สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การออกแบบและประดิษฐ์เครื่องเขย่าฟลาสก์สำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

The design and constuction of flask shaker for microbial culture aeration.

โดย

นางสาว วันทนี โกฏิกุล

ปว.
ว432ก
2542

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....36239
วัน, เดือน, ปี.....20 ก.ค. 2543

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ
ปีการศึกษา 2542

ชื่อเรื่อง การออกแบบและประดิษฐ์เครื่องเขย่าฟลาก์สำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์
The design and construction of flask shaker for microbial culture aeration.

ชื่อ – สกุล นางสาว วันทนี โกฏิกุล

สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร **ภาควิชา** ครุศาสตร์เกษตร

คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ จินตนา บุนนาค

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ จิตรตรา กาญจนประยุทธ์

บทคัดย่อ

ในการจัดทำปัญหาพิเศษเรื่องการออกแบบประดิษฐ์เครื่องเขย่าฟลาสก์สำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ วัตถุประสงค์เพื่อประดิษฐ์เครื่องเขย่าฟลาสก์สำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถใช้งานได้จริง มีประสิทธิภาพดี มีต้นทุนในการผลิตต่ำ และเพื่อใช้ประโยชน์ในการศึกษาในภาคปฏิบัติของนักศึกษาสาขาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ในการออกแบบประดิษฐ์เครื่องเขย่าฟลาสก์สำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ ผู้จัดทำได้ศึกษาและค้นคว้าจากตัวอย่างเครื่องเขย่าฟลาสก์ที่ใช้กันในห้องปฏิบัติการในปัจจุบัน นอกจากนั้นก็ได้ทำการศึกษาข้อมูลในเรื่องของการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ และทำการศึกษาในเรื่องของชิ้นส่วนเครื่องกลที่จะนำมาใช้กับการจัดสร้างเครื่องเขย่าฟลาสก์สำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

เครื่องเขย่าฟลาสก์สำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่จัดสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพดีโดยเครื่องเขย่าฟลาสก์สำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์มีวิธีการใช้ที่ง่ายไม่ยุ่งยากและมีคุณสมบัติสามารถเปลี่ยนถาดสำหรับเขย่าฟลาสก์และเขย่าหลอดทดลอง สามารถปรับจำนวนรอบได้ตามต้องการ วิธีการใช้งานของเครื่องเขย่าฟลาสก์สำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ไม่ยุ่งยากเพราะเป็นระบบดิจิตอล ในการเคลื่อนย้ายทำได้ง่ายเพราะออกแบบให้มีล้อสำหรับการเคลื่อนย้าย ต้นทุนการผลิตต่ำเมื่อเทียบกับเครื่องเขย่าที่ใช้ในห้องปฏิบัติการทั่วไปที่เป็นระบบเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำปัญหาพิเศษเรื่อง "การออกแบบประดิษฐ์เครื่องเขย่าฟลาสก์สำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์" ในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี โดยผู้จัดทำปัญหาพิเศษได้รับความอนุเคราะห์ และคำแนะนำจากท่านอาจารย์ ดร. จินตนา บุนนาค อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ และท่านอาจารย์จิตรตรา กาญจนประยุทธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษร่วม ที่ได้ทำให้การดำเนินการในจัดทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้จัดทำปัญหาพิเศษขอขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ผู้จัดทำปัญหาพิเศษขอขอบพระคุณผู้ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ทุกท่าน ทั้ง คุณพ่อ คุณแม่ ที่ได้เป็นกำลังใจมาตลอด ขอบคุณคุณลุง อำพัน โชติกะพานิช ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และเครื่องมือในการจัดสร้างเครื่องเขย่าฟลาสก์สำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ ขอบคุณพี่ๆ อิเล็กทรอนิกส์44 เทคนิคกรุงเทพฯ ทุกๆคนที่ได้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือมาโดยตลอด และขอบคุณพี่อับดุลเลาะ ละอาด ที่ให้แนะนำในเรื่องการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการเขียนแบบงานและให้ความรู้ในเรื่องของอินเวอร์เตอร์

คุณงามความดีที่เกิดขึ้นของปัญหาพิเศษนี้ขอมอบให้แก่ทุกๆท่านที่ได้ให้ คำแนะนำ คำปรึกษาและความช่วยเหลือตลอดจนกำลังใจ ที่ทำให้ปัญหาพิเศษที่เกิดขึ้นลุล่วงไปได้ด้วยดี

นางสาว วันทนี โกฏิกุล

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 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญของจุลินทรีย์	4
	2.2 การให้อากาศ	11
	2.3 ทฤษฎีการออกแบบ	12
3	วิธีการสร้างอุปกรณ์	18
	3.1 อุปกรณ์ที่ใช้	18
	3.2 ขั้นตอนการสร้างอุปกรณ์	24
	3.3 สถานที่จัดสร้างอุปกรณ์	28
	3.4 ระยะเวลาในการสร้างอุปกรณ์	28
4	ผลการสร้างอุปกรณ์	29
	4.1 วิธีการทดสอบประสิทธิภาพ	29
	4.2 ผลการทดสอบ	30
	4.3 การปรับปรุงแก้ไข	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5 สรุปและข้อเสนอแนะ	34
5.1 สรุปผลการจัดสร้างเครื่องเขย่าฟลาสก์สำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์	34
5.2 ปัญหาและอุปสรรค	35
5.3 ข้อเสนอแนะ	36
บรรณานุกรม	37
ภาคผนวก ก. ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์	39
ภาคผนวก ข. วิธีใช้งานเครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์	41
ภาคผนวก ค. แบบงาน	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำจุลินทรีย์มาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ	3
2	แบคทีเรียแต่ละประเภทกับระดับอุณหภูมิที่เจริญ	6
3	ผลการทดสอบเลี้ยงเชื้อ *E.coli* ก่อนทำการเขย่าและหลังทำการเขย่า	31
4	ผลการทดสอบเลี้ยงเชื้อ *E.coli* เปรียบเทียบการเขย่าและไม่เขย่าในหลอดทดลอง	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กราฟแสดงผลของอุณหภูมิที่มีต่อการเจริญของจุลินทรีย์	5
2	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง pH กับจุลินทรีย์	9
3	กลไกสไลด์ แครงค์	13
4	โครงสร้างของอินเวอร์เตอร์	15
5	การใช้มอเตอร์ในการขับเคลื่อนเครื่องจักร	16
6	มอเตอร์ชนิด AC ขนาด ½ แรงม้า	18
7	ชุดเยื้องศูนย์	19
8	ข้อเหวี่ยง	19
9	ลูกเบี้ยว	20
10	อินเวอร์เตอร์	20
11	โครงเหล็ก	21
12	สปริง	22
13	ถาดวางฟลาสก์	23
14	ถาดวางหลอดทดลอง	23
15	การติดตั้งอินเวอร์เตอร์	25
16	อินเวอร์เตอร์ที่นำมาใช้งาน	26
17	เครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่จัดสร้างขึ้น	27
18	การติดตั้งถาดเขย่าเข้ากับตัวเครื่อง	42
19	ถาดวางฟลาสก์ที่มีลูกยางเป็นตัวยึดฟลาสก์	42
20	หน้าจอของอินเวอร์เตอร์	43
21	ปุ่มควบคุมการทำงานของอินเวอร์เตอร์	43
22	แบบงานด้านหน้าของเครื่องเขย่าฟลาสก์	46
23	แบบงานด้านหน้าของเครื่องเขย่าหลอดทดลอง	47
24	แบบงานด้านข้างของเครื่องเขย่าฟลาสก์	48
25	แบบงานด้านข้างของเครื่องเขย่าหลอดทดลอง	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

26 แบบงานด้านบนลักษณะของชุดเยื้องศูนย์ 50

27 แบบงานลักษณะด้านบนของถาดวางฟลาสก์ 51

28 แบบงานลักษณะด้านบนของถาดวางหลอดทดลอง 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

จุลินทรีย์มีบทบาทสำคัญในอุตสาหกรรมอาหารเป็นอย่างยิ่ง จุลินทรีย์ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคือ เป็นสาเหตุทำให้อาหารเกิดการเน่าเสีย แต่ในบางกรณีการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในอาหารก็เกิดประโยชน์ คือจุลินทรีย์ช่วยให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ซึ่งเป็นที่ต้องการของมนุษย์ จุลินทรีย์จึงได้นำมาใช้เพาะเลี้ยง เพื่อทำให้อาหารนั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ต้องการ ซึ่งมีมากมายหลายชนิดด้วยกัน และนับว่ามีความสำคัญมากทางอุตสาหกรรมอาหารในปัจจุบัน อุตสาหกรรมอาหารที่ใช้จุลินทรีย์ในการผลิต ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ไวน์ เนยแข็ง โยเกิร์ต เบียร์ น้ำส้มสายชู ซีอิ้ว เป็นต้น ปัจจุบันได้มีการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์จำนวนมากเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตอาหารเหล่านั้นและยังใช้จุลินทรีย์ในการผลิตสารตั้งต้น (starter) เพื่อผลิตไวน์และผลิตภัณฑ์ซีอิ้ว,เต้าเจี้ยวเป็นต้น ในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ต้องการปัจจัยหลายอย่างในปริมาณที่เหมาะสมเช่น อาหาร pH อากาศหรือออกซิเจน สำหรับอากาศหรือออกซิเจนนั้นจำเป็นสำหรับจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศในการเจริญเติบโต ดังนั้นการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ประเภทนี้จึงจำเป็นต้องมีการเติมอากาศโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเลี้ยงในอาหารเหลว ซึ่งในทางปฏิบัติ การให้อากาศจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือที่สามารถเขย่าเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวที่สัมผัสอากาศ ทำให้มีอากาศเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ถ้าไม่มีอากาศหรือออกซิเจน จุลินทรีย์ก็ไม่สามารถที่จะเจริญเติบโตได้

การที่ประดิษฐ์เครื่องเขย่าฟลาสก์สำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ในครั้งนี้ นอกจากมีความสำคัญดังกล่าวแล้วนั้น พบว่าสาขาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ยังมีความขาดแคลนในด้านของเครื่องมือและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนและทำวิจัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องเขย่าเพื่อเพิ่มปริมาณอากาศในการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์นั้นเป็นเครื่องมือที่มีราคาแพงและนิยมสั่งซื้อจากต่างประเทศ ดังนั้นในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ การออกแบบและประดิษฐ์เครื่องเขย่าฟลาส์กที่มีราคาถูกและเหมาะสมที่สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอน และทำการวิจัยของสาขาอุตสาหกรรมเกษตร จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยิ่ง ในวิชากระบวนการแปรรูปอาหาร เทคโนโลยีชีวภาพ เคมีอาหาร อุตสาหกรรมเกษตรเบื้องต้น เป็นต้น จึงได้ออกแบบและประดิษฐ์เครื่องเขย่าฟลาสก์สำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ ที่ตั้งเป้าหมายไว้ให้เป็นเครื่องที่มีประสิทธิภาพในการเขย่า โดยสามารถปรับความเร็วได้หลายระดับ และมีราคาถูกกว่าท้องตลาด

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบและจัดสร้างเครื่องเขย่าฟลาสก์สำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์
2. เพื่อจัดสร้างเครื่องเขย่าฟลาสก์สำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่มีราคาต้นทุนในการจัดสร้างต่ำ
3. เพื่อใช้ประโยชน์ในการศึกษาในภาคปฏิบัติของนักศึกษาสาขาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

1.3 ขอบเขตของปัญหา

มุ่งศึกษาออกแบบและประดิษฐ์เครื่องเขย่าฟลาสก์สำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ เพื่อนำไปใช้ในการเพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศ โดยสามารถปรับความเร็วรอบในการเขย่าได้ 3 ระดับ คือ 80 120 140 รอบต่อนาที และสามารถทำการเขย่าได้ครั้งละ 25 ฟลาสก์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้เครื่องเขย่าฟลาสก์สำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์
2. ได้เครื่องเขย่าฟลาสก์สำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่มีราคาต้นทุนในการผลิตต่ำและใช้วัสดุภายในประเทศ
3. นักศึกษาได้ใช้ประโยชน์จากเครื่องเขย่าฟลาสก์ในการศึกษาภาคปฏิบัติและทำงานวิจัยต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบันจุลินทรีย์ได้ถูกนำไปใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมอย่างมาก เนื่องจากผลผลิตทางการเกษตรต่างๆที่มนุษย์ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้นั้น สามารถนำมาใช้ในการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์เพื่อใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ได้จากจุลินทรีย์ ส่วนจุลินทรีย์ที่สำคัญที่นำมาใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรม ได้แก่ แบคทีเรีย ราและยีสต์ (บัญญัติ สุขศรีงาม, 2532 : 303)

จุลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ให้ทั้งประโยชน์และโทษ แต่ที่จะกล่าวถึงจะเน้นกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดประโยชน์ ที่สามารถพบได้ในกระบวนการผลิตอาหาร การผลิตเครื่องดื่ม การผลิตสารเคมีชีวภาพ อาทิเช่น กรดอินทรีย์ ยาปฏิชีวนะ วิตามิน และฮอร์โมน ทั้งนี้รวมถึงการกำจัดและการใช้ประโยชน์จากกากของเสียในอุตสาหกรรมเกษตรเป็นต้น (ประวิช วงศ์คงคาเทพ และ สาโรจน์ ศิริศันสนียกุล, 2538 : 18)

ตารางที่1 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำจุลินทรีย์มาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ

ประเภทการนำไปใช้	ผลิตภัณฑ์
ทางเคมี	เอทานอล แอซีโตน บิวทานอล
	กรดอินทรีย์ เช่น กรดซิตริก และกรดแอซีติก
	เอนไซม์ และ พอลิเมอร์
ทางเภสัชกรรม	ยาปฏิชีวนะ และเอนไซม์
	แอนติบอดี (Monoclonal antibodies)
	สารยับยั้งเอนไซม์ (Enzyme inhibitors)
	สเตอรอนด์ และวัคซีน
ทางพลังงาน	แก๊สโซฮอล (Gasohol)
	แก๊สชีวภาพ (Biogas) เช่น มีเทน
ทางอาหาร	ผลิตภัณฑ์นม เช่น เนยแข็ง โยเกิร์ต และอื่นๆ
	ยีสต์ขนมปัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ประโยชน์การนำไปใช้	ผลิตภัณฑ์
ทางอาหาร	เครื่องดื่มแอลกอฮอล เช่น เบียร์ และไวน์
ทางเกษตรกรรม	อาหารสัตว์ (SCP)
	การกำจัดของเสียและของเหลือทิ้ง
	วัคซีน
	จุลินทรีย์ฆ่าแมลง (Microbial insectisides)
	Mycorrhizal inoculants

ที่มา : ประวิช วงศ์คงคาเทพ และ สาโรจน์ ศิริศันสนียกุล, 2538 : 5

2.1 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญของจุลินทรีย์

การเจริญ (Growth) ในทางจุลชีววิทยาหมายถึงการทวีจำนวนของจุลินทรีย์ ซึ่งถือว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงในด้านปริมาณมากกว่าการเพิ่มขนาดเซลล์ (บัญญัติ สุขศรีงาม, 2534:132)

การศึกษาปัจจัยต่างๆที่มีอิทธิพลต่อการเจริญของจุลินทรีย์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับผู้ประกอบการผลิตอาหาร จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับอาหารทุกชนิดเมื่ออยู่ในสภาวะที่เหมาะสมสามารถเจริญได้ดีที่สุด (คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, 2539 : 84)

ปัจจัยต่างๆที่มีอิทธิพลต่อการเจริญของจุลินทรีย์มีหลายประการ ได้แก่ อุณหภูมิ (temperature) รังสี (radiation)ความชื้น (moisture) แรงดัน (pressure) สารอาหาร (nutrient) คลื่นเสียง (sonic vibration) pH (หรือ hydrogen ion concentration) และ oxidation – reduction potential (บัญญัติ สุขศรีงาม, 2534 :173)

