บทที่ 4

การวางแผนและวิธีการดำเนินการทดลอง

4.1 รูปแบบการวิจัย

มีรูปแบบเป็นการวิจัยเชิงทดลอง กระทำภายใต้สถานการณ์ที่ควบคุมภายในห้องปฏิบัติการ

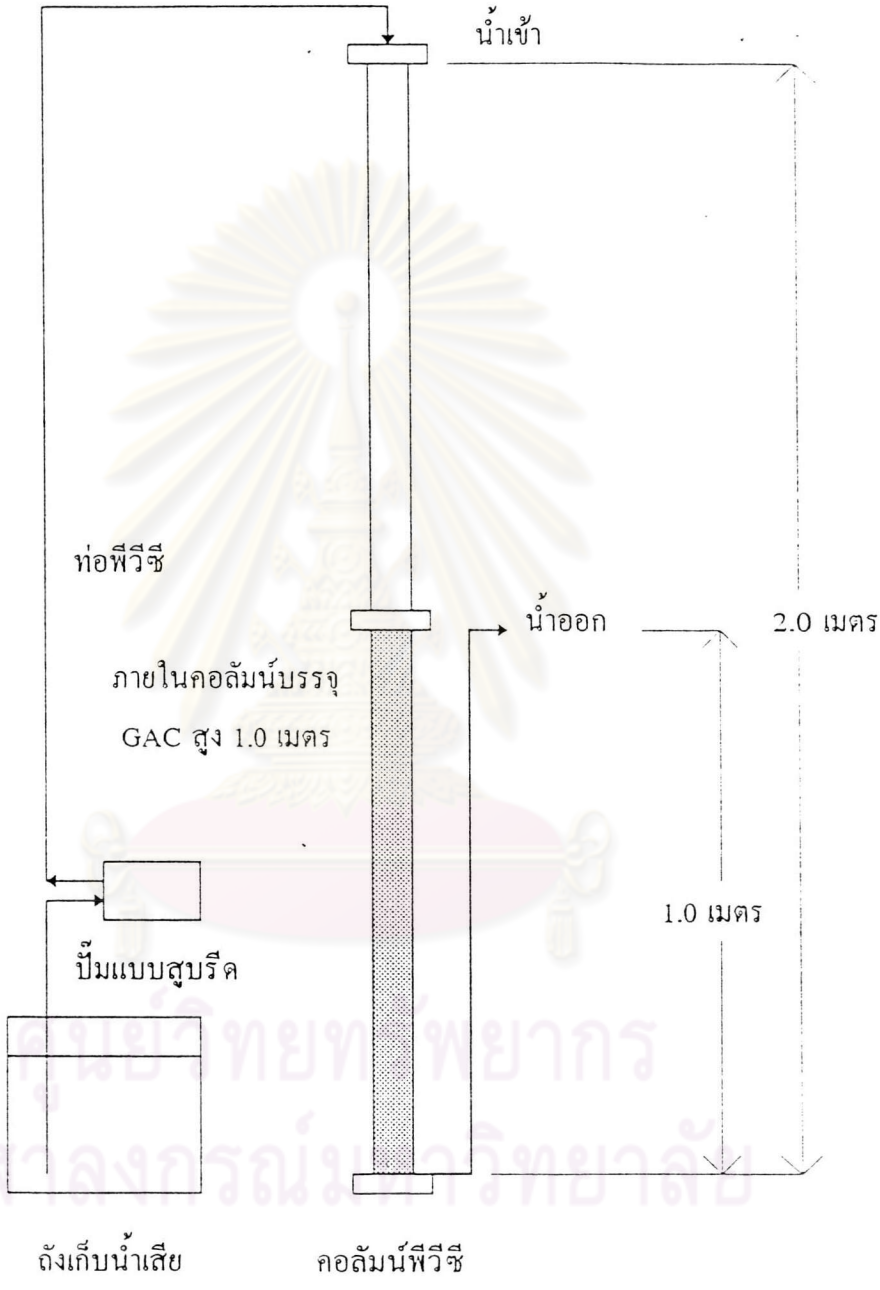
4.2 สถานที่ทำการวิจัย

ทำการวิจัยที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

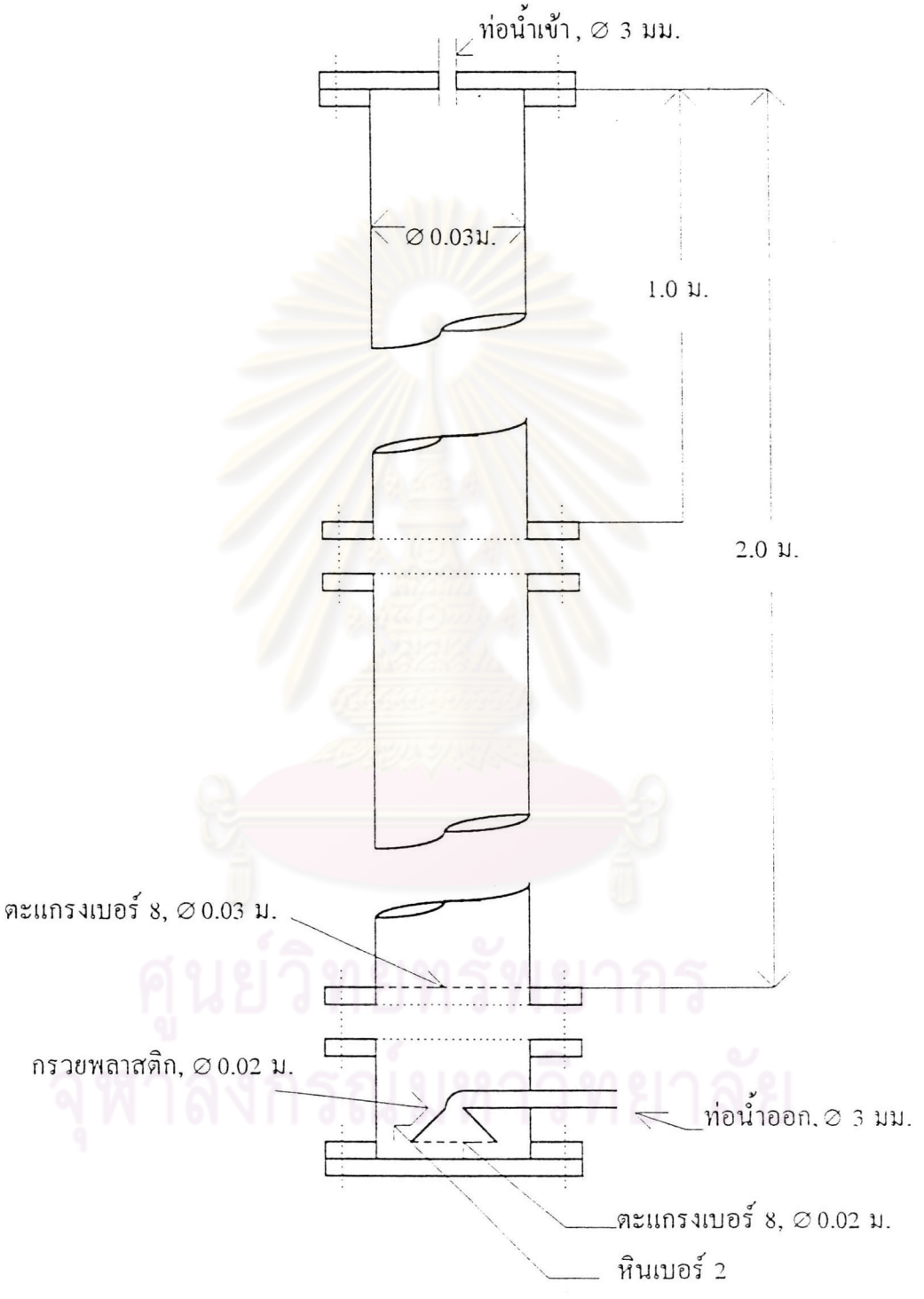
4.3 เครื่องมือและวัสดุที่ใช้ในการทดลอง

4.3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ยูวีสเปกโทรโฟโทมิเตอร์(Perkin Elmer Lamda 16)
2. เครื่องเขย่า(IKA HS 501 digital) 0-300 รอบ/นาที ช่วงชัก 5 ซม.
3. คอลัมน์ทำจากท่อพีวีซีใส ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 3 ซม. สูง 2.0 ม. (แสดงในรูป 4.3.1 และ 4.3.2)
4. เครื่องสูบแบบรีด(Watson-Marlow 505 S/RL)อัตราการไหล 2.3-2200 มล./นาที
5. ถังเก็บน้ำเสีย ขนาด 200 ลิตร
6. ตู้อบ (Memmert UE 500) 225°C
7. เตาไฟฟ้า (EGO 941 Germany) 1500W
8. เครื่องชั่งละเอียด (Satorius HR 200)
9. สเปกโทรโฟโทมิเตอร์ (Hach DR 2000)



รูปที่ 4.3.1 แผนภาพของคอลัมน์ที่ใช้ทดสอบ



รูปที่ 4.3.2 รูปภาพแสดงรายละเอียดของคอลัมน์

4.3.2 ถ่านกัมมันต์เม็ดที่ใช้ทดลอง

ก. วัตถุดิบที่ใช้ผลิต

ถ่านกัมมันต์เม็ดทำจากไม้เนื้อแข็ง ผลิตโดย บริษัท คาร์โบกาญจน์ จำกัด

