพื่อการอยู่รอดของเชื้อจุลินทรีย์ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอาจมีผลต่อขบวนการต่างๆ ทางเมตาบอลิซึม และลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเซลล์ ดังนั้นความต้องการอุณหภูมิในการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ แต่ละชนิดแตกต่างกันไป สามารถแบ่งได้ 3 ระดับ คือ

1. Minimum temperature เป็นอุณหภูมิที่ต่ำที่สุดที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ โดยมีการแบ่งเซลล์เกิดน้อยมาก

2. Optimum temperature เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ระยะนี้มีการแบ่งเซลล์หรือทวีจำนวนมากที่สุด

3. Maximum temperature เป็นอุณหภูมิที่สูงที่สุดที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้

อุณหภูมิทั้งสามชนิดนี้ เรียกว่า cardinal temperature หรือ cardinal point (บัญญัติ สุขศรีงาม, 2534 : 173)

การระบุช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมของเชื้อจุลินทรีย์แต่ละกลุ่มค่อนข้างจะไม่แน่นอน ดังนั้น จากรายงานของ Macmillan (1986) (อ้างโดย วราวุฒิ ครูส่ง, 2538 : 57-58) ได้ระบุถึงช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมของเชื้อจุลินทรีย์แต่ละกลุ่ม ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมของเชื้อจุลินทรีย์ในแต่ละกลุ่มที่ถูกแบ่งตามระดับอุณหภูมิ

	Temperatures (°C)		
	Minimum	Optimum	Maximum
Psychrophilic	-15.5	10-30	20-40
Obligate	-15.5	10-20	20-22
Facultative	-5.5	20-30	30-40
Psychrotrophic	-5.5	25-30	30-40
Mesophilic	5-25	25-40	40-50
Thermophilic	35-45	45-65	60-90
Obligate	40-45	55-65	70-90
Facultative	35-40	45-55	60-80

ที่มา Banwart, 1983 (อ้างโดย วราวุฒิ ครูส่ง, 2538 : 58)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์จะแตกต่างกันไป จึงจำแนกเชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสมในการเจริญได้ 3 กลุ่ม คือ

1.1 Psychrophiles เป็นกลุ่มของเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญได้ดีที่ช่วงอุณหภูมิช่วงระหว่าง –5 องศาเซลเซียส ถึง 5 องศาเซลเซียส

1.2 Mesophiles เป็นกลุ่มของเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตได้ดีในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 35 องศาเซลเซียส ถึง 37 องศาเซลเซียส แต่เชื้อจุลินทรีย์กลุ่มนี้ก็สามารถเจริญในช่วงอุณหภูมิที่กว้างระหว่าง 20 องศาเซลเซียส ถึง 50 องศาเซลเซียส เชื้อจุลินทรีย์กลุ่มนี้จัดว่ามีความสำคัญต่อมนุษย์เป็นอย่างมาก เพราะเป็นเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มที่ก่อให้เกิดโรค และเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มที่ก่อให้เกิดสารพิษในอาหาร

1.3 Thermophiles เป็นกลุ่มของเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิช่วงระหว่าง 40 องศาเซลเซียส ถึง 70 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า

(2) อาหาร เชื้อจุลินทรีย์แต่ละชนิดมีความต้องการอาหารแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเอนไซม์ของเชื้อจุลินทรีย์ การเจริญของเชื้อจุลินทรีย์จำเป็นต้องคำนึงถึงสารอาหารที่มีอยู่ในอาหารเลี้ยงเชื้อ ว่าเพียงพอหรือไม่ ที่จะทำให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญได้เป็นอย่างดี

อาหารเลี้ยงเชื้อ หมายถึง สารที่ใช้เป็นแหล่งอาหารสำหรับการเจริญและการทวีจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์ (บัญญัติ สุขศรีงาม, 2534 : 166) การนำเชื้อจุลินทรีย์มาเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อจะต้องทราบว่าอาหารชนิดใดเหมาะสมที่จะใช้เลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์พวกใด เพราะเชื้อจุลินทรีย์แต่ละชนิดต้องการอาหารเลี้ยงเชื้อที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์สามารถจำแนกได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ คือ

1. อาหารเลี้ยงเชื้อจำแนกตามส่วนประกอบของอาหาร ได้แก่

1.1 อาหารสังเคราะห์ (synthetic media or chemically defined media) เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อที่ทราบส่วนประกอบทางเคมีที่แน่นอน ว่าประกอยด้วยสารอะไร อย่างละเท่าไร สามารถจะเตรียมได้เหมือนกันทุกครั้ง นิยมใช้ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา โดยนำเชื้อจุลินทรีย์มาเพาะเลี้ยงในอาหารชนิดนี้เพื่อศึกษาการใช้สารเคมีต่างๆ ที่ทราบปริมาณอยู่แล้ว เพื่อเปรียบเทียบการเจริญ เช่น อาหารเลี้ยงเชื้อ minimal agar

1.2 อาหารเลี้ยงเชื้อที่ไม่ทราบส่วนประกอบทางเคมีที่แน่นอน (Artificial media non synthetic media) เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อที่ไม่ทราบส่วนประกอบทางเคมีที่แน่นอนว่าประกอบด้วยสารใด อย่างละเท่าไร เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อที่ประกอบด้วยเนื้อเยื่อพืชและสัตว์ อาหารเลี้ยงเชื้อเหล่านี้ ได้แก่ nutrient agar และ trypticase soy broth

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. อาหารเลี้ยงเชื้อจำแนกตามประโยชน์ที่ใช้สามารถแบ่งได้ ดังนี้

2.1 เอ็นริชมีเดีย (Enriched media) เป็นอาหารที่ใช้เฉพาะกับแบคทีเรียบางชนิดที่เลี้ยงยาก (fastidious) เพาะเลี้ยงในอาหารธรรมดาได้ยากหรือไม่เจริญในอาหารธรรมดาเลย อาหารชนิดนี้ต้องเติมสารบางอย่าง เช่น เลือด (blood) ซีรัม (serum) หรือสารที่สกัดจากเนื้อเยื่อหรือสัตว์ เพื่อเร่งการเจริญของแบคทีเรียลงในอาหารเอ็นบี หรือเอ็นเอ หรืออาหารชนิดเตตราไธโอเนตมีเดีย (tetrthionate media) จะกระตุ้นการเจริญของ *Salmonella typhosa* แต่ยับยั้งการเจริญของ *E.coli*

2.2 อาหารคัดเลือก (Selective media) เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้แยกเชื้อจุลินทรีย์ที่ต้องการออกจากเชื้อจุลินทรีย์อื่นที่ปะปนอยู่ โดยการเติมสารเคมีบางอย่างเพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการ โดยไม่มีผลต่อเชื้อจุลินทรีย์อีกกลุ่มหนึ่ง เช่น การเติมสีคริสตัลไวโอเลต (crystal violet) เพื่อยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวก โดยไม่ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบ หรือแบคทีเรียที่สามารถใช้มอลโทสเป็นแหล่งคาร์บอนได้จะเจริญได้ในอาหารที่มีน้ำตาลมอลโทส หรือการใช้ pH เป็นตัวคัดเลือกการเจริญ เช่น แซบโบราวด์ส กลูโคส อะการ์ (Sabouraud's glucose agar) pH 5.6 ใช้เลี้ยงเชื้อรา หรือการใช้สารปฏิชีวนะบางชนิด จะห้ามการเจริญของแบคทีเรียอื่นๆ ได้แต่ยอมให้ *Neisseria gonorrhoeae* เจริญได้

2.3 อาหารเลี้ยงเชื้อที่บอกความแตกต่าง (differential media) เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้แยกชนิดของแบคทีเรียที่เจริญปะปนอยู่ในอาหารนั้นโดยอาศัยความแตกต่างของโคโลนี เช่น บลัดอะการ์มีเดีย (blood agar media) เป็นอาหารวุ้นที่เติมเลือด ถ้าแบคทีเรียนั้นย่อยสลายเม็ดเลือดแดงได้ จะเกิดบริเวณใสๆ (clear zone) ขึ้นรอบๆ โคโลนีของแบคทีเรีย ซึ่งแสดงว่าได้เกิดการย่อยสลายเม็ดเลือดแดง (hemolysis) ส่วนแบคทีเรียพวกไม่ทำลายเม็ดเลือดแดงจะไม่เกิดบริเวณใสๆ รอบโคโลนี จึงใช้แยกแบคทีเรียเหล่านี้ได้

นอกจากนี้อาหารบางชนิดยังเป็นทั้งอาหารคัดเลือกและบอกความแตกต่าง (selective and differential media) คือ ใช้แยกชนิดและบอกความแตกต่างของเชื้อจุลินทรีย์ได้ เช่น แมคคองกี-อะการ์ (Mac Conkey agar) เป็นอาหารที่ใช้แยกแบคทีเรียแกรมลบที่อยู่ในลำไส้ โดยใส่สีคริสตัล-ไวโอเลตและเกลือน้ำดี (bile salt) ห้ามการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวก ส่วนแบคทีเรียแกรมลบที่เจริญได้นั้นถ้าย่อยน้ำตาลแล็กโทสให้เป็นกรดได้ ทำให้โคโลนีมีสีแดง เพราะสีอินดิเคเตอร์ของนิวทรัลเรด (neutral red) เปลี่ยนไป ส่วนพวกที่ไม่ย่อยน้ำตาลแล็กโทส โคโลนีจะใสไม่มีสี และเนื่องจากพวกที่ย่อยน้ำตาลแล็กโทสได้มักไม่ทำให้เกิดโรค อาหารเลี้ยงเชื้อชนิดนี้จึงมีประโยชน์ในการแยกเชื้อจากลำไส้ที่ทำให้เกิดโรค และไม่ทำให้เกิดโรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 อาหารที่ใช้วิเคราะห์ (assay media) เป็นอาหารที่มีองค์ประกอบพิเศษเพื่อใช้วิเคราะห์หาปริมาณของวิตามิน กรดอะมิโน และสารปฏิชีวนะ นอกจากนี้ยังใช้ในการตรวจสอบประสิทธิภาพของสารเคมีที่ใช้ยับยั้ง หรือทำลายเชื้อจุลินทรีย์ (disinfectant) ด้วย

2.5 อาหารที่ใช้ตรวจนับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ (media for enumeration of microorganism) เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ตรวจนับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์บางชนิด เช่น เชื้อจุลินทรีย์ในน้ำหรือนม องค์ประกอบของอาหารจะต้องเหมาะกับการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์เหล่านั้น

2.6 อาหารที่ใช้ศึกษาสมบัติของเชื้อจุลินทรีย์ (media for characterization of microorganism) เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ตรวจสอบสมบัติในการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ในอาหาร รวมทั้งสมบัติที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมี

2.7 อาหารใช้เก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์ (maintenance media) เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้เก็บรักษาเชื้อที่มีชีวิตให้นานที่สุด โดยเชื้อยังมีสมบัติเหมือนเดิม จึงมีการลดองค์ประกอบบางอย่างในอาหารเพื่อให้เชื้อมีการเจริญเติบโตน้อยลง และปลดปล่อยของเสียน้อยลง เช่น น้ำตาลกลูโคสในอาหารจะเพิ่มการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ทำให้สร้างกรดได้มากและทำให้เชื้อตายเร็ว ดังนั้นจึงต้องลดปริมาณน้ำตาลกลูโคสให้น้อยลง

นอกจากนี้อาจจำแนกอาหารเลี้ยงเชื้อตามลักษณะทางกายภาพได้ 3 ชนิด คือ อาหารแข็ง (solid media) ที่เติมวุ้น 1.5-2.0 เปอร์เซ็นต์ อาหารเหลว (liquid media) ไม่เติมวุ้น เช่น เอ็นบีสกิมมิลค์ (skimmed milk) และอาหารกึ่งแข็งกึ่งเหลว (semisolid media) เติมวุ้นปริมาณน้อย คือ 0.5 เปอร์เซ็นต์ (นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และปรีชา สุวรรณพินิจ, 2541 : 80-84)