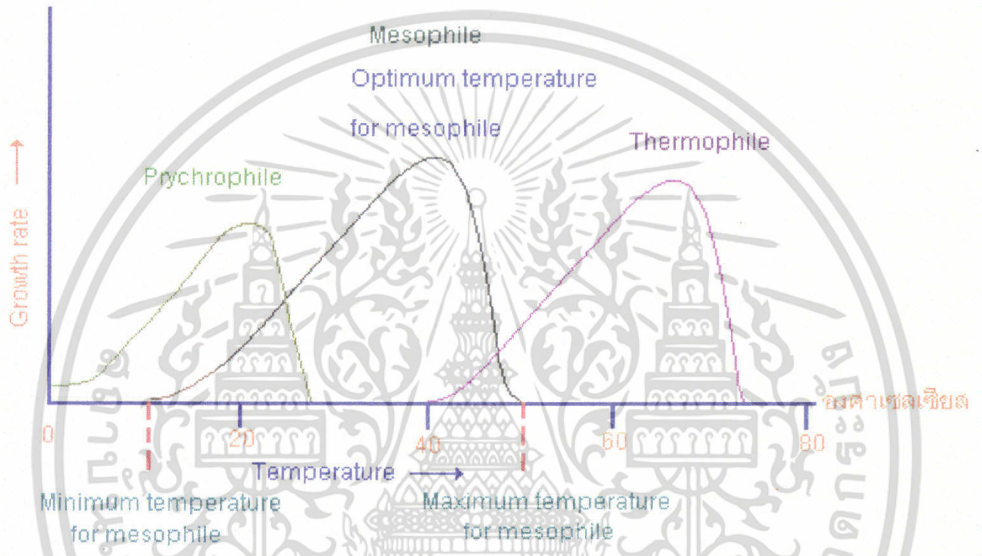
1. อุณหภูมิ

อุณหภูมิเป็นสภาพแวดล้อมที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการเจริญและการปรับตัวเพื่อการอยู่รอดของจุลินทรีย์ โดยทั่วไปแล้วช่วงของอุณหภูมิที่จุลินทรีย์เจริญได้สามารถจำแนกออกได้ดังนี้

- minimum temperature เป็นอุณหภูมิต่ำสุดที่จุลินทรีย์เจริญได้ ที่อุณหภูมินี้จะมีการแบ่งเซลล์ได้น้อยมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- optimum temperature เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของจุลินทรีย์ ที่อุณหภูมินี้จุลินทรีย์จะมีการแบ่งเซลล์โดยใช้เวลาสั้นที่สุดหรือทวีจำนวนได้รวดเร็วที่สุด
- maximum temperature เป็นอุณหภูมิสูงสุดที่จุลินทรีย์สามารถเจริญได้



ภาพที่ 1 กราฟแสดงผลของอุณหภูมิที่มีต่อการเจริญของจุลินทรีย์

ที่มา : นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และ ปรีชา สุวรรณพินิจ, 2541 : 86

จุลินทรีย์แต่ละชนิดต้องการช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถจำแนกชนิดจุลินทรีย์ตามความต้องการอุณหภูมิได้ดังนี้

- Psychrophile หมายถึงแบคทีเรียที่ชอบความเย็น เจริญได้ดีที่อุณหภูมิต่ำคือ – 5 องศาเซลเซียส และเจริญได้อย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิประมาณ 12–15 องศา - เซลเซียส
- Mesophile หมายถึงแบคทีเรียที่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส
- Thermophile หมายถึงแบคทีเรียที่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิสูงกว่า 45 องศาเซลเซียส
- Psychrotroph หมายถึงกลุ่มแบคทีเรียที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า – 5 องศา - เซลเซียส และเจริญได้ดีที่อุณหภูมิปานกลางคือ 20 – 30 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบคทีเรียแต่ละประเภทมีช่วงอุณหภูมิที่สามารถเจริญได้แตกต่างกัน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แบคทีเรียแต่ละประเภทกับระดับอุณหภูมิที่เจริญ

ประเภทแบคทีเรีย	อุณหภูมิต่ำสุด (^{0}ซ)	อุณหภูมิที่เหมาะสม (^{0}ซ)	อุณหภูมิสูงสุด (^{0}ซ)
Psychrophile	-5 ถึง 5	12 – 15	15 – 20
Psychrotroph	ต่ำกว่า –5	20 – 30	30 – 35
Mesophile	5 ถึง 15	30 – 45	35 – 47
Thermophile	40 – 45	55 - 75	60 – 90

ที่มา : คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, 2539 : 86

2. สารอาหาร

สารอาหารเป็นสภาพแวดล้อมที่มีความสำคัญยิ่งต่อการเจริญของจุลินทรีย์ จุลินทรีย์แต่ละชนิดต้องการสารอาหารแตกต่างกันไป ในอาหารเลี้ยงเชื้อโดยทั่วไปจะต้องประกอบด้วยสารอาหารต่างๆ เช่น สารที่เป็นตัวให้และรับไฮโดรเจน สารอาหารที่เป็นแหล่งคาร์บอน สารอาหารที่เป็นไนโตรเจน แร่ธาตุที่ต้องการมากได้แก่ กำมะถันและฟอสฟอรัส trace element growth factor ที่ต้องการมากได้แก่ กรดอะมิโน purine และ pyrimidine และวิตามินชนิดต่างๆ (บัญญัติ สุขศรีงาม, 2534 :176)

เราจะเห็นได้ว่าอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์มีหลายชนิด ในการที่จะเลือกใช้อาหารชนิดใดนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และความเหมาะสม ซึ่งโดยทั่วไปแล้วคุณสมบัติที่สำคัญของอาหารเลี้ยงเชื้อทุกชนิดควรจะมีธาตุอาหารที่เหมาะสมกับการเจริญของจุลินทรีย์และมีความเข้มข้นเหมาะสม มีความเป็นกรดด่างที่เหมาะสมกับจุลินทรีย์แต่ละชนิด ไม่มีสารพิษ ไม่มีสิ่งมีชีวิตใดๆปนเปื้อนอยู่ในอาหารนั้น

ชนิดของอาหารเลี้ยงเชื้อ สามารถแบ่งอาหารเลี้ยงเชื้อได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

1.) อาหารเลี้ยงเชื้อแบ่งตามส่วนผสม หรือองค์ประกอบของอาหาร ได้แก่

- อาหารเลี้ยงเชื้อที่ไม่ทราบส่วนประกอบทางเคมีแน่นอน (Artificial media หรือ Non – synthetic media) อาหารเลี้ยงเชื้อชนิดนี้ประกอบด้วยเนื้อเยื่อพืชและสัตว์ ซึ่งมีสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินทรีย์ประกอบอยู่มากมาย เช่น ประกอบด้วยเพปโทน (peptone) สารสกัดจากเนื้อ (meat extract) สารสกัดจากยีสต์ (yeast extract) เป็นต้น อาหารเลี้ยงเชื้อนี้ช่วยในการเจริญเติบโตของแบคทีเรียหลายชนิด ตัวอย่างอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดที่ใช้กันมากในห้องปฏิบัติการ คือ อาหารเหลวเอ็นบี (N.B. หรือ Nutrient broth) อาหารแข็งเอ็นเอ (N.A. หรือ Nutrient agar)

- อาหารสังเคราะห์ (Synthetic media หรือ Chemically defined madie) อาหารสังเคราะห์เป็นอาหารที่ทราบองค์ประกอบทางเคมีอย่างแน่นอน

2.) อาหารเลี้ยงเชื้อแบ่งตามประโยชน์ที่ใช้ ได้แก่

- เอ็นริชมีเดีย (Enriched media) เป็นอาหารที่ใช้เฉพาะแบคทีเรียบางชนิดที่เลี้ยงยาก เพราะเลี้ยงในอาหารธรรมดาได้ยากหรือไม่เจริญในอาหารธรรมดาเลยอาหารชนิดนี้ต้องเติมสารบางอย่าง เช่น เลือด ซีรัม หรือสารที่สกัดจากเนื่อเยื่อหรือสัตว์เพื่อเร่งการเจริญ
- อาหารคัดเลือก (Selective media) เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้แยกจุลินทรีย์ที่ต้องการออกจากจุลินทรีย์อื่นที่ปะปนอยู่ โดยการเติมสารเคมีบางอย่างเพื่อยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการ โดยไม่มีผลต่อจุลินทรีย์อีกกลุ่มหนึ่ง
- อาหารเลี้ยงเชื้อที่บอกความแตกต่าง (Differential media) เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้แยกชนิดของแบคทีเรียที่เจริญปะปนอยู่ในอาหารนั้นโดยอาศัยความแตกต่างของโคโลนี
- อาหารที่ใช้วิเคราะห์ (Assay media) เป็นอาหารที่มีองค์ประกอบพิเศษเพื่อใช้วิเคราะห์หาปริมาณวิตามิน กรดอะมิโน และสารปฏิชีวนะ นอกจากนี้ยังใช้ตรวจสอบประสิทธิภาพของสารเคมีที่ใช้ยับยั้งหรือทำลายจุลินทรีย์อีกด้วย
- อาหารที่ใช้ในการตรวจนับจุลินทรีย์ (media for enumeration of microorganism) เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ตรวจนับจุลินทรีย์บางชนิด เช่น จุลินทรีย์ในน้ำนม องค์ประกอบของอาหารจะต้องเหมาะกับจุลินทรีย์เหล่านั้น
- อาหารที่ใช้ศึกษาสมบัติของจุลินทรีย์ (media for characterization of microorganism) เป็นอาหารที่ใช้ตรวจสอบสมบัติในการเจริญของจุลินทรีย์ในอาหาร รวมทั้งสมบัติที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมี
- อาหารใช้เก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์ (maintenance media) เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้เก็บรักษาเชื้อที่มีชีวิตให้นานที่สุด โดยเชื้อยังมีคุณสมบัติเหมือนเดิม

อาหารที่ใช้เลี้ยงจุลินทรีย์นั้นอาจจำแนกตามลักษณะทางกายภาพได้ 3 ชนิด คือ อาหารแข็ง (solid–media) ที่เติมวุ้น 1.5 – 2.0 เปอร์เซนต์ อาหารเหลว (liquid media) ไม่เติมวุ้น เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอ็นบี สกิมมิลล์ (skimmed milk) และอาหารกึ่งแข็งกึ่งเหลว (semisolid media) เติมวุ้นในปริมาณน้อยคือ 0.5 เปอร์เซนต์ (นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และ ปรีชา สุวรรณพินิจ, 2541 : 81 – 84)

3. ค่าพีเอช (pH)

การเจริญของจุลินทรีย์ต่างๆ ถูกควบคุมด้วยกระบวนการเมตาบอลิซึม ซึ่งมีเอนไซม์เป็นตัวการสำคัญ และการทำงานของเอนไซม์ถูกควบคุมด้วย pH สำหรับ pHที่เหมาะสมในการเจริญของจุลินทรีย์แต่ละชนิดแตกต่างกันไป จุลินทรีย์ส่วนมากเจริญได้ที่ pH 6 – 8 แต่บางชนิดเจริญได้ที่ใน pHต่ำ เช่น *Thiobacillus thiooxidans* เจริญได้ดีที่ pH 2 แต่บางชนิดก็เจริญได้ดีใน pHค่อนข้างสูง เช่น *Alcaligenes faecalis* เจริญได้ที่ pH 8.5 เป็นต้น (บัญญัติ สุขศรีงาม, 2534 :182)

วราวุฒิ ครูส่ง (2538 : 55) อธิบายว่า สำหรับค่า pH ที่ใช้ในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์แบ่งได้ดังนี้

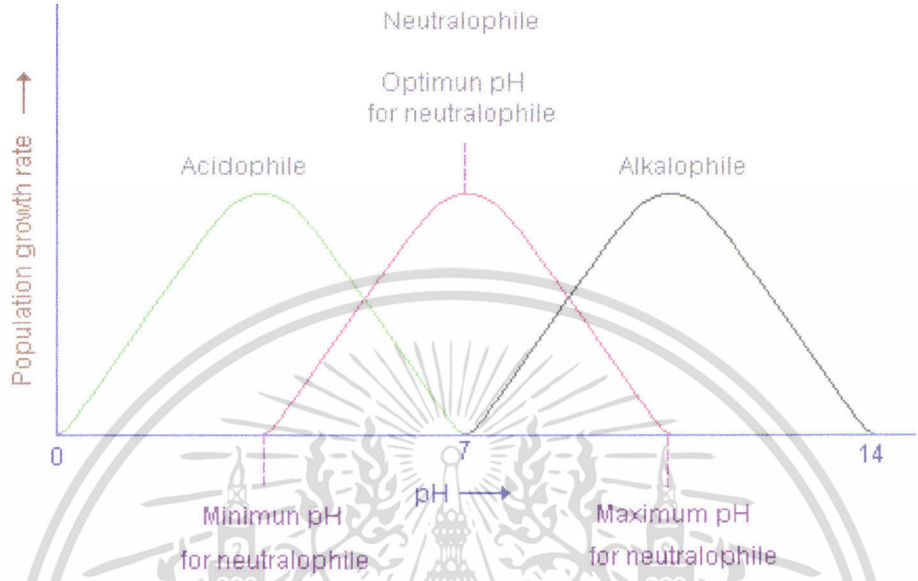
- Minimum pH คือค่า pHที่ต่ำสุดที่จุลินทรีย์สามารถเจริญได้
- Optimum pH คือค่า pHที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต
- Maximum pH คือค่า pHที่สูงสุดที่จุลินทรีย์ยังสามารถเติบโตได้

ยีสต์และราเจริญได้ดีในสภาวะที่เป็นกรด ส่วนแบคทีเรียเจริญได้ดีในสภาวะที่เป็นเบส ดังนั้นในการเตรียมอาหารเลี้ยงราและยีสต์จึงต้องปรับpHของอาหารให้เป็นกรด เพื่อให้ยีสต์และราเจริญได้ดี รวมทั้งช่วยยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียบางชนิดได้ (บัญญัติ สุขศรีงาม, 2534 : 183 - 184)

เนื่องจาก pH มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ และจุลินทรีย์แต่ละชนิดจะเจริญได้ดีในที่ pH แตกต่างกันไปจึงจัดแบ่งจุลินทรีย์ได้เป็น 2 พวกคือ

- Alkaliphilic microorganism เป็นจุลินทรีย์ที่เจริญได้ดีในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เป็นเบส ซึ่งปกติมี pHประมาณ 9 เช่น Vibrio cholerae
- Acidophilic microganism เป็นจุลินทรีย์ที่เจริญได้ดีในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เป็นกรด ซึ่งปกติมี pHประมาณ 5 เช่น ยีสต์ รา และแบคทีเรียบางชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง pH กับจุลินทรีย์
ที่มา : นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และ ปรีชา สุวรรณพินิจ, 2541 : 92

เมื่อทำการเลี้ยงจุลินทรีย์ในอาหารไปนานๆ จะทำให้ค่าความเป็นกรด – เบสของอาหารเปลี่ยนไป เนื่องมาจากจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตมากจะปล่อยสารบางอย่างออกมา อาจเป็นกรดหรือด่าง จึงทำให้ pH เปลี่ยนไปมาก และไปขัดขวางการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ด้วยดังนั้นในการเตรียมอาหารจึงต้องใส่สารบางอย่างทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ (buffer) ซึ่งเป็นสารต้านทานการเกิด pH (นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และ ปรีชา สุวรรณพินิจ, 2541 : 91 – 92)

4. อากาศ

อากาศเป็นของผสมจะมีก๊าซไนโตรเจน 78 เปอร์เซนต์ ออกซิเจน 20 เปอร์เซนต์ และคาร์บอนไดออกไซด์ 0.03 เปอร์เซนต์ ก๊าซทั้งสามชนิดนี้มีความสำคัญต่อการเจริญของจุลินทรีย์อย่างยิ่ง คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร (2539 : 88) อธิบายว่าในปัจจุบันได้จำแนกแบคทีเรียและจุลินทรีย์อื่นๆ ตามความต้องการออกซิเจนได้ดังนี้

- Aerobic Bacteria คือแบคทีเรียที่ต้องการออกซิเจนในการเจริญ เช่น *Escherichia coli* และ *Pseudomonas* sp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Anaerobic Bacteria คือแบคทีเรียที่เจริญได้ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจนสำหรับการเจริญ ตัวอย่างเช่น *Clostridium* sp.
- Facultive Bacteria คือแบคทีเรียที่เจริญได้ในสภาพที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน เช่น *Staphylococcus* sp.

ในการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ที่เป็นพวกต้องการออกซิเจนและพวกไม่ต้องการออกซิเจนก็ได้นั้น อาจเลี้ยงในสภาพปกติของห้องได้ แต่พวกต้องการออกซิเจนควรจะเลี้ยงในอาหารที่มีการเขย่าหรือเลี้ยงในภาชนะตื้น ๆ ที่มีพื้นผิวมากให้สัมผัสกับอากาศ หรืออาจอัดอากาศลงไปในอาหาร (นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และ ปรีชา สุวรรณพินิจ, 2541 : 89)

ในแอโรบิคเมตาบอลิซึ่มออกซิเจนจะทำหน้าที่เป็นตัวรับไฮโดรเจนหรืออีเล็คตรอนในขั้นสุดท้าย กระบวนการนี้มีเอนไซม์ออกซิเดส (oxidase enzyme) เป็นสื่อกลาง ออกซิเจนนอกจากมีบทบาทสำคัญเป็นตัวรับอีเล็คตรอนดังกล่าวแล้วยังถูกกระทำโดยเอนไซม์ ออกซิจิเนส (oxygenase enzyme) ให้เข้าไปรวมตัวอยู่โมเลกุลของคาร์บอนซับสเตรทโดยกระบวนการคาตาบอลิซึ่ม (catabolism) ได้อีกด้วย

จุลินทรีย์มีความต้องการออกซิเจนในการเมตาบอลิซึ่มพลังงาน ตัวอย่างเช่น *Escherichia coli* อาจเขียนสมการเคมีได้ว่า

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O$$

ปริมาณของแหล่งธาตุคาร์บอนที่ถูกออกซิไดซ์จะถูกทำให้เท่ากันกับความต้องการพลังงานที่ได้

เมื่อไฮโดรคาร์บอนถูกใช้เป็นซับสเตรตออกซิเจนที่ต้องการไม่เพียงแต่ถูกใช้เพื่อทำให้เกิดพลังงานเท่านั้นแต่ยังถูกใช้เพื่อยกระดับการออกซิเดชั่นของซับสเตรตให้สูงขึ้นจนถึงระดับที่เหมาะสมต่อการออกซิเดชั่นของมวลอีกด้วย

ออกซิเจนสามารถละลายในสื่อกลางที่เป็นน้ำได้เพียงไม่กี่มิลลิกรัม/ลิตรด้วยอากาศที่ความดันหนึ่งบรรยากาศ จึงนับว่าน้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาตรของออกซิเจนที่ต้องการในเซื้อจุลินทรีย์ ในเซื้อจุลินทรีย์ที่หนาแน่นมากอาจต้องการออกซิเจนสูงถึง 50 กรัมต่อลิตร ดังนั้นในการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ในอาหารเหลวจึงต้องเลี้ยงบนเครื่องเขย่าเพื่อเป็นการเติมอากาศให้กับจุลินทรีย์ (สุพจน์ ใช้เทียมวงศ์, 2540 : 140 – 142)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การให้อากาศ

การศึกษาถึงความต้องการและการใช้ออกซิเจนของเชื้อจุลินทรีย์ได้เริ่มต้นขึ้นจากการค้นพบของ Pasteur ว่ายีสต์สามารถรับออกซิเจนและใช้ออกซิเจนเพื่อการออกซิไดซ์คาร์บอนและแหล่งพลังงานได้ แต่ยังไม่มีความก้าวหน้าอย่างสำคัญในการทำให้เข้าใจถึงปริมาณความต้องการออกซิเจนจนกระทั่งประมาณปีค.ศ. 1920 กลวิธีวัดการหายใจแบบมาโนเมตริก (manometric) ได้ถูกปรับปรุงขึ้นเพื่อศึกษาถึงอัตราการหายใจและปริมาณสัมพันธ์ (stoichiometric) ของซับสเตรต - ออกซิเดชั่น อย่างไรก็ตามกลวิธีการนี้ก็เหมาะสมเฉพาะกับ เซลล์ที่ไม่เจริญเติบโตหรืออยู่ในระยะพักตัวเท่านั้น เมื่อประมาณปี ค.ศ.1930 กลวิธีการทางโพลาโรกราฟิก (polarographic) ด้วยออกซิเจนอิเล็กโทรดได้ถูกนำมาใช้เพื่อศึกษาเกี่ยวกับการหายใจ (สุพจน์ ใช้เทียมวงศ์, 2540 : 140)

วิธีการอย่างง่ายที่สุดสำหรับการให้อากาศ (aeration) แก่เชื้อจุลินทรีย์คือการเพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์บนพื้นผิวของสื่อกลางอาหารเหลวที่อยู่นิ่งหรือบนสื่อกลางอาหารแข็ง วิธีการนี้ยังใช้อยู่โดยทั่วไปในห้องปฏิบัติการ เพนนิซิลลินเริ่มแรกก็ถูกผลิตโดยเชื้อรา *Penicillium* ที่เพาะไว้บนผิวของสื่อกลางอาหาร แต่เนื่องจากความต้องการเพนนิซิลลินมากขึ้นจึงกระตุ้นให้มีการศึกษาเกี่ยวกับการหมักโดยทำให้เชื้อจุลินทรีย์จมอยู่ในสื่อกลางอาหารเหลว (submerged culture) แล้วให้อากาศแก่จุลินทรีย์ที่จมอยู่ในของเหลว

Kluyver และ Perquin (อ้างโดย สุพจน์ ใช้เทียมวงศ์, 2540 : 170) ได้ปรับปรุงวิธีการเขย่า ฟลาสก์เพื่อเพาะเลี้ยงเชื้อราที่จมอยู่ในของเหลวแต่ชอบเจริญเติบโตบนพื้นผิวของซับสเตรต การปรับปรุงกลวิธีการเขย่าฟลาสก์มีความสำคัญอย่างมากเนื่องจากช่วยให้จุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศเจริญเติบโตได้ด้วยความหนาแน่นสูงภายใต้สภาวะที่เป็นอันหนึ่งอันเดียวกันและยังง่ายต่อการศึกษาทางสรีรวิทยาของจุลินทรีย์อีกด้วย (สุพจน์ ใช้เทียมวงศ์, 2540 : 157)

ฟลาสก์เขย่าโดยทั่วไปเป็นภาชนะอย่างง่ายสำหรับการปั่นกวนเชื้อจุลินทรีย์ในของเหลวแบบเก็บกัก กลวิธีนี้ได้ถูกปรับปรุงขึ้นเป็นครั้งแรกโดย Kluyver และ Perquin (1933) ตั้งแต่นั้นมาจึงได้นำมาใช้กับเชื้อจุลินทรีย์ประเภทของโปรตีสต์และเซลล์เนื้อเยื่อของพืชและสัตว์ชั้นสูง

เครื่องเขย่าแบบหมุนวน (rotary shaker) โดยทั่วไปมักนิยมใช้มากกว่าแบบย้อนกลับไปมา (reciprocating shaker) เนื่องจากการเขย่าแบบหมุนวนไม่ทำให้เชื้อจุลินทรีย์กระเด็นหรือถูกโยนออกมาและไม่ทำให้เชื้อจุลินทรีย์เกาะติดอยู่กับผนังที่อยู่เหนือระดับของเหลวจึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหมาะที่จะใช้เพาะเลี้ยงเชื้อราที่เป็นเส้นสายและจุลินทรีย์ต่างๆการทาผนังภายในของฟลาสก์ด้วยซิลิโคนอาจช่วยป้องกันการเกาะติดของชีวมวลตามผนังได้เป็นอย่างดี

ทั้งเครื่องเขย่าแบบย้อนกลับไปมาและแบบหมุนวนปกติมักมีระยะทางในการโยกโยนอยู่ในช่วงระหว่าง 25 ถึง 50 มิลลิเมตร ซึ่งก็คือระยะห่างที่สุดซึ่งฟลาสก์จะเคลื่อนที่ออกจากจุดหนึ่ง แล้วเคลื่อนที่กลับคืนมา การเขย่าแบบกลับไปมาปกติจะใช้ความเร็ว 100 รอบต่อนาที แต่ในการ เขย่าแบบหมุนวนปกติมักใช้ความเร็วอยู่ในช่วง 150 ถึง 300 รอบต่อนาที (สุพจน์ ใช้เทียมวงศ์, 2540 : 169 – 170)

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการละลายของออกซิเจนในฟลาสก์เขย่า

- ผลจากรูปร่างของฟลาสก์

การเขย่าแบบหมุนวนไม่มีความแตกต่างระหว่างอัตราการละลายของออกซิเจนในฟลาสก์ก้นกลมกับฟลาสก์รูปกรวยที่มีขนาดบรรจุของเหลวและปริมาตรเท่ากันแต่การเขย่าแบบย้อนกลับไปมาอัตราการละลายของออกซิเจนในฟลาสก์รูปกรวยจะมากกว่าในฟลาสก์ก้นกลมหลายเท่า

- ผลจากความเร็วในการเขย่าและระยะทางในการโยกโยน

Chain & Gualandi (อ้างโดย สุพจน์ ใช้เทียมวงศ์, 2540 : 170) กล่าวว่าอัตราการละลายของออกซิเจนในฟลาสก์เขย่าจะเพิ่มขึ้นมากกว่าการเพิ่มเป็นเส้นตรงตามการเพิ่มขึ้นของความเร็วในการเขย่าหรือระยะทางในการโยกโยนอย่างใดอย่างหนึ่ง

Chain & Gualandi (อ้างโดย สุพจน์ ใช้เทียมวงศ์, 2540 : 171) พบว่าถ้าใส่ของเหลวลงในฟลาสก์เป็นจำนวน 1/10 ของปริมาตรบรรจุแล้วเพิ่มความเร็วในการเขย่าแบบหมุนวนจาก 150 ถึง 300 รอบต่อนาที ด้วยระยะทางในการโยกโยนเท่ากับ 50 มิลลิเมตรจะเพิ่มอัตราการละลายออกซิเจนขึ้นถึง 2.5 เท่า การลดระยะทางในการโยกจาก 50 เป็น 32 มิลลิเมตรจะลดอัตราการละลายของออกซิเจนด้วยปัจจัย 0.5

2.3 ทฤษฎีการออกแบบ

การเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นวงกลม (Circular Motion)

การเคลื่อนที่เป็นวงกลม ด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอ ความเร็วเปลี่ยนแปลงทิศทางอยู่ตลอดเวลา การเคลื่อนที่เป็นวงกลมด้วยอัตราเร็วคงที่จึงมีการเปลี่ยนความเร็ว และเป็นการเคลื่อนที่มีความเร่ง

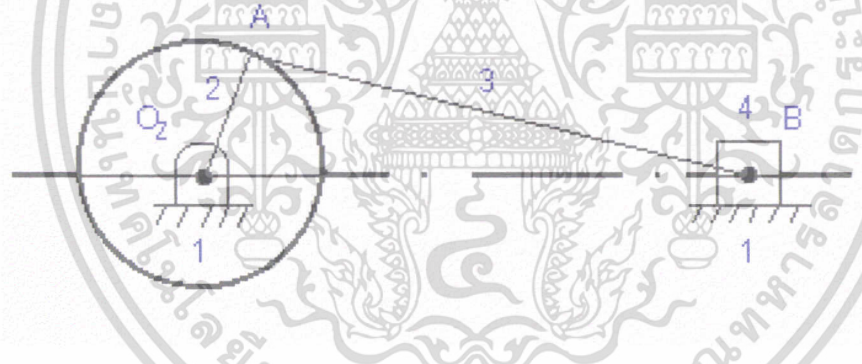
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่เป็นวงกลมด้วยอัตราเร่งคงที่นั้นจะมีแรงๆหนึ่ง กระทำต่อวัตถุนั้นซึ่งเป็นแรงที่กระทำตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ

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

เมื่อมวลเคลื่อนที่เป็นวงกลมรอบจุดศูนย์กลางรัศมีด้วยความเร็วคงที่ดังนั้นจะไม่มีความเร่งในแนวการเคลื่อนที่เรียกว่า "ความเร่งเข้าสู่ศูนย์กลาง" เกิดแรงกระทำพุ่งเข้าสู่ศูนย์กลาง ขณะเดียวกันจะมีแรงกระทำต่อวัตถุดึงออกไปในทิศทางตรงข้าม เรียกว่า "แรงหนีศูนย์กลาง"

กลไกสไลด์ แครงค์



ภาพที่ 3 กลไกสไลด์ แครงค์

ที่มา : วุฒิชัย กปิลกาญจน์ (อ้างโดย วิชาญ วิศยทักษิณ และคณะ, 2538 : 11)

กลไกแบบนี้ได้มีการใช้งานอย่างกว้างขวาง เช่น ลูกสูบในเครื่องยนต์รถแก๊สดีเซล เป็นต้น เมื่อมีการอัดจากแก๊สบนหัวลูกสูบ การเคลื่อนที่ของลูกสูบจะถ่ายเทผ่านก้านสูบสู่ข้อเหวี่ยงจะมีตำแหน่งของศูนย์ตายสองตำแหน่งในหนึ่งวงรอบคือ ตำแหน่งสิ้นสุดการเคลื่อนที่ของสไลด์ล้อช่วยแรงที่ยึดติดอยู่กับเพลาข้อเหวี่ยงจะเป็นตัวพาให้ข้อเหวี่ยงหมุนผ่านตำแหน่งนี้ไปได้ เครื่องอัดอากาศทั่วๆไปก็ใช้กลไกแบบนี้เหมือนกัน

กลไกเยื้องศูนย์ข้อเหวี่ยงจะประกอบด้วยจานกลมมีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ จุด B ซึ่งจุดหมุนของจานกลมอยู่ที่จุด O_2 จานกลมนี้หมุนอยู่ในวงแหวนที่ปลายก้านสูบ การเคลื่อนที่ของกลไกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นี้เหมือนกับระบบเครื่องต่อสไลด์ แครงค์ วุฒิชัย กปิลกาญจน์ (อ้างโดย วิชาญ วิศยทักษิณ และคณะ, 2538 : 11)

อินเวอร์เตอร์

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

เนื่องจากอินเวอร์เตอร์เป็นอุปกรณ์เป็นอุปกรณ์แหล่งจ่ายไฟอิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่ง จึงมีคุณสมบัติและการใช้งานแตกต่างจากแหล่งจ่ายไฟทั่วไป นอกจากนั้นคุณสมบัติของมอเตอร์จะต่างจากการต่อกับแหล่งจ่ายไฟโดยตรง

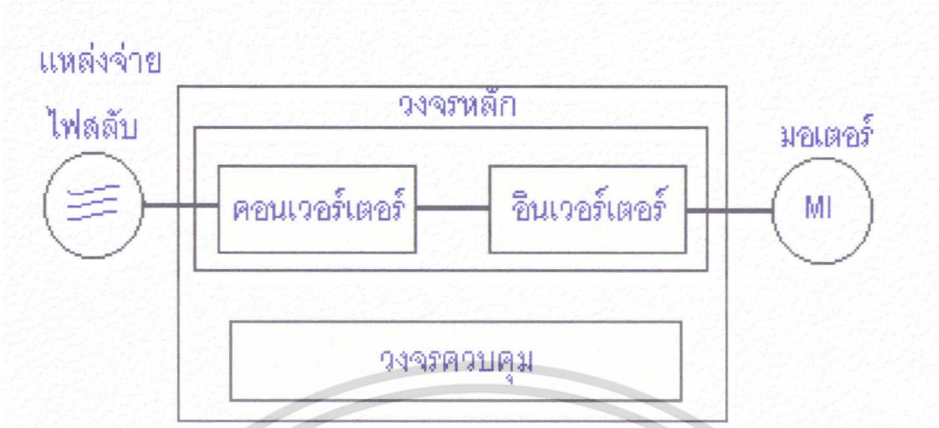
อินเวอร์เตอร์ เป็นอุปกรณ์แปลงไฟชนิดหนึ่งที่แปลงไฟสลับที่มีความถี่และแรงดันคงที่ไปเป็นไฟสลับที่มีความถี่และแรงดันขนาดต่าง ๆ แหล่งจ่ายไฟที่ป้อนเป็นอินพุตของอินเวอร์เตอร์จะเป็นแหล่งจ่ายไฟสลับทั่วไปที่มีรูปคลื่นซายน์ แต่เอาท์พุตของอินเวอร์เตอร์จะมีรูปคลื่นแตกต่างจากรูปซายน์ (กฤษดา วิศวธีรานนท์, 2539 : 1)

อินเวอร์เตอร์เป็นอุปกรณ์เปลี่ยนแรงดันอินพุต dc เป็นแรงดันเอาต์พุต ac ที่มีขนาดและความถี่ตามต้องการ นั่นคือ แรงดันเอาต์พุตอาจคงที่หรือแปรค่าได้ที่ความถี่คงที่ หรือความถี่แปรค่าได้

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

ในโรงงานอุตสาหกรรมนิยมใช้อินเวอร์เตอร์ในการขับมอเตอร์ ซึ่งเป็นต้นพลังของการขับเคลื่อนของเครื่องจักรต่าง ๆ เช่น สายพานลำเลียง โซ่ลำเลียง เครื่องอัดเม็ด เป็นต้น อินเวอร์เตอร์จะถูกใช้ในการขับปั๊มน้ำและพัดลมเป่าอากาศ ซึ่งมีใช้กันมากทำให้เกิดการประหยัดพลังงานอย่างมาก (กฤษดา วิศวธีรานนท์, 2539 : 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 โครงสร้างของอินเวอร์เตอร์

ที่มา : กฤษดา วิศวธีรานนท์, 2539 : 21

จากภาพที่ 4 แสดงโครงสร้างของอินเวอร์เตอร์ อินพุตของอินเวอร์เตอร์เป็นไฟสลับจากแหล่งจ่ายไฟ (50 H_z หรือ 60 H_z) ไฟสลับนี้จะถูกแปลงเป็นไฟตรง โดยวงจรคอนเวอร์เตอร์ จากนั้นไฟตรงจะถูกแปลงเป็นไฟสลับที่สามารถแปรขนาดแรงดันและความถี่ได้โดยวงจรอินเวอร์เตอร์ วง - จรทั้งสองส่วนนี้เป็นวงจรหลักทำหน้าที่แปลงรูปคลื่น และผ่านพลังของอินเวอร์เตอร์ นอกจากนั้นยังมีวงจรควบคุมการทำงานของวงจรทั้งสองส่วนนั้น