ข. ขนาดรูพรุน

มีค่าขนาดรูพรุนที่แตกต่างกัน 4 ค่า ดังนี้ (ผลการวัดแสดงในตารางที่ ผ.1-ผ.4) ถ่านกัมมันต์ชนิดเอมีขนาดรูพรุนเฉลี่ย 16.0231 A^0 ถ่านกัมมันต์ชนิดบีมีขนาดรูพรุนเฉลี่ย 17.5673 A^0 ถ่านกัมมันต์ชนิดซีมีขนาดรูพรุนเฉลี่ย 18.7475 A^0 และถ่านกัมมันต์ชนิดดีมีขนาดรูพรุนเฉลี่ย 18.9368 A^0

ค. ค่าการวิเคราะห์ผ่านตะแกรง

แสดงในตารางที่ 4.3.1-4.3.4 และรูปที่ 4.3.3-4.3.6 สรุปว่าถ่านกัมมันต์ทั้ง 4 ชนิดมีการแจกแจงขนาดของเม็ดถ่านกัมมันต์ใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 4.3.1 ผลการวิเคราะห์ค่าผ่านตะแกรงของถ่านกัมมันต์เม็ดชนิดเอ

Sieve No.	Sieve Dia (mm.)	GAC#A (g.)	GAC#A %	GAC#A %com.
50	0.3	0.5	0.5	0.5
35	0.5	3	3	3.5
20	0.85	16	16	19.5
16	1.18	20	20	39.5
14	1.4	27.5	27.5	67
12	1.7	22	22	89
10	2	9	9	98
8	2.36	2	2	100

ตารางที่ 4.3.2 ผลการวิเคราะห์ค่าผ่านตะแกรงของถ่านกัมมันต์เม็ดชนิดบี

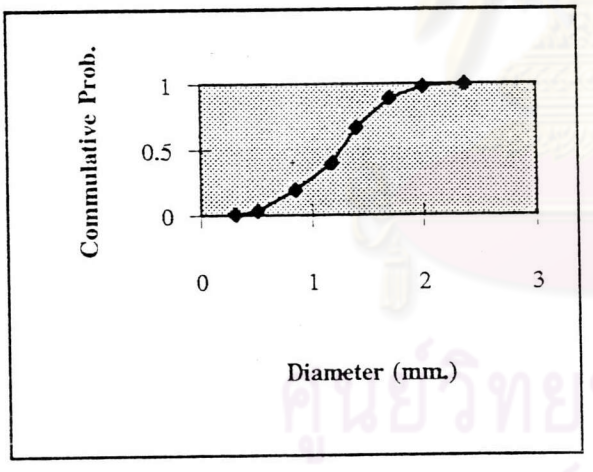
Sieve No.	Sieve Dia (mm.)	GAC#B (g.)	GAC#B %	GAC#B %com.
50	0.3	0.5	0.5	0.5
35	0.5	9	9	9.5
20	0.85	22	22	31.5
16	1.18	18	18	49.5
14	1.4	22.5	22.5	72
12	1.7	17.5	17.5	89.5
10	2	8	8	97.5
8	2.36	2.5	2.5	100