(3) pH ความเป็นกรด-ด่างของอาหารที่มีส่วนสัมพันธ์โดยตรงกับการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ การเจริญของเชื้อจุลินทรีย์หรือสิ่งมีชีวิตต่างๆ ถูกควบคุมโดยขบวนการเมตาบอลิซึม ซึ่งมีเอนไซม์เป็นตัวการสำคัญ และการทำงานของเอนไซม์ถูกควบคุมโดย pH สำหรับ pH ที่เหมาะสมในการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์แต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป เชื้อจุลินทรีย์ส่วนมากจะเจริญได้ดีที่ pH 6-8 แต่บางชนิดเจริญได้ที่ pH ต่ำๆ และบางชนิดเจริญได้ในที่ pH ค่อนข้างสูง ดังนั้นในการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อต้องใส่สารบางอย่างที่เรียกว่า buffer เพื่อช่วยให้ pH ในอาหารเปลี่ยนแปลงไปอย่างช้าๆ เพราะ buffer จะไปรวมตัวกับกรดหรือเบส เพื่อป้องกันไม่ให้แบคทีเรียปล่อย H^+ หรือ OH^- ออกมา (บัญญัติ สุขศรีงาม, 2534 : 182-183)

(4) ความชื้น น้ำเป็นปัจจัยสำคัญในกระบวนการเมตาบอลิซึมของเชื้อจุลินทรีย์โดยทั่วไป แบคทีเรียต้องการความชื้นหรือน้ำ (water activity หรือ A_w) มากกว่ายีสต์และเชื้อรา สามารถแบ่งน้ำที่พบในธรรมชาติ ออกเป็น 2 ชนิด คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. free water เป็นน้ำที่ยังไม่ถูกนำไปใช้ทำปฏิกิริยากับสารประกอบอื่นๆ จึงอยู่ในรูปของโมเลกุลอิสระ แบคทีเรียหรือเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ สามารถนำไปใช้ได้
2. bound water เป็นน้ำที่ยึดเกาะกับโมเลกุลของสารประกอบ เช่น NaCl, H_2O ซึ่งน้ำชนิดนี้เชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถนำไปใช้ได้ (บัญญัติ สุขศรีงาม และพิไลพรรณ พงษ์ทูล, 2521 : 328)

บทบาทของความชื้นหรือน้ำต่อแบคทีเรีย จะเกี่ยวข้องกับออสโมซิสของเซลล์ เพราะแรงดันออสโมซิสของเซลล์แบคทีเรียมีมากกว่าสารละลายภายนอก ทำให้น้ำไหลเข้าสู่เซลล์ จึงเกิดการเต่งพอง (turgidity) เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า plasmophysis ดังนั้นถ้าเซลล์ไม่แข็งแรงก็จะทำให้เซลล์แตกได้ ในทางตรงกันข้าม ถ้าสารละลายภายนอกเซลล์มีแรงดันออสโมติกสูงกว่าภายในเซลล์ น้ำจากภายในเซลล์จะไหลสู่ภายนอก เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า plasmolysis ทำให้ไซโตพลาสซึมของเซลล์เหี่ยวและขบวนการเมตาบอลิซึมหยุดชะงัก

ผลของแรงดันออสโมซิสต่อแบคทีเรียนั้นจะแตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลายและชนิดของแบคทีเรีย จึงสามารถจำแนกเชื้อจุลินทรีย์ได้ 5 ชนิด คือ

1.) osmophile หรือ osmophilic microorganism เป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถปรับตัวให้เหมาะสม
2.) osmoduric microorganism เป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถทนต่อแรงดันออสโมติกสูงๆ ได้
3.) halophile หรือ halophilic microorganism เป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ในที่มีความเข้มข้นของเกลือสูงๆ เป็นพวกเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำทะเล
4.) haloduric microorganism เป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญได้ในที่ความเข้มข้นของเกลือสูงๆ แต่ไม่มีการทวีจำนวน
5.) xerophilic mold เป็นราที่สามารถเจริญในที่แห้งแล้งได้ดี
(บัญญัติ สุขศรีงาม, 2534 : 180 – 181)

(5.) อากาศ เป็นของผสมจะมีก๊าซไนโตรเจน 78 เปอร์เซ็นต์ ออกซิเจน 20 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอนไดออกไซด์ 0.03 เปอร์เซ็นต์ ก๊าซทั้งสามชนิดนี้จะมีความสำคัญต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์อย่างมาก (บัญญัติ สุขศรีงาม, 2534 : 177) ซึ่งในการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์แต่ละชนิดนั้น มีความต้องการออกซิเจนได้ 4 กลุ่มคือ

1. aerobic microorganisims or aerobes เชื้อจุลินทรีย์พวกที่เจริญได้เฉพาะในที่มีออกซิเจนเท่านั้น เช่น *Bacillus, Pseudomonas*
2. facultative microorganisms เชื้อจุลินทรีย์พวกที่เจริญได้ทั้งในที่มีออกซิเจน และไม่มีออกซิเจน เช่น *Escherichia, Proteus, Enterobacter*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. microaerophilie microorganisms เชื้อจุลินทรีย์พวกที่เจริญได้ดีในที่มีออกซิเจนเพียงเล็กน้อย ถ้ามีออกซิเจนปริมาณมากจะเจริญได้อย่างช้าๆ เช่น *Lactobacillus Neisseria*
4. anaerobic microorganisms เชื้อจุลินทรีย์พวกที่เจริญได้ดีในที่ไม่มีออกซิเจน เช่น *Clostridium, Methanobacterium, Bacteroides, Fusobacterium* (นงลักษณ์ สุวรรณ-พินิจ และปรีชา สุวรรณพินิจ, 2541 : 88 - 89)

เชื้อจุลินทรีย์พวกที่ต้องการออกซิเจน ดังนั้นออกซิเจนจึงมีบทบาทสำคัญในการเป็นตัวรับไฮโดรเจน หรืออิเล็กตรอน ในกระบวนการสร้างพลังงานของเซลล์ ซึ่งพลังงานของเซลล์จะถูกสะสมไว้ในรูปของสารพลังงานสูงที่เรียกว่า ATP โดยจะถูกใช้ไปในกระบวนการสร้างสารเชิงซ้อนในระบบการเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์หรือกระบวนการการส่งผ่านของไอออนและสารระหว่างเซลล์กับภายนอก หรือเพื่อการเคลื่อนไหวและการแบ่งเซลล์ (ประวิทย์ วงศ์คงคาเทพ และสาโรจน์ ศิริ-ศันสนียกุล, 2538 : 35)

ATP เกิดจากกระบวนการหายใจ ซึ่งการหายใจเป็นระบบพลังงานของเซลล์ที่เกิดขึ้นบริเวณไมโตรคอนเดรีย กระบวนการหายใจแบ่งออกเป็นสองขั้นตอน คือ

ขั้นแรก เป็นการสลายสารอินทรีย์ โดยปฏิกิริยาออกซิเดชั่นได้คาร์บอนไดออกไซด์ และคู่ของอิเล็กตรอน (อะตอมของไฮโดรเจน) ซึ่งจะถูกรับด้วย NAD

ขั้นที่สอง $NADH_2$ จะถูกส่งผ่านเข้า respiratory chain จนสุดท้ายออกซิเจนจะทำหน้าที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอนดังกล่าวได้เป็นน้ำ

ในขณะที่มีการถ่ายเทอิเล็กตรอนดังกล่าวกระบวนการ oxidative phosphorylation หรือที่เรียกว่า respiratory chain phosphorylation ดำเนินขึ้นพร้อมๆ กันเพื่อสร้าง ATP ขึ้นมา (ประวิทย์ วงศ์คงคาเทพ และสาโรจน์ ศิริศันสนียกุล, 2538 : 50) ซึ่งแสดงสมการดังนี้

$$C_6H_{12}O_6 + 36Pi + 36ADP + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 36ATP$$

ที่มา : (ประวิทย์ วงศ์คงคาเทพ และสาโรจน์ ศิริศันสนียกุล, 2538 : 50)

2.3 การเพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

การเพาะเลี้ยงเชื้อ หมายถึง การเพิ่มจำนวนเซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์ เพื่อใช้เป็นหัวเชื้อ (inoculum) ใส่ลงไปในวัตถุดิบที่จะทำการผลิตในระดับอุตสาหกรรม เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ ซึ่งหากเชื้อจุลินทรีย์ที่จะทำการเพาะเลี้ยงเป็นพวกแอโรบ การให้ออกซิเจนจะช่วยทำให้เซลล์ของแอโรบเพิ่มจำนวนขึ้นได้ดี (ลัดดาวัลย์ รัศมีทัต, 2536 : 23)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การให้อากาศในหลอดหมุนเหวี่ยง

เครื่องมือหมุนหลอดสำหรับปั่นกวนเชื้อจุลินทรีย์ประกอบด้วยตะกร้าใส่หลอดลักษณะคล้ายลูกล้อหมุนได้รับแกนที่ขนานกับหลอดปกติจะหมุนด้วยความเร็วต่ำประมาณ 60 รอบต่อนาที จึงมีแรงเหวี่ยงหนีออกจากศูนย์กลางต่ำมาก Hall (1960) (อ้างโดย สุพจน์ ใช้เทียมวงศ์, 2540 : 173) ได้ประเมินความสามารถในการให้อากาศหลอดหมุนแบบนี้ พบว่าอัตราการละลายสูงสุดของออกซิเจน อาจประมาณได้เท่ากับ 15 mmol / l.h และเป็นอิสระจากอัตราการหมุนที่อยู่ในช่วง 6 ถึง 60 รอบต่อนาที ดังนั้นการละลายของออกซิเจนจึงต่ำกว่าค่าที่ได้จากการเขย่าแบบหมุนวนหรือแบบย้อนกลับไปมามาก ข้อได้เปรียบจากเครื่องมือหมุนหลอด คือ มีกลไกอย่างง่ายและมีราคาถูกกว่าเครื่องเขย่า หลอดหมุนเหมาะสำหรับการเพาะเลี้ยงเชื้อเซลล์สัตว์หรือโปรติสท์ที่ต้องการออกซิเจนน้อย

2.5 ลักษณะการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญในอาหารเหลว (broth culture)

ได้แก่ ลักษณะดังต่อไปนี้

1. ปริมาณการเจริญเติบโต (amount of growth) ของเชื้อจุลินทรีย์เมื่อเจริญในอาหารเหลว อาจมีปริมาณน้อย ปานกลาง หรือมาก
2. ชนิดของการเจริญและการกระจาย เชื้อจุลินทรีย์อาจกระจายทั่วอาหารอย่างสม่ำเสมอทำให้อาหารขุ่นทั่วทั้งหลอด หรือการเจริญอาจเกิดมากที่ผิวหน้าอาหารเป็นแผ่นบางๆ (pellicle) หรือการเจริญมีมากที่ก้นหลอดจึงตกตะกอนที่ก้นหลอด (sediment) เป็นต้น (นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และปรีชา สุวรรณพินิจ, 2541 : 131 - 132)

2.6 การตรวจนับเชื้อจุลินทรีย์

วิธีการวัดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ มีหลายวิธีด้วยกัน คือ

1. Counting chamber method เป็นการนับจำนวนเซลล์โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ ซึ่งใช้สไลด์ที่เรียกว่า Petroff Hausser ที่ทำเป็นร่อง ซึ่งทราบขนาดของความกว้างและความลึก เมื่อหยด suspension ของแบคทีเรียแล้วปิดด้วย cover slide นำไปตรวจดูกล้องจุลทรรศน์แบบ compound microscope หรือแบบ phase microscope นับจำนวนแบคทีเรียที่พบแล้วคำนวณหาจำนวนแบคทีเรียต่อมิลลิลิตรใน suspension ได้