อินเวอร์เตอร์ชนิดใช้งานทั่วไป จะประกอบด้วยส่วนคอนเวอร์เตอร์และอินเวอร์เตอร์ รวมอยู่ในเครื่องเดียวกันเสมอ

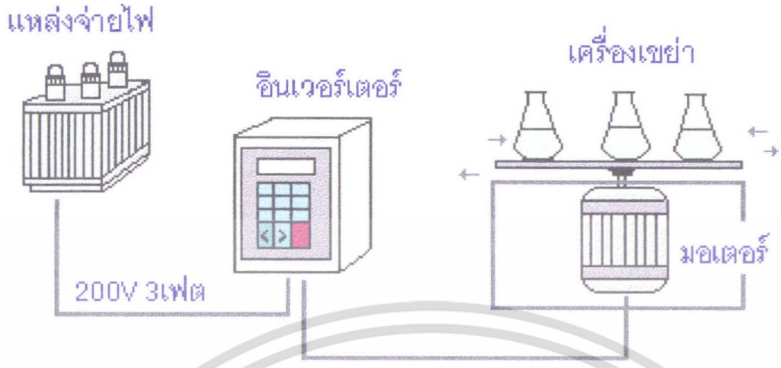
คอนเวอร์เตอร์มีหน้าที่แปลงไฟสลับเป็นไฟตรงเป็นอุปกรณ์แปลงไฟชนิดหนึ่ง ส่วนอินเวอร์เตอร์ก็เป็นอุปกรณ์แปลงไฟตรงเป็นไฟสลับ

มอเตอร์

มอเตอร์ได้เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องต่อการผลิตในอุตสาหกรรมโดยตรง มอเตอร์เป็นแหล่งต้นกำลังที่สามารถได้รับการควบคุมได้โดยง่ายด้วยขบวนการทางอิเลคทรอนิกส์จึงทำให้มอเตอร์แพร่หลาย ภายในโรงงานจะมีมอเตอร์มากมาย (ยืน ภู่วรวรรณ, 2521 : 161 – 162)

มอเตอร์เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการแปลงพลังงานไฟฟ้าไปเป็นพลังงานทางกล เราใช้แรงหมุนนี้ไปขับอุปกรณ์ทางกลต่าง ๆ ในเครื่องจักรอีกทีหนึ่ง (กฤษดา วิศวธีรานนท์, 2539 : 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5 การใช้มอเตอร์ในการขับเคลื่อนเครื่องจักร

ที่มา : กฤษดา วิศวธีรานนท์, 2539 : 1

มอเตอร์ที่ใช้กันทั่วไปแยกได้เป็นสองชนิดคือ มอเตอร์ไฟตรงและมอเตอร์ไฟสลับ สำหรับมอเตอร์ไฟตรงนั้นมีข้อดีในแง่การควบคุมซึ่งเราสามารถควบคุมความเร็วได้โดยง่าย แต่ปัญหาในเรื่องแหล่งจ่ายไฟตรงและราคาของมอเตอร์ไฟตรงเป็นข้อจำกัดที่ทำให้มอเตอร์ชนิดนี้มีผู้ใช้งานน้อยลง

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

ลูกเบี้ยว

ลูกเบี้ยว เป็นชิ้นส่วนที่สำคัญมากชิ้นหนึ่งของเครื่องจักรกลประเภทต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องจักรกลที่ทำงานอย่างอัตโนมัติ ลูกเบี้ยวมีรูปร่างลักษณะต่าง ๆ หลายแบบมีหน้าที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้งานตามความต้องการ ลูกเบี้ยวนับว่าเป็นหัวใจของเครื่องจักรกลหลายชนิด เช่น เครื่องมือกลอัตโนมัติ, เครื่องยนต์, เครื่องบันทึกรอบ เป็นต้น

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

สปริง

สปริงเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่รับภาระแล้วเกิดการเปลี่ยนรูปแบบยืดหยุ่นซึ่งมีหน้าที่การทำงาน คือ การรับแรงกระแทก แรงสั่นสะเทือน ในการทำให้สปริงเปลี่ยนรูปแบบยืดหยุ่นได้ จะต้องใช้แรงมากระทำ แรงกระทำมากก็ยิ่งทำให้ระยะทางเคลื่อนที่ของสปริงมากขึ้นตามไปด้วย (มานพ ตันตระบัณฑิตย์ และคณะ, 2524 : 260)

สปริงที่ใช้ในเครื่องจักรกลทำหน้าที่เป็นตัวให้หรือรับแรงดึง, แรงอัด, แรงบิด หรือโมเมนต์ตัด ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของชิ้นส่วน นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ดูดกลืนพลังงานการกระแทก หรือการสั่นสะเทือนได้อีกด้วย สปริงนับว่าเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่สำคัญอีกชิ้นหนึ่ง

สปริงสามารถจำแนกออกได้มากมายหลายชนิด ทั้งตามลักษณะรูปร่าง และลักษณะการใช้งาน สปริงที่พบกันมากมีดังนี้

- สปริงขด ทำจากเส้นลวดสปริงกลมหรือเหลี่ยมก็ได้ ใช้ในการรับหรือส่งแรงดึงแรงอัดและแรงบิด
- สปริงแผ่น มีลักษณะเป็นแผ่นสปริงหลาย ๆ แผ่นนำมารัดไว้ด้วยกันเพื่อรับแรง เช่น แหนบรถยนต์ หรือแผ่นเดียวใช้รับแรงก็ได้ (อำพล ซื่อตรง, 2536 : 177)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

36239

บทที่ 3

วิธีการสร้างอุปกรณ์

ในการดำเนินการศึกษาออกแบบและประดิษฐ์เครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ ผู้ดำเนินการได้ทำการศึกษารายละเอียดของเครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ และได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและรายละเอียด ศึกษาส่วนประกอบของเครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบประดิษฐ์เครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพดีและมีต้นทุนการผลิตต่ำ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้

1. มอเตอร์ซนิด AC ขนาด ½ แรงม้า ดังภาพที่ 6

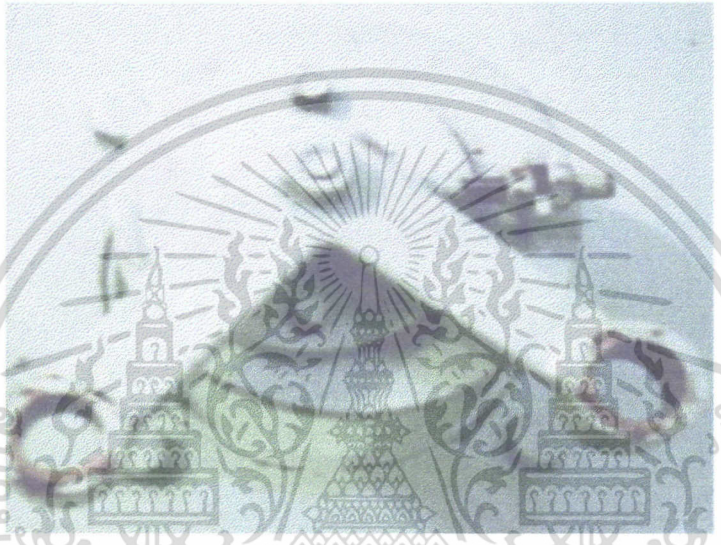
ภาพที่ 6 มอเตอร์ซนิด AC ขนาด ½ แรงม้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

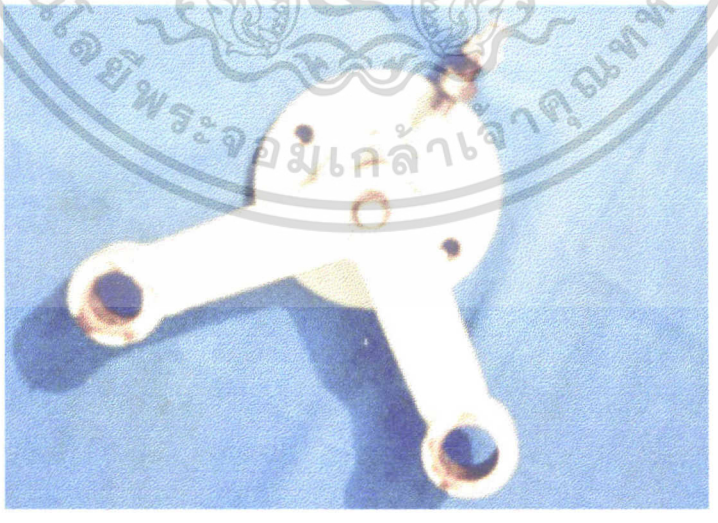
2. ชุดเยื้องศูนย์

ชุดเยื้องศูนย์ ดังภาพที่ 7 ประกอบด้วย

- ข้อเหวี่ยง ดังภาพที่ 8
- ลูกเบี้ยว ดังภาพที่ 9

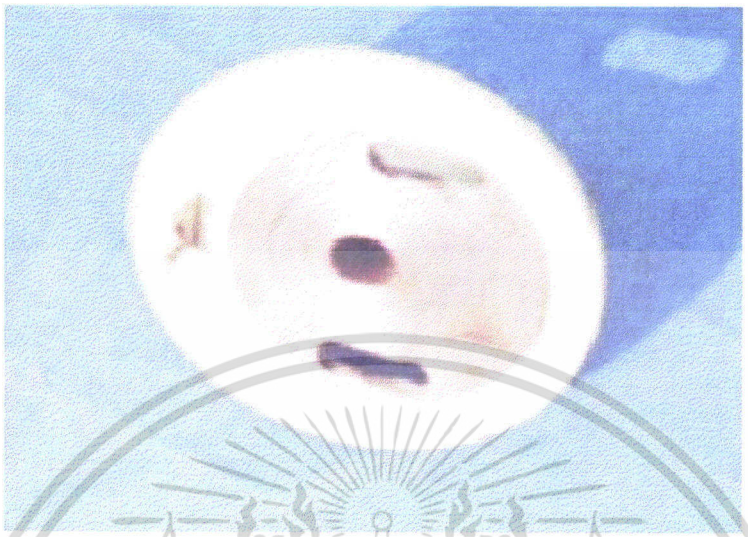


ภาพที่ 7 ชุดเยื้องศูนย์



ภาพที่ 8 ข้อเหวี่ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 9 ลูกเบี้ยว

3. อินเวอร์เตอร์

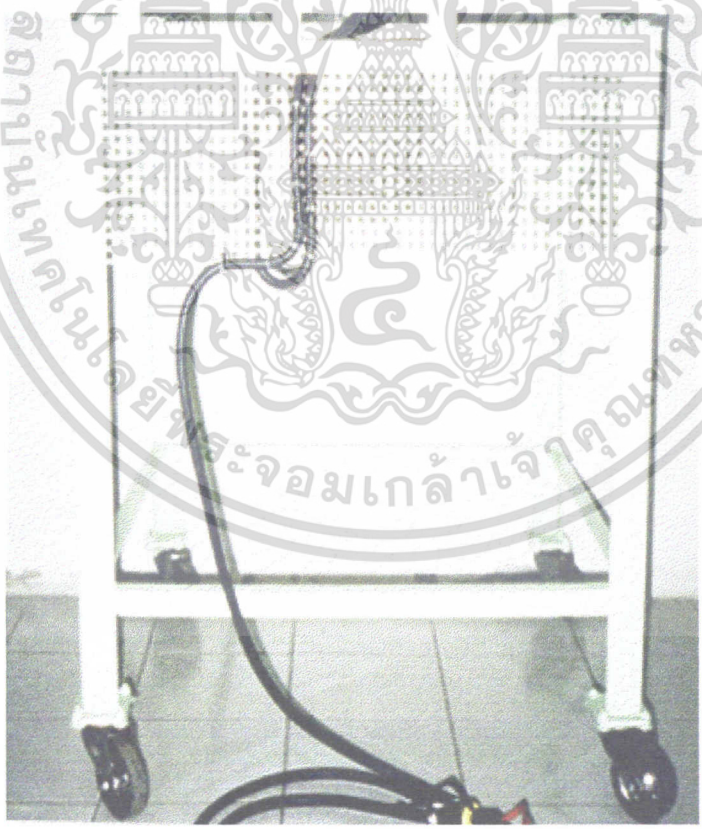
ทำหน้าที่ในการควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ ดังภาพที่ 10

ภาพที่ 10 อินเวอร์เตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. โครงเหล็ก ดังภาพที่ 11 ประกอบด้วย

- เหล็กฉากขนาด 1 ½ นิ้ว ความยาว 60 เซนติเมตร จำนวน 4 เส้น
- เหล็กฉากขนาด 1 ½ นิ้ว ความยาว 65 เซนติเมตร จำนวน 4 เส้น
- เหล็กฉากขนาด 1 นิ้ว ควมยาว 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

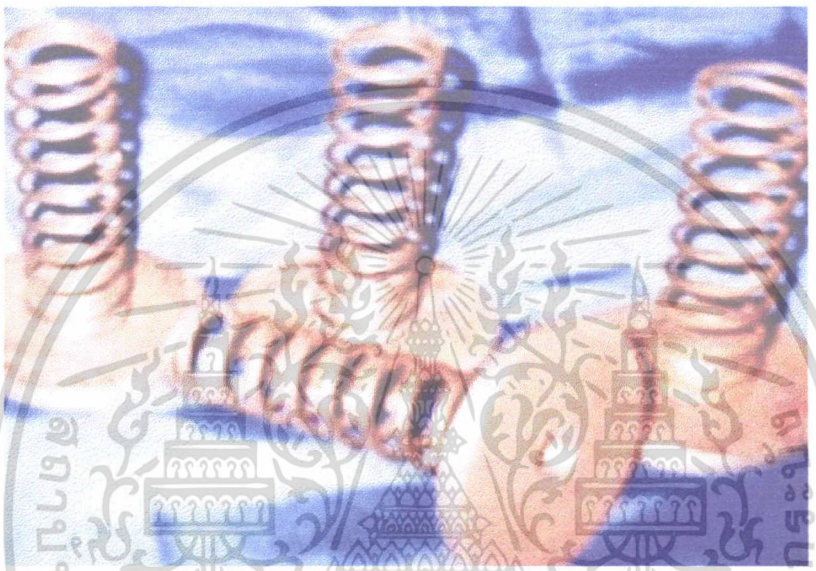


ภาพที่ 11 โครงเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สปริง

มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร ความสูง 11 เซนติเมตร ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 สปริง

6. ถาดวางฟลาสก์ และถาดวางหลอดทดลอง

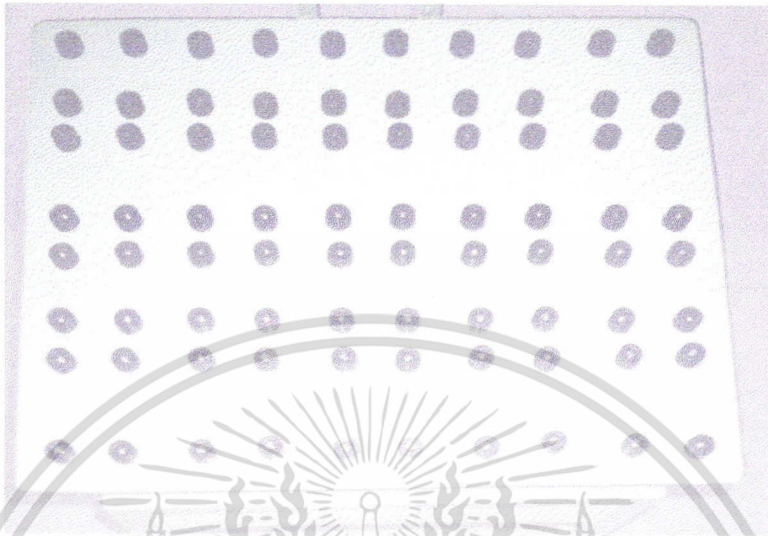
ถาดวางฟลาสก์ดังภาพที่ 13 ประกอบด้วย

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

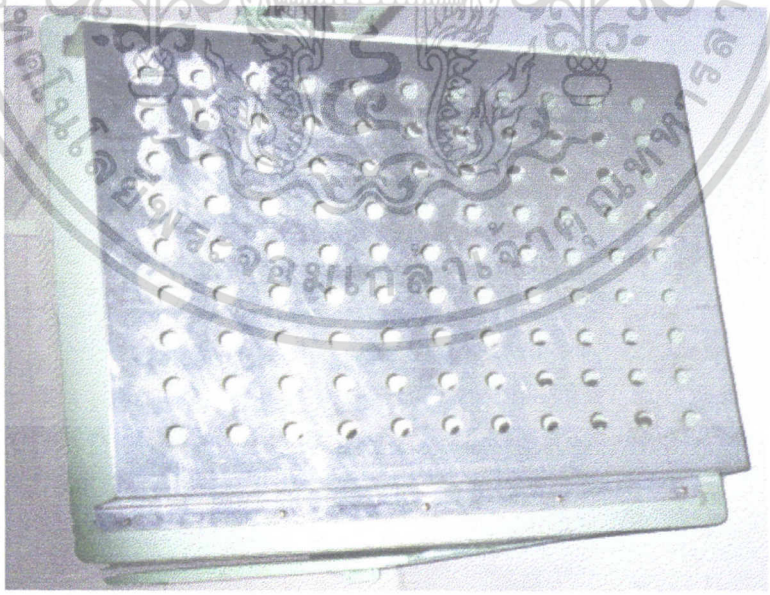
ถาดวางหลอดทดลองดังภาพที่ 14 ประกอบด้วย

- แผ่นไม้ฟอร์ไมก้า ขนาด 70 x 60 เซนติเมตร
- แผ่นอลูมิเนียม ขนาด 70 x 80 เซนติเมตร
- แผ่นยางตัดเป็นวงกลมสำหรับกันการกระแทกของหลอดทดลอง 99 วง
- น๊อตสำหรับยึด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 13 ถาดวางฟลาสก์