ตารางที่ 4.3.3 ผลการวิเคราะห์ค่าผ่านตะแกรงของถ่านกัมมันต์เม็ดชนิดซี

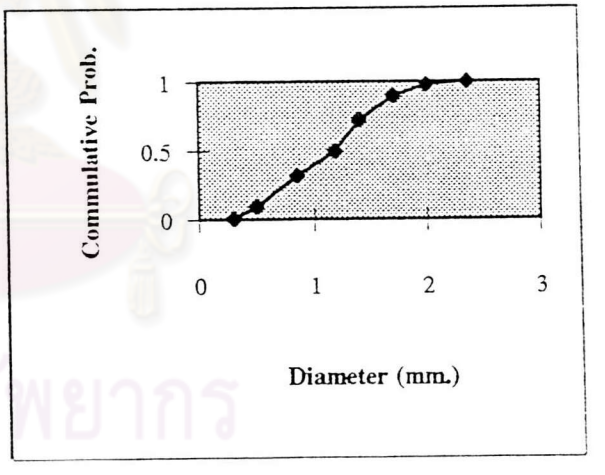
Sieve No.	Sieve Dia (mm.)	GAC#C (g.)	GAC#C %	GAC#C %com.
50	0.3	0.5	0.5	0.5
35	0.5	5.5	5.5	6
20	0.85	15	15	21
16	1.18	15	15	36
14	1.4	27	27	63
12	1.7	21	21	84
10	2	13	13	97
8	2.36	3	3	100

ตารางที่ 4.3.4 ผลการวิเคราะห์ค่าผ่านตะแกรงของถ่านกัมมันต์เม็ดชนิดดี

Sieve No.	Sieve Dia (mm.)	GAC#D (g.)	GAC#D %	GAC#D %com.
50	0.3	1	1	1
35	0.5	16	16	17
20	0.85	26	26	43
16	1.18	23.5	23.5	66.5
14	1.4	30.5	30.5	97
12	1.7	2	2	99
10	2	0.5	0.5	99.5
8	2.36	0.5	0.5	100

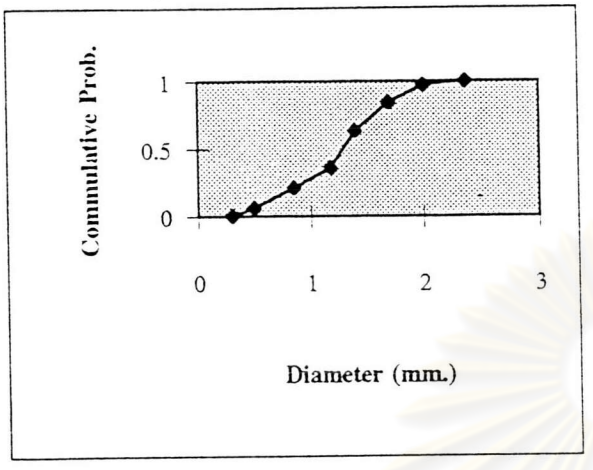


รูปที่ 4.3.3 ผลการวิเคราะห์ค่าผ่านตะแกรงของถ่านกัมมันต์เม็ดชนิดเอ

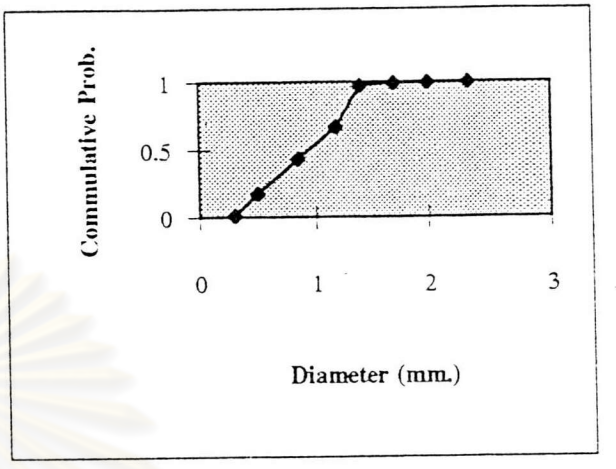


รูปที่ 4.3.4 ผลการวิเคราะห์ค่าผ่านตะแกรงของถ่านกัมมันต์เม็ดชนิดบี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.3.5 ผลการวิเคราะห์ค่าผ่านตะแกรงของถ่านกัมมันต์เม็ดชนิดซี



รูปที่ 4.3.6 ผลการวิเคราะห์ค่าผ่านตะแกรงของถ่านกัมมันต์เม็ดชนิดดี

4.4 การดำเนินการทดลอง

ในการทดลองใช้สีย้อมจำนวน 4 ประเภทคือ สีย้อมรีแอกทีฟ สีย้อมไดเรกต์ สีย้อมอะโซอิก และสีย้อมดีสเพิส ใช้ประเภทละ 3 โทนสียกเว้นสีย้อมอะโซอิกใช้เพียงโทนสีเดียว รวมเป็นสีย้อมที่ใช้ทั้งสิ้น 10 ชนิด เพื่อศึกษาการกำจัดสีในน้ำเสียจากการย้อมผ้า โดยใช้กระบวนการดูดติดผิวด้วยถ่านกัมมันต์เม็ดที่มีค่ารูพรุนแตกต่างกันไป 4 ค่า

4.4.1 การกำหนดค่าและประเภทตัวแปร

ก. การกำหนดค่าและประเภทตัวแปรสำหรับการทดสอบแบบแบตช์

ตัวแปรคงที่

1. ปริมาตรน้ำเสียเท่ากับ 100 ลบ.ซม
2. รอบการเขย่าเท่ากับ 250 รอบ/นาที
3. ช่วงชักเท่ากับ 5 ซม.
4. อุณหภูมิห้อง

ตัวแปรตาม

1. เวลาสัมผัส
2. ค่าพีเอช

ตัวแปรอิสระ

1. ปริมาณถ่านกัมมันต์เม็ด

ข. การกำหนดค่าและประเภทตัวแปรสำหรับการทดสอบแบบต่อเนื่อง

ตัวแปรคงที่

1. ความสูงถ่านกัมมันต์เม็ดเท่ากับ 1 เมตร
2. ความเร็วการไหลเท่ากับ 5 เมตร/ชม.
3. เวลาสัมผัสเท่ากับ 12 นาที
4. อุณหภูมิห้อง