2. Plate count technique เป็นการนับจำนวนเซลล์แบคทีเรียที่เจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อ มี 2 วิธี คือ วิธีแรกเรียก pour plate โดยการนำ suspension ของแบคทีเรียจำนวนหนึ่งใส่จานเพาะเชื้อแล้วใส่อาหารเลี้ยงเชื้อที่หลอมเหลวลงไป เขย่าให้เชื้อแพร่กระจาย ทิ้งไว้ให้แข็งนำไปบ่มเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนวิธีที่สอง เรียกว่า spread plate โดยนำจานเพาะเชื้อที่เทอาหารทิ้งไว้จนแข็ง หยด suspension ของแบคทีเรียลงไปแล้วใช้แท่งแก้วรูปตัว L เกลี่ยให้เชื้อแพร่กระจาย นำไปบ่มเชื้อที่อุณหภูมิเหมาะสม ประมาณ 48 ช.ม. นับจำนวนโคโลนีที่ได้ โดยถือว่าแบคทีเรียแต่ละกลุ่มเซลล์ได้มาจากการเจริญแบ่งเซลล์ของแบคทีเรียหนึ่งเซลล์เท่านั้น จำนวนกลุ่มเซลล์ในแต่ละจานเพาะเชื้อควรจะมีประมาณ 30-300 เท่านั้น ถ้ามีมากกว่านี้ต้องนำ suspension มาทำให้เจือจางเสียก่อน

3. การวัดความหนาแน่นของเซลล์แบคทีเรียใน suspension โดยใช้เครื่องวัดที่เรียกว่า spectophotometer ซึ่งใช้หลักการฉายแสงผ่าน suspension ของแบคทีเรีย แสงส่วนหนึ่งจะถูกเซลล์แบคทีเรียดูดซับไว้ ซึ่งปริมาณแสงที่ถูกดูดซับจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับขนาดของเซลล์หรือจำนวนแบคทีเรีย กล่าวคือ เซลล์แบคทีเรียที่มีขนาดใหญ่จะดูดซับแสงไว้ได้มากกว่าเซลล์ที่มีขนาดเล็กกว่าหรือ suspension ที่มีแบคทีเรียจำนวนมากจะดูดซับแสงไว้ได้มากกว่า suspension ที่มีจำนวนเซลล์น้อยกว่า การวัดปริมาณการเจริญของแบคทีเรียวิธีนี้ อาจกล่าวได้ว่าเป็นการดูความขุ่นของ suspension นั่นเอง

4. วัดหาน้ำหนักแห้งของเซลล์ วิธีนี้เป็นการวัดการเจริญของแบคทีเรียจากน้ำหนักของเซลล์ที่เพิ่มขึ้น โดยนำ suspension ของแบคทีเรียไปทำให้แห้งและต้องไม่ให้มีสารอื่นๆ เจือปนมาด้วย suspension ที่จะนำมาหาน้ำหนักของเซลล์นั้นจะต้องมีเซลล์แบคทีเรียอยู่เป็นจำนวนมาก วิธีนี้นิยมใช้มากในงานวิจัยทางจุลชีววิทยา

5. วัดปริมาณสารที่แบคทีเรียผลิตออกมา เมื่อนำแบคทีเรียบางชนิดไปเลี้ยงในอาหารที่มีน้ำตาลแล็กโตสจะ ferment น้ำตาลให้ผลิตผลออกมาเป็นกรด หรือบางชนิด ferment น้ำตาลแล้วให้ก๊าซ ซึ่งก๊าซหรือกรดที่ได้นี้จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณของแบคทีเรีย กล่าวคือถ้ามีปริมาณก๊าซหรือกรดมากจะมีแบคทีเรียจำนวนมากด้วย (บัญญัติ สุขศรีงาม, 2525 : 204 - 206)

2.7 ทฤษฎีการออกแบบ

2.7.1 การเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นวงกลม (Circular Motion)

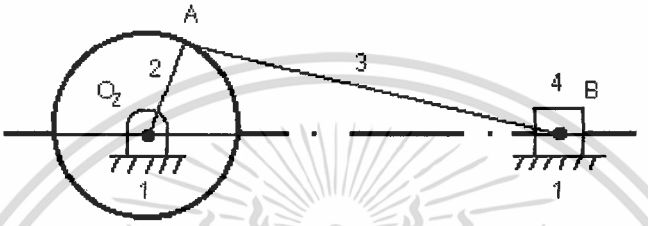
การเคลื่อนที่เป็นวงกลมด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอ ความเร็วเปลี่ยนแปลงทิศทางอยู่ตลอดเวลา การเคลื่อนที่เป็นวงกลมด้วยอัตราเร็วคงที่จึงมีการเปลี่ยนความเร็ว และเป็นการเคลื่อนที่ที่มีความเร่งในขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่เป็นวงกลมด้วยอัตราเร่งคงที่นั้นจะมีแรงๆ หนึ่ง กระทำต่อวัตถุนั้นซึ่งเป็นแรงที่กระทำตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ

แรงที่มีทิศเข้าสู่ศูนย์กลางของวงกลม เราเรียกว่า " แรงเข้าสู่ศูนย์กลาง " ในขณะเดียวกันจะมีแรงหนึ่งจะผลักออกนอกวงกลม แรงนั้นคือ " แรงหนีศูนย์กลาง " (ณรงค์ พร้อมภักดี และคณะ, 2524 : 91 - 92)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อมวลเคลื่อนที่เป็นวงกลมรอบจุดศูนย์กลางรัศมีด้วยความเร็วคงที่ ดังนั้นจะไม่มีความเร่งในแนวการเคลื่อนที่เรียกว่า " ความเร่งเข้าสู่ศูนย์กลาง " เกิดแรงกระทำพุ่งเข้าสู่ศูนย์กลาง ขณะเดียวกันจะมีแรงกระทำต่อวัตถุดึงออกไปในทิศทางตรงข้าม เรียกว่า " แรงหนีศูนย์กลาง "

2.7.2 กลไกสไลด์ แครงค์



ภาพที่ 1 กลไกสไลด์ แครงค์

กลไกแบบนี้ได้มีการใช้งานอย่างกว้างขวาง เช่น ลูกสูบในเครื่องยนต์รถแก๊สดีเซล เป็นต้น เมื่อมีการอัดจากแก๊สบนหัวลูกสูบ การเคลื่อนที่ของลูกสูบจะถ่ายเทผ่านก้านสูบสู่ข้อเหวี่ยงจะมีตำแหน่งของศูนย์ตายสองตำแหน่งในหนึ่งวงรอบ คือ ตำแหน่งสิ้นสุดการเคลื่อนที่ของสไลด์แครงค์ ล้อช่วยแรงที่ยึดติดอยู่กับเพลาข้อเหวี่ยงจะเป็นตัวพาให้ข้อเหวี่ยงหมุนผ่านตำแหน่งนี้ไปได้ เครื่องอัดอากาศทั่วๆ ไปก็ใช้กลไกแบบนี้เหมือนกัน

กลไกเยื้องศูนย์ข้อเหวี่ยงจะประกอบด้วยจานกลมมีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ จุด B ซึ่งจุดหมุนของจานกลมอยู่ที่จุด O_2 จานกลมนี้หมุนอยู่ในวงแหวนที่ปลายก้านสูบ การเคลื่อนที่ของกลไกแบบนี้เหมือนกับระบบเครื่องต่อสไลด์ แครงค์ ดังแสดงในภาพที่ 1 วุฒิชัย กปิลกาญจน์ (อ้างโดย วิชาญ วิศยทักษิณและคณะ, 2538 : 11)

2.7.3 อินเวอร์เตอร์

อินเวอร์เตอร์ (Inverter) เป็นอุปกรณ์ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ ที่ใช้ในการควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสสลับชนิดเหนี่ยวนำ (Induction motor) ปัจจุบันเริ่มเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากสามารถแปรค่าความเร็วของมอเตอร์ได้อย่างต่อเนื่อง ลดกระแสสตาร์ท และมีฟังก์ชั่นในการควบคุมมอเตอร์มากมาย ทำให้สามารถใช้งานได้สะดวก และทำให้การควบคุมมอเตอร์เหนี่ยวนำมีลักษณะสมบัติใกล้เคียงกับมอเตอร์กระแสตรงที่มีราคาสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

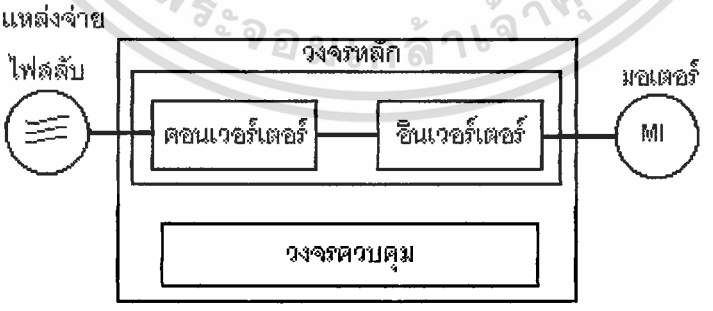
เนื่องจากอินเวอร์เตอร์เป็นอุปกรณ์แหล่งจ่ายไฟอิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่ง จึงมีคุณสมบัติและการใช้งานแตกต่างจากแหล่งจ่ายไฟทั่วไป นอกจากนั้นคุณสมบัติของมอเตอร์จะต่างจากการต่อกับแหล่งจ่ายไฟโดยตรง

อินเวอร์เตอร์ เป็นอุปกรณ์แปลงไฟชนิดหนึ่งที่แปลงไฟสลับที่มีความถี่และแรงดันคงที่ไปเป็นไฟสลับที่มีความถี่และแรงดันขนาดต่างๆ แหล่งจ่ายไฟที่ป้อนเป็นอินพุตของอินเวอร์เตอร์จะเป็นแหล่งจ่ายไฟสลับทั่วไปที่มีรูปคลื่นซายน์ แต่เอาท์พุตของอินเวอร์เตอร์จะมีรูปคลื่นแตกต่างจากรูปซายน์ (กฤษดา วิศวธีรานนท์, 2539 : 1)

อินเวอร์เตอร์เป็นอุปกรณ์เปลี่ยนแรงดันอินพุต dc เป็นแรงดันเอาท์พุต ac ที่มีขนาดและความถี่ตามต้องการ นั่นคือ แรงดันเอาท์พุตอาจคงที่หรือแปรค่าได้ที่ความถี่คงที่ หรือความถี่แปรค่าได้

อินเวอร์เตอร์ใช้มากในงานอุตสาหกรรม เช่น การขับมอเตอร์ ac ให้มีความเร็วแปรค่าได้ เครื่องทำความร้อนแบบเหนี่ยวนำ แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าสำรอง เป็นต้น (มงคล ทองสงคราม, 2521 : 161 – 162)

ในโรงงานอุตสาหกรรมนิยมใช้อินเวอร์เตอร์ในการขับมอเตอร์ ซึ่งเป็นต้นพลังของการขับเคลื่อนของเครื่องจักรต่างๆ เช่น สายพานลำเลียง โซ่ลำเลียง เครื่องอัดเม็ด เป็นต้น อินเวอร์เตอร์จะถูกใช้ในการขับปั๊มน้ำและพัดลมเป่าอากาศ ซึ่งมีใช้กันมาก ทำให้เกิดการประหยัดพลังงานอย่างมาก (กฤษดา วิศวธีรานนท์, 2539 : 1)



ภาพที่ 2 โครงสร้างของอินเวอร์เตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินพุตของอินเวอร์เตอร์ เป็นไฟสลับจากแหล่งจ่ายไฟ (50 H_Z หรือ 60 H_Z) ไฟสลับนี้จะถูกแปลงเป็นไฟตรง โดยวงจรคอนเวอร์เตอร์ จากนั้นไฟตรงจะถูกแปลงเป็นไฟสลับที่สามารถแปรขนาดแรงดันและความถี่ได้โดยวงจรอินเวอร์เตอร์ วงจรทั้งสองส่วนนี้เป็นวงจรหลักทำหน้าที่แปลงรูปคลื่น และผ่านพลังของอินเวอร์เตอร์ ดังแสดงในภาพที่ 2 นอกจากนั้นยังมีวงจรควบคุมการทำงานของวงจรทั้งสองส่วนนั้น

อินเวอร์เตอร์ชนิดใช้งานทั่วไปจะประกอบด้วย ส่วนคอนเวอร์เตอร์และอินเวอร์เตอร์ รวมอยู่ในเครื่องเดียวกันเสมอ

คอนเวอร์เตอร์ มีหน้าที่แปลงไฟสลับเป็นไฟตรงเป็นอุปกรณ์แปลงไฟชนิดหนึ่ง ส่วนอินเวอร์เตอร์ก็เป็นอุปกรณ์แปลงไฟตรงเป็นไฟสลับ