ภาพที่ 14 ถาดวางหลอดทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 จากนั้นนำเหล็กฉากดังกล่าวมาประกอบเป็นโครงเหล็กโดยโครงเหล็กที่ได้จะมีขนาด ความกว้าง 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

ขั้นที่ 3. ติดตั้งสปริง

นำตัวยึดติดตั้งบนแผ่นเหล็กบริเวณมุมทั้ง 4 มุม จากนั้นติดสปริงที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร ความสูง 11 เซนติเมตร สวมลงไปบนตัวยึดทั้ง 4 ตัว โดยสปริงจะทำหน้าที่รับแรงเหวี่ยงและเป็นตัวยึดให้ถาดเขย่าติดกับตัวเครื่อง

ขั้นที่ 4. การออกแบบถาดวางฟลาสก์และถาดวางหลอด

ถาดสำหรับเขย่าฟลาสก์ประกอบด้วย แผ่นไม้ฟอร์ไมก้า ขนาด 60 x 70 เซนติเมตร, ลูกยาง, เหล็กยึด นำเหล็กยึดสำหรับยึดกับสปริงและข้อเหวี่ยงจำนวน 6 ตัว มาติดกับแผ่นไม้ฟอร์ไมก้าในส่วนด้านล่าง โดยใช้น็อตเป็นตัวยึด ส่วนด้านบนนำลูกยางติดตามตำแหน่งที่จะยึดฟลาสก์ ซึ่งสามารถบรรจุฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร ได้จำนวน 10 ฟลาสก์และบรรจุฟลาสก์ขนาด 500 มิลลิลิตร ได้จำนวน 10 ฟลาสก์

ถาดสำหรับเขย่าหลอดทดลอง ประกอบด้วยแผ่นไม้ฟอร์ไมก้า ขนาด 60 x 70 เซนติเมตร แผ่นอลูมิเนียม ขนาด 60 x 50 เซนติเมตร ความสูง 8 เซนติเมตร แหวนยาง เหล็กยึด นำเหล็กยึดยึดติดกับสปริงและข้อเหวี่ยง จำนวน 6 ตัว มาติดด้านล่างของแผ่นไม้ฟอร์ไมก้า โดยมีน็อตเป็นตัวยึด ส่วนด้านบนของแผ่นไม้ฟอร์ไมก้าจะติดแหวนยางสำหรับรองรับก้นหลอดทดลอง ในส่วนของแผ่นอลูมิเนียม ทำการเจาะช่องสำหรับบรรจุหลอดทดลองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.8 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ละช่องมีระยะห่างกัน 5 เซนติเมตร ซึ่งจะได้ทั้งหมด 99 ช่อง จากนั้นนำแผ่นอลูมิเนียมยึดติดกับด้านบนของแผ่นไม้ฟอร์ไมก้าด้วยน็อต

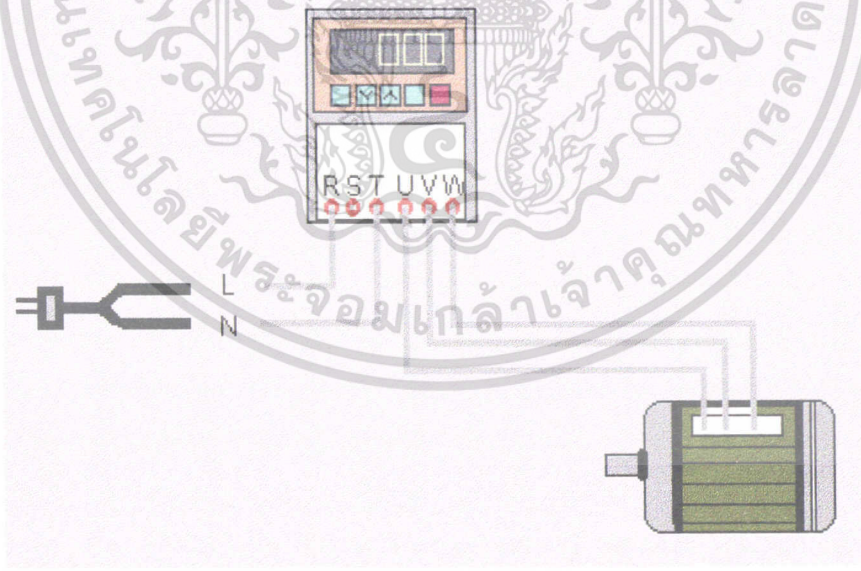
ขั้นที่ 5. การทาสีเพื่อป้องกันสนิม

เครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ ใช้สีน้ำมันชนิดเคลือบเงา สีที่ใช้คือสีเขียว การทาสีเพื่อป้องกันการเกิดสนิมและเพิ่มความสวยงาม

ขั้นที่ 6. การติดตั้งล้อ

โดยทำการติดตั้งล้อเลื่อนที่ส่วนขาทั้ง 4 ของเครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ เพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้าย

ขั้นที่ 7. การติดตั้งอินเวอร์เตอร์ ดังภาพที่ 15



ภาพที่ 15 การติดตั้งอินเวอร์เตอร์

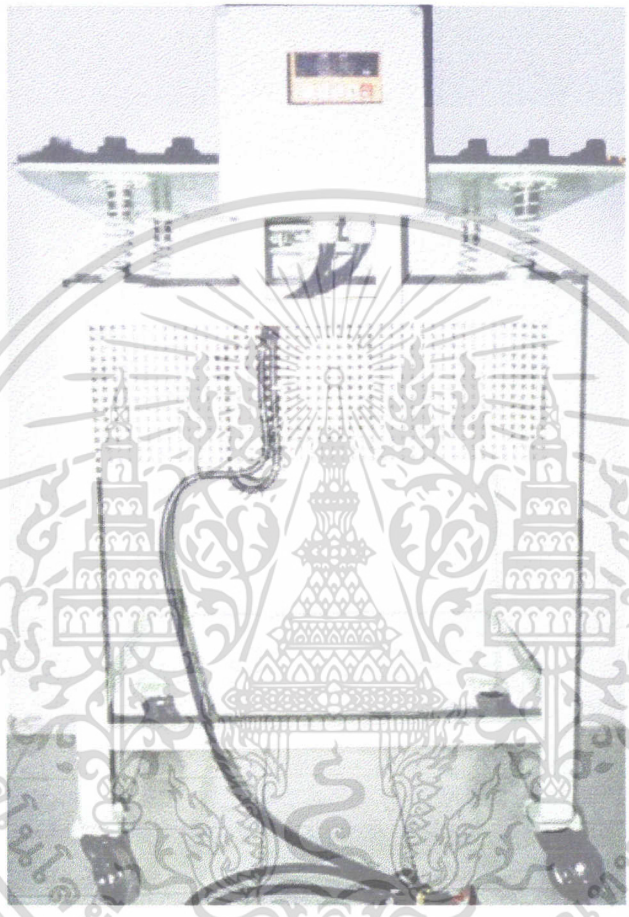
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ดังนั้นในการต่ออินเวอร์เตอร์ตัวนี้ใช้งานสามารถต่อได้ทั้งระบบไฟฟ้า 3 เฟสและระบบไฟฟ้า 1 เฟส เข้าที่ขั้วใดก็ได้ 2 ขั้วที่อินเวอร์เตอร์ส่วนขั้ว U V W ต่อเข้ากับมอเตอร์ 3 เฟส ดังภาพที่ 16 เมื่อประกอบส่วนต่างๆสมบูรณ์แล้วจะได้เครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์พร้อมที่นำไปใช้งานต่อไปดังภาพที่ 17

ภาพที่ 16 อินเวอร์เตอร์ที่นำมาใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องเขย่าฟลาสก์สำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์



ภาพที่ 17 เครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่จัดสร้างขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 สถานที่จัดสร้างอุปกรณ์

130/17 หมู่1 ซอยคู่สร้าง ถนนสุขสวัสดิ์ ตำบลในคลองบางปลากด อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ 10290

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

3.4 ระยะเวลาในการสร้างอุปกรณ์

ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2542 ถึงเดือนมีนาคม 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 6.2 จัดหาอุปกรณ์ต่าง ๆ 6.3 ประกอบเครื่องเขย่า 6.4 ทดลองการใช้งานเครื่องเขย่า						←	→	→	
7	จัดทำรูปเล่มปัญหาพิเศษ							←	→	
8	ส่งปัญหาพิเศษ									↔

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่4

ผลการสร้างอุปกรณ์

4.1 แสดงวิธีการทดสอบประสิทธิภาพ

ในการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ ได้ทำการทดสอบโดยทดลองเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ โดยเชื้อที่ใช้คือ *Eschelichia coli* ลงในอาหารเหลว บรรจุลงในฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร โดยบรรจุอาหารเหลวในปริมาณ 200 มิลลิลิตร และฟลาสก์ขนาด 500 มิลลิลิตร บรรจุอาหารเหลวในปริมาณ 300 มิลลิลิตร และนำไปวางไว้บนเครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่ออกแบบและประดิษฐ์ขึ้น โดยมีขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

ขั้นที่ 1. การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ

peptone (Bacto – peptone)	10	g.
Beef Extract	5	g.
Sodium Chlorides	5	g.
Distilled Water	1,000	ml.

วิธีการ

1. ทำการชั่งส่วนผสมของอาหารเลี้ยงเชื้อตามสูตร จากนั้นเติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร ทำการคนให้เข้ากัน
2. นำไปเข้าไมโครเวฟครั้งละ 1 นาที นำอาหารเลี้ยงเชื้อออกมาคนทุกๆ 1 นาที จนละลายเป็นเนื้อเดียวกัน
3. บรรจุลงในฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร โดยบรรจุอาหารเหลวในปริมาณ 200 มิลลิลิตร และ ฟลาสก์ขนาด 500 มิลลิลิตร บรรจุอาหารเหลวในปริมาณ 300 มิลลิลิตร
4. ปิดด้วยจุกสำลีและกระดาษฟลอยด์
5. นำไปฆ่าเชื้อด้วย Autoclave โดยใช้เวลา 15 นาทีที่ 121 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 2. การแยกเชื้อ

วิธีในการแยกเชื้อ โดยการใช้ลูป (loop) ลนไฟจนแดงและทิ้งให้เย็นสักครู่หนึ่ง แตะเชื้อ *E.coli* จากหลอดทดลอง นำไปจุ่มลงในอาหารเหลวที่ได้เตรียมไว้ ทำการคนให้เชื้อกระจายทั่วอาหารเหลว

ขั้นที่ 3. การเขย่าด้วยเครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

เมื่อทำการเขี่ยเชื้อจุลินทรีย์ลงในอาหารเหลวแล้ว จากนั้นนำไปวางบนเครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่จัดสร้างขึ้น กำหนดความเร็วรอบไว้ที่ 120 รอบต่อนาที เพื่อเป็นการเติมอากาศให้กับเชื้อจุลินทรีย์เพื่อใช้ในการเจริญเติบโตโดยใช้ระยะเวลาประมาณ 12 ชั่วโมง และได้ทำการเพาะเลี้ยงเชื้อในหลอดทดลองที่ไม่ได้เขย่าเป็นตัวควบคุม โดยทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง

ขั้นที่ 4. การตรวจวัดเชื้อจุลินทรีย์

วิธีการตรวจวัดจุลินทรีย์ที่ใช้ในครั้งนี้คือวิธีการหาความหนาแน่นของเซลล์โดยวัดความขุ่น (Turrbidimetric methods) โดยเครื่องมือที่ใช้คือ สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer)

4.2 ผลการทดสอบ

จากการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ ได้ทำการเพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ โดยเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้คือ *E.coli* เติมลงในอาหารเหลวใช้ฟลาสก์ขนาด 250มิลลิลิตรและ 500 มิลลิลิตร นำมาตรวจวัดความขุ่นโดยใช้ สเปกโทรโฟโตมิเตอร์โดยนำตัวอย่างอาหารเลี้ยงเชื้อจากฟลาสก์และหลอดทดลองที่มีการเติมเชื้อ จุลินทรีย์แล้วใส่ลงในหลอดวัด แล้วทำการตรวจวัดความขุ่นด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) นำตัวอย่างอาหารเลี้ยงเชื้อส่วนหนึ่งไปวางบนเครื่องเขย่าเพื่อเป็นการเติมอากาศให้กับเชื้อจุลินทรีย์ โดยปรับความเร็วรอบของเครื่องเขย่าไว้ที่ 120 รอบต่อนาที ส่วนตัวอย่างอีกส่วนหนึ่งตั้งทิ้งไว้โดยไม่วางบนเครื่องเขย่า เพื่อเป็นการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและการเพิ่มจำนวนที่เกิดขึ้นของจุลินทรีย์ในสภาวะที่อุณหภูมิห้องที่มีการเติมอากาศและไม่เติมอากาศ อุณหภูมิในขณะทำการเลี้ยงอยู่ในช่วง 30 องศา - เซลเซียส โดยสังเกตการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นเห็นได้ชัดเจนด้วยสายตาว่าอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผ่านการเขย่านั้นมีลักษณะขุ่นมากขึ้น เมื่อนำมาทำการตรวจวัดด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร ก็พบว่า อาหารเลี้ยงเชื้อดังกล่าวมีค่าการดูดกลืนแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่มมากขึ้น ส่วนในตัวอย่างที่ตั้งทิ้งไว้โดยไม่วางบนเครื่องเขย่าก็มีค่าการดูดกลืนแสงเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย ผลการทดสอบการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่ได้ แสดงไว้ในตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 แสดงผลการทดสอบเลี้ยงเชื้อ *E.coli* ก่อนทำการเขย่าและหลังทำการเขย่า

ตัวอย่างที่	การดูดกลืนแสง 660 นาโนเมตร	
	ก่อนทำการเขย่า	หลังทำการเขย่า
1	0.165	0.920[1/]
2	0.175	0.781[2/]

[1/] การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในฟลาสก์ขนาด 500 มิลลิลิตรเมื่อเวลาผ่านไป 7 ชั่วโมง

[2/] การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตรเมื่อเวลาผ่านไป 7 ชั่วโมง

จากการผลการทดสอบเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์บนเครื่องเขย่า จะเห็นได้ว่าจุลินทรีย์จะมีอัตราการทวีจำนวนเพิ่มขึ้น โดยเชื้อจุลินทรีย์จะเจริญและกระจายทั่วอาหารอย่างสม่ำเสมอทำให้อาหารขุ่นทั่วทั้งหลอด โดยจะเห็นได้อย่างชัดเจนจากค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้จากเครื่องสเปกโทรโฟโต - มิเตอร์ การใช้เครื่องเขย่าในการเติมอากาศทำให้จุลินทรีย์มีการการเจริญเติบโตได้ดีกว่าเมื่อเทียบกับการตั้งทิ้งไว้โดยไม่มีการเขย่า โดยจะเห็นได้จากผลการทดลอง ฟลาสก์ขนาด 500 มิลลิลิตร และ 250 มิลลิลิตร สามารถวัดค่าการดูดกลืนแสงก่อนนำไปวางบนเครื่องเขย่าความขุ่นที่วัดได้เท่ากับ 0.165 และ 0.175 ตามลำดับ และเมื่อนำไปทำการเขย่าเพื่อเติมอากาศเมื่อระยะเวลาผ่านไป 7 ชั่วโมง ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้เท่ากับ 0.920 และ 0.781 ตามลำดับ

