



ภาคผนวก

ไนโตรเจน (Total Kjeldahl Nitrogen : TKN)

ไนโตรเจนที่พบในแม่น้ำ ลำคลอง บึง น้ำโสโครก น้ำทิ้งที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ มีอยู่หลายรูปแบบคือ ไนโตรเจนที่อยู่ในรูปของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน หรือไนโตรเจนที่อยู่ในรูปของสารอินทรีย์ที่เรียกว่า ออร์แกนิกไนโตรเจน ก็ได้ TKN หมายถึง ผลบวกระหว่างออร์แกนิกไนโตรเจน และแอมโมเนียไนโตรเจนที่อยู่ในโปรตีนของพืชหรือสัตว์ หรือที่เกิดจากกระบวนการของสิ่งมีชีวิต เช่น เกิดจากการขับถ่ายของเสีย เช่น ในปัสสาวะมียูเรีย ซึ่งในยูเรียจะมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย เป็นต้น

Total Kjeldahl Nitrogen หรือ TKN หมายถึงผลรวมของแอมโมเนียและสารอินทรีย์ไนโตรเจน การหา TKN มักทำโดยเปลี่ยนสารอินทรีย์ไนโตรเจนให้มาอยู่ในรูปของแอมโมเนียก่อน แล้วจึงวัดปริมาณแอมโมเนียทั้งหมด

การเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ

เมื่อเก็บตัวอย่างน้ำแล้วควรนำมาวิเคราะห์ทันที ถ้าจะยังไม่ทำการวิเคราะห์ให้เก็บรักษาตัวอย่างโดยการเติมกรดเข้มข้น 0.8 mL ต่อตัวอย่างน้ำ 1 L แล้วนำไปแช่เย็น

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องกลั่น Micro Kjeldahl
2. เครื่องย่อยสลาย Micro Kjeldahl
3. Erlenmayer Flask 200 mL

สารเคมี

1. สารละลายสำหรับการย่อยสลาย (Digestion Reagent)

ละลาย K_2SO_4 134 g ในน้ำกลั่น 650 mL เติม conc. H_2SO_4 200 mL คนให้เข้ากัน แล้วละลาย HgO_2 (red) 2 g ในกรด H_2SO_4 3 mole/L ค่อยๆ เติมลงในสารละลาย K_2SO_4 เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้สารละลายมีปริมาตร 1 L เก็บรักษาที่อุณหภูมิ $20^\circ C$ เพื่อป้องกันการตกผลึก

2. $NaOH-Na_2S_2O_3$ (Sodium Hydroxide Thiosulphate Reagent)

ละลาย NaOH 500 g และโซเดียมไทโอซัลเฟตเพนตาไฮเดรต ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) 25 g ในน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรเป็น 1,000 mL

3. Absorbent Solution

เลือกใช้ Indicating Boric Acid Solution

เตรียมโดยละลาย Boric Acid 20 g ในน้ำกลั่นเพียงเล็กน้อย เติม Mixed Indicator ลงไป 10 mL แล้วเติมน้ำกลั่น จนได้ปริมาตรเป็น 1,000 L

4. Mixed Indicator

ละลาย Methyl Red Indicator 200 mg ใน Ethyl Alcohol 95 % 100 mL (หรือ Isopropyl Alcohol) ละลาย Methylene Blue 100 mg ใน Ethyl Alcohol 95 % 50 mL (หรือ Isopropyl Alcohol) แล้วผสมสารละลายทั้ง 2 ชนิดเข้าด้วยกัน สารละลายนี้ควรเตรียมทุกๆ เดือน

ข้อสังเกต สารละลาย Indicating Boric Acid Solution จะมีสีม่วงถ้าไม่มีแอมโมเนียละลายอยู่ ถ้ามีแอมโมเนียละลายอยู่จะได้สีเขียว แสดงว่าสารละลายนี้ใช้ไม่ได้ ให้เตรียมใหม่ และควรเตรียมทุกๆ เดือน

5. Borate Buffer Solution

นำ NaOH 0.1 mole/L จำนวน 88 mL เติมลงใน $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 500 mL เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1,000 mL (สารละลายเตรียมโดยนำ $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 5.0 g ของ $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ หรือ 9.5 g ของ $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1,000 mL

6. สารละลายมาตรฐาน H_2SO_4 0.01 mole/L

7. NaOH 6 mole/L

ละลาย 240 g NaOH ในน้ำกลั่นเพียงเล็กน้อย แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1,000 mL

วิธีการวิเคราะห์

1. การเลือกขนาดตัวอย่าง

เลือกปริมาตรตัวอย่างตัวอย่างที่จะใช้ตามตารางที่ 1 ขนาดของตัวอย่างจะต้องสอดคล้องกับปริมาณไนโตรเจนที่คาดว่าจะมี (อาจสังเกตได้จากลักษณะน้ำและแหล่งที่มาของตัวอย่าง) ถ้าใช้ขนาดตัวอย่างมากเกินไป อาจเสียเวลาในการย่อยสลายนานหลายชั่วโมง เมื่อเลือกปริมาตรตัวอย่างน้ำได้แล้ว ตวงตัวอย่างน้ำใส่ในขวด Kjeldahl เติมลูกแก้ว 3-4 เม็ด เพื่อป้องกันการเดือดอย่างรุนแรงภายในขวด

ตารางที่ 1 การเลือกขนาดตัวอย่าง

Org-N ในตัวอย่าง (mg/L)	ขนาดตัวอย่าง (mL)
0-1	500
1-10	250
10-20	100
20-50	50
50-100	25

2. Digestion

เติม Digestion Reagent 50 mL ลงในขวด Kjeldahl นำเข้าเครื่องย่อยสลาย ต้มจนกระทั่งเกิดควันสีขาวของ SO_3 ให้ต้มต่อไปเรื่อยๆ จนได้สารละลายใส จากนั้นย่อยสลายต่ออีก 20-30 นาที (ถ้ายังไม่ได้สารละลายใสให้เติมน้ำย่อยสลายอีก 50 mL แล้วย่อยต่อไปจนได้สายละลายใส) ปิดไฟและปล่อยให้เย็นแล้วเติมน้ำกลั่น 25 mL จากนั้นนำไปกลั่น

3. Distillation

เติมสารละลาย $\text{NaOH-Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ประมาณ 50 mL ทำการกลั่นโดยให้ความร้อนที่เหมาะสม เก็บส่วนที่กลั่นออกมา 125 mL ผ่านหลอดแก้วที่จุ่มอยู่ในสารละลาย Absorbent Solution 25 mL นำมาหาแอมโมเนียไนโตรเจนโดยวิธีที่เทรตด้วยสารละลายมาตรฐาน H_2SO_4 0.01 mole/L ให้ทำ Blank ด้วยโดยใช้น้ำกลั่นแล้วทำตามขั้นตอนเหมือนของตัวอย่างน้ำ

การคำนวณ

$$\text{TKN} = \frac{(A-B) \times 1.000 \times M \times 28}{\text{mL. Sample}}$$

$$A = \text{mL. Std. H}_2\text{SO}_4 \text{ ที่ใช้ที่เทรตกับตัวอย่างน้ำ}$$

$$B = \text{mL. Std. H}_2\text{SO}_4 \text{ ที่ใช้ที่เทรตกับ Blank}$$

$$M = \text{mole/L. Std. H}_2\text{SO}_4$$

ฟอสเฟต (Phosphate)

ฟอสฟอรัสพบได้ทั้งในน้ำธรรมชาติและน้ำเสียในรูปของฟอสเฟต ปัจจุบันนิยมจำแนกฟอสฟอรัสได้ 3 ประเภท คือ ออร์โธฟอสเฟต โพลีฟอสเฟตต่างๆ และสารอินทรีย์ฟอสเฟต อาจพบฟอสฟอรัสได้ทั้งในรูปสารละลาย สารแขวนลอยในน้ำ ตะกอนดินก้นบ่อ ตลอดจนในตัวสิ่งมีชีวิตต่างๆ

วิธีวิเคราะห์ : วิธีกรดแอสคอร์บิก

หลักการ

Ammonium Molybdate และ Potassium Antimonyl Tartrate จะทำปฏิกิริยากับออร์โธฟอสเฟตในสภาพที่เป็นกรด เกิดเป็นกรดฟอสฟอโมลิบดิก (Phosphomolybdic Acid) ซึ่งถูกรีดิวซ์โดยกรดแอสคอร์บิก ได้สี Molybdenum Blue วิธีนี้สามารถใช้วัดฟอสเฟตได้ต่ำถึง 10 $\mu\text{g/L}$

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ซึ่งมีอินฟราเรดไฟโตทิวบ์ สำหรับใช้กับความยาวคลื่น 880 nm
2. เครื่องแก้วที่ล้างด้วยกรดและน้ำที่กลั่นจนสะอาด

สารเคมี

1. กรด H_2SO_4 5 N

เติม conc. H_2SO_4 70 mL ลงในน้ำกลั่นแล้วเติมน้ำกลั่นจนครบ 500 mL

2. Potassium Antimonyl Tartrate Solution

ละลาย $\text{K}(\text{SbO})\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$ 1.31715 g ในน้ำกลั่น 400 mL แล้วเจือจางเป็น 500 mL ใน