2.7.4 มอเตอร์

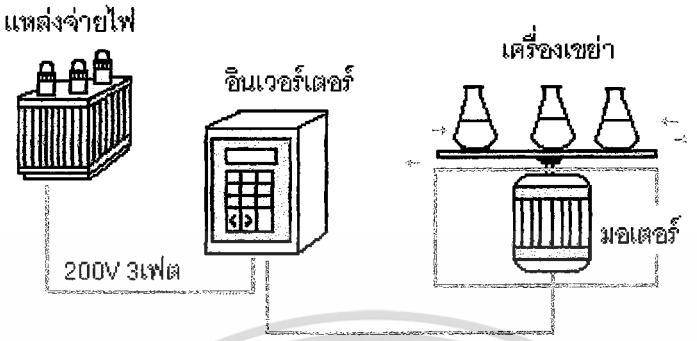
มอเตอร์ได้เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องต่อการผลิตในอุตสาหกรรมโดยตรง มอเตอร์เป็นแหล่งต้นกำลังที่สามารถได้รับการควบคุมได้โดยง่ายด้วยขบวนการทางอิเล็กทรอนิกส์จึงทำให้มอเตอร์แพร่หลายภายในโรงงานจะมีมอเตอร์มากมาย (ยืน ภู่วรวรรณ, 2521 : 161 – 162)

มอเตอร์เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล เราใช้แรงหมุนนี้ไปขับอุปกรณ์ทางกลต่างๆ ในเครื่องจักรอีกทีหนึ่ง ดังแสดงในภาพที่ 3 (กฤษดา วิศวธีรานนท์, 2539 : 1)

มอเตอร์ที่ใช้กันทั่วไปแยกได้เป็นสองชนิด คือ มอเตอร์ไฟตรงและมอเตอร์ไฟสลับ สำหรับมอเตอร์ไฟตรงนั้น มีข้อดีในแง่การควบคุมซึ่งเราสามารถควบคุมความเร็วได้โดยง่าย แต่ปัญหาในเรื่องแหล่งจ่ายไฟตรงและราคาของมอเตอร์ไฟตรงเป็นข้อจำกัดที่ทำให้มอเตอร์ชนิดนี้มีผู้ใช้งานน้อยลง

ส่วนมอเตอร์ไฟสลับนั้นเราแบ่งแยกออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ได้สองกลุ่มคือ อินดัคชั่นมอเตอร์และซิงโครนัสมอเตอร์ มอเตอร์ที่ใช้งานส่วนใหญ่เป็นอินดัคชั่นมอเตอร์ ซิงโครนัสมอเตอร์มีใช้งานบ้างในกรณีที่ต้องการให้ความเร็วรอบของการหมุนคงที่ (ยืน ภู่วรวรรณ, 2521 : 162-163)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 การใช้มอเตอร์ในการขับเคลื่อนเครื่องจักร

2.7.5 ลูกเบี้ยว

ลูกเบี้ยว เป็นชิ้นส่วนที่สำคัญมากชิ้นหนึ่งของเครื่องจักรกลประเภทต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องจักรกลที่ทำงานอย่างอัตโนมัติ ลูกเบี้ยวมีรูปร่างลักษณะต่างๆ หลายแบบมีหน้าที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่แบบต่างๆ เพื่อนำไปใช้งานตามความต้องการ ลูกเบี้ยวนับว่าเป็นหัวใจของเครื่องจักรกลหลายชนิด เช่น เครื่องมือกลอัตโนมัติ เครื่องยนต์ เครื่องบันทึกรอบ เป็นต้น

ลูกเบี้ยวจะถ่ายทอดการเคลื่อนที่ผ่านตัวตาม โดยอาจจะทำให้ตัวตามเกิดการเคลื่อนที่ไปกลับ โยกไปมา หรือทั้งการเคลื่อนที่ไปกลับและโยกไปมารวมกันก็ได้ (อำพล ซื่อตรง, 2536 : 182 – 194)

2.7.6 สปริง

สปริงเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่รับภาระแล้วเกิดการเปลี่ยนรูปแบบยืดหยุ่น ซึ่งมีหน้าที่การทำงาน คือ การรับแรงกระแทก แรงสั่นสะเทือน ในการทำให้สปริงเปลี่ยนรูปแบบยืดหยุ่นได้จะต้องใช้แรงมากระทำ แรงกระทำมากก็ยิ่งทำให้ระยะทางเคลื่อนที่ของสปริงมากขึ้นตามไปด้วย (มานพ ตันตระบัณฑิตย์ และคณะ, 2540 : 260)

สปริงที่ใช้ในเครื่องจักรกล ทำหน้าที่เป็นตัวให้หรือรับแรงดึง แรงอัด แรงบิด หรือโมเมนต์ตัด ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของชิ้นส่วน นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ดูดกลืนพลังงานการกระแทกหรือการสั่นสะเทือนได้อีกด้วย สปริงนับว่าเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่สำคัญอีกชิ้นหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

สปริงสามารถจำแนกออกได้มากมายหลายชนิด ทั้งตามลักษณะรูปร่าง และลักษณะการใช้งาน สปริงที่พบกันมากมีดังนี้

- สปริงขด ทำจากเส้นลวดสปริงกลมหรือเหลี่ยมก็ได้ ใช้ในการรับหรือส่งแรงดึงแรงอัดและแรงบิด
- สปริงแผ่น มีลักษณะเป็นแผ่นสปริงหลายๆ แผ่นนำมารัดไว้ด้วยกันเพื่อรับแรง เช่น แหนบรถยนต์

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเครื่องมือโดยใช้แรงเหวี่ยง

กฤษณะ สง่าแสง และคณะ (2533) นักศึกษาสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล ได้จัดสร้างเครื่องปั่นแยกเม็ดเลือด โดยใช้หลักการแรงเหวี่ยงหนีศูนย์ ดังนี้ คือ นำถุงเลือดใส่ในถ้วยเหวี่ยงของเครื่องปั่นแยกเม็ดเลือด ซึ่งแขนเหวี่ยงหมุนได้ด้วยต้นกำลังของมอเตอร์ไฟฟ้า เมื่อแขนเหวี่ยงหมุนจะทำให้เกิดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางที่กระทำต่อองค์ประกอบของเลือด ซึ่งการแยกเม็ดเลือดออกจากน้ำเลือดนี้ เกิดจากหลักการที่ว่าอนุภาคที่มีมวลมากซึ่งได้รับแรงเหวี่ยงหนีศูนย์มากกว่าอนุภาคที่มีมวลน้อย ดังนั้นอนุภาคที่มีมวลมากจึงมีแรงเหวี่ยงหนีศูนย์มาก ซึ่งไปรวมตัวกันอยู่ที่ก้นภาชนะ ส่วนอนุภาคที่มีมวลน้อยตามลำดับก็จะไปรวมตัวกันอยู่ในบนภาชนะ ซึ่งการปั่นแยกเม็ดเลือดแดงมีมวลมากกว่าน้ำเลือด ทำให้เม็ดเลือดแดงไปรวมตัวกันอยู่ที่ก้นภาชนะและน้ำเลือดก็อยู่ถัดไป

วิชาญ วิศยทักษ์ณ และคณะ (2538) นักศึกษาสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหการ ได้จัดสร้างเครื่องเขย่าควบคุมอุณหภูมิโดยใช้หลักการแรงเหวี่ยงหนีศูนย์ดังนี้ คือ เมื่อใส่เชื้อจุลินทรีย์จะถูกะเหวี่ยงด้วยแรงหนีศูนย์กลางทำให้เชื้อจุลินทรีย์เขย่าและหมุนไปรอบๆ ขวดทดลอง แรงเหวี่ยงหนีศูนย์นี้เกิดจากหมุนของเพลาเยื้องศูนย์ถูกส่งกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ โดยสามารถปรับเปลี่ยนความเร็วได้ 3 ระดับ ปรับอุณหภูมิในการใช้งานได้ตั้งแต่ อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ถึง อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เพื่อให้อุณหภูมิเหมาะต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ทำให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญได้เร็ว นอกจากนั้นสามารถลดเวลาในการเขย่าลง และสามารถลดอัตราการสึกหรอของเครื่องได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

36245

บทที่ 3

วิธีการสร้างอุปกรณ์

ในการดำเนินการศึกษาออกแบบและประดิษฐ์เครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ ผู้ดำเนินการได้ทำการศึกษารายละเอียดของเครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ และได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและรายละเอียด ศึกษาส่วนประกอบของเครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบประดิษฐ์เครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพดีและมีต้นทุนการผลิตต่ำ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้

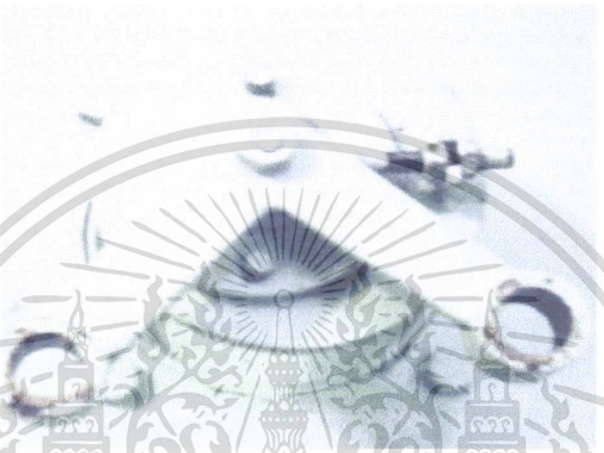
1. มอเตอร์ชนิด AC ขนาด ½ แรงม้า แสดงดังภาพที่ 4

ภาพที่ 4 มอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ชุดเยื้องศูนย์

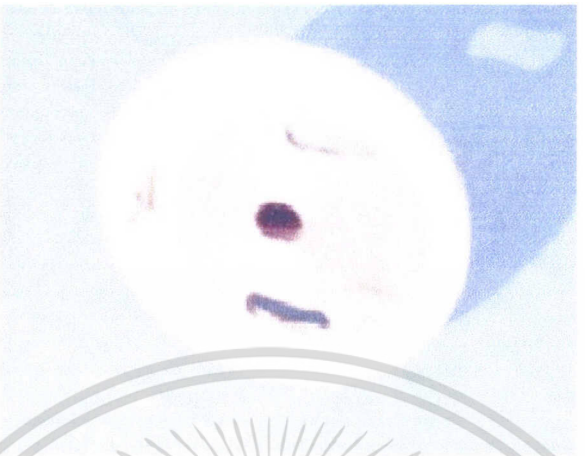
ชุดเยื้องศูนย์ แสดงดังภาพที่ 5 ประกอบด้วย ข้อเหวี่ยงและลูกเบี้ยว แสดงดังภาพที่ 6 และภาพที่ 7



ภาพที่ 5 ชุดเยื้องศูนย์

ภาพที่ 6 ข้อเหวี่ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 ลูกเบี้ยว

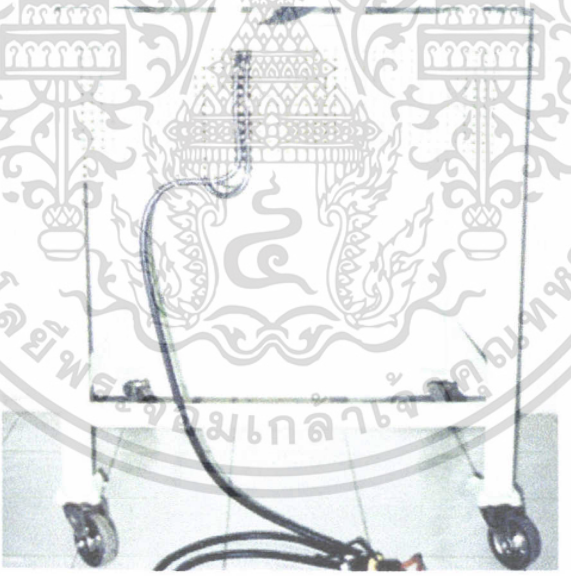
3. อินเวอร์เตอร์ (ดังภาพที่ 8)

ภาพที่ 8 อินเวอร์เตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. โครงเหล็ก แสดงดังภาพที่ 9 ประกอบด้วย