ตัวแปรตาม

1. ค่าพีเอช

ตัวแปรอิสระ

1. ปริมาตรน้ำเสีย

4.4.2 การเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์

ได้รับคำแนะนำจากคุณทวี วัฒนวิทย์ ผู้จัดการโรงงานย้อมผ้าของบริษัท อุตสาหกรรมการย้อมแห่งหนึ่ง (ทวี วัฒนวิทย์.สัมภาษณ์, 26 พ.ค. 2538)

ก. สีย้อมรีแอกทีฟ

สีย้อม

1. Remazol Brill Blue RN = 0.065 กรัม/ลบ.ดม.
2. Remazol Yellow R = 0.065 กรัม/ลบ.ดม.
3. Remazol Red F3B = 0.065 กรัม/ลบ.ดม.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารช่วยย้อม

1. soda ash = 1.72 กรัม/ลบ.ดม.
2. G-salt = 5.70 กรัม/ลบ.ดม.
3. Imacol J = 0.10 กรัม/ลบ.ดม.
4. Sancowad Co = 0.29 กรัม/ลบ.ดม.
5. Kierlon OLS = 0.29 กรัม/ลบ.ดม.

ข. สีย้อมไดเรกต์

สีย้อม

1. Kayarus Light Scarlet F2G = 0.0882 กรัม/ลบ.ดม.
2. Kayarus Blue FF.RL = 0.0882 กรัม/ลบ.ดม.
3. Kayarus Yellow GLS = 0.0882 กรัม/ลบ.ดม.

สารช่วยย้อม

1. G-salt = 5.15 กรัม/ลบ.ดม.
2. soda ash = 2.06 กรัม/ลบ.ดม.
3. Polylergent B-350 (100%) = 0.074 กรัม/ลบ.ดม.

ค. สีย้อมอะโซอิก

สีย้อม I

1. Naptol AS = 0.037 กรัม/ลบ.ดม.

สารช่วยย้อม

1. caustic soda (50Be) = 0.026 ลบ.ซม./ลบ.ดม

สีย้อม II

1. Fast Bordeaux Salt = 0.110 กรัม/ลบ.ดม.

สารช่วยย้อม

1. CH_3COOH = 0.009 ลบ.ซม/ลบ.ดม.

สำหรับสีย้อมอะโซอิกต้องนำสีย้อม I พร้อมทั้งสารช่วยย้อมมาละลายในน้ำที่ร้อน 100° C จากนั้นนำมาผสมกับสีย้อม II ซึ่งมีสารช่วยย้อมแล้ว เติมสารช่วยย้อมอีก 1 ชนิด คือ

1. soda ash = 0.015 กรัม/ลบ.ดม.

ง. สีย้อมดีสเพิส

สีย้อม

1. Disperse Red = 0.065 กรัม/ลบ.ดม.
2. Disperse Blue = 0.065 กรัม/ลบ.ดม.
3. Disperse Yellow = 0.065 กรัม/ลบ.ดม.

สารช่วยย้อม

1. Disperol RDP = 0.02 กรัม/ลบ.ดม.
2. Ammonium Sulphate = 0.89 กรัม/ลบ.ดม.
3. Formic Acid = 1.45 กรัม/ลบ.ดม.

การเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์แบ่งออกเป็น 4 ค่าความเข้มข้น ซึ่งจะให้ค่าความอิ่มสี 4 ค่า น้ำเสียที่ใช้เป็นน้ำเสียสังเคราะห์ปกติ (ใส่สารช่วยย้อม)