ขวดวัดปริมาตร เก็บในขวดแก้ว

3. Ammonium Molybdate Solution

ละลาย $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 20 g ในน้ำกลั่น 500 mL เก็บในขวดพลาสติกที่อุณหภูมิ 4 °C

4. Ascorbic Acid 0.1 M

ละลาย Ascorbic Acid 1.76 g ในน้ำกลั่น 100 mL สารละลายนี้จะคงตัวประมาณ 1 สัปดาห์

ถ้าเก็บที่อุณหภูมิ 4 °C

5. น้ำยารวม (Combined Reagent) ผสมน้ำยาเคมีที่กล่าวแล้วข้างบนในสัดส่วนสำหรับ 100 mL

กรด H_2SO_4 5 N	50 mL
Potassium Antimonyl Tartrate Solution	5 mL
Ammonium Molybdate Solution	15 mL

Ascorbic Acid 0.1 M

30 mL

ก่อนผสมต้องปล่อยให้สารละลายแต่ละชนิดอยู่ที่อุณหภูมิห้องก่อน นำมาผสมโดยผสมให้เข้ากันทุกครั้งเมื่อเติมส่วนผสมแต่ละชนิด (ให้เติมเรียงลำดับ) ถ้ามีความขุ่นเกิดขึ้นในน้ำยาารวมหลังจากเติมสารละลาย Potassium Antimonyl Tartrate Solution หรือ Ammonium Molybdate Solution ให้เขย่าน้ำยาเคมีรวมนี้แล้วตั้งทิ้งไว้ 2-3 นาที กระทั่งความขุ่นหายไป จึงจะเติมน้ำยาดังกล่าวต่อไป น้ำยารวมนี้ใช้ได้นาน 4 ชั่วโมง

6. Stock Phosphate Solution

ละลาย Anhydrous KH_2PO_4 219.50 mg ในน้ำกลั่นและเจือจางให้เป็น 1,000 mL สารละลายนี้ 1,000 mL จะเท่ากับ ฟอสเฟต 50.0 μg P

7. Standard Phosphate Solution

นำ Stock Phosphate Solution มา 50.0 mL เติมน้ำกลั่นจนได้ 1,000 mL สารละลายนี้ 1,000 mL จะเท่ากับ 2.5 μg P

วิธีวิเคราะห์

1. การเตรียมตัวอย่าง

ปิเปตตัวอย่างน้ำ 50.0 mL ใส่ลงในขวดรูปกรวยขนาด 125 mL เติมสารละลาย ฟีนอลฟทาไลน์ อินดิเคเตอร์ 1 หยด ถ้าเป็นสีแดงให้หยดกรด H_2SO_4 5 N ลงไปที่ละหยดจนกระทั่งสีแดงหายไป เติมน้ำยารวม 8.0 mL เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 10 นาที แต่ไม่เกิน 30 นาที นำไปวัด %T ที่ความยาวแสง 880 nm โดยใช้ Reagent Blank เทียบ 100%T

2. การเตรียมกราฟมาตรฐาน

เตรียมอนุกรมความเข้มข้นของ Standard Phosphate ดังนี้ 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 μg P โดยปิเปต Standard Phosphate (1 mL = 2.5 μg P) มา 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 ตามลำดับ ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 mL แต่ละขวด แล้วเติมน้ำกลั่นให้ครบขีดปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน เทใส่ขวดรูปกรวย ขนาด 125 mL เติมน้ำยารวม 8 mL เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 10 นาที แต่ไม่เกิน 30 นาที นำไปวัด %T ที่ความยาวแสง 880 nm โดยใช้ขวดที่มีความเข้มข้น 0 μg P เป็น Blank

Plot กราฟระหว่างความเข้มข้นเป็น μg กับ %T ที่ได้แต่ละความเข้มข้น โดยใช้กราฟ Semilog

การคำนวณ

$$\text{ฟอสเฟต (mg P/L)} = \frac{\mu\text{g P ที่อ่านได้จาก ปริมาตรตัวอย่าง (mL)}}{\text{ปริมาตรตัวอย่าง (mL)}}$$

วิธีการไตเตรชัน

เมื่อปรับพีเอชให้ใกล้เคียง 9.5 ด้วยการใส่สารละลายบอเรตบัฟเฟอร์ แอมโมเนียไนโตรเจนจะถูกกลั่นออกมาพร้อมกับไอน้ำ ถ้าพีเอชสูงเกินไป สารอินทรีย์ในไนโตรเจนและไซยาเนตที่มีอยู่จะถูกละลายเป็นแอมโมเนีย แต่ถ้าพีเอชต่ำเกินไป แอมโมเนียจะถูกกลั่นออกมาไม่หมด แอมโมเนียไนโตรเจนที่ถูกกลั่นออกมาจะรวมตัวกับกรดบอริกเกิดเป็นอิออนแอมโมเนียม (NH_4^+) และอิออนบอเรต (H_2BO_3^-)



ปริมาณแอมโมเนียหาได้โดยการไตเตรตด้วยกรดแก่ ซึ่ง H^+ จะรวมกับ H_2BO_3^- เกิดเป็น พีเอชของสารละลายจะลดลงจนเท่าค่าเริ่มต้น ดังนั้นปริมาณของกรดแก่ที่เติมลงไปสมมูลกับปริมาณแอมโมเนียที่มีจุดยุติได้จากการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์จากสีเขียวเป็นสีม่วง

ก. เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดกลั่นแอมโมเนีย
2. ขวดรูปกรวยขนาด 300 มล.
3. เครื่องวัดพีเอช
4. ขวดเคลดาร์ลขนาด 800 มล.
5. บิวเรตขนาด 50 มล.

ข. สารเคมี

1. น้ำกลั่นที่ปราศจากแอมโมเนีย

ใช้น้ำนี้เพื่อเตรียมน้ำยาเคมีและเจือจางตัวอย่าง

2. สารละลายบอเรตบัฟเฟอร์ (Borate Buffer Solution)

เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล จำนวน 88 มล. ลงในสารละลายโซเดียมเตตระบอเรต 0.025 โมลาร์ (เตรียมได้โดย $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 9.5 กรัม/น้ำ 1 ลิตร) ปริมาณ 500 มล. ผสมให้เข้ากันแล้วเจือจางให้เป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6 นอร์มัล
4. สารกำจัดคลอรีน

ใช้สารละลายต่อไปนี้ 1 มล. เพื่อกำจัดคลอรีนตกค้าง 1 มก./ลิตร ในน้ำตัวอย่าง 500 มล.

สารละลายโซเดียมโรโอซัลเฟต ละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 3.5 กรัมในน้ำกลั่นแล้วเจือจางให้เป็น 1 ลิตร เตรียมใหม่ทุกครั้งที่ใช้

วิธีการไตเตรชัน

สารละลายโซเดียมซัลไฟต์ ละลาย Na_2SO_3 0.9 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วเจือจางให้เป็น 1 ลิตร เตรียมใหม่ทุกครั้งที่ใช้

5. สารละลายกรดบอริก (Absorbent Solution)

ละลาย H_3BO_3 20 กรัม ในน้ำกลั่นเจือจางเป็น 1 ลิตร

6. สารละลายอินดิเคเตอร์ผสม (Mixed Indicator Solution)

ละลายเมทิลเรด 200 มก. ในเอทิลแอลกอฮอล์ 95% หรือในไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ 100 มล. และละลายเมทิลีนบลู 100 มก. ในเอทิลแอลกอฮอล์ 95% หรือในไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ 50 มล. นำสารละลายทั้งสองชนิดมาผสมกัน เตรียมใช้แต่ละเดือน

7. สารละลายกรดบอริกที่เติมอินดิเคเตอร์ (Indicating Boric Acid Solution)

ละลายกรดบอริก (H_3BO_3) 20 กรัม ในน้ำกลั่นเติมสารละลายอินดิเคเตอร์ผสม 10 มล. เจือจางให้เป็น 1 ลิตร เตรียมใช้แต่ละเดือน

8. สารละลายมาตรฐานกรดกำมะถัน 0.02 นอร์มัล

ค. วิธีการ

1. การเตรียมชุดกลั่น

ล้างส่วนต่างๆ ของชุดกลั่นให้สะอาดแล้วล้างด้วยน้ำกลั่นที่ปราศจากแอมโมเนีย 500 มล. และสารละลายบอเรตบัฟเฟอร์ 20 มล. ปรับพีเอชให้เป็น 9.5 ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6 นอร์มัล เทใส่ขวดกลั่นเติมลูกแก้ว 2-3 เม็ด นำไปกลั่นล้างเครื่องมือจนกระทั่งสารที่กลั่นออกมาไม่มีแอมโมเนียหรือมีน้อยมาก

2. การเตรียมตัวอย่าง

ถ้าตัวอย่างน้ำมีคลอรีนต้องกำจัดโดยเติมสารกำจัดคลอรีนในหัวข้อ ข. ข้อ 4 โดยเติมสารกำจัดคลอรีนในปริมาณที่สมมูลย์กับคลอรีนตกค้าง ตวงตัวอย่าง 50 มล. ใส่ลงในบีกเกอร์ ถ้าพีเอชสูงหรือต่ำมาก ควรปรับให้เป็น 7 เสียก่อนเติมสารละลาย บอเรตบัฟเฟอร์ 25 มล. ปรับพีเอชให้เป็น 9.5 ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6 นอร์มัล เทตัวอย่างน้ำลงขวดกลั่น