- เหล็กฉากขนาด 1 ½ นิ้ว ความยาว 60 เซนติเมตร จำนวน 4 เส้น
- เหล็กฉากขนาด 1 ½ นิ้ว ความยาว 65 เซนติเมตร จำนวน 4 เส้น
- เหล็กฉากขนาด 1 นิ้ว ความยาว 60 เซนติเมตร 4 เส้น
- แผ่นเหล็กขนาด 60 x 60 เซนติเมตร ตรงกลางแผ่นเหล็กมีช่องสำหรับติดตั้งมอเตอร์ ช่องวงกลมดังกล่าวมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12.5 เซนติเมตร
- แผ่นตะแกรงเหล็กขนาด 60 x 30 เซนติเมตร จำนวน 4 แผ่น
- ล้อ จำนวน 4 ล้อ

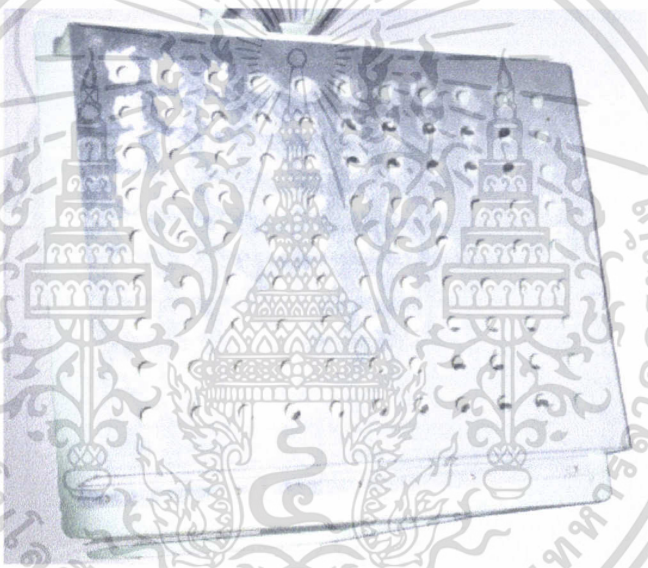


<u>ภาพที่ 9</u> โครงเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ถาดวางหลอดทดลอง แสดงดังภาพที่ 10 ประกอบด้วย

- แผ่นไม้ฟอร์ไมก้า ขนาด 70 x 60 เซนติเมตร
- แผ่นอะลูมิเนียม ขนาด 70 x 80 เซนติเมตร
- แผ่นยางตัดเป็นวงกลมสำหรับกันการกระแทกของหลอดทดลอง 99 วง
- น็อตสำหรับยึด



ภาพที่ 10 ถาดเขย่าหลอดทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถาดวางฟลาสก์ แสดงดังภาพที่ 11 ประกอบด้วย

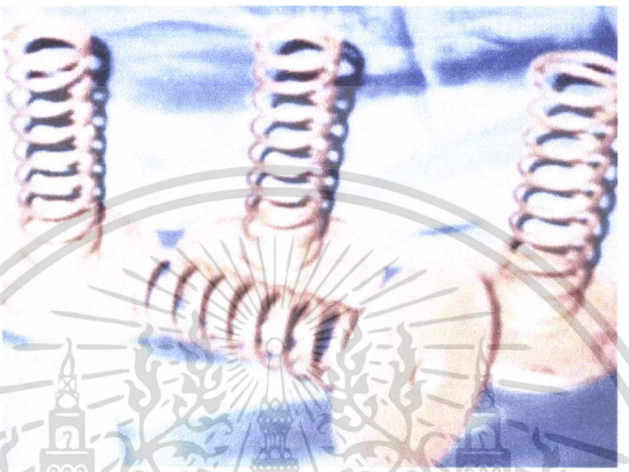
- แผ่นไม้ฟอร์ไมก้า ขนาด 70 x 60 เซนติเมตร
- ลูกยาง 80 ลูก
- น๊อตสำหรับยึด

ภาพที่ 11 ถาดเขย่าฟลาสก์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. สปริง แสดงดังภาพที่ 12

มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร ความสูง 11 เซนติเมตร



ภาพที่ 12 สปริง

3.2 ขั้นตอนการสร้างอุปกรณ์

ขั้นที่ 1. ประกอบโครงสร้าง

นำเหล็กฉากขนาด 1 ½ นิ้ว ตัดให้มีความยาว 65 เซนติเมตร จำนวน 4 เส้น ความยาว 60 เซนติเมตร จำนวน 4 เส้น และเหล็กฉากขนาด 1 นิ้ว ตัดให้มีความยาว 60 เซนติเมตร จำนวน 4 เส้น จากนั้นนำเหล็กฉากดังกล่าวมาประกอบเป็นโครงเหล็กโดยโครงเหล็กที่ได้จะมีขนาดความกว้าง x ความยาว เท่ากับ 60 x 60 เซนติเมตร มีความสูง 65 เซนติเมตร จากนั้นนำแผ่นเหล็กขนาด 60 x 60 เซนติเมตร โดยตรงกลางของแผ่นเหล็กจะมีช่องว่างสำหรับไว้ติดตั้งมอเตอร์บนแผ่นเหล็กดังกล่าวยึดติดกับด้านบน

ขั้นที่ 2. ติดตั้งมอเตอร์

นำมอเตอร์ AC ขนาด ½ แรงม้าติดตั้งกับโครงเหล็ก ใช้น็อตยึดติดกับแผ่นเหล็กโดยมอเตอร์ติดตั้งในส่วนของช่องว่างของแผ่นเหล็ก ให้ส่วนเพลาของมอเตอร์อยู่ด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 3. ติดตั้งสปริง

นำตัวยึดติดตั้งบนแผ่นเหล็กบริเวณมุมทั้ง 4 มุม จากนั้นติดสปริงที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์-กลาง 2 เซนติเมตร ความสูง 11 เซนติเมตร สวมลงไปบนตัวยึดทั้ง 4 ตัว โดยสปริงจะทำหน้าที่รับแรงเหวี่ยงและเป็นตัวยึดให้ถาดเขย่าติดกับตัวเครื่อง

ขั้นที่ 4. การออกแบบถาดวางฟลาสก์และถาดวางหลอดทดลอง

ถาดสำหรับเขย่าฟลาสก์ แสดงดังภาพที่ 13 ประกอบด้วย แผ่นไม้ฟอร์ไมก้า ขนาด 60 x 70 เซนติเมตร ลูกยาง เหล็กยึด นำเหล็กยึดสำหรับยึดกับสปริงและข้อเหวี่ยงจำนวน 6 ตัว มาติดกับแผ่นไม้ฟอร์ไมก้าในส่วนด้านล่าง โดยใช้น็อตเป็นตัวยึด ส่วนด้านบนนำลูกยางติดตามตำแหน่งที่จะยึดฟลาสก์ ซึ่งสามารถบรรจุฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร ได้จำนวน 10 ฟลาสก์ และบรรจุฟลาสก์ขนาด 500 มิลลิลิตร ได้จำนวน 10 ฟลาสก์

ภาพที่ 13 ถาดวางฟลาสก์และถาดวางหลอดทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถาดสำหรับเขย่าหลอดทดลอง ประกอบด้วยแผ่นไม้ฟอร์ไมก้า ขนาด 60 x 70 เซนติเมตร แผ่นอะลูมิเนียม ขนาด 60 x 50 เซนติเมตร ความสูง 8 เซนติเมตร แหวนยาง เหล็กยึด นำเหล็กยึดยึดติดกับสปริงและข้อเหวี่ยง จำนวน 6 ตัว มาติดด้านล่างของแผ่นไม้ฟอร์ไมก้า โดยมีน็อตเป็นตัวยึด ส่วนด้านบนของแผ่นไม้ฟอร์ไมก้าจะติดแหวนยางสำหรับรองรับก้นหลอดทดลอง ในส่วนของแผ่นอะลูมิเนียม ทำการเจาะช่องสำหรับบรรจุหลอดทดลองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.8 เซนติเมตร แต่ละช่องมีระยะห่างกัน 5 เซนติเมตร ซึ่งจะได้ทั้งหมด 99 ช่อง จากนั้นนำแผ่นอะลูมิเนียมยึดติดกับด้านบนของแผ่นไม้ฟอร์ไมก้าด้วยน็อต

ขั้นที่ 6. การทาสีเพื่อป้องกันสนิม

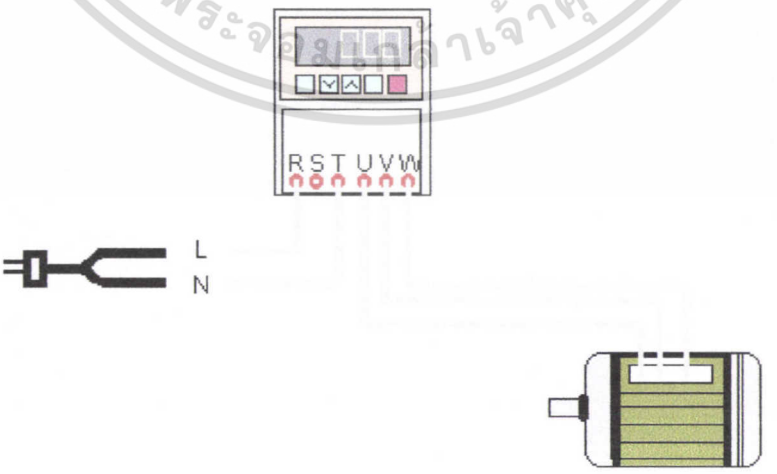
เครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ ใช้สีน้ำมันชนิดเคลือบเงา สีที่ใช้ คือสีเขียว การทาสีเพื่อป้องกันการเกิดสนิมและเพิ่มความสวยงาม

ขั้นที่ 7. การติดตั้งล้อ

โดยทำการติดตั้งล้อเลื่อนที่ส่วนขาทั้ง 4 ของเครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ เพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้าย

ขั้นที่ 8. การติดตั้งอินเวอร์เตอร์

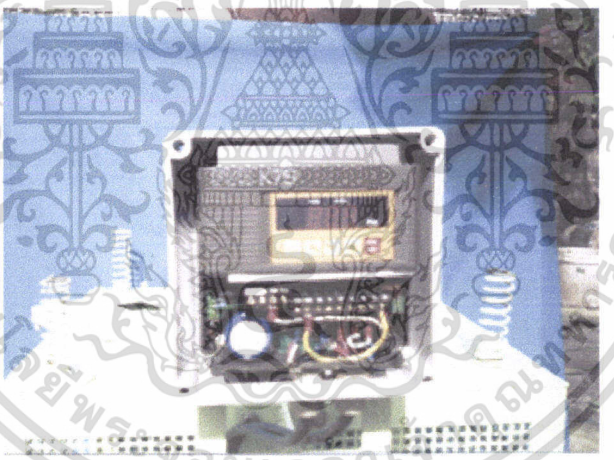
แผนภาพการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ แสดงดังภาพที่ 14



ภาพที่ 14 แผนภาพการติดตั้งอินเวอร์เตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยปกติอินเวอร์เตอร์จะใช้กันทั่วไปในอุตสาหกรรมเพื่อใช้ปรับความเร็วของมอเตอร์เหนี่ยวนำชนิด 3 เฟส ซึ่งในโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะใช้ไฟฟ้าระบบ 3 เฟส จะเห็นว่าที่ขั้วของอินเวอร์เตอร์จะได้รับแรงดันไฟฟ้าเข้าเป็นระบบ 3 เฟส ซึ่งจะเห็นได้จากขั้ว R S T และมีขั้วจ่ายไฟออกให้มอเตอร์ 3 เฟส คือขั้ว U V W แต่ในอินเวอร์เตอร์ตัวที่ใช้กับเครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่ได้จัดสร้างขึ้น จะต้องใช้งานในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ทำให้ยุ่งยากในการจัดหาระบบไฟ 3 เฟส จึงได้ทำการดัดแปลงอินเวอร์เตอร์ให้ใช้กับระบบไฟฟ้า 1 เฟส 220 โวลล์ ซึ่งสามารถใช้ได้กับไฟในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นในการต่ออินเวอร์เตอร์ แสดงดังภาพที่ 15 สามารถต่อได้ทั้งระบบไฟฟ้า 3 เฟส และระบบไฟฟ้า 1 เฟส เข้าที่ขั้วใดก็ได้ 2 ขั้วที่อินเวอร์-เตอร์ ส่วนขั้ว U V W ต่อเข้ากับมอเตอร์ 3 เฟส