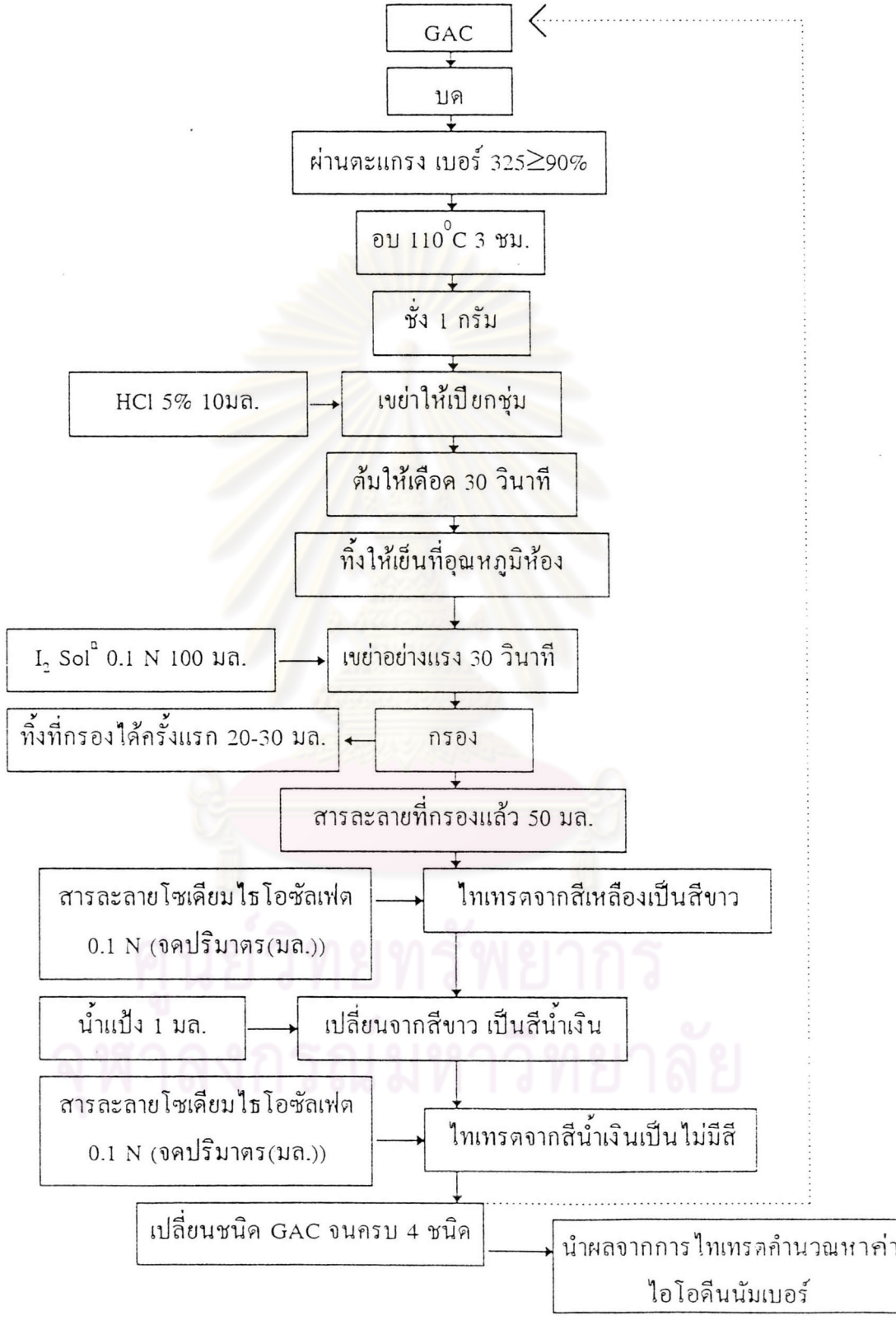
4.4.3 ขั้นตอนการทดลอง

ตอนที่ 1 การวัดไอโอดีนนัมเบอร์ของถ่านกัมมันต์

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์(2527) ได้แนะนำการวัดไอโอดีนนัมเบอร์ไว้ดังแผนภาพในรูปที่ 4.4.1 และมีรายละเอียดวิธีทำดังนี้

1. บดถ่านกัมมันต์ในโกร่งบด ให้สามารถลอดผ่านตะแกรงเบอร์ 325 ได้ไม่น้อยกว่า 90%
2. อบถ่านกัมมันต์ในเตาอบที่อุณหภูมิ 110°C เป็นเวลา 3 ชม. แล้วทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง
3. ชั่งถ่านกัมมันต์ 1.0 กรัมใส่ลงในขวดแก้วรูปชมพู่ขนาด 250 มล.
4. เติมสารละลายกรดเกลือ 5% ปริมาณ 10 มล. และเขย่าขวดจนถ่านกัมมันต์เปียกชุ่มทั้งหมด
5. ต้มให้เดือดเป็นเวลา 30 วินาที
6. ทิ้งให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง
7. เติมสารละลายไอโอดีน 0.1 นอร์มอล ปริมาณ 100 มล.
8. ปิดจุกแล้วเขย่าอย่างแรงให้ทั่วเป็นเวลา 30 วินาที
9. กรองผ่านกระดาษกรองทันทีอาศัยแรงโน้มถ่วง ทิ้งน้ำที่กรองได้ในครั้งแรกประมาณ 20-30 มล. แล้วเก็บน้ำที่กรองได้ที่เหลือทั้งหมด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.4.1 แผนภาพการวัดไอโอดีนนัมเบอร์

10. ใช้ปิเปตดูดน้ำที่กรองได้ 50 มล. ใส่ในขวดแก้วคอกว้าง แล้วไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.1 นอร์มอล กระทั่งสีเหลืองจางจนเกือบขาว เติมน้ำแป้ง 1 มล.(จะได้สีน้ำเงินเข้มเกิดขึ้น) และไทเทรตต่อจนกระทั่งไม่มีสี จดปริมาตร(มล.)ของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้

11. ทำซ้ำตั้งแต่ข้อ 1. โดยเปลี่ยนถ่านกัมมันต์เม็ด จนครบทั้ง 4 ชนิด

12. คำนวณค่าไอโอดีนนัมเบอร์ตามสูตรดังนี้

$$I.N. = (x/m)(D)$$

เมื่อ $$x/m = \frac{A - [2.2B(V_t)]}{m}$$

$A = 12.693N_1.$

$B = 120.93N_2.$

N_1 = นอร์มอลของสารละลายไอโอดีน

N_2 = นอร์มอลของสารละลายไธโอซัลเฟต

D = Iodine correction factor

$C = (N_2/50).V_t.$

V_t = ปริมาตรไธโอซัลเฟตที่ใช้ (หน่วยเป็น มล.)

<u>ตอนที่ 2 การวัดโมลาสนัมเบอร์ของถ่านกัมมันต์</u>

จาก Encyclopedia of Industrial Chemical Analysis (1969) มีขั้นตอน และวิธีทำสรุปดังรูปที่ 4.4.2 และมีรายละเอียดวิธีทำ ดังนี้