ตารางที่ 4 แสดงผลการทดสอบเลี้ยงเชื้อ *E.coli* เปรียบเทียบการเขย่าและไม่เขย่าในหลอดทดลอง

ตัวอย่างที่	การเขย่า		การดูดกลืนแสง 660 นาโนเมตร
	ทำการเขย่า	ไม่ทำการเขย่า	
1	√		0.231
2	√		0.212
3		√	0.110

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับในการเลี้ยงในหลอดทดลอง หลอดที่ 1 และ หลอดที่2 นำไปวางบนเครื่องเขย่าเพื่อเติมอากาศ ส่วนในหลอดที่ 3 ตั้งทิ้งไว้โดยไม่วางบนเครื่องเขย่าเพื่อเป็นการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เติมอากาศและไม่เติมอากาศ จากนั้นเมื่อระยะเวลาผ่านไป 3 ½ ชั่วโมง นำตัวอย่างทั้ง 3 หลอดไปวัดค่าความขุ่น ค่าความขุ่นที่ได้ในหลอดที่ 1 เท่ากับ 0.231 หลอดที่ 2 เท่ากับ 0.212 และหลอดที่ 3 เท่ากับ 0.110 เห็นได้อย่างชัดเจนว่าจุลินทรีย์สามารถเจริญได้ดีเมื่อมีการเติมอากาศ โดยตัวอย่างอาหารเลี้ยงเชื้อที่วางไว้บนเครื่องเขย่าจะมีความขุ่นมากกว่าตัวอย่างอาหารเลี้ยงเชื้อที่วางทิ้งไว้ นั่นแสดงว่าจุลินทรีย์มีการเจริญเติบโตเกิดขึ้นในตัวอย่างอาหารเลี้ยงเชื้อที่วางไว้บนเครื่องเขย่ามากกว่าตัวอย่างอาหารเลี้ยงเชื้อที่ไม่ได้วางบนเครื่องเขย่า

ดังนั้นเครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่ผลิตขึ้นสามารถใช้งานได้จริง และมีประสิทธิ - ภาพในการทำงานในระดับที่ดีพอสมควร เมื่อนำมาทดสอบเพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์เครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์สามารถทำการเขย่าเพื่อเป็นการเติมอากาศให้กับจุลินทรีย์ได้ โดยการเขย่าที่เกิดขึ้นเป็นการเคลื่อนที่แบบเป็นวงกลมอย่างสม่ำเสมอ เมื่อนับจำนวนรอบในการเขย่าโดยใช้มือแตะที่ถาดวางฟลาสก์ได้จำนวนรอบเท่ากับจำนวนรอบที่ทำการตั้งค่าไว้คือ 120 รอบต่อนาที และเครื่องเขย่าที่ออกแบบและประดิษฐ์ขึ้นนี้ สามารถปรับจำนวนรอบได้ตามความต้องการที่จะใช้งาน

4.3 การปรับปรุงแก้ไข

ในการออกแบบประดิษฐ์เครื่องเขย่าฟลาสก์สำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ในครั้งนี้ ปัญหาที่พบได้แก่ ทิศทางในการเคลื่อนที่ของเครื่องเขย่าฟลาสก์สำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ และปัญหาการเกิดเสียงในขณะทำการเขย่า ได้มีแนวทางการแก้ไขดังนี้

- ทิศทางในการเคลื่อนที่ของเครื่องเขย่าฟลาสก์สำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

ในการออกแบบและประดิษฐ์เครื่องเขย่าฟลาสก์สำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ ลักษณะการเขย่าที่ต้องการจะต้องเคลื่อนที่แบบเป็นวงกลมหรือการหมุนในแนวราบ แต่ในการติดตั้งชุดเยื้องศูนย์ ข้อเหวี่ยงที่นำมาใช้มีลักษณะที่มีแขนเดียว ทำให้การเคลื่อนที่ที่เกิดขึ้นเป็นการเคลื่อนที่แบบไป – กลับหรือซ้าย – ขวา ไม่เคลื่อนที่แบบเป็นวงกลม จึงได้ทำการแก้ไขโดยการนำชุดเยื้องศูนย์ไปทำการปรับปรุง โดยนำข้อเหวี่ยงไปทำการเพิ่มจำนวนแขนขึ้นอีก ข้อเหวี่ยงที่ได้มีจำนวน 2 แขน โดยแขนทั้งสองตั้งฉากกันเป็นมุม 90° แล้วนำมาประกอบเข้ากับชุดเยื้องศูนย์อีกครั้ง นำมาทำการทดลองเขย่า ปรากฏว่าการเคลื่อนที่ที่เกิดขึ้นมีลักษณะเป็นการเคลื่อนที่แบบเป็นวงกลมหรือการหมุนในแนวราบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การเกิดเสียง

ในการทดสอบเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ โดยใช้เครื่องเขย่าฟลาสก์สำหรับเติมอากาศให้กับจุลินทรีย์ ปัญหาที่พบคือ เมื่อทำการเกิดเสียงขณะทำการเขย่า เสียงที่เกิดขึ้นเนื่องมาจากการเสียดสีระหว่างตัวยึดถาดกับสปริงที่ทำหน้าที่รับน้ำหนักทำให้เกิดสีดังขึ้น ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขเสียงดังที่เกิดขึ้นโดยในขั้นแรกได้ใช้จาระบีทาบริเวณตัวยึดและสปริงเพื่อเพิ่มความหล่อลื่นและลดการเสียดสีของตัวยึดและสปริง ผลปรากฏว่ายังเกิดเสียงดังของการเสียดสีอยู่ จึงทำการแก้ไขโดยการนำท่อหดมาใส่เข้ากับสปริงและไฟลนรอบ ๆ ท่อหด ท่อหดจะหดตัวลงแนบติดกับตัวปริงเมื่อได้รับความร้อน และได้นำยางมาใส่หนุนบริเวณตัวยึด ปรากฏว่าเมื่อทดลองทำการเดินเครื่องเขย่าเสียงที่ดังลดน้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

ในการจัดทำปัญหาพิเศษเรื่องการออกแบบประดิษฐ์เครื่องเขย่าฟลาสก์สำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ วัตถุประสงค์เพื่อประดิษฐ์เครื่องเขย่าฟลาสก์สำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถใช้งานได้จริง มีประสิทธิภาพดี มีต้นทุนในการผลิตต่ำ และเพื่อใช้ประโยชน์ในการศึกษาในภาคปฏิบัติของนักศึกษาสาขาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ในการจัดสร้างเครื่องเขย่าฟลาสก์สำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ ผู้จัดทำได้ทำการศึกษาและค้นคว้าจากตัวอย่างเครื่องเขย่าฟลาสก์ที่ใช้กันในห้องปฏิบัติการในปัจจุบัน นอกจากนั้นก็ได้ทำการศึกษาข้อมูลในเรื่องของการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ และทำการศึกษาในเรื่องของชิ้นส่วนเครื่องกลที่จะนำมาใช้กับการจัดสร้างเครื่องเขย่าฟลาสก์สำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์อย่างละเอียดอีกด้วย

5.1 สรุปผลการจัดสร้างเครื่องเขย่าฟลาสก์สำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

ผลที่ได้จากการจัดสร้างเครื่องเขย่าฟลาสก์สำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ วัตถุประสงค์ของการจัดสร้างเครื่องเขย่าฟลาสก์สำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ก็เพื่อที่จะจัดสร้างเครื่องเขย่าฟลาสก์สำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถใช้งานได้จริง มีต้นทุนในการผลิตต่ำ สามารถปรับจำนวนรอบได้ 3 ระดับ คือ 80 100 และ 120 รอบต่อนาที และเพื่อใช้ศึกษาและทำงานวิจัยในภาคปฏิบัติของนักศึกษาสาขาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม โดยผลที่ได้รับเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งเอาไว้ คือ

เครื่องเขย่าฟลาสก์สำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่จัดสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพดี ทัดเทียมกับเครื่องเขย่าที่ใช้กันในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ โดยเครื่องเขย่าฟลาสก์สำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์มีวิธีการใช้ที่ง่ายไม่ยุ่งยาก เครื่องเขย่าฟลาสก์สำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่จัดสร้างขึ้นมีคุณสมบัติดังนี้

- สามารถเปลี่ยนถาดสำหรับเขย่าฟลาสก์และเขย่าหลอดทดลอง ในส่วนของถาดเขย่าฟลาสก์สามารถวางฟลาสก์ได้ 2 ขนาดด้วยกันคือ ขนาด 500 มิลลิลิตร และขนาด 250 มิลลิลิตร โดยวางได้อย่างละ 10 ฟลาสก์ ส่วนในถาดวางหลอดสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วางหลอดทดลองได้ถึง 99 หลอดโดยการวางหลอดจะมียางแหวนรองหนุนเพื่อกันการกระแทกของก้นหลอดอีกด้วย
- สามารถทำการปรับจำนวนรอบได้มากกว่า 3 ระดับตามที่ได้ตั้งวัตถุประสงค์ไว้ โดยสามารถปรับจำนวนรอบได้ตามความต้องการในการใช้งาน โดยจำนวนรอบจะถูกควบคุมโดยอินเวอร์เตอร์ซึ่งเป็นอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้กันในปัจจุบัน
- สามารถเลือกระดับการเคลื่อนที่ของการเขย่าได้ตามต้องการ โดยปรับได้ที่ชุดเยื้องศูนย์ที่ออกแบบมาสำหรับการปรับระดับการเขย่าตามที่ต้องการ
- วิธีการใช้งานของเครื่องเขย่าฟลาสก์สำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ไม่ยุ่งยาก เพราะเป็นระบบดิจิตอล
- ในการรักษาความสะอาดทำได้ง่าย เพราะวัสดุที่นำมาใช้งานง่ายต่อการทำความสะอาด
- ในการเคลื่อนย้ายทำได้ง่าย เพราะออกแบบให้มีล้อสำหรับการเคลื่อนย้าย
- ต้นทุนการผลิตต่ำเมื่อเทียบกับเครื่องเขย่าที่ใช้ในห้องปฏิบัติการทั่วไปที่เป็นระบบเดียวกัน
- สามารถใช้งานได้จริง โดยได้ทำการทดสอบโดยการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์แล้ว ปรากฏว่าสามารถเพิ่มจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ได้มากกว่าการตั้งทิ้งไว้โดยไม่วางบนเครื่องเขย่า

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

ในการจัดสร้างเครื่องเขย่าฟลาสก์สำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ครั้งนี้ ผู้จัดทำได้ประสบการณ์จากการทำงานในครั้งนี้มากพอสมควร ส่วนปัญหาและอุปสรรคที่พบที่ผู้จัดทำเห็นว่าน่าจะมีประโยชน์ต่อผู้ที่ทำการประดิษฐ์หรือจัดสร้างเครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการเกษตรในลักษณะเดียวกัน คือ

- ปัญหาในการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องทฤษฎีและชิ้นส่วนเครื่องกล เนื่องจากผู้จัดทำไม่มีความรู้พื้นฐานทางด้านเครื่องกลเกษตรมาก่อนจึงค่อนข้างลำบากในการศึกษาในเรื่องทฤษฎีและชิ้นส่วนเครื่องกลต่าง ๆ
- ปัญหาในการเลือกซื้อชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่นำมาใช้ เนื่องจากผู้จัดทำไม่มีความรู้พื้นฐานดังที่กล่าวไว้ข้างต้นทำให้ในการเลือกซื้อวัสดุ อุปกรณ์ ในการผลิตเครื่องมือเกิดการผิดพลาด ทำให้เสียค่าใช้จ่ายโดยไม่จำเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ปัญหาในการประกอบเครื่อง เนื่องจากในการจัดสร้างเครื่องยังขาดแคลนสถานที่จัดสร้างและยังต้องใช้อุปกรณ์มากมาย อาทิเช่น เครื่องตัดเหล็ก เครื่องเชื่อม ซึ่งยังขาดแคลนอยู่

5.3 ข้อเสนอแนะ

- ในการทำปัญหาพิเศษเกี่ยวกับการผลิตเครื่องมือ ผู้ที่มีความสนใจควรจะมีที่ปรึกษาที่มีความรู้ทางด้านเครื่องกล อิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหการ เพื่อที่จะได้ขอคำปรึกษาในส่วนของความรู้ทางด้านดังกล่าว
- ในการดำเนินงานควรมีการวางแผนที่รัดกุม และดำเนินการตามแผนที่ได้วางไว้อย่างเคร่งครัด เพื่อจะได้เสร็จทันระยะเวลาที่กำหนด และเป็นการป้องกันเพราะอาจเกิดข้อผิดพลาดได้ จะได้ทำการแก้ไขได้ทันท่วงที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กฤษณพงศ์ กีรติกร,ไพรัช ธัชยะพงษ์ และมรกต ตันติเจริญ. 2527. วิทยาศาสตร์2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 133 น.

กฤษดา วิศวธีรานนท์. 2539. INVERTER. พิมพ์ครั้งที่4. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 207 น.

คณาจารณ์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. 2539. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 504 น.

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

นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และปรีชา สุวรรณพินิจ. 2541. จุลชีววิทยาทั่วไป. พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 735 น.

บัญญัติ สุขศรีงาม. 2534. จุลชีววิทยาทั่วไป. กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์. 507 น.

_____. 2532. จุลชีววิทยา เล่ม2. พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์.396 น.

บัญญัติ สุขศรีงาม และพิไลวรรณ พงษ์ทูล. 2521. จุลชีววิทยา เล่ม1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์พีระพัธนา. 412 น.

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

มงคล ทองสงคราม. ม.ป.ป.. อิเล็กทรอนิกส์กำลัง. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วน จำกัด วี เจ พริ้นติ้ง . 280 น.

มานพ ตันตระบันฑิตย์, สำลี แสงห้าว และวัฒนชัย บุญมานำ. 2524. ชิ้นส่วนเครื่องกล. กรุงเทพ : บริษัทประชาชน จำกัด. 322 น.

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

วราวุฒิ ครูส่ง. 2538. จุลชีววิทยาในกระบวนการแปรรูปอาหาร. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียร์สโตน. 210 น.

วิชาญ วิศยทักษิณ, วีระพงษ์ มงคลยศและอนุรักษ์ พุกพัด. 2538. การพัฒนาเครื่องเขย่าควบคุมอุณหภูมิ. กรุงเทพฯ : โครงงานปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิตสถาบันเทคโนโลยีพระ - จอมเกล้าธนบุรี. 85 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุพจน์ ใช้เทียมวงศ์. 2540. เทคโนโลยีการหมัก. พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยราม
คำแหง. 400 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
แผ่นยางพี วี ซี	100	บาท
แผ่นอลูมิเนียม	600	บาท
ลูกยาง	200	บาท
น็อต	100	บาท
ล้อ	200	บาท
สายไฟ	200	บาท
สี	250	บาท
ท่อหด	100	บาท
รวม	11,250	บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

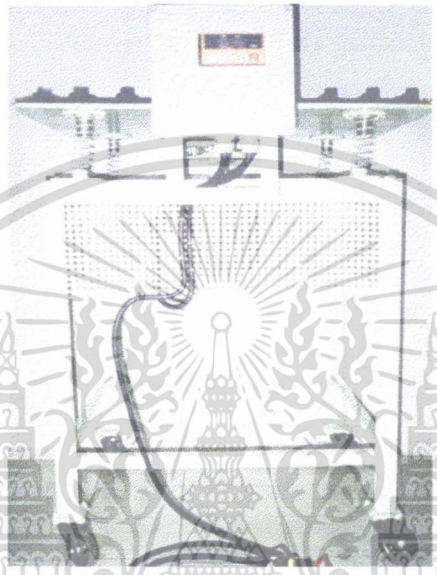
ภาคผนวก ข.