3. การกลั่น

นำขวดกลั่นที่ใส่ตัวอย่างเข้าเครื่องกลั่นเปิดน้ำหล่อเย็นให้พร้อม (ควรจะนำตัวอย่างเข้ากลั่นทันทีหลังจากกลั่นล้างชุดกลั่นแล้ว) สารละลายอินดิเคเตอร์ในกรดบอริก 50 มล. ใส่ในขวดรูป

กรวย นำเข้าไปต่อกับชุดกลั่นโดยให้ปลายหลอดที่ต่อน้ำไอและแอมโมเนียที่กลั่นออกมาจุ่มอยู่ใต้สารละลาย เปิดไฟให้กลั่นด้วยอัตรา 6-10 มล./นาที ให้กลั่นจนได้สารละลายจากการกลั่น (Distillate) ในขวดรูปกรวย อย่างน้อย 300 มล. แล้วจึงตั้งปลายหลอดให้พ้นสารละลาย กลั่นต่อไปอีก 2-3 นาที เพื่อทำความสะอาดชุดกลั่น น้ำสารละลายที่ได้จากการกลั่นมาเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 500 มล. ถ้ามีแอมโมเนีย สารละลายที่ได้จะมีสีเขียว ถ้าไม่มีแอมโมเนียจะเป็นสีม่วงเดิมของกรดบอริกอินดิเคเตอร์ นำไปหาปริมาณแอมโมเนียโดยวิธีไตเตรตต่อไป

หมายเหตุ ถ้าจะนำไปหาแอมโมเนียโดยวิธีเนลเลอร์ ให้ใช้กรดบอริกแทนกรดบอริกอินดิเคเตอร์ในการจับแอมโมเนีย

ง. วิธีไตเตรชัน

- นำสารละลายที่ได้จากการกลั่น (Distillate) มาไตเตรตด้วยกรดกำมะถัน 0.02 นอร์มัล จนกระทั่งสีเขียวของสารละลายเปลี่ยนเป็นสีม่วง
- แปลงค์ ใช้น้ำกลั่นและทำขั้นตอนทุกอย่าง (ทั้งการกลั่นและการไตเตรต) เหมือนทำตัวอย่าง

จ. การคำนวณ

$$\text{แอมโมเนีย (มก./ล. ในรูป N)} = \frac{(A-B) \times N \times 14,000}{\text{ปริมาตรตัวอย่าง (mL)}}$$

- A = มล. ของกรดกำมะถันที่ใช้ไตเตรตตัวอย่าง
 B = มล. ของกรดกำมะถันที่ใช้ไตเตรตแปลงค์
 M = ความเข้มข้นของกำมะถันที่เป็นนอร์มัลลิตี

การวิเคราะห์ไฟโคไซยานิน (Determination of phycocyanin)

วิธีการ

1. ชั่งสารตัวอย่าง 0.5 กรัม (500 มิลลิกรัม) ใส่ในหลอดเซนตริฟิวก์ ขนาด 50 มิลลิลิตร
2. เติม 25 มิลลิลิตร 0.1 M phosphate buffer (pH 6.0) ใช้ สเปกโทรรา บดให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส 16 ชั่วโมง
3. หลังจากบ่มแล้ว ผสมสารละลายให้เป็นเนื้อเดียวกัน นำไปเซนตริฟิวก์ 15 นาที ความเร็ว 5,000 รอบ/นาที (rpm)
4. กรองชั้นของ supernatant (สารละลายส่วนบน) ผ่านกระดาษกรอง TOYO No. 5A
5. ปิเปตต์ 2 มิลลิลิตร ของสารละลายที่อ่านการกรองแล้ว ลงใน Vol. flask ขนาด 50 มิลลิลิตร ปรับให้ถึงปริมาตร ด้วยน้ำกลั่น
6. นำไปวัดค่า absorbance ที่ความยาวคลื่น 615 นาโนเมตร (nm)
7. การคำนวณ

$$\% \text{ phycocyanin} = \frac{0.295 \times A_{s\ 615} \times D \times 100}{W}$$

A_s = Absorbance ที่ 615

D = Dilution factor = 625

W = weight (mg) = 500 mg

8. การเตรียม 0.1 M phosphate buffer (pH 6.0)
 - 8.1 สารละลาย A = 87.7 มิลลิลิตร ของ 0.2 M NaH_2PO_4 Sol + 12.3 มิลลิลิตร ของ 0.2 M Na_2HPO_4
 - 8.2 ก่อนใช้ phosphate buffer ต้องเติม Bacterio static agent ก่อน โดยเติม 0.1 กรัม NaNO_3 ละลายในสารละลาย A 200 มิลลิลิตร

ถ้า 0.1 กรัม NaNO_3 ใน 200 มิลลิลิตร

หรือ 200 มิลลิลิตร เติม NaNO_3 0.1 กรัม

75 มิลลิลิตร เติม NaNO_3 0.0375 กรัม

เบต้า-แคโรทีน

β -carotene โดยวิธี HPLC (High Performance Liquid Chromatography)

อุปกรณ์

1. เครื่องมือ HPLC (High Performance Liquid Chromatography)
2. เครื่องหมุนเหวี่ยง
3. สารเคมี
 - 3.1 Pentane sulfuric acid (PSA)
 - 3.2 Tetramethyl ammonium chloride (TMA)
 - 3.3 Acetonitrile
 - 3.4 Methanal
 - 3.5 Butyl hydroxyanisole (BHA)
 - 3.6 มาตรฐานวิตามินเอ เบต้า-แคโรทีน
 - 3.7 น้ำกลั่น
 - 3.8 กรดแอสติค
 - 3.9 เฮกเซน
 - 3.10 Isopropanal

วิธีทำ

การเตรียมสารตัวอย่าง

1. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 0.2 กรัม ใส่ในหลอดเซนตริฟิวักซ์ขนาด 15 มิลลิลิตร
2. หยด BHA 0.5 เปอร์เซ็นต์ 2-3 หยด
3. เติมกรดแอสติค 1 เปอร์เซ็นต์ จนมีปริมาตรครบ 5 มิลลิลิตร ฟันปากหลอดด้วยก๊าซไนโตรเจน แล้วปิดปากหลอด อุ่นที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที แล้วทำให้เย็น
4. เติม Isopropanal 1 มิลลิลิตร และเติมสารเฮกเซน 6-8 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้สักครู่ หรือนำเข้าเครื่องเหวี่ยง ชั้นเฮกเซนจะแยกออก
5. ดูดปริมาตรส่วนที่เป็นชั้นเฮกเซนไว้ แล้วนำส่วนที่ใส่นี้ไปกรองผ่านเครื่องกรองแบคทีเรีย ที่มีขนาด 0.45 ไมครอน บรรจุส่วนที่กรองได้ในขวดสีชา เก็บไว้ในที่เย็นระหว่างรอการตรวจสอบด้วย HPLC ซึ่งควรทำทันทีหลังจากเตรียมเสร็จ
6. นำสารที่เตรียมได้เข้าตรวจสอบโดยใช้ เครื่อง HPLC

การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

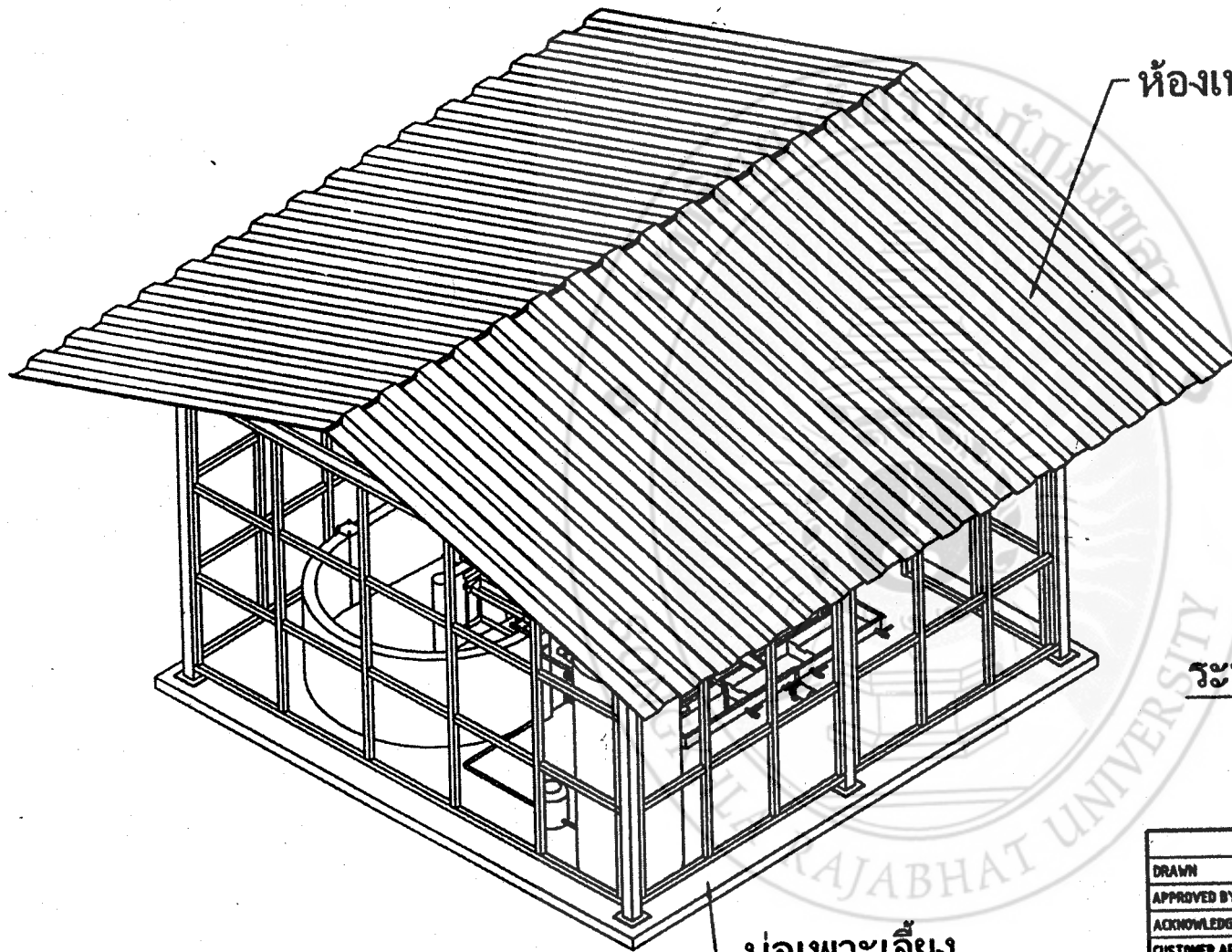
สารละลายมาตรฐานชนิดละลายน้ำ ชั่งสารวิตามินมาตรฐานแต่ละชนิดในปริมาตรที่
แน่นอน 1-3 มิลลิกรัม ละลายใน 1 เปอร์เซ็นต์ กรดแอสติก 10 มิลลิลิตร

สารละลายมาตรฐานชนิดละลายไขมัน ชั่งสารวิตามินมาตรฐานแต่ละชนิดในปริมาตรที่
แน่นอน 1-3 มิลลิกรัม ละลายในเมทิลแอลกอฮอล์ ; เฮกเซน = 30:70 จำนวน 10 มิลลิลิตร
นำสารที่สกัดได้ไปวิเคราะห์โดยใช้ HPLC

(วิตามิน เอ ใช้ช่วงแสง คลื่นแสง 440 nm 436 nm.)

ขั้นตอนการวิเคราะห์ หา โคนะหนักด้วยเครื่อง AAS

1. ชั่งน้ำหนัก 0.10 กรัม ใส่ในเบ้า porcelain ขนาดความจุ 30 มิลลิลิตร
2. นำไปเผาด้วยเตาเผาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที
3. ปล่อยให้เย็นแล้วนำไปใส่ในบีกเกอร์ ขนาด 250 มิลลิลิตร ที่มีน้ำกลั่นอยู่ 50 มิลลิลิตร
4. เติมกรด conc. HNO₃ 5.0 มิลลิลิตร ลงในเบ้า porcelain ปิดฝาบีกเกอร์ด้วยกระจกนาฬิกา
5. นำไปให้ความร้อนบน แผ่นความร้อน จนสารละลายในเบ้า porcelain มีสีใส ตะแคงเบ้าให้
สารละลายในเบ้าละลายรวมกับน้ำกลั่นในบีกเกอร์ โดยใช้แท่งแก้วกวน
6. ล้างเอาเบ้า porcelain ขึ้นจากบีกเกอร์ด้วยน้ำกลั่น
7. นำสารละลายที่ได้ไปกรองด้วยกระดาษกรอง เบอร์ 1 ใส่ลงในขวดชมพู ขนาด 100 มิลลิลิตร
8. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นที่อุณหภูมิห้อง
9. นำไปวัดหาปริมาณธาตุที่ต้องการด้วยเครื่อง AAS



ห้องเพาะเลี้ยง

ระบบเพาะเลี้ยงสาหร่าย Spirulina

หน่วยวัดเป็นมิลลิเมตร

บ่อเพาะเลี้ยง
และพื้นห้องเพาะเลี้ยง

	SIGNATURE	DATE	REFERENCE DATA
DRAWN			WEIGHT -
APPROVED BY			REF. DWG NO. -
ACKNOWLEDGE			SCALE Not to scale
CUSTOMER APPROVED BY			SHEET 01/04
CUSTOMER			SIZE A4
DRAWING NO. A1	DRAWING NAME SPILULINA PLANT SYSTEM		

REV.	DESCRIPTION	BY	DATE	APPROVED

THIS DRAWING SHALL NOT BE REPRODUCED, COPIED, LOANED OR DISPOSED DIRECTLY OR INDIRECTLY, NOR USED FOR ANY PURPOSE OTHER THAN THAT FOR WHICH IT IS SPECIFICALLY FURNISHED WITHOUT PRIOR WRITTEN CONSENT OF S V S MECHANICAL & CONSULTANT CO., LTD.

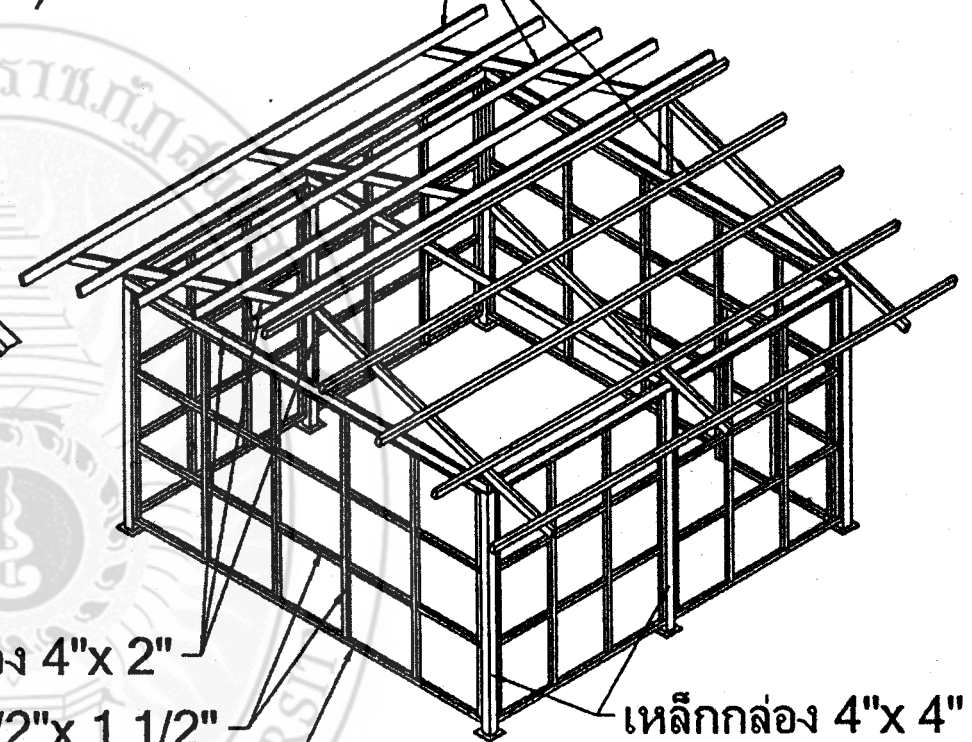
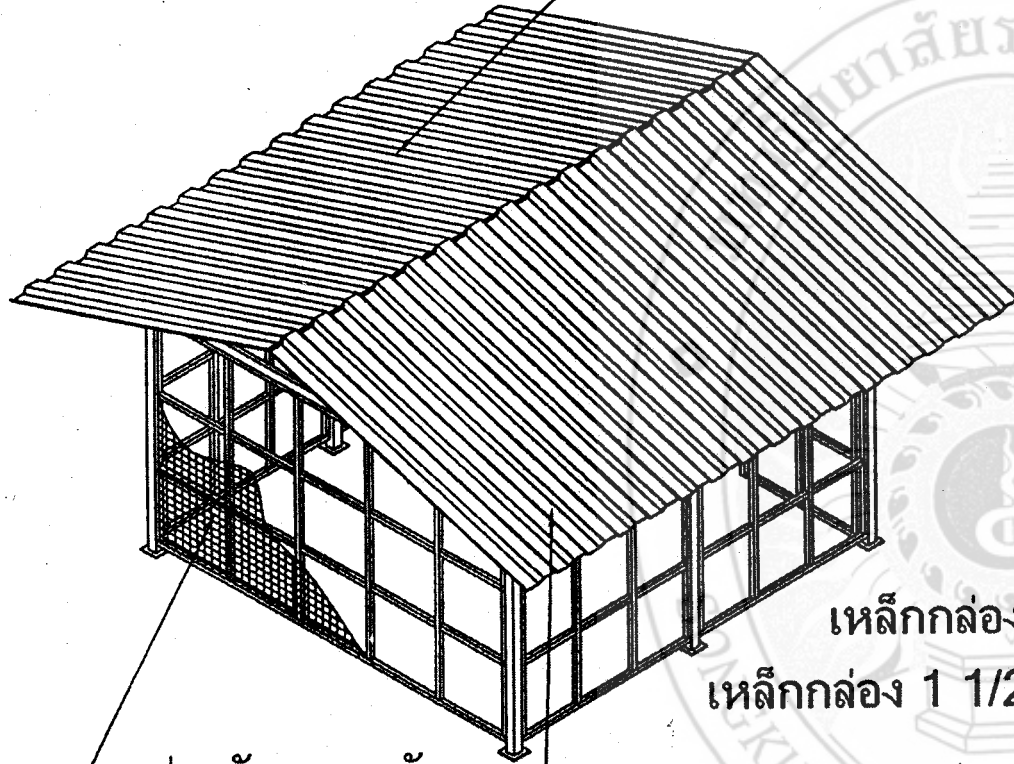
DESIGN DATA

CODE : -

TOLERANCE : ITK

แผ่นอะคลีลิกใส
สำหรับมุงหลังคา
(แผ่นกระเบื้องใส)

เหล็กทรง C 4"x 1 1/2"



เหล็กกล่อง 4"x 2"

เหล็กกล่อง 1 1/2"x 1 1/2"

เหล็กกล่อง 2"x 2"

เหล็กกล่อง 4"x 4"

เหล็กแผ่น 10 mm.