1. บดถ่านกัมมันต์ในโกร่งบด ให้สามารถลอดผ่านตะแกรงเบอร์ 325 ได้ไม่น้อยกว่า 90%

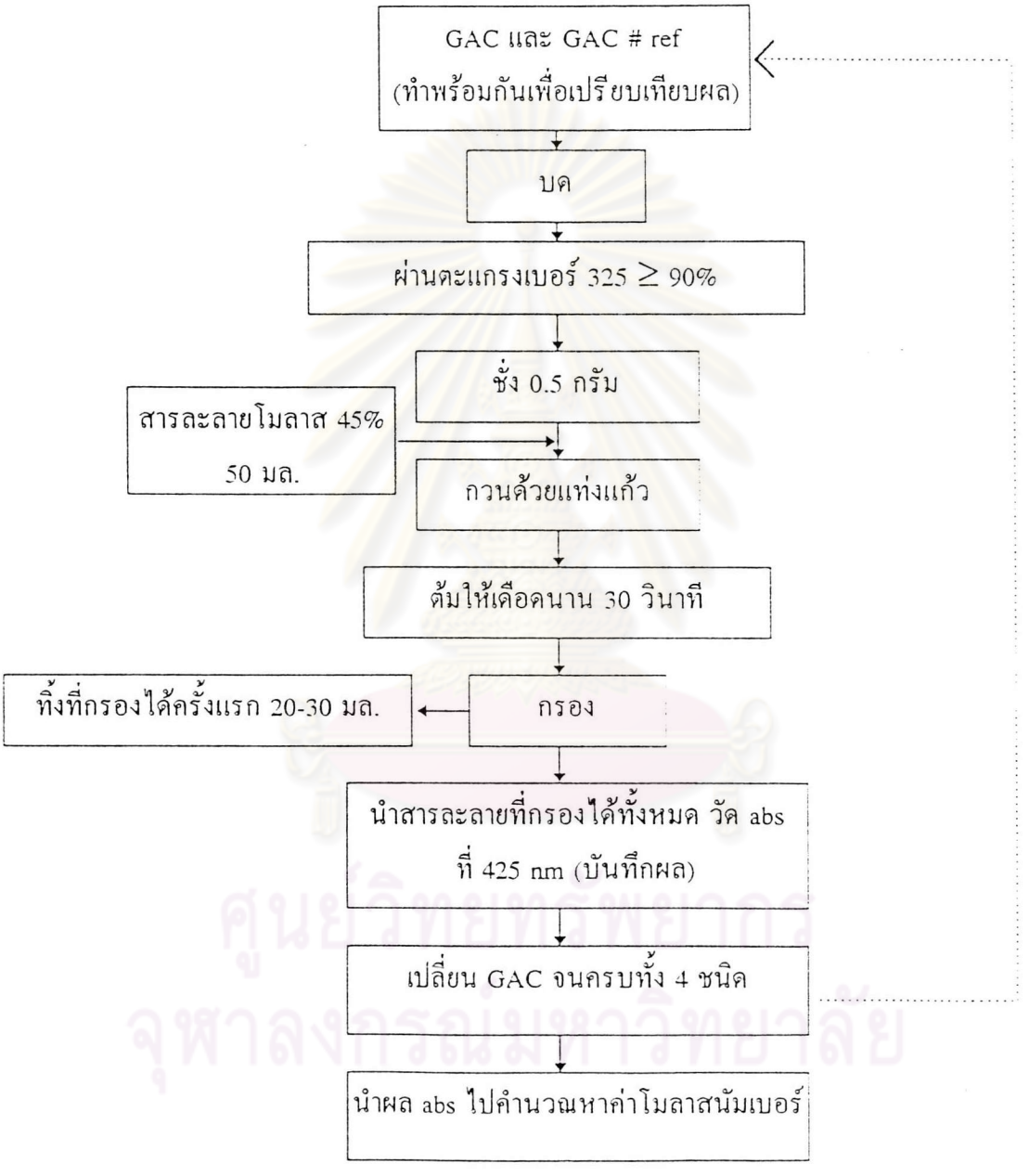
2. ชั่งถ่านกัมมันต์ตัวอย่าง 0.5 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ ขนาด 400 มล.

3. ชั่งถ่านกัมมันต์ที่ใช้อ้างอิง(รู้ค่าโมลาสเลสนัมเบอร์) 0.5 กรัมใส่ลงในบีกเกอร์ ขนาด 400 มล.

4. เติมสารละลายโมลาส(blackstrap molasses) มีความเข้มข้น 15% โดยน้ำหนัก ลงในบีกเกอร์ทั้งสองใบ ปริมาณใบละ 50 มล.

5. กวนด้วยแท่งแก้วจนถ่านกัมมันต์เปียกชุ่มทั้งหมด

6. ตั้งบีกเกอร์บนเตาไฟฟ้า แล้วต้มให้เดือดเป็นเวลา 30 วินาที



รูปที่ 4.4.2 แผนภาพการวัดโมลาสนัมเบอร์

7. กรองผ่านกระดาษกรองทันที ทิ้งน้ำที่กรองได้ในครั้งแรกประมาณ 20-30 มล. แล้วเก็บน้ำที่กรองได้ที่เหลือทั้งหมด

8. นำน้ำที่กรองได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) เปรียบเทียบกับน้ำกลั่น ที่ค่าความยาวคลื่น 425 นาโนเมตร

9. ทำซ้ำตั้งแต่ข้อ 1. โดยเปลี่ยนถ่านกัมมันต์เม็ด จนครบทั้ง 4 ชนิด

10. คำนวณค่าโมลาสนัมเบอร์ตามสูตรดังนี้

$$M.N. = K\frac{A_r}{A_s}$$

เมื่อ K = ค่าโมลาสนัมเบอร์ของถ่านกัมมันต์ที่ใช้อ้างอิง

A_r = ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำที่กรองได้จากถ่านกัมมันต์ตัวอย่าง

A_s = ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำที่กรองได้จากถ่านกัมมันต์อ้างอิง

<u>ตอนที่ 3 การทดสอบหาเวลาอิ่มตัวของการดูดติดผิวสำหรับการทดสอบแบบแบตช์และการหาพีเอชเหมาะสม</u>

ก.การทดสอบหาเวลาการทดสอบแบบแบตช์

มีขั้นตอนและวิธีทำ สรุปดังรูปที่ 4.4.3 และมีรายเอียดวิธีทำดังนี้

1. เติมน้ำเสียสังเคราะห์ 10 ชนิด(จากสีย้อม 4 ประเภท ตามหัวข้อที่ 4.4.2) ที่ค่าความเข้มข้นปกติที่น้อยที่สุด ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 250 ลบ.ซม.สำหรับแต่ละชนิด รวมจำนวน 10 ใบ