วิธีใช้งานเครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

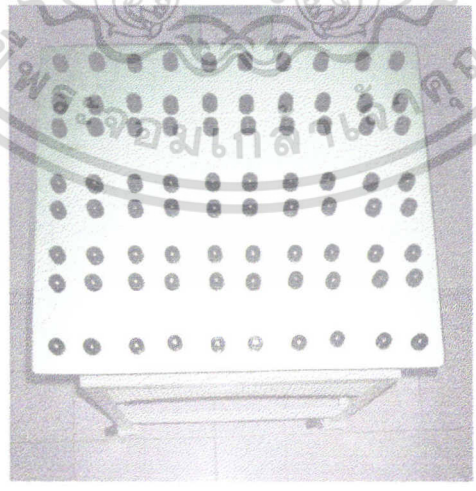
วิธีการใช้งานเครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

1. นำถาดวางฟลาสก์ประกอบเข้าด้านบนของตัวเครื่องได้ดังรูป



ภาพที่ 18 การติดตั้งถาดเขย่าเข้ากับตัวเครื่อง

2. นำฟลาสก์วางบนถาดโดยจะมีตำแหน่งลูกยาง ลูกยางจะช่วยในการยึดฟลาสก์ให้ติดกับตัวถาด

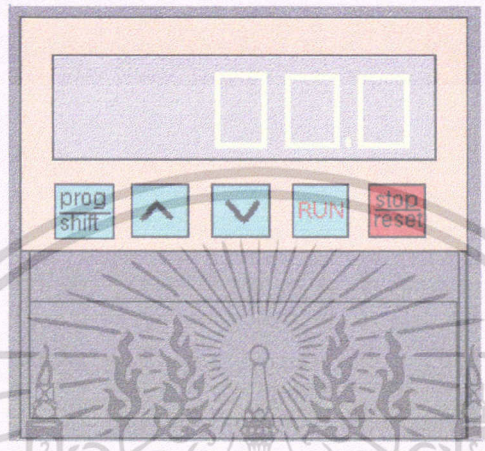


ภาพที่ 19 ถาดวางฟลาสก์ที่มีลูกยางเป็นตัวยึดฟลาสก์

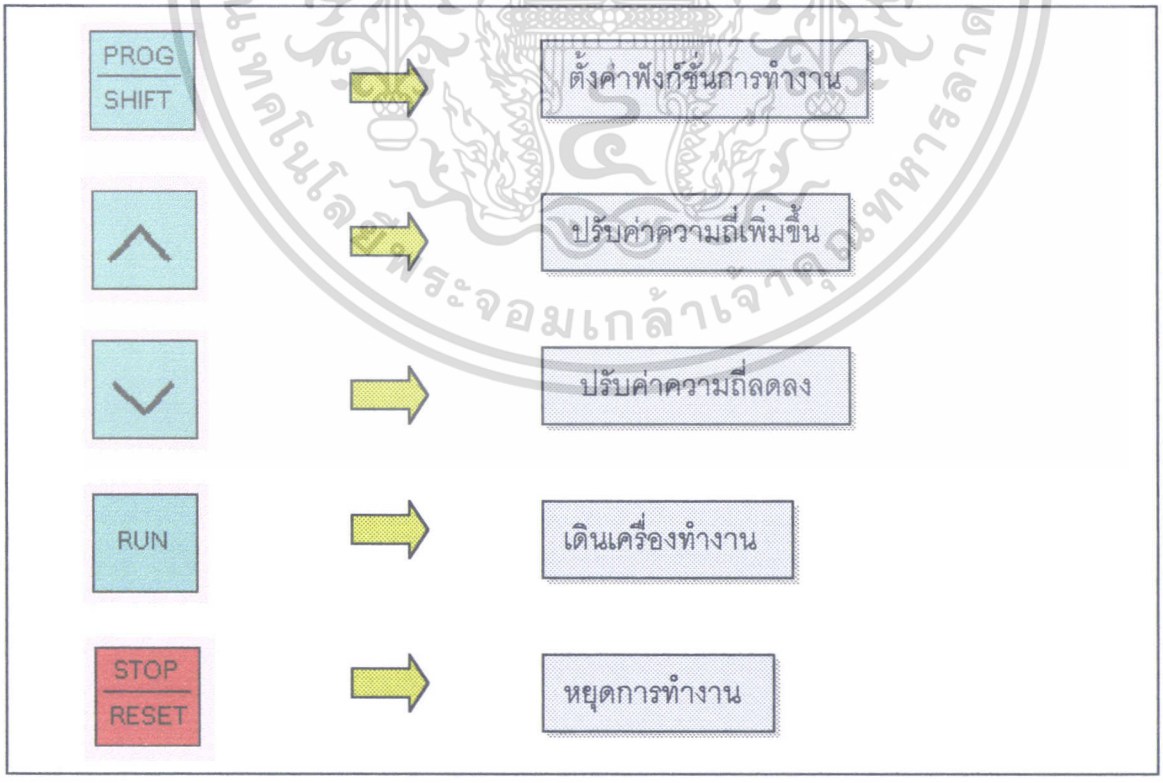
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จากนั้นทำการเสียบปลั๊ก เปิดเครื่องอินเวอร์เตอร์

อินเวอร์เตอร์ จะมีหน้าจอแสดงความถี่ และปุ่มสำหรับการควบคุมการทำงาน 5 ปุ่ม ดังรูป



ภาพที่ 20 แสดงหน้าจอของอินเวอร์เตอร์



ภาพที่ 21 แสดงปุ่มควบคุมการทำงานของอินเวอร์เตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กดปุ่ม RUN ในการเดินเครื่องในการทำงาน โดยสามารถปรับความเร็วรอบได้ตามต้องการโดยการนำจำนวนรอบที่ต้องการนำไปคำนวณแทนค่าในสูตรดังต่อไปนี้

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

ค่าที่ปรากฏบนหน้าจอของอินเวอร์เตอร์คือค่าความถี่ f ดังนั้นในการกำหนดรอบจึงต้องคำนวณหาค่าความถี่ เพื่อใช้ในการกำหนดอินเวอร์เตอร์ ส่วนจำนวนขั้วของมอเตอร์ที่นำมาผลิตเครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์มีจำนวนเท่ากับ 2 ขั้ว ดังนั้นในการคำนวณหาความถี่เพื่อใช้ในการควบคุมจำนวนรอบของเครื่องเขย่าสามารถคำนวณได้โดยสูตรดังต่อไปนี้

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

ตัวอย่างเช่น ต้องการปรับความเร็วรอบของเครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ให้มีความเร็วรอบเท่ากับ 90 รอบต่อนาที นำไปคำนวณหาความถี่ f โดยการนำไปแทนค่าในสูตรได้ดังนี้

$$\text{ความถี่ f } [H_Z] = \frac{90 \times 2}{120}$$
$$= 1.5\ [H_Z]$$

ดังนั้นในการกำหนดหน้าจออินเวอร์เตอร์ จะต้องปรับหน้าจอให้อยู่ที่ 1.5 H_Z เครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ก็จะมีความเร็วรอบเท่ากับ 90 รอบต่อนาทีตามต้องการ เมื่อเสร็จสิ้นการทำงาน กดปุ่ม stop เพื่อหยุดการทำงานของเครื่องเขย่าฟลาสก์

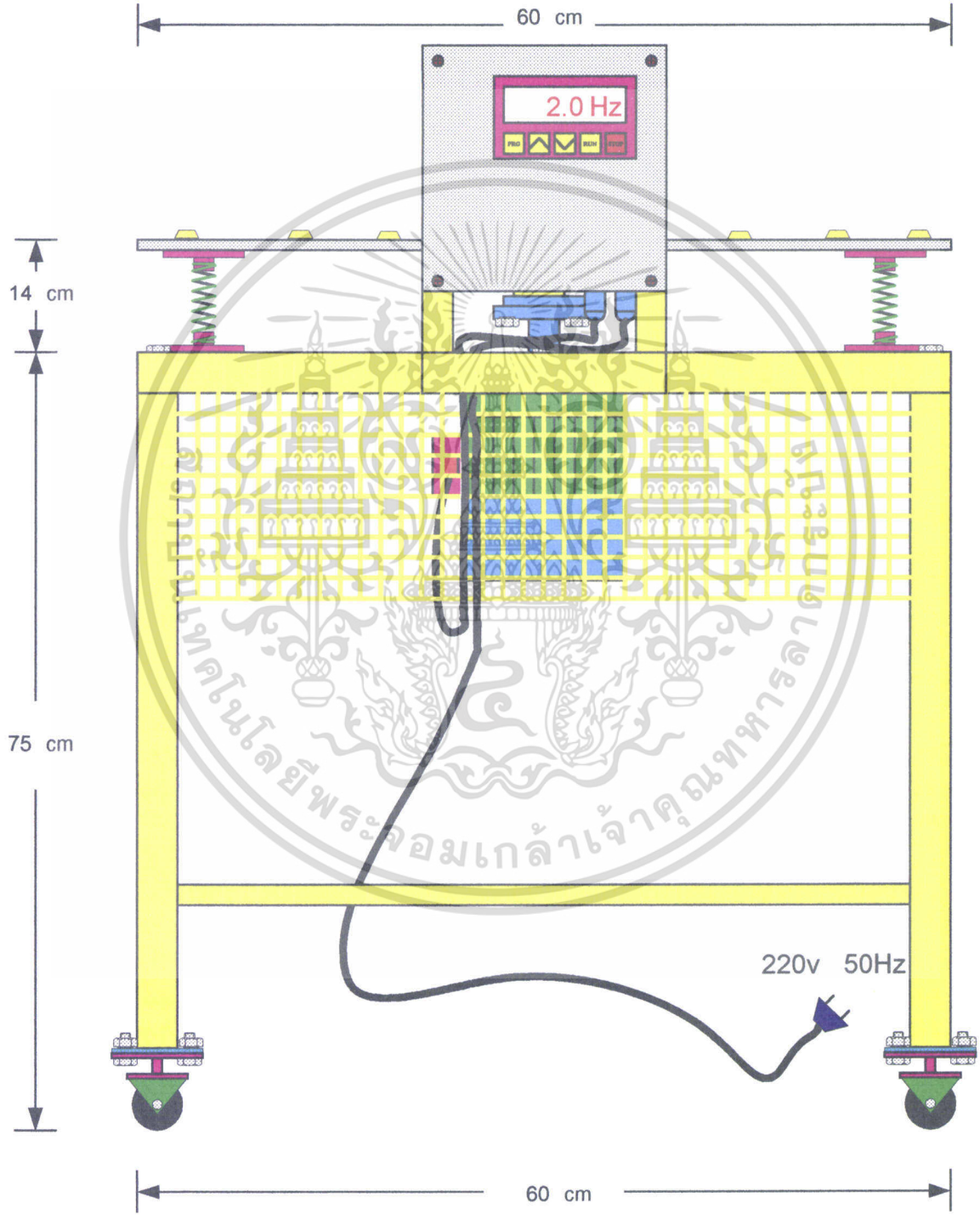
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

แบบงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

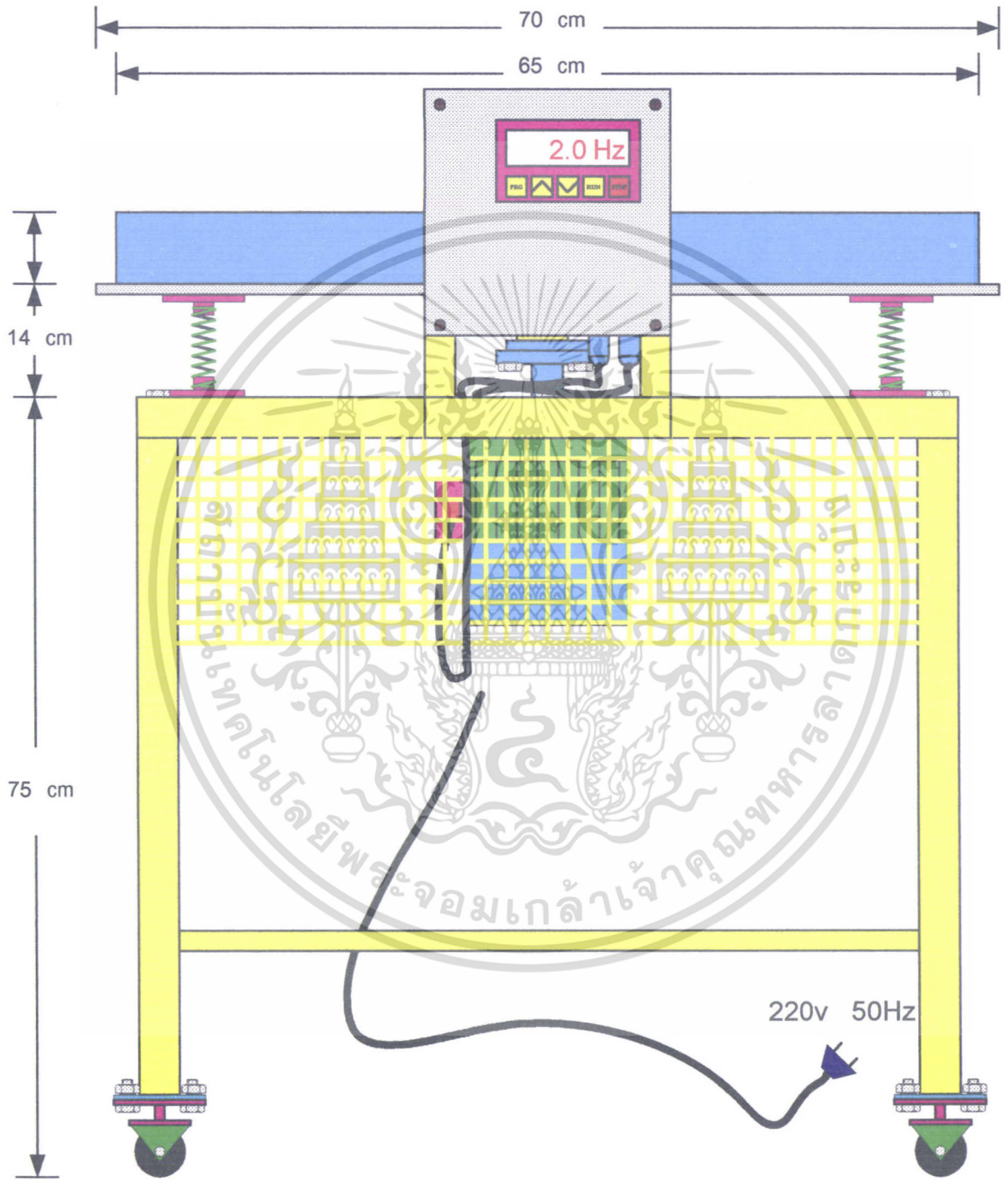
แบบด้านหน้าเครื่องเขย่าฟลาสก์



ภาพที่ 22 แบบงานด้านหน้าของเครื่องเขย่าฟลาสก์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

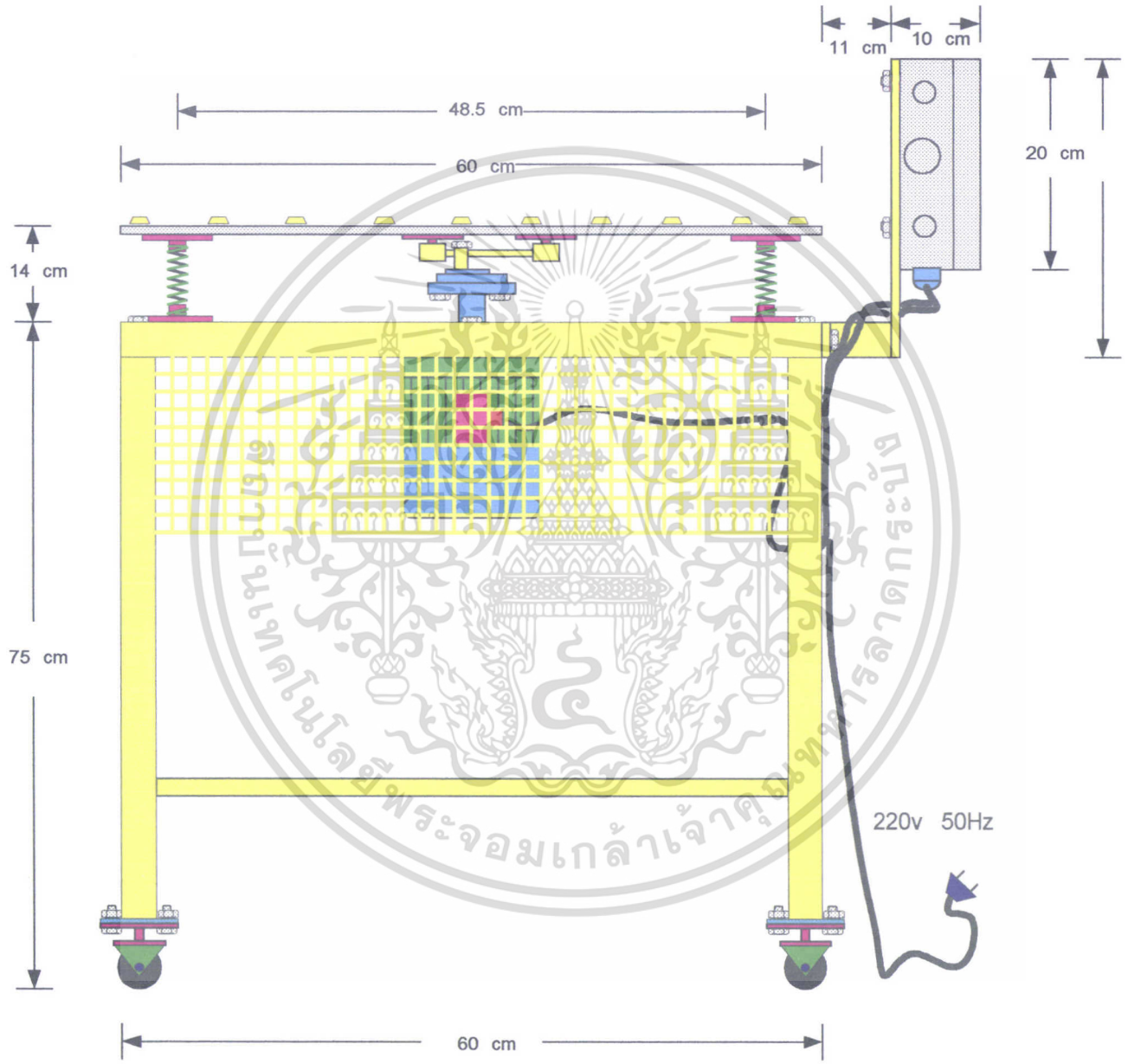
แบบด้านหน้าของเครื่องเขย่าหลอดทดลอง



ภาพที่ 23 แบบงานด้านหน้าของเครื่องเขย่าหลอดทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