ภาพที่ 15 การติดตั้งอินเวอร์เตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ที่ได้กล่าวแล้วข้างต้นก็จะได้เครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ แสดงดังภาพที่ 16

ภาพที่ 16 เครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

3.3 สถานที่จัดสร้างอุปกรณ์

130/17 หมู่1 ซอยคู่สร้าง ถนนสุขสวัสดิ์ ตำบลในคลองบางปลากด อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ 10290

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ระยะเวลาในการสร้างอุปกรณ์

ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2542 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2543

ลำดับที่	การดำเนินงาน	เดือน								
		ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1	ศึกษาระเบียบการทำปัญหาพิเศษ	←	→							
2	เลือกเรื่องที่จะทำปัญหาพิเศษ		←	—	→					
3	ศึกษาเอกสารต่าง ๆ			←	—	→				
4	เขียนโครงร่างปัญหาพิเศษ				←	→				
5	นำเสนอโครงร่างต่ออาจารย์ผู้ประสานงานปัญหาพิเศษ					←	—	→		
6	ดำเนินการออกแบบและประดิษฐ์ 6.1 ศึกษาระบบการทำงานของเครื่องเขย่า 6.2 ออกแบบโครงสร้างของเครื่องเขย่า 6.3 จัดหาอุปกรณ์ต่าง ๆ 6.4 ประกอบเครื่องเขย่า 6.5 ทดลองการใช้งานเครื่องเขย่า						←	—	—	→
7	จัดทำรูปเล่มปัญหาพิเศษ							←	—	→
8	ส่งปัญหาพิเศษ									← →

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการสร้างอุปกรณ์

4.1 วิธีการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องเขย่า

ในการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ ได้ทำการทดสอบด้วยการทดลองเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งเชื้อที่ใช้ คือ *Eschelichia coli* ลงในอาหารเหลว บรรจุลงในฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร บรรจุอาหารเหลวในปริมาณ 200 มิลลิลิตร และฟลาสก์ขนาด 500 มิลลิลิตร บรรจุอาหารเหลวในปริมาณ 300 มิลลิลิตร และบรรจุลงในหลอดทดลอง ซึ่งบรรจุอาหารเหลวในปริมาณ 7 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปวางไว้บนเครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่จัดสร้างขึ้น มีขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

ขั้นที่ 1. การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ

Peptone (Bacto-peptone)	10	g.
Beef Extraact	5	g.
Sodium Chlorides	5	g.
Distilled Water	1,000	ml.

(คณาจารย์คณะวิทยาศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540 : 67-68)

วิธีการ

1. ทำการชั่งส่วนผสมของอาหารเลี้ยงเชื้อตามสูตร จากนั้นเติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน
2. นำไปเข้าไมโครเวฟครั้งละ 1 นาที นำอาหารเลี้ยงเชื้อออกมาคนทุกๆ 1 นาที จนละลายเป็นเนื้อเดียวกัน
3. บรรจุลงในหลอดทดลองปริมาณหลอดละ 7 มิลลิลิตร
4. ปิดด้วยจุกสำลีและกระดาษฟลอยด์
5. นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 2. การเพาะเลี้ยงเชื้อ

นำเชื้อ *E. coli* จากหลอดอาหารเอียงที่เก็บเชื้อไว้มาถ่ายเชื้อ 1 ลูป (loop) ลงในอาหารเหลวที่เตรียมได้ในขั้นที่ 1 แล้วเขย่าให้ทั่ว

ขั้นที่ 3. การเขย่าด้วยเครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

เมื่อทำการเขี่ยเชื้อจุลินทรีย์ลงในอาหารเหลวแล้ว จากนั้นนำไปวางบนเครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่จัดสร้างขึ้น กำหนดความเร็วรอบไว้ที่ 120 รอบต่อนาที เพื่อเป็นการเติมอากาศให้กับเชื้อจุลินทรีย์เพื่อใช้ในการเจริญเติบโตโดยใช้ระยะเวลาประมาณ 12 ชั่วโมง และได้ทำการเพาะเลี้ยงเชื้อในฟลาสก์ และหลอดทดลองที่ไม่ได้เขย่าเป็นตัวควบคุมโดยตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง

ขั้นที่ 4. การตรวจวัดเชื้อจุลินทรีย์

วิธีการตรวจวัดเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในครั้งนี้ คือ วิธีการหาความหนาแน่นของเซลล์โดยวัดความ-ขุ่น (Turbidimetric methods) โดยเครื่องมือที่ใช้คือ สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer)

4.2 ผลการทดสอบ

ได้ทำการทดสอบโดยการเพาะเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย *Escherichia coli* ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ ที่หัวข้อ 4.1 ขั้นที่ 1 ดังกล่าวแล้ว โดยแบ่งตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม คือ ตัวอย่างที่ทำการเขย่าหลอดทดลองที่ความเร็วรอบ 120 รอบต่อนาที และตัวอย่างที่ไม่ทำการเขย่าได้ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ ประมาณ 7 ml แล้วทำการวัดการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียโดยวัดที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร จากการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การเจริญเติบโตของเชื้อ *E. coli* เปรียบเทียบการเขย่าและไม่เขย่าหลอดทดลอง

ตัวอย่างที่	การเขย่า		การดูดกลืนแสง 660 นาโนเมตร (Absorbance)
	ทำการเขย่า	ไม่ทำการเขย่า	
1	✓		0.231
2	✓		0.212
3		✓	0.110

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 5 จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าหลอดทดลองที่เลี้ยงเชื้อ *E. coli* ที่ทำการเขย่าหลอดทดลอง (เป็นการให้อากาศ) นั้น มีการเพิ่มจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์มากกว่าหลอดทดลองที่ไม่ได้ทำการเขย่า โดยสังเกตจากค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร ในหลอดเลี้ยงเชื้อที่มีการเขย่าจะสูงกว่าหลอดเลี้ยงเชื้อที่ไม่มีการเขย่า นั่นแสดงว่า ประสิทธิภาพของเครื่องเขย่า สามารถทำงานได้เป็นที่น่าพอใจ

4.3 การปรับปรุงแก้ไข

ในการจัดสร้างเครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์นั้น เครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์มีการเขย่าแบบเป็นวงกลม โดยมีสปริงเป็นตัวช่วยพยุงถาดในขณะเขย่า แต่ได้ประสบปัญหา คือ เกิดเสียงดังมากขณะเครื่องทำงาน ซึ่งเสียงดังที่เกิดขึ้นนั้น เกิดจากการเสียดสีระหว่างสปริงกับตัวยึดถาด ดังนั้นจึงได้มีการแก้ไขโดยการนำท่อหดมาสวมกับสปริง และนำยางยูเนียล ซึ่งมีลักษณะเป็นวงแหวนมาสวมไว้กับตัวยึดถาด เมื่อนำมาทดสอบประสิทธิภาพหลังจากการแก้ไขแล้ว ปรากฏว่าสามารถลดการเสียดสีระหว่างสปริงกับตัวยึดถาดลงได้ ซึ่งส่งผลให้การเกิดเสียงดังขณะเครื่องเขย่าทำงานลดลงไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จุดมุ่งหมายของปัญหาพิเศษนี้ คือ ต้องการจัดสร้างเครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการใช้งานได้ดี อีกทั้งยังสามารถปรับความเร็วรอบในการเขย่าได้ โดยได้ผลทดลองเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

ได้เริ่มจากการศึกษาวิธีการสร้างเครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ แล้วทำการจัดซื้ออุปกรณ์ที่จะนำมาสร้างเครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ แล้วดำเนินการสร้างเครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ หลังจากนั้นทำการทดลองนำเครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ไปใช้จริง

ในการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ โดยนำเชื้อจุลินทรีย์มาทำการทดสอบ จำนวน 3 หลอด โดยหลอดที่ 1 และหลอดที่ 2 นำไปทำการเขย่าที่ความเร็วรอบ 120 รอบต่อนาที ส่วนหลอดที่ 3 ไม่ทำการเขย่า จากนั้นนำผลการทดลองของหลอดที่ 1, 2 และ 3 มาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ด้วยผลการวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Spectophotometer ซึ่งผลที่ได้ของหลอดที่เขย่ามีค่ามากกว่าหลอดที่ไม่ได้เขย่า ดังนั้นแสดงให้เห็นว่ามีการเพิ่มจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์ในหลอดที่ 1 และหลอดที่ 2 มากกว่าหลอดที่ 3 นั้นแสดงว่า เครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์นี้ มีประสิทธิภาพใช้งานได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการออกแบบและประดิษฐ์เครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ โดยการหาประสิทธิภาพการทำงานและผลที่ได้จากการทดสอบจะพบปัญหาที่เกิดขึ้น คือ เกิดเสียงดังมากขณะเครื่องทำงาน เนื่องจากการเสียดสีระหว่างสปริงกับตัวยึดถาด ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยการนำท่อหดมาสวมที่สปริงและนำยางยูเนียล (ลักษณะเป็นวงแหวน) มาสวมที่ตัวยึดถาด เพื่อช่วยลดการเสียดสีระหว่างสปริงกับตัวยึดถาด ทำให้สามารถลดเสียงดังที่เกิดขึ้นขณะเครื่องทำงานลงได้

เครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่จัดสร้างขึ้นมานี้ จัดว่ามีประสิทธิภาพในการเขย่าเพื่อเพิ่มอากาศได้ดี แต่ในการเพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์โดยการเขย่านั้น ยังมีสภาวะแวดล้อมอื่น เช่น อุณหภูมิ แสงสว่าง ซึ่งเป็นตัวกระตุ้นในการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ดังนั้นจึงอาจมีการพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องเขย่าต่อไป โดยให้สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ หรืออาจมีการนำเป็นเครื่องต้นแบบ ในการประยุกต์ใช้จัดสร้างเครื่องมืออุปกรณ์การเกษตรที่มีวัตถุประสงค์ในการหมุนแบบวงกลมได้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กฤษณพงศ์ กีรติกร และคณะ. 2527. วิทยาศาสตร์ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 133 น.

กฤษณะ สว่างแสง และคณะ. 2533. เครื่องปั่นแยกเม็ดเลือด. กรุงเทพฯ: โครงงานปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 83 น.

กฤษดา วิศวธีรานนท์. 2539. อินเวอร์เตอร์ หลักการทำงานและเทคนิคการใช้. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 207 น.

คณาจารย์คณะวิทยาศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2540. คู่มือเคมีประยุกต์ เล่ม 1 ใยผ้าฆ่าเชื้อ-จุลินทรีย์. กรุงเทพฯ: มปป. 184 น.

ณรงค์ พร้อมภักดี และคณะ. 2524. กลศาสตร์ประยุกต์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์พิทักษ์อักษร. 228 น.

นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และปรีชา สุวรรณพินิจ. 2537. ชีววิทยา 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 1276 น.

_____. 2541. จุลชีววิทยาทั่วไป. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 735 น.

บัญญัติ สุขศรีงาม และพิไลพรรณ พงษ์ทูล. 2521.จุลชีววิทยา เล่ม 1 . กรุงเทพฯ: พีระพัธนา. 412 น.

บัญญัติ สุขศรีงาม. 2525. จุลชีววิทยาเล่ม 1. กรุงเทพฯ: บริษัท โอ.เอส.พริ้นติ้งเฮ้าท์ จำกัด. 357 น.

_____. 2534. จุลชีววิทยาทั่วไป. กรุงเทพฯ: บริษัท โอ.เอส.พริ้นติ้งเฮ้าท์ จำกัด. 507 น.

ประวิทย์ วงศ์คงคาเทพ และสาโรจน์ ศิริศันสนียกุล. 2538. วิศวกรรมเคมีชีวภาพพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 251 น.

มงคล ทองสงคราม. 2521. อิเล็กทรอนิกส์กำลัง. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด วี เจ พริ้นติ้ง. 384 น.

มานพ ตันตระบัณฑิตย์ และคณะ. 2540. ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: บริษัท ประชาชน จำกัด. 322 น.

ยืน ภู่วรวรรณ. 2521. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น. 277 น.

ลัดดาวัลย์ รัศมิทัต. 2536. จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม. มปป: มหาวิทยาลัยบูรพา. 247 น.