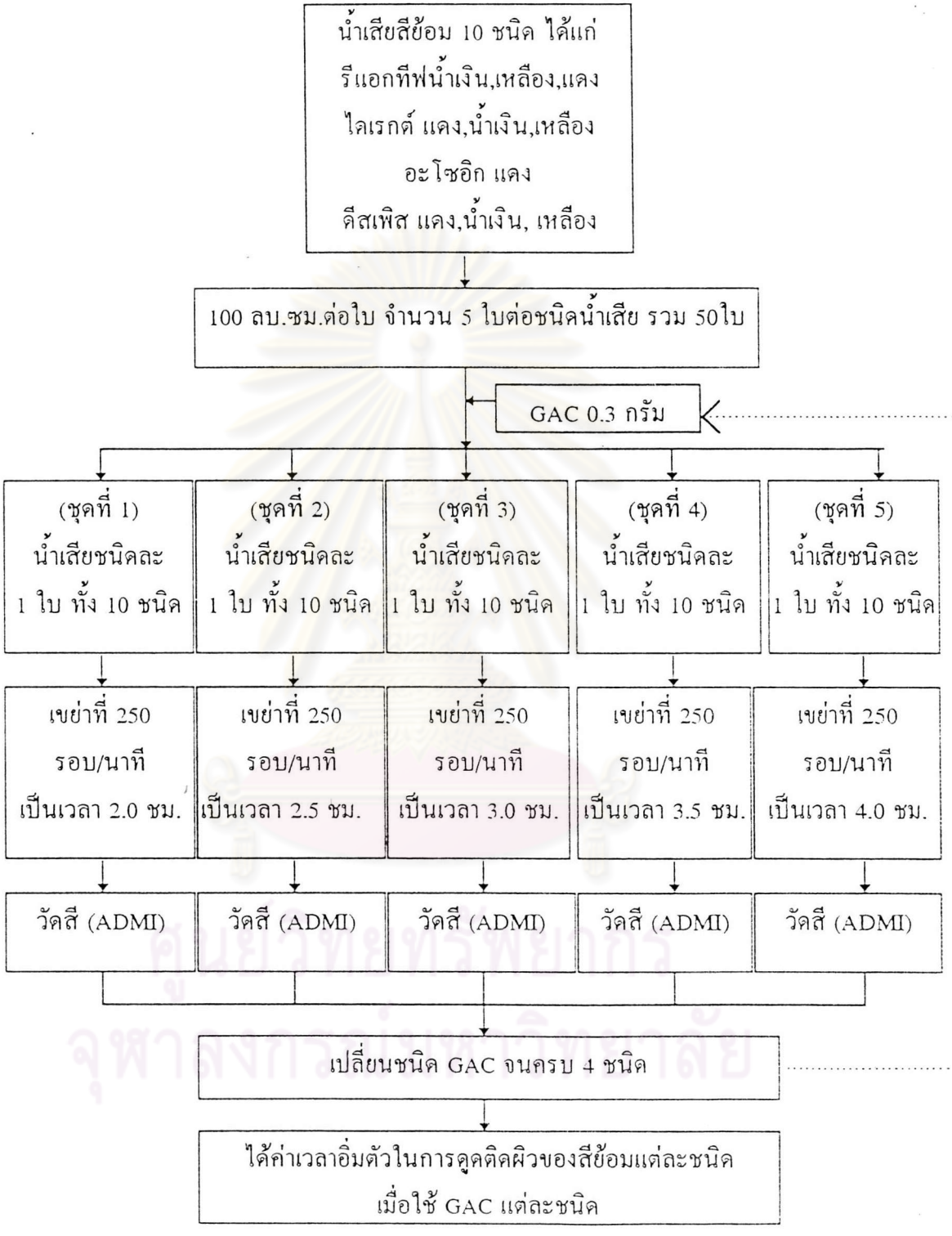
2. เติมเม็ดถ่านกัมมันต์ปริมาณ 0.30 กรัมลงไป ทำทั้งสิ้นจำนวน 5 ชุด รวมทั้งสิ้นจำนวน 50 ใบ

3. นำขวดวัดปริมาตรแต่ละชุดไปเขย่าบนเครื่องเขย่า ที่รอบการทำงาน 250 รอบ/นาทีเป็นเวลา 2.0 ชั่วโมงสำหรับชุดแรก และเป็นเวลา 2.5, 3.0, 3.5, 4.0 ชั่วโมงสำหรับที่เหลืออีก 4 ชุดตามลำดับ ที่สภาพปกติ ณ.อุณหภูมิห้อง

4. แยกถ่านกัมมันต์เม็ดออกโดยวางทิ้งไว้ให้จมตัวประมาณ 5 นาที

5. นำเฉพาะน้ำเสียไปวัดสีทั้ง 50 ขวด แล้วบันทึกค่าความเข้มข้นสีของน้ำเสียที่เหลือ

6. ทำซ้ำตั้งแต่ข้อ 1 โดยเปลี่ยนถ่านกัมมันต์เม็ด จนครบทั้ง 4 ชนิด เลือกเวลาที่ให้ผลดีที่สุด



รูปที่ 4.4.3 แผนภาพการหาเวลาอิ่มตัวในการดูดติดผิวของสีย้อมบนถ่านกัมมันต์เม็ดแต่ละชนิด

ข. การหาพีเอชที่เหมาะสม

มีขั้นตอนและวิธีทำสรุปดังรูปที่ 4.4.4 และมีรายละเอียดวิธีทำดังนี้

1. เติมน้ำเสียสังเคราะห์ 10 ชนิด(จากสีย้อม 4 ประเภท ตามหัวข้อที่ 4.4.2) ที่ค่าความเข้มข้นปกติที่น้อยที่สุดปริมาตร 100 ลบ.ซม. ลงในในขวดวัดปริมาตรขนาด 250 ลบ.ซม. น้ำเสียชนิดละ 1 ใบ รวมเป็น 10 ใบ ทำทั้งสิ้นจำนวน 5 ชุด รวมทั้งสิ้นจำนวน 50 ใบ

2. นำน้ำเสียแต่ละชุดไปปรับพีเอชให้มีค่าพีเอชเท่ากับ 2.0 สำหรับชุดแรก และมีค่าพีเอชเท่ากับ 4.5, 7.0, 8.5 และ 11.0 สำหรับที่เหลืออีก 4 ชุดตามลำดับ

3. เติมถ่านกัมมันต์เม็ดปริมาณ 0.30 กรัม ลงในทุกขวด

4. นำขวดวัดปริมาตรทุกชุดไปเขย่าบนเครื่องเขย่า ที่รอบการทำงาน 250 รอบ/นาที เป็นเวลานานตามที่ได้จากข้อ 5 ตอนที่ 3 ที่สภาพปกติ ณ.อุณหภูมิห้อง

5. แยกถ่านกัมมันต์เม็ดออกโดยวางทิ้งไว้ให้จมตัวประมาณ 5 นาที

6. นำเฉพาะน้ำเสียไปวัดสีทั้ง 50 ขวด แล้วบันทึกความเข้มสีของน้ำเสียที่เหลือ

7. ทำซ้ำตั้งแต่ข้อ 1 โดยเปลี่ยนถ่านกัมมันต์เม็ดจนครอบทั้ง 4 ชนิด เปรียบเทียบผลแล้วเลือกพีเอชที่เหมาะสม