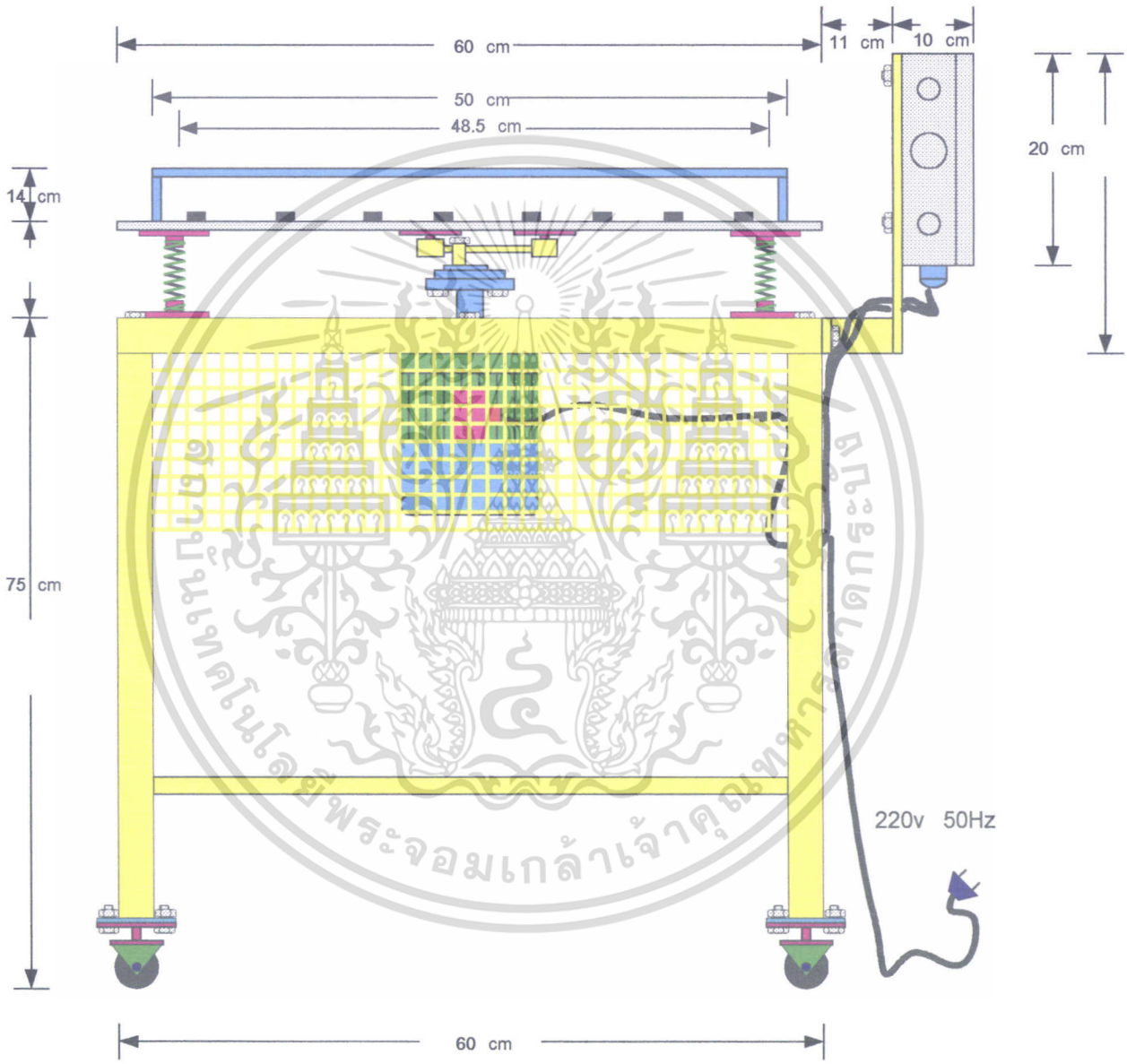
แบบด้านข้างของเครื่องเขย่าฟลาสก์



ภาพที่ 24 แบบงานด้านข้างของเครื่องเขย่าฟลาสก์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

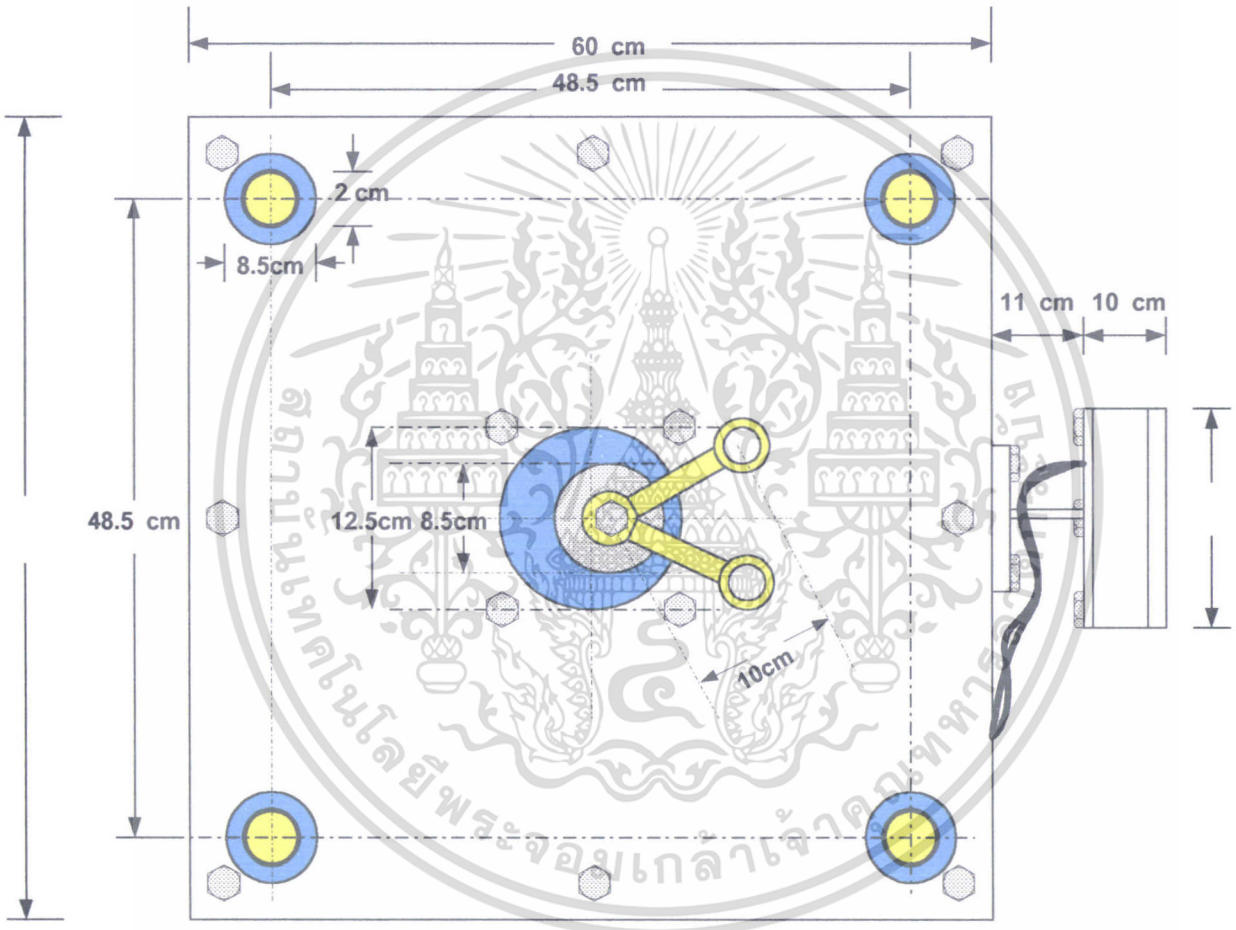
แบบด้านข้างของเครื่องเขย่าหลอดทดลอง



ภาพที่ 25 แบบงานด้านข้างของเครื่องเขย่าหลอดทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

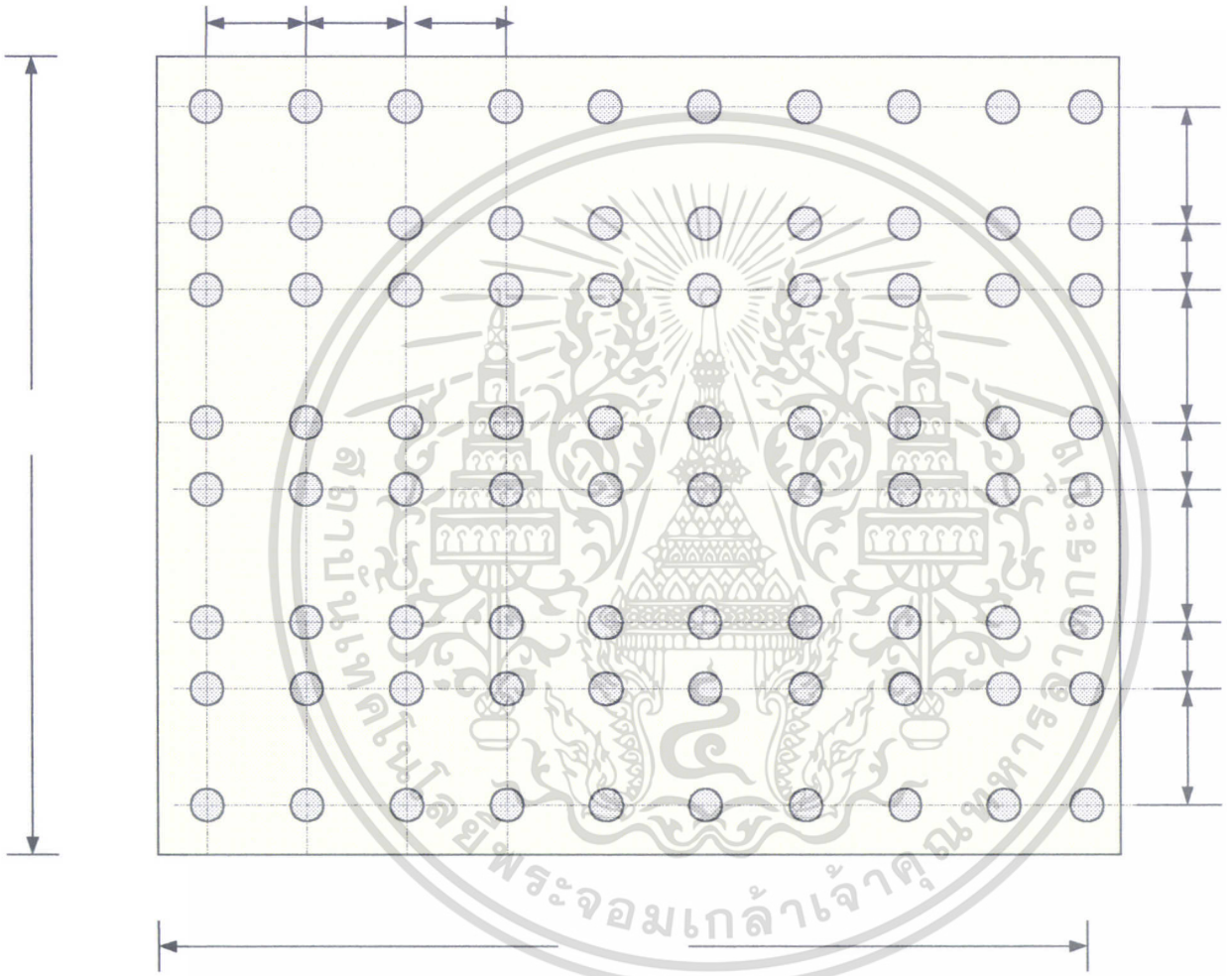
แบบด้านบนแสดงชุดเยื้องศูนย์



ภาพที่ 26 แบบงานด้านบนลักษณะของชุดเยื้องศูนย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

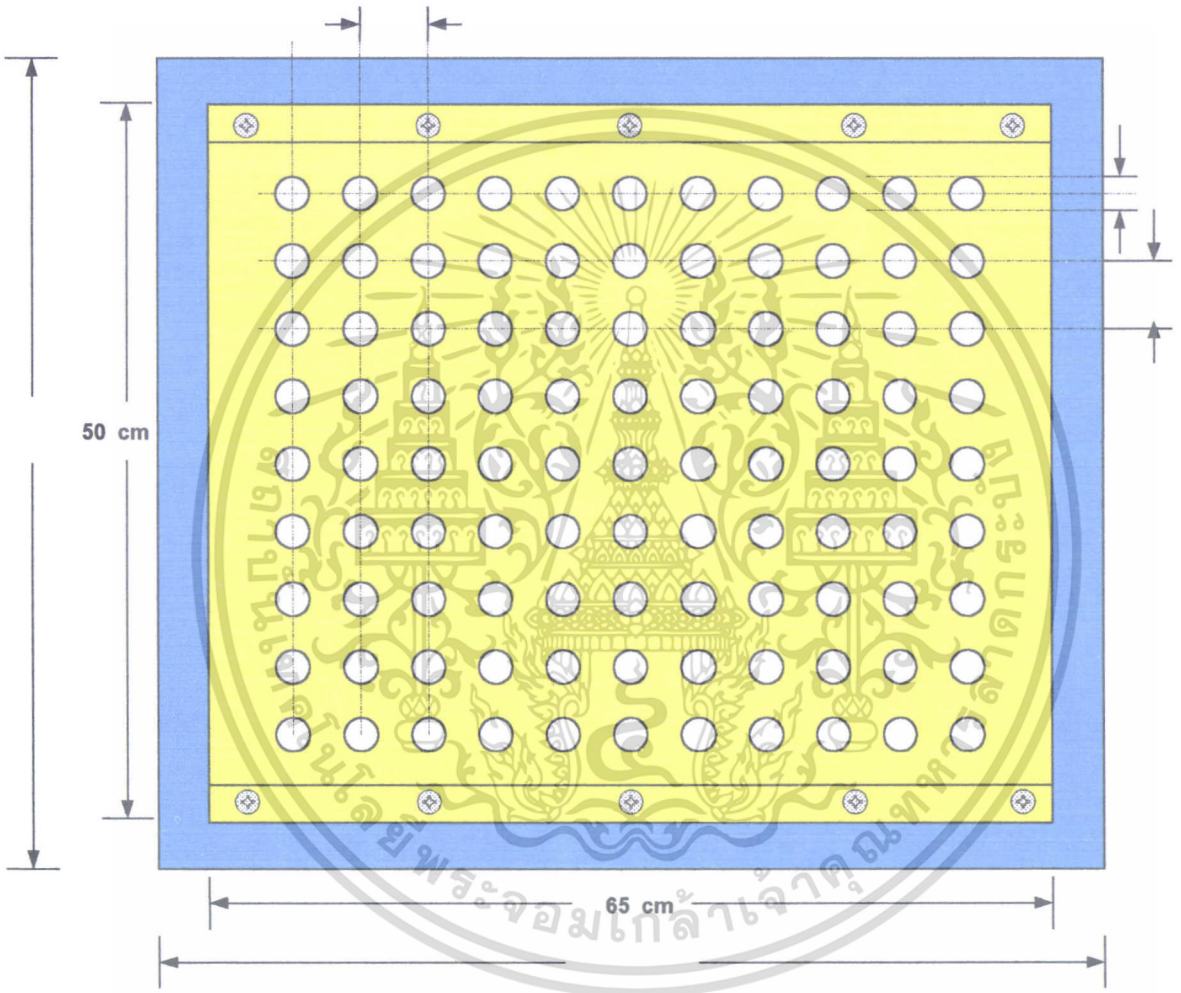
แบบด้านบนของถาดวางฟลาสก์



ภาพที่ 27 แบบงานลักษณะด้านบนของถาดวางฟลาสก์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบด้านบนของแผ่นวางหลอดทดลอง



ภาพที่ 28 แบบงานลักษณะด้านบนของถาดวางหลอดทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้