วราวุฒิ ครูส่ง. 2538. จุลชีววิทยาในกระบวนการแปรรูปอาหาร. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ โอเดียนสโตร์. 210 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชาญ วิศยทักษิณ และคณะ. 2538. การพัฒนาเครื่องเขย่าควบคุมอุณหภูมิ. กรุงเทพฯ: โครงงานปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 85 น.

สุพจน์ ใช้เทียมวงศ์. 2540. เทคโนโลยีการหมัก. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง. 400 น.

อำพล ซื่อตรง. 2536. ชิ้นส่วนเครื่องกล. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ. 293 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

มอเตอร์ AC	1,500	บาท
อินเวอร์เตอร์	4,000	บาท
ชุดเยื้องศูนย์	1,200	บาท
โครงเหล็ก	1,500	บาท
สปริง	400	บาท
ตัวยึด	600	บาท
แผ่นไม้	300	บาท
แผ่นยางพีวีซี	100	บาท
แผ่นอะลูมิเนียม	600	บาท
ลูกยาง	200	บาท
น็อต	100	บาท
ล้อ	200	บาท
สายไฟ	200	บาท
สี	250	บาท
ท่อหด	30	บาท
ยางยูเนียล	25	บาท
รวม	**11,205**	**บาท**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

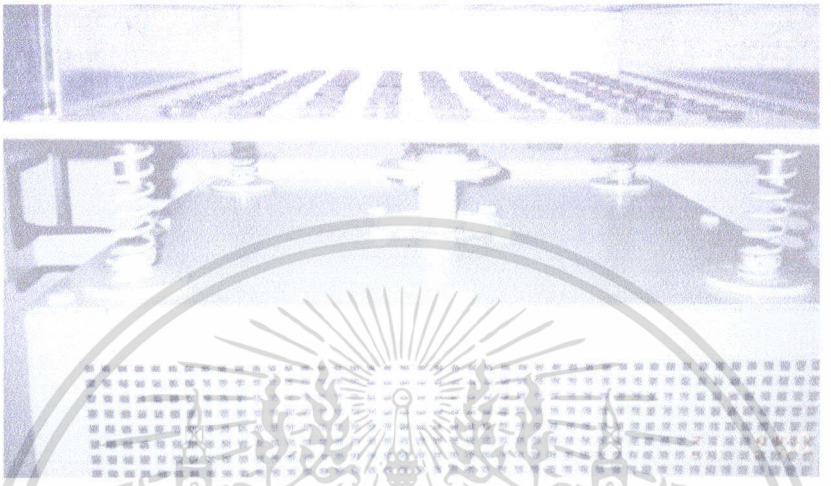
ภาคผนวก ข.

วิธีใช้งานเครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

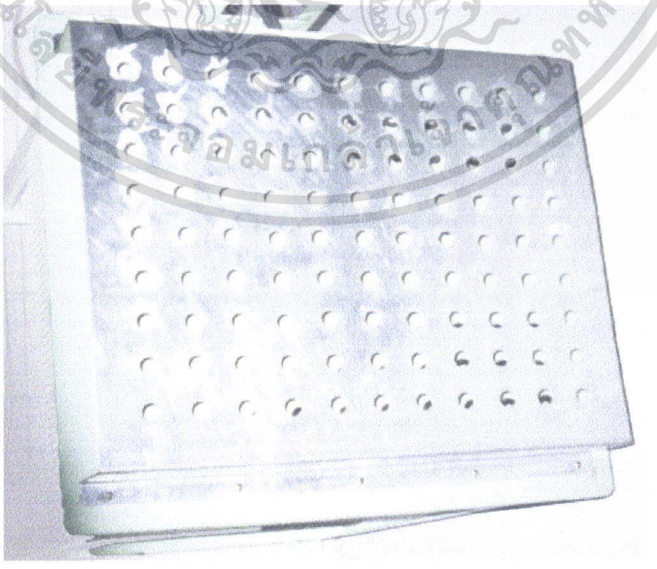
วิธีการใช้งานเครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

1. นำถาดหลอดทดลองประกอบเข้าด้านบนของตัวเครื่อง แสดงดังภาพที่ 17



ภาพที่ 17 การยึดติดถาดหลอดทดลองกับตัวเครื่อง

2. นำหลอดทดลองวางลงในช่องโดยให้ก้นหลอดทดลองตรงกับตำแหน่งลูกยาง ลูกยางจะช่วยในการยึดให้ติดกับตัวถาด แสดงดังภาพที่ 18

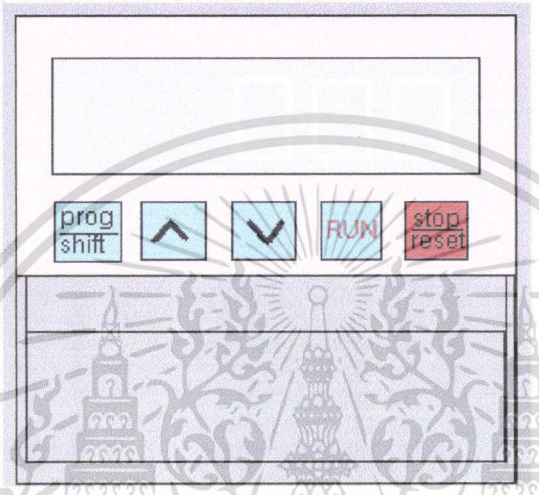


ภาพที่ 18 ช่องสำหรับใส่หลอดทดลอง

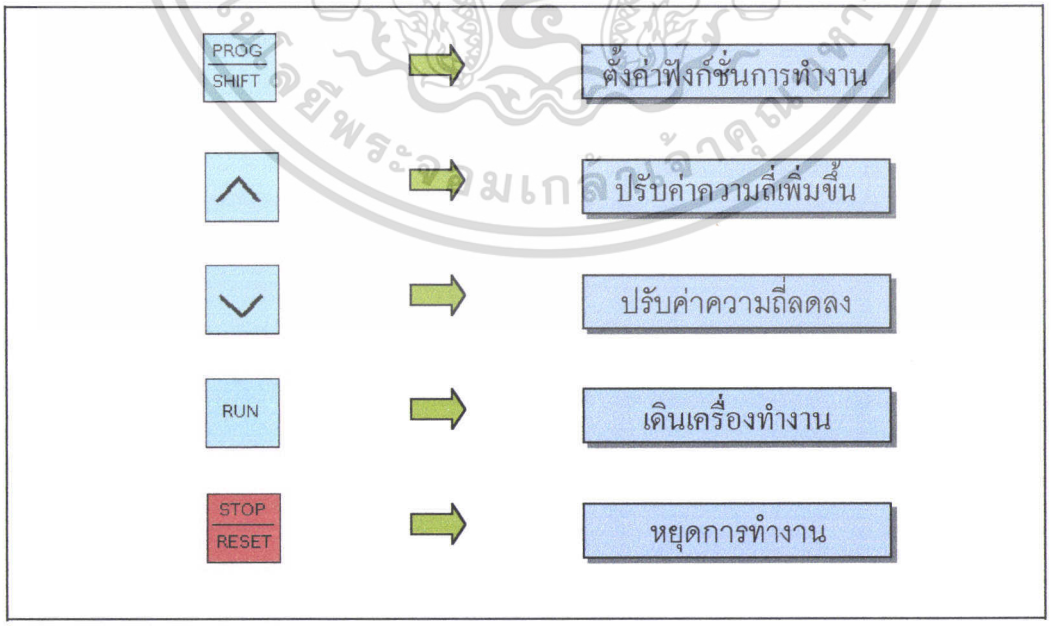
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จากนั้นทำการเสียบปลั๊ก เปิดเครื่องอินเวอร์เตอร์

อินเวอร์เตอร์ จะมีหน้าจอแสดงความถี่ และปุ่มสำหรับการควบคุมการทำงาน 5 ปุ่ม แสดงดังภาพที่ 19 และภาพที่ 20



ภาพที่ 19 หน้าจอของอินเวอร์เตอร์



ภาพที่ 20 ปุ่มควบคุมการทำงานของอินเวอร์เตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กดปุ่ม RUN ในการเดินเครื่องในการทำงาน โดยสามารถปรับความเร็วรอบได้ตามต้องการ โดยการนำจำนวนรอบที่ต้องการนำไปคำนวณแทนค่าในสูตรดังต่อไปนี้

$$\text{ความเร็วรอบ } N = \frac{120 \times \text{ความถี่ } f\,[H_Z]}{\text{จำนวนขั้ว } P}$$

ค่าที่ปรากฏบนหน้าจอของอินเวอร์เตอร์ คือ ค่าความถี่ f ดังนั้นในการกำหนดรอบจึงต้องคำนวณหาค่าความถี่ เพื่อใช้ในการกำหนดอินเวอร์เตอร์ ส่วนจำนวนขั้วของมอเตอร์ที่นำมาผลิตเครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์มีจำนวนเท่ากับ 2 ขั้ว ดังนั้นในการคำนวณหาความถี่ เพื่อใช้ในการควบคุมจำนวนรอบของเครื่องเขย่าสามารถคำนวณได้โดยสูตรดังต่อไปนี้

$$\text{ความถี่ } f\,[H_Z] = \frac{\text{จำนวนรอบ } N \times \text{จำนวนขั้ว } P}{120}$$

ตัวอย่างเช่น ต้องการปรับความเร็วรอบของเครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ให้ความเร็วรอบเท่ากับ 90 รอบต่อนาที นำไปคำนวณหาความถี่ f โดยการนำไปแทนค่าในสูตร ได้ดังนี้

$$\text{ความถี่ } f\,[H_Z] = \frac{90 \times 2}{120}$$

$$= 1.5\,[H_Z]$$

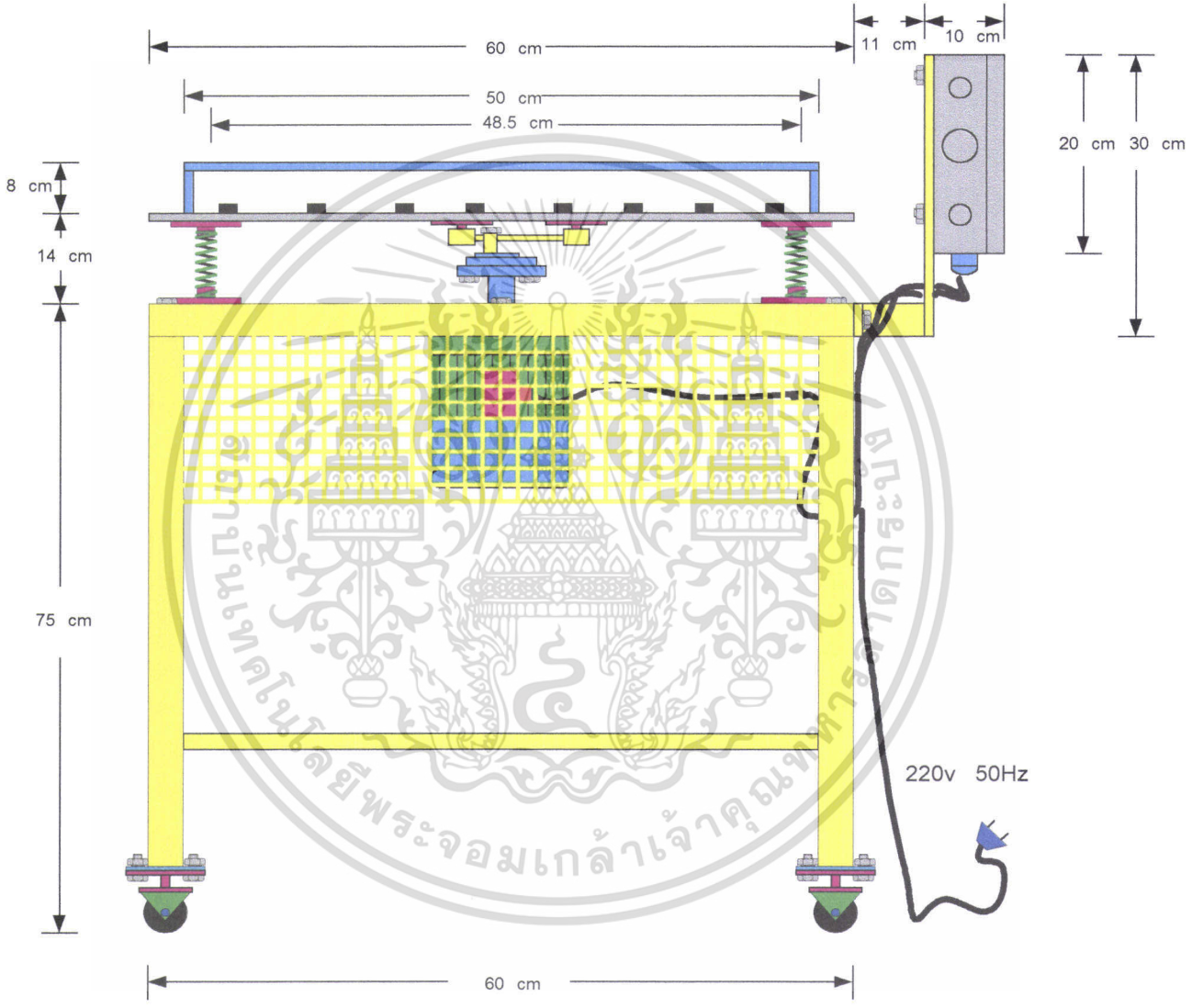
ดังนั้นในการกำหนดหน้าจออินเวอร์เตอร์ จะต้องปรับหน้าจอให้อยู่ที่ 1.5 H_Z เครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ก็จะมีความเร็วรอบเท่ากับ 90 รอบต่อนาทีตามต้องการ เมื่อเสร็จสิ้นการทำงาน กดปุ่ม stop เพื่อหยุดการทำงานของเครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