ตาข่ายตัวหนอนถัก
2" x 2"

แผ่นอะคลีลิกใส
(แผ่นกระเบื้องใส)

มุงสลับกับแผ่นกระเบื้องทึบ

โครงสร้างห้องเพาะเลี้ยง
สาหร่าย Spirulina

หน่วยวัดเป็นมิลลิเมตร

	SIGNATURE	DATE	REFERENCE DATA
DRAWN			WEIGHT -
APPROVED BY			REF. DWG NO. A1
ACKNOWLEDGE			SCALE Not to scale
CUSTOMER APPROVED BY			SHEET 01/03
CUSTOMER			SIZE A4
DRAWING NO. A3	DRAWING NAME PLANT STRUCTURE		

REV.	DESCRIPTION	BY	DATE	APPROVED

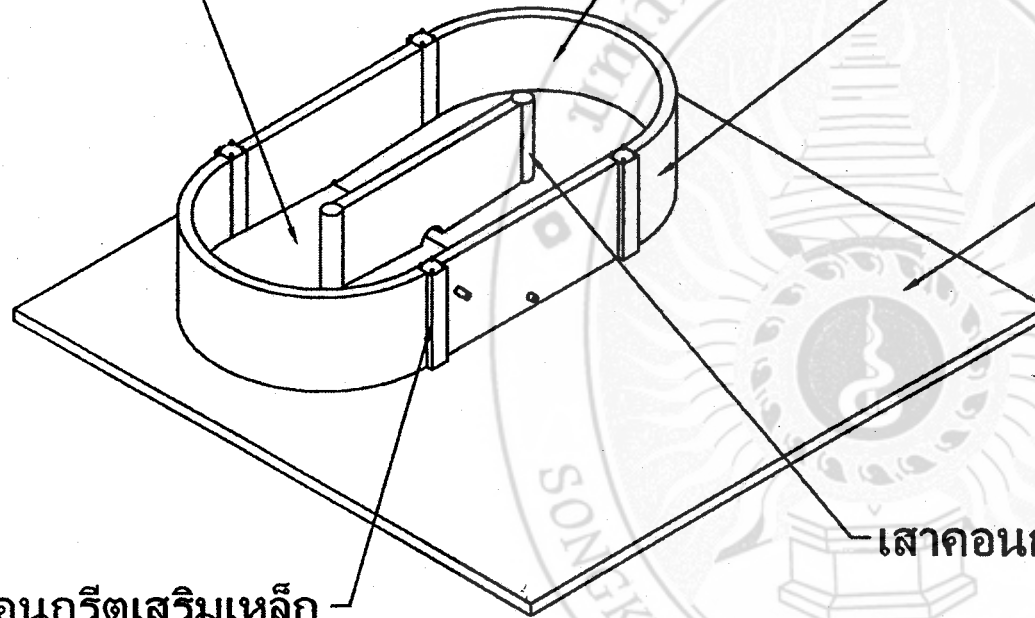
THIS DRAWING SHALL NOT BE REPRODUCED, COPIED, LOANED OR DISPOSED DIRECTLY OR INDIRECTLY FOR ANY PURPOSE OTHER THAN THAT FOR WHICH IT IS SPECIFICALLY FURNISHED WITHOUT PRIOR WRITTEN CONSENT OF S.V.S MECHANICAL & CONSULTANT CO., LTD.

พื้นคอนกรีต

ผนังก่ออิฐฉาบปูนผิวเรียบ ชัดมัน

ผนังก่ออิฐฉาบปูนผิวเรียบ

พื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก



เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก

เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก

บ่อเพาะเลี้ยงสาหร่าย Spirulina

หน่วยวัดเป็นมิลลิเมตร

	SIGNATURE	DATE	REFERENCE DATA
DRAWN			WEIGHT -
APPROVED BY			REF. DWS NO. A1
ACKNOWLEDGE			SCALE Not to scale
CUSTOMER APPROVED BY			SHEET 01/02
CUSTOMER			SIZE AA
DRAWING NO. A2	DRAWING NAME SPIRULINA POND		

REV.	DESCRIPTION	BY	DATE	APPROVED

THIS DRAWING SHALL NOT BE REPRODUCED, COPIED, LOANED OR DISPOSED DIRECTLY OR INDIRECTLY FOR ANY PURPOSE OTHER THAN THAT FOR WHICH IT IS SPECIFICALLY FURNISHED WITHOUT PRIOR WRITTEN CONSENT OF S V S MECHANICAL & CONSULTANT CO., LTD.

แผงเติมอากาศ

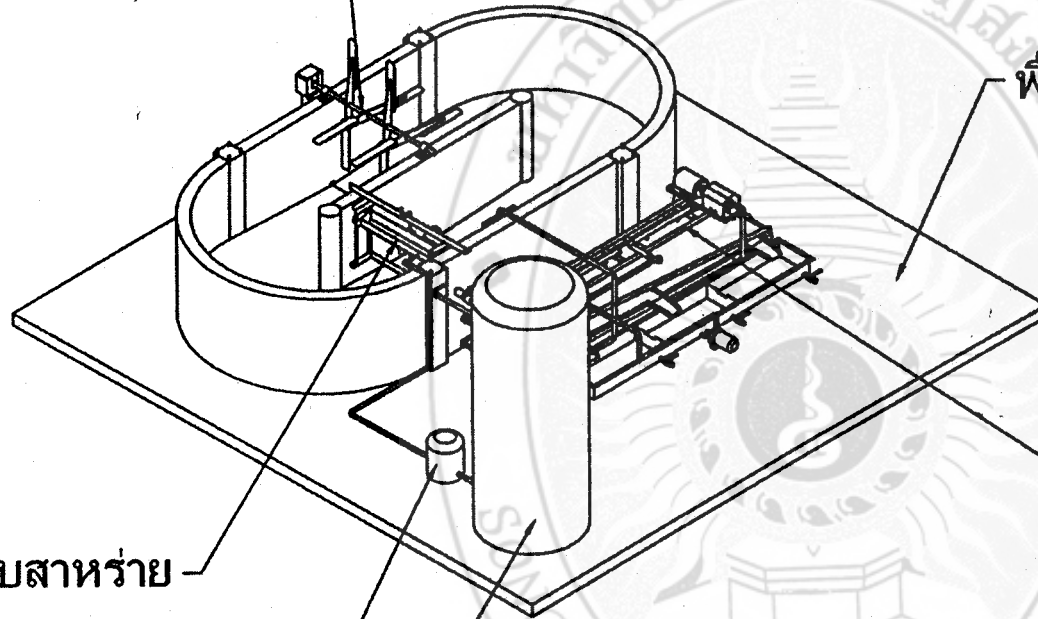
พื้นห้องเพาะเลี้ยง

เครื่องล้างสาหร่าย

ชุดเก็บสาหร่าย

เครื่องสูบ/จ่ายน้ำกรอง

ถังพักน้ำกรอง



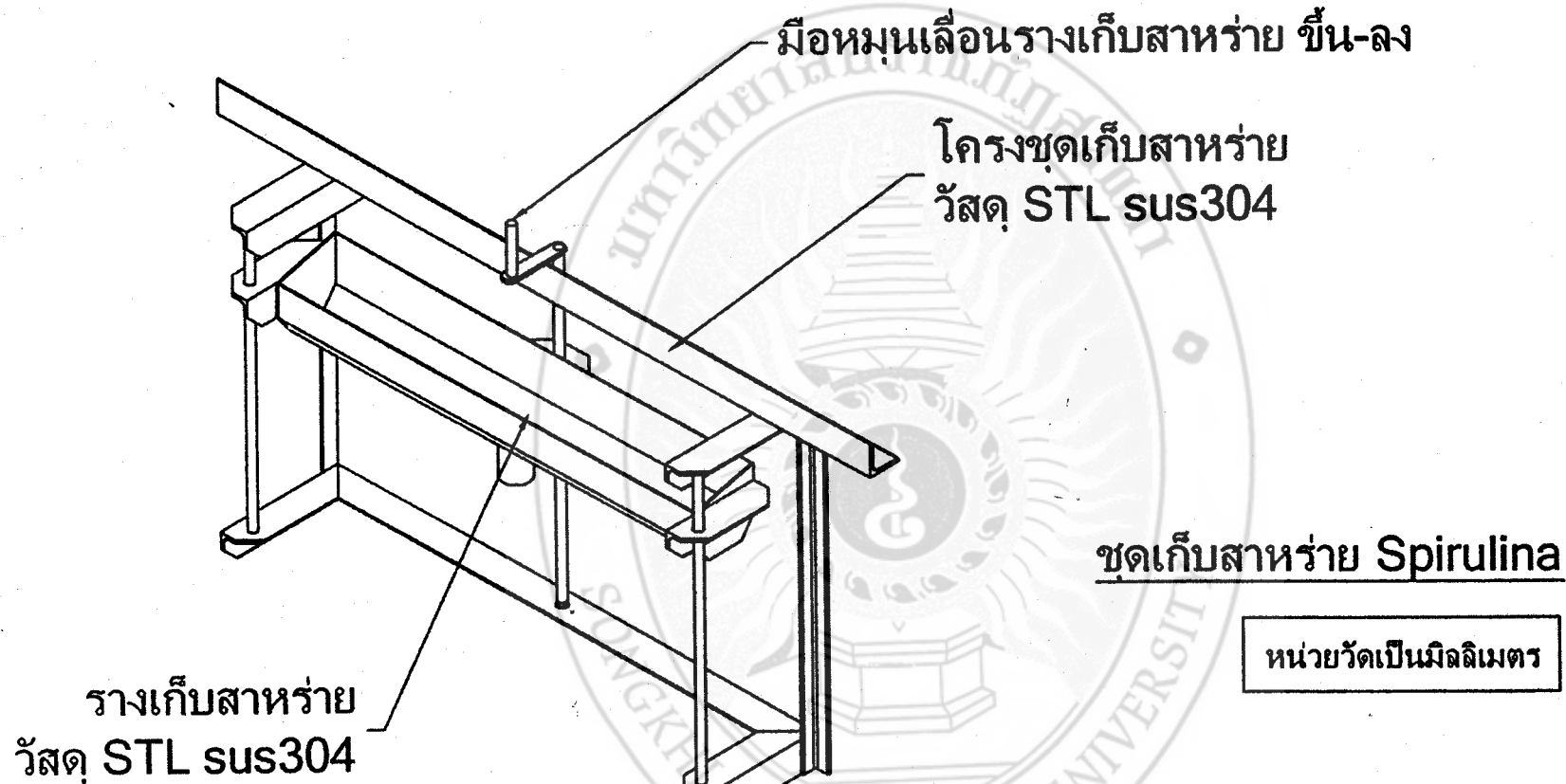
		SIGNATURE	DATE	REFERENCE DATA
DRAWN				WEIGHT -
APPROVED BY				REF. DWS NO. -
ACKNOWLEDGE				SCALE Not to scale
CUSTOMER APPROVED BY				SHEET 03/04
CUSTOMER				SIZE A4
DRAWING NO. A1	DRAWING NAME SPILULINA PLANT SYSTEM			
THIS DRAWING SHALL NOT BE REPRODUCED, COPIED, LOANED OR DISPOSED DIRECTLY OR INDIRECTLY, NOR USED FOR ANY PURPOSE OTHER THAN THAT FOR WHICH IT IS SPECIFICALLY FURNISHED WITHOUT PRIOR WRITTEN CONSENT OF S V S MECHANICAL & CONSULTANT CO., LTD.				

REV.	DESCRIPTION	BY	DATE	APPROVED

DESIGN DATA

CODE : -

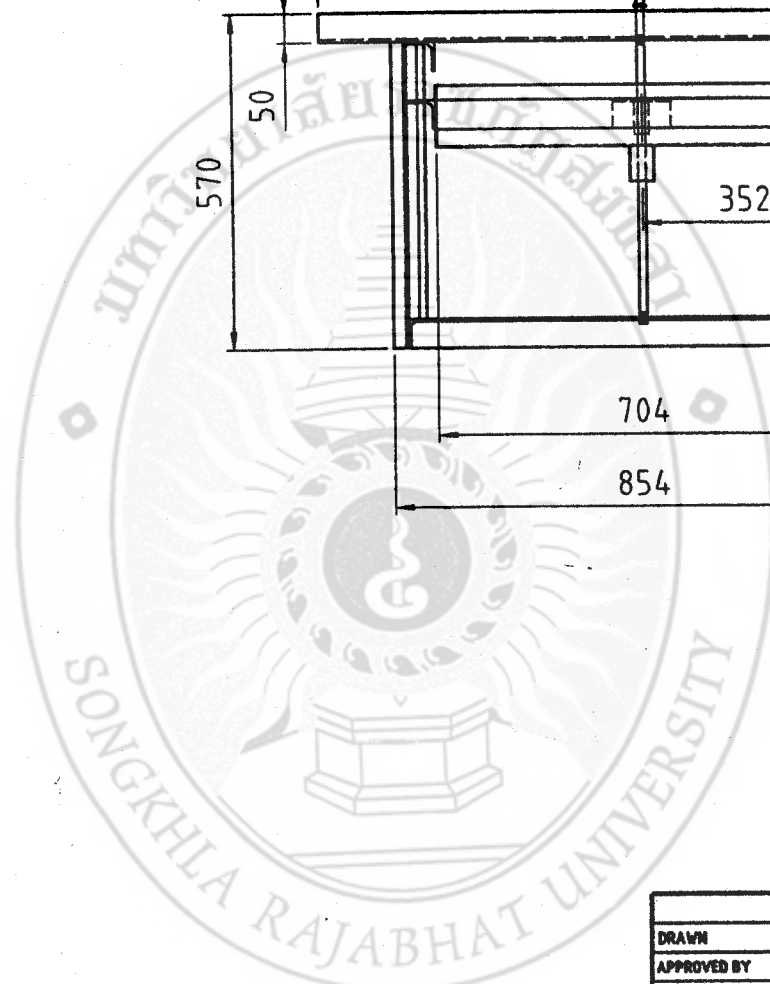
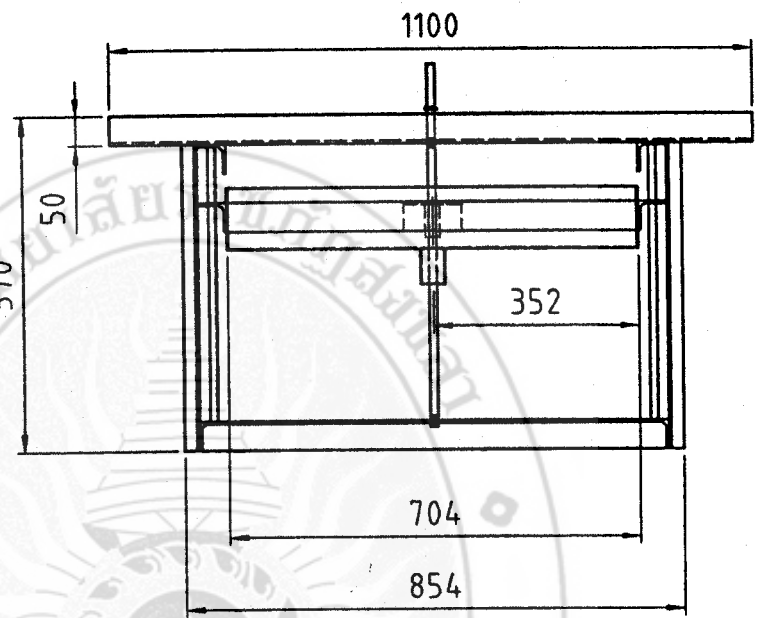
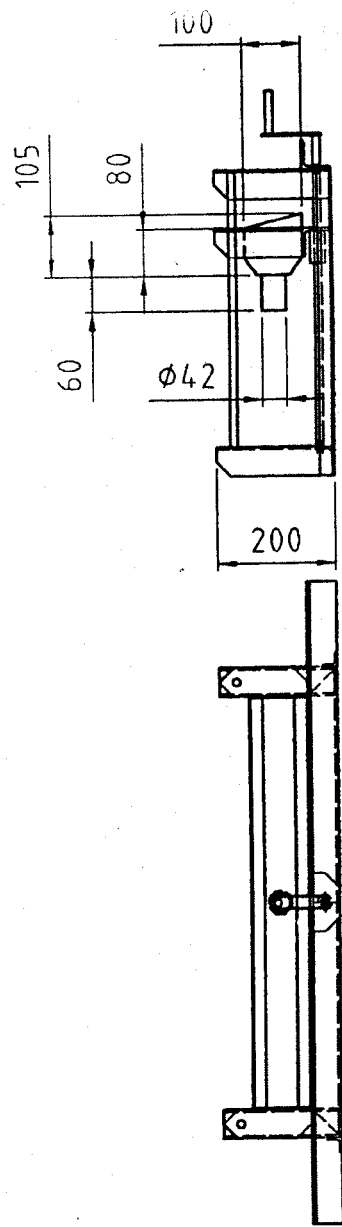
TOLERANCE : ITX



	SIGNATURE	DATE	REFERENCE DATA
DRAWN			WEIGHT -
APPROVED BY			REF. DWG NO. A1
ACKNOWLEDGE			SCALE Not to scale
CUSTOMER APPROVED BY			SHEET 01/02
CUSTOMER			SIZE A4
DRAWING NO. A7	DRAWING NAME HARVEST UNIT		

REV.	DESCRIPTION	BY	DATE	APPROVED

THIS DRAWING SHALL NOT BE REPRODUCED, COPIED, LOANED OR DISPOSED DIRECTLY OR INDIRECTLY FOR ANY PURPOSE OTHER THAN THAT FOR WHICH IT IS SPECIFICALLY FURNISHED WITHOUT PRIOR WRITTEN CONSENT OF S V S MECHANICAL & CONSULTANT CO., LTD.