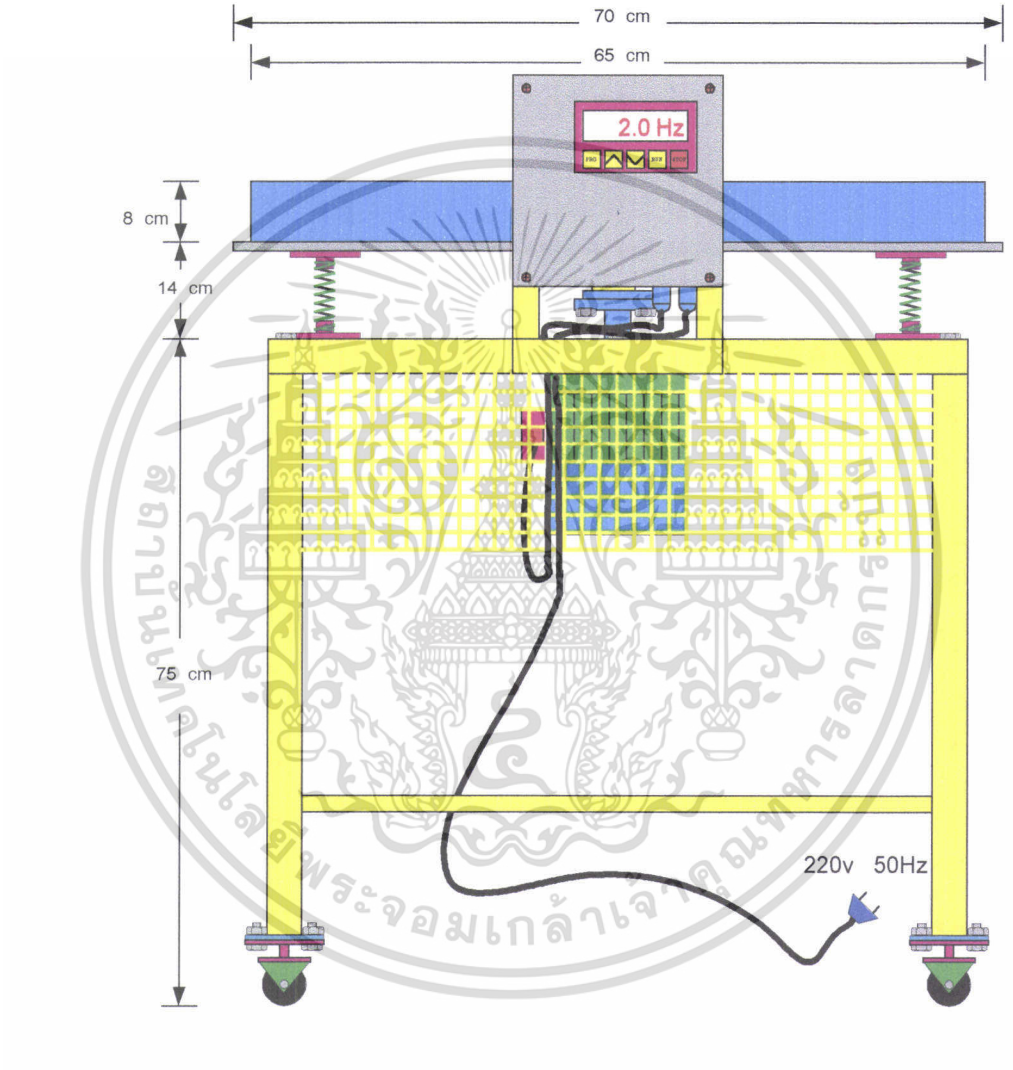
ภาคผนวก ค.

แบบงาน

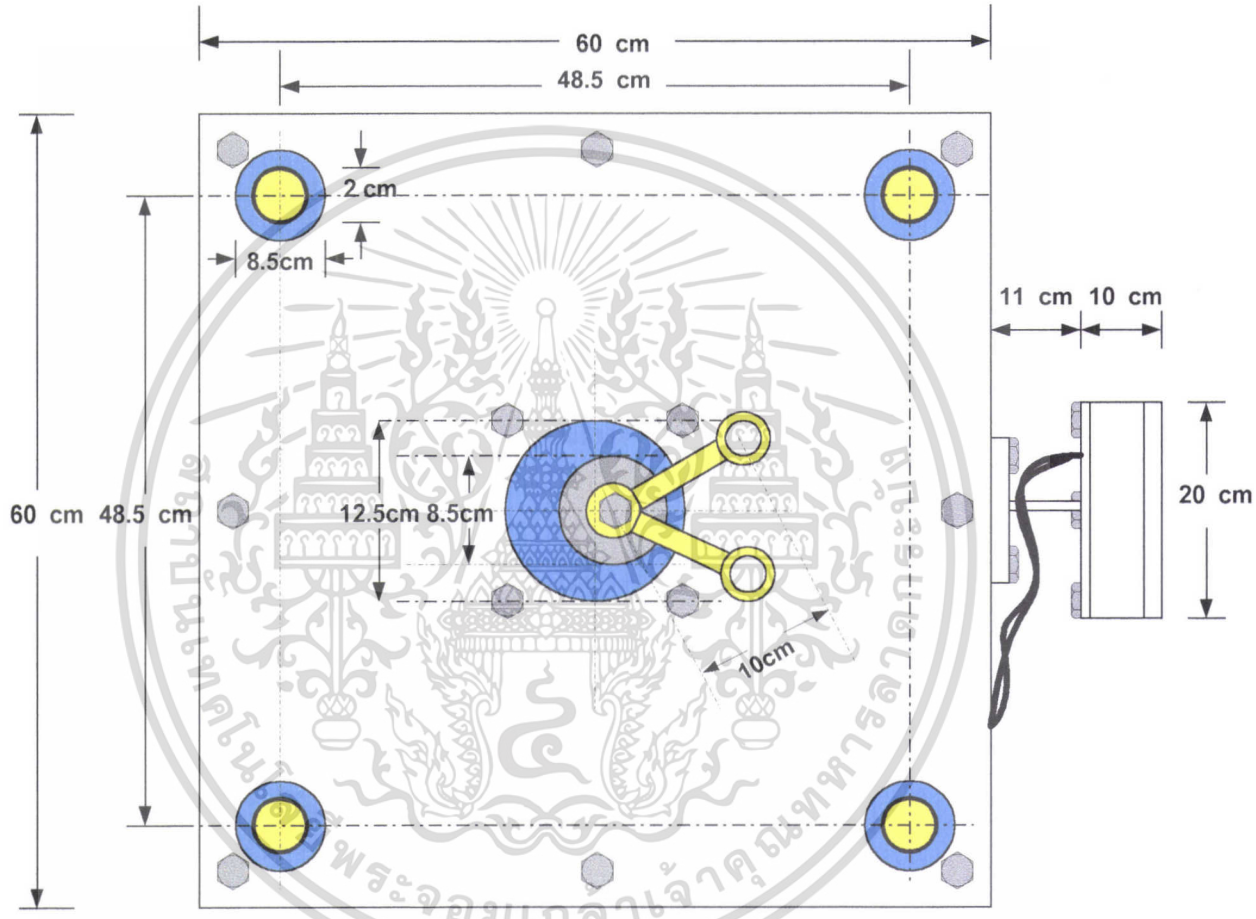
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



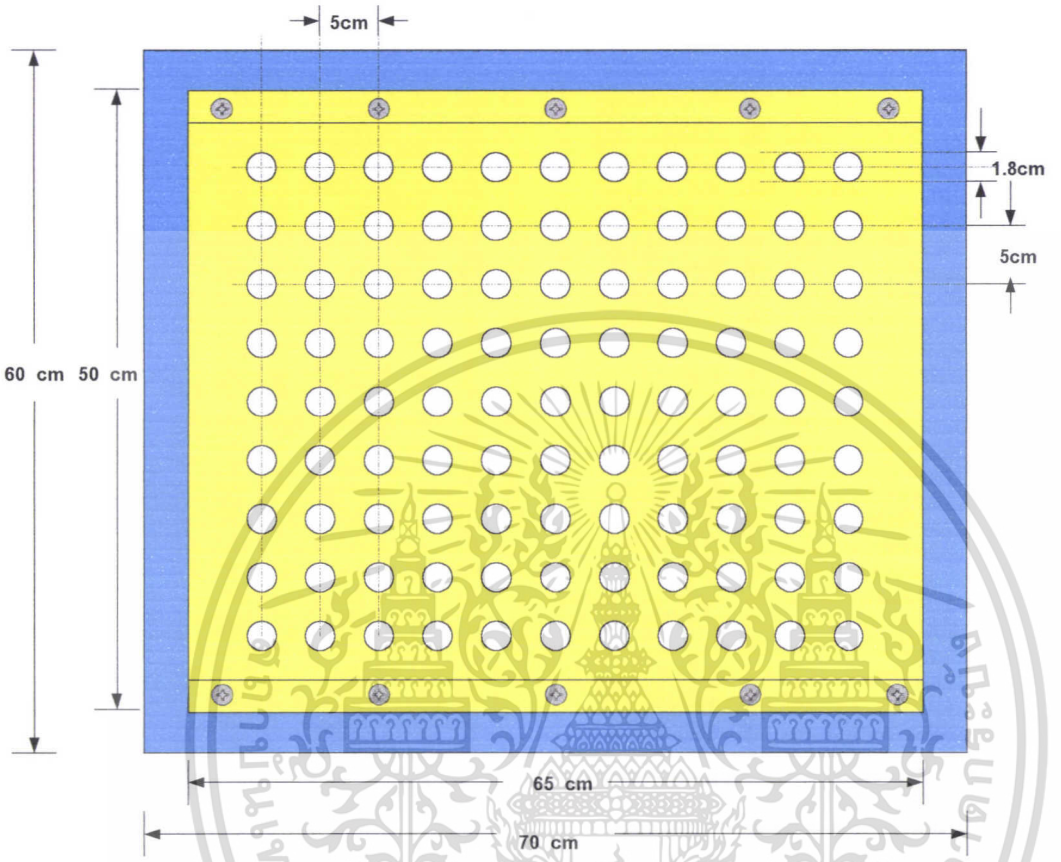
ภาพที่ 21 แบบงานด้านข้างของเครื่องเขย่าหลอดทดลองสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์



ภาพที่ 22 แบบงานด้านหน้าของเครื่องเขย่าหลอดทดลองสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์



ภาพที่ 23 แบบงานด้านบนของเครื่องเขย่าหลอดทดลองสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์



ภาพที่ 24 แบบงานลักษณะด้านบนของถาดหลอดทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้