	SIGNATURE	DATE	REFERENCE DATA
DRAWN			WEIGHT -
APPROVED BY			REF. DWG NO. A1
ACKNOWLEDGE			SCALE Not to scale
CUSTOMER APPROVED BY			SHEET 02/02
CUSTOMER			SIZE A4
DRAWING NO. A7	DRAWING NAME HARVEST UNIT		

REV.	DESCRIPTION	BY	DATE	APPROVED

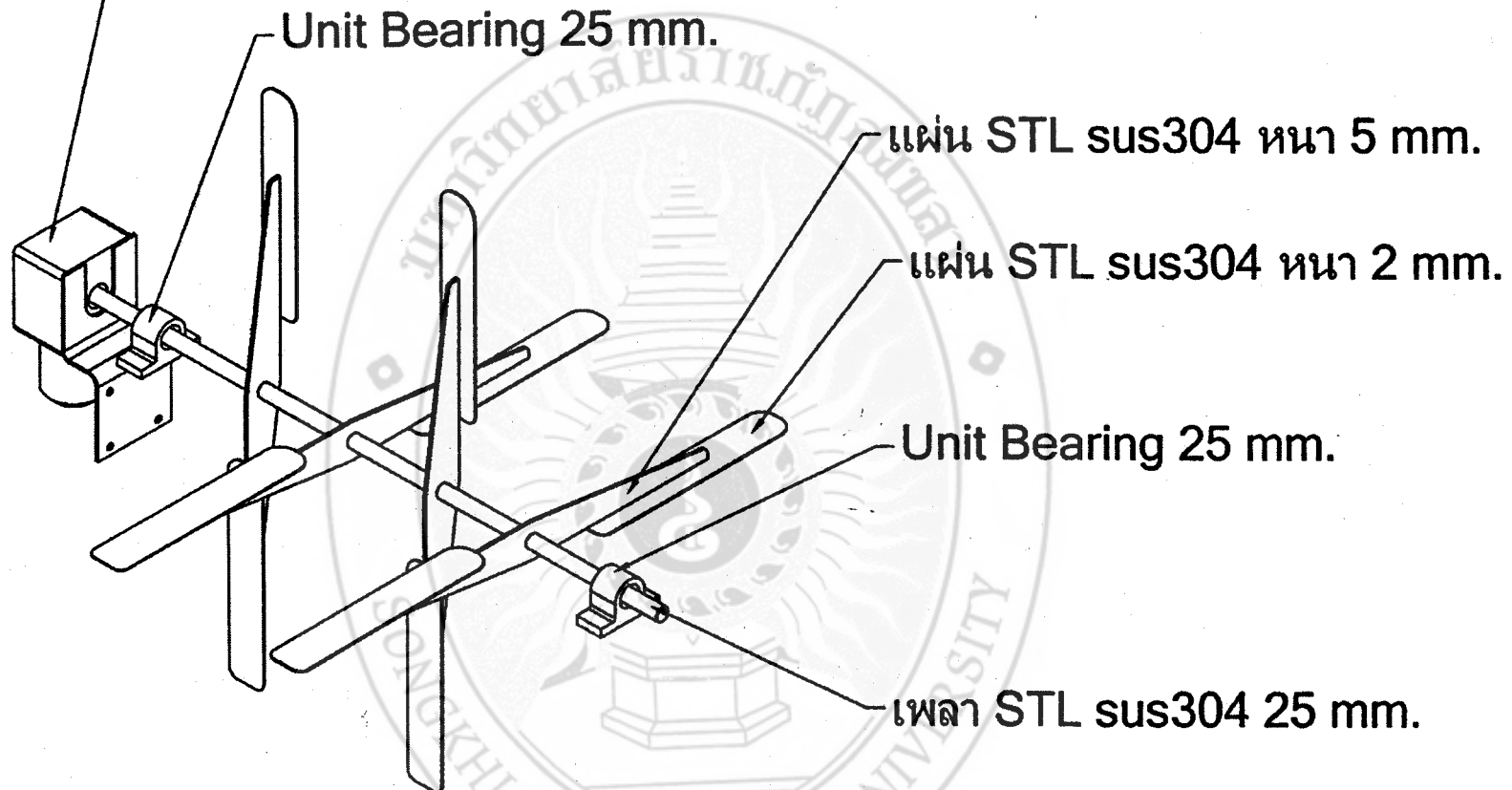
THIS DRAWING SHALL NOT BE REPRODUCED, COPIED, LOANED OR DISPOSED DIRECTLY OR INDIRECTLY, NOR USED FOR ANY PURPOSE OTHER THAN THAT FOR WHICH IT IS SPECIFICALLY FURNISHED WITHOUT PRIOR WRITTEN CONSENT OF S V S MECHANICAL & CONSULTANT CO., LTD.

DESIGN DATA

CODE : -

TOLERANCE : IT14

Reducing Gear Motor 0.5 Hp
ratio 1:50 , 30 rpm (หรือเทียบเท่า)



ใบพัดเติมอากาศ

หน่วยวัดเป็นมิลลิเมตร

	SIGNATURE	DATE	REFERENCE DATA
DRAWN			WEIGHT -
APPROVED BY			REF. DWS NO. A1
ACKNOWLEDGE			SCALE Not to scale
CUSTOMER APPROVED BY			SHEET 01/02
CUSTOMER			SIZE A6
DRAWING NO. A6	DRAWING NAME PROPELLER		

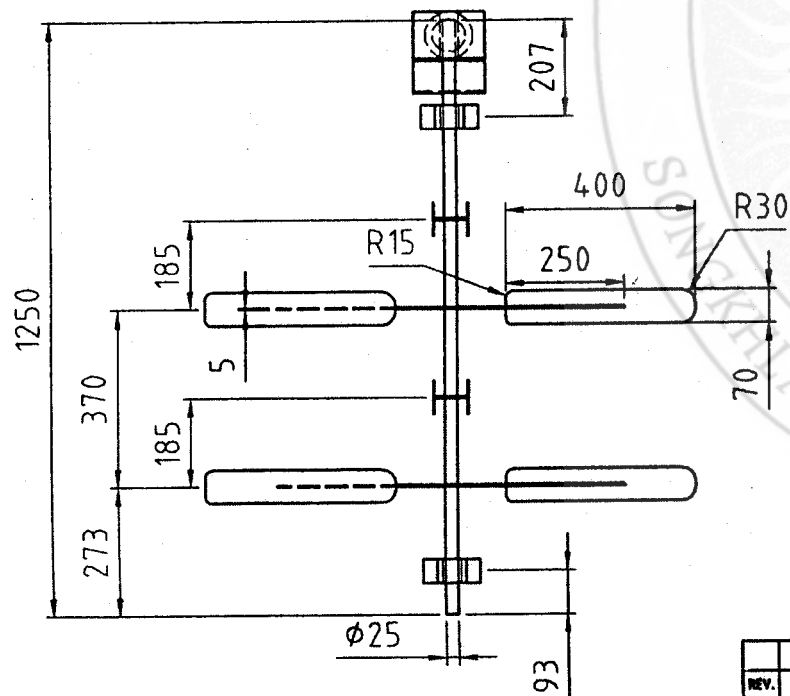
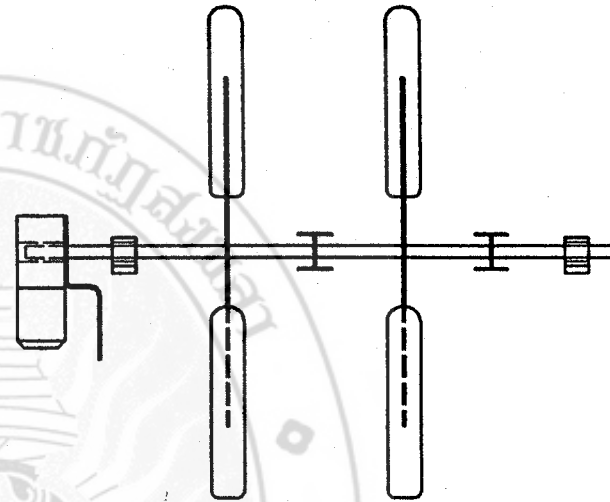
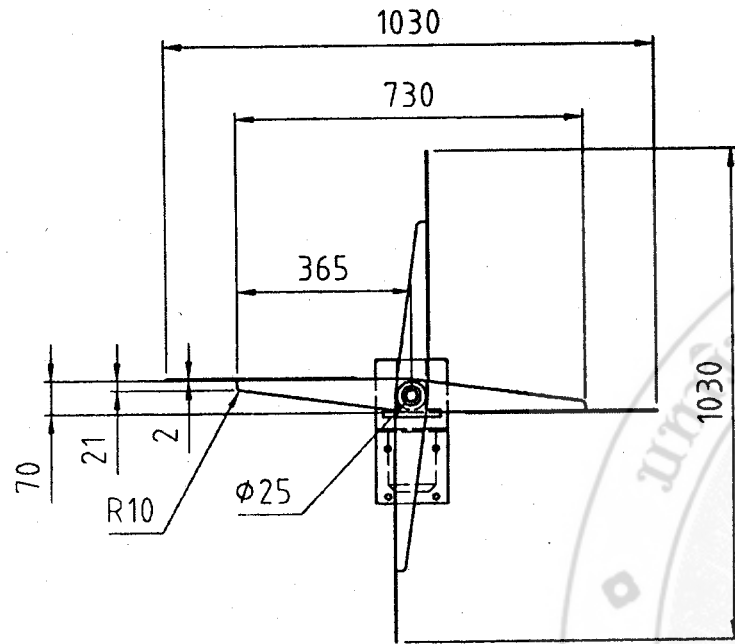
REV.	DESCRIPTION	BY	DATE	APPROVED

THIS DRAWING SHALL NOT BE REPRODUCED, COPIED, LOANED OR DISPOSED DIRECTLY OR INDIRECTLY FOR USE FOR ANY PURPOSE OTHER THAN THAT FOR WHICH IT IS SPECIFICALLY FURNISHED WITHOUT PRIOR WRITTEN CONSENT OF S V S MECHANICAL & CONSULTANT CO., LTD.

DESIGN DATA

CODE : -

TOLERANCE : IT14



	SIGNATURE	DATE	REFERENCE DATA
DRAWN			WEIGHT -
APPROVED BY			REF. DWS NO. A1
ACKNOWLEDGE			SCALE Not to scale
CUSTOMER APPROVED BY			SHEET 02/02
CUSTOMER			SIZE A4
DRAWING NO. A6	DRAWING NAME PROPELLER		

REV.	DESCRIPTION	BY	DATE	APPROVED

THIS DRAWING SHALL NOT BE REPRODUCED, COPIED, LOANED OR DISPOSED DIRECTLY OR INDIRECTLY, NOR USED FOR ANY PURPOSE OTHER THAN THAT FOR WHICH IT IS SPECIALLY FURNISHED WITHOUT PRIOR WRITTEN CONSENT OF S V S MECHANICAL & CONSULTANT C.E.T/O.

DESIGN DATA

CODE : -

TOLERANCE : IT14

หัว Nozzle Spray
วัสดุ STL sus304

ท่อ Spray น้ำล้างสาหร่าย
วัสดุ STL sus304

โครงสร้าง
เครื่องล้างสาหร่าย
วัสดุ STL sus304

ชุดมอเตอร์เขย่า

ผ้ากรองสาหร่าย
ขนาด 60 micron

เครื่องล้างสาหร่าย Spirulina

หน่วยวัดเป็นมิลลิเมตร

ถาดรองน้ำ
เครื่องล้างสาหร่าย
วัสดุ STL sus304

Support Vibration
Spring

	SIGNATURE	DATE	REFERENCE DATA
DRAWN			WEIGHT -
APPROVED BY			REF. DWG NO. A1
ACKNOWLEDGE			SCALE Not to scale
CUSTOMER APPROVED BY			SHEET 01/02
CUSTOMER			SIZE A4
DRAWING NO. A4	DRAWING NAME WASHING MACHINE		

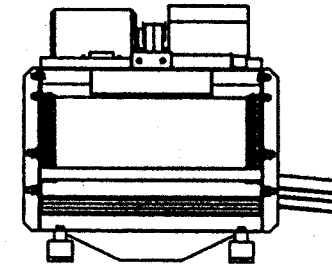
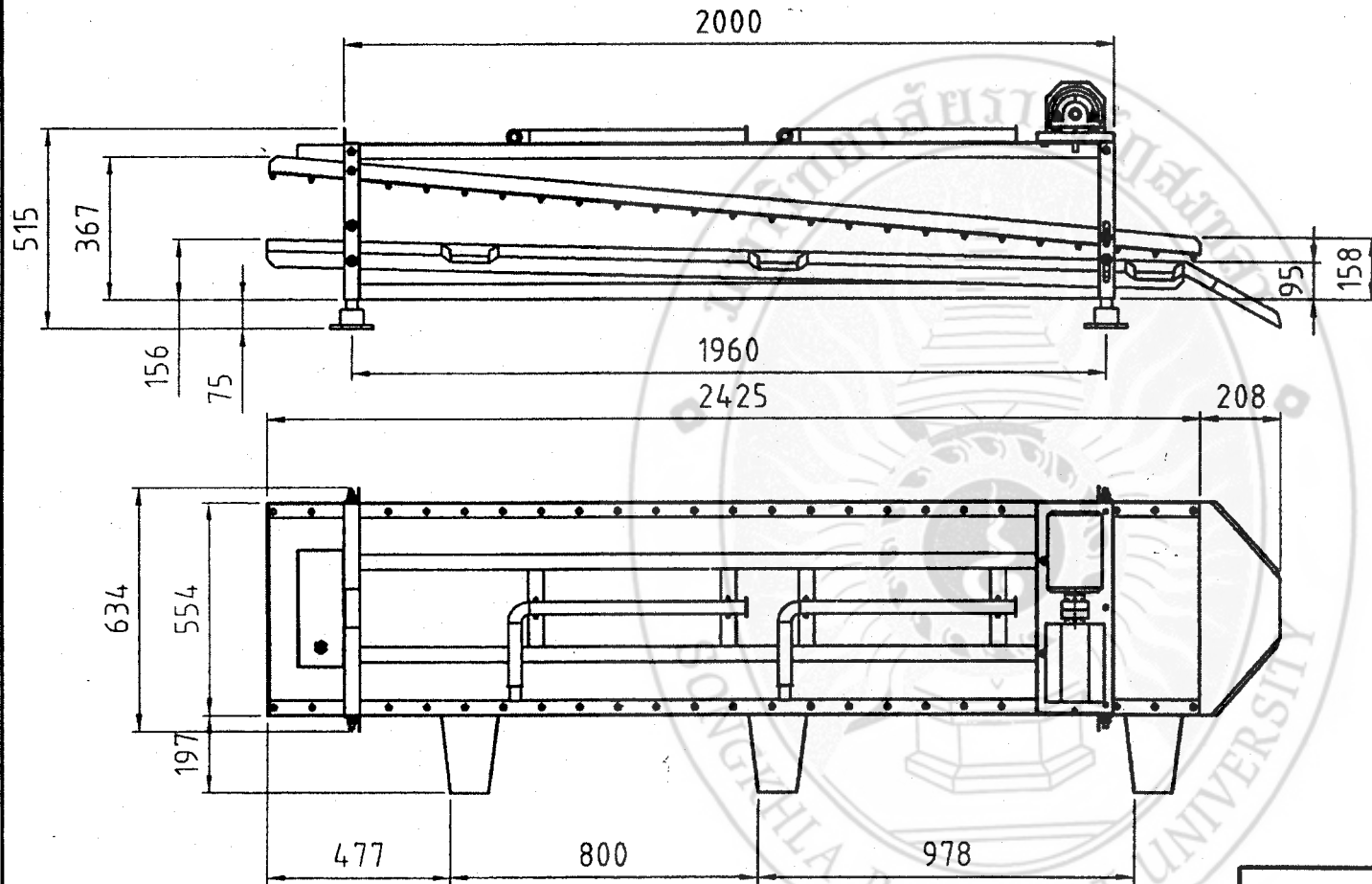
REV.	DESCRIPTION	BY	DATE	APPROVED

THIS DRAWING SHALL NOT BE REPRODUCED, COPIED, LOANED OR DISPOSED DIRECTLY OR INDIRECTLY FOR ANY PURPOSE OTHER THAN THAT FOR WHICH IT IS SPECIFICALLY FURNISHED WITHOUT PRIOR WRITTEN CONSENT OF S V S MECHANICAL & CONSULTANT CO., LTD.

DESIGN DATA

CODE: -

TOLERANCE: IT14



		SIGNATURE	DATE	REFERENCE DATA
DRAWN				WEIGHT -
APPROVED BY				REF. DWS NO. A1
ACKNOWLEDGE				SCALE Not to scale
CUSTOMER APPROVED BY				SHEET 02/02
CUSTOMER				SIZE A4
DRAWING NO. A4		DRAWING NAME WASHING MACHINE		

REV.	DESCRIPTION	BY	DATE	APPROVED

THIS DRAWING SHALL NOT BE REPRODUCED, COPIED, LOANED OR SUPPLIED DIRECTLY OR INDIRECTLY, NOR USED FOR ANY PURPOSE OTHER THAN THAT FOR WHICH IT IS SPECIFICALLY FURNISHED WITHOUT PRIOR WRITTEN CONSENT OF S V S MECHANICAL & CONSULTANT CO., TR.