<u>ตอนที่ 4 การทดสอบแบบแบตช์</u>

มีขั้นตอนและวิธีทำ สรุปดังรูปที่ 4.4.5 และมีรายละเอียดวิธีทำดังนี้

ก. การหาถ่านกัมมันต์เม็ดที่ให้ผลดี

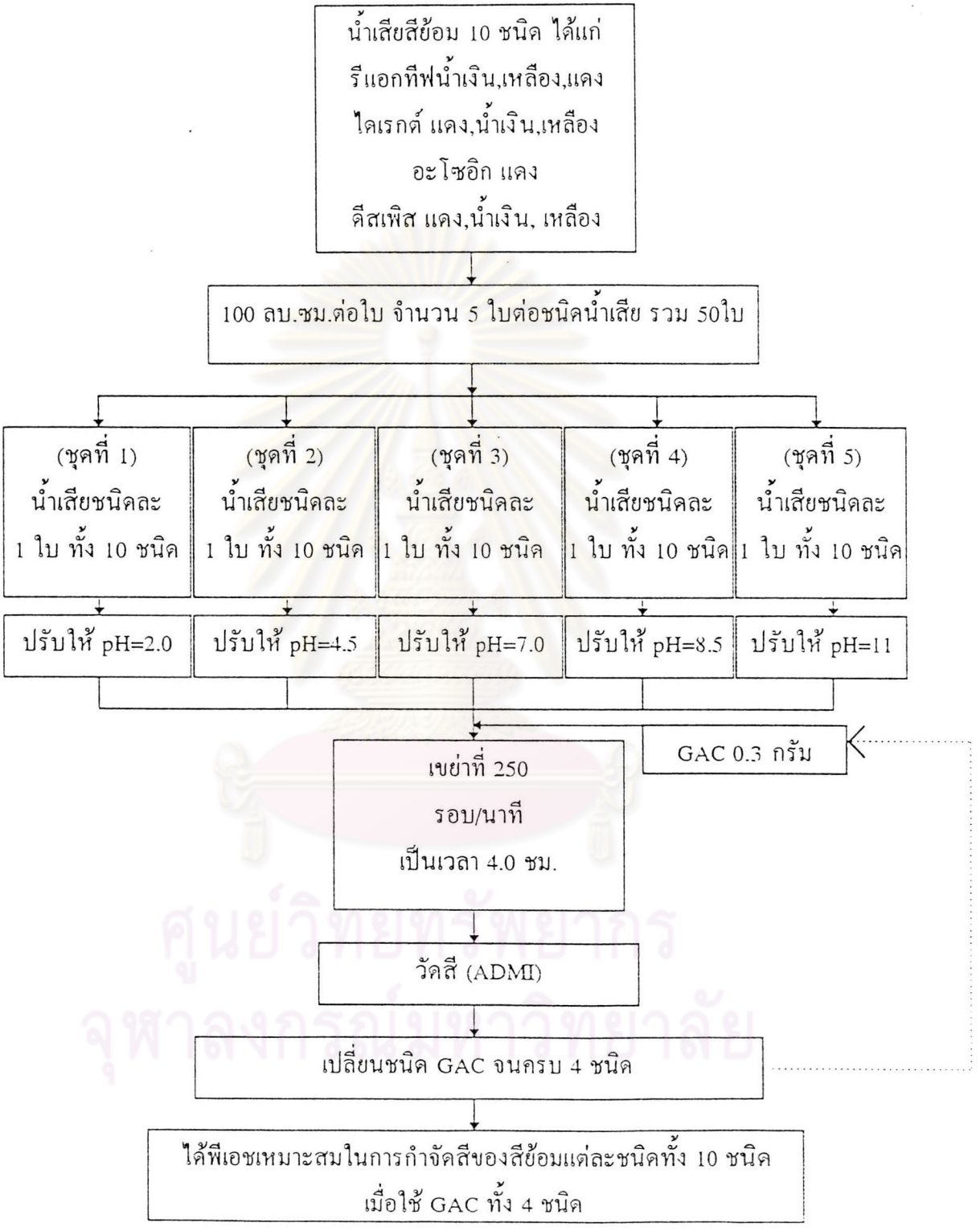
1. เตรียมน้ำเสียทั้ง 10 ชนิด (จากสีย้อม 4 ประเภท ตามหัวข้อที่ 4.4.2)

2. เติมน้ำเสียสังเคราะห์ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 250 ลบ.ซม.จำนวน 6 ใบ ในแต่ละใบให้มีปริมาตรน้ำเสียสังเคราะห์ 100 ลบ.ซม. แล้วเติมเม็ดถ่านกัมมันต์ปริมาณ 0, 0.10, 0.15, 0.20, 0.25, 0.30 กรัมลงไปตามลำดับ (ค่า m)

3. นำขวดวัดปริมาตรทั้ง 6 ใบไปเขย่าบนเครื่องเขย่า ที่รอบการทำงาน 250 รอบ/นาที ช่วงชักประมาณ 5 ซม. เป็นเวลานานตามที่ได้จากข้อ 5 ตอนที่ 3 ที่สภาพปกติ ณ. อุณหภูมิห้อง

4. แยกถ่านกัมมันต์เม็ดออกโดยวางทิ้งไว้ให้จมตัวประมาณ 5 นาที

5. นำน้ำเสียทั้ง 6 ขวดไปวัดสี



รูปที่ 4.4.4 แผนภาพการหาพีเอชเหมาะสม

รูปที่ 4.4.5 แผนภาพการทดสอบแบบแบตช์ เพื่อหาถ่านกัมมันต์เม็ดที่ให้ผลดี

6. คำนวณหาปริมาณของสีที่ถูกดูดติดโดยถ่านกัมมันต์เม็ดที่อยู่ในแต่ละขวดวัดปริมาตร(ขั้นตอนการคำนวณแสดงในตารางที่ ผ.5) แล้วทำการบันทึกค่าที่ได้จากการคำนวณ (ค่า x)

7. คำนวณหาอัตราส่วนปริมาณของสีที่ถูกดูดติด (ค่า x) ต่อหน่วยน้ำหนักของถ่านกัมมันต์เม็ด (ค่า m) แล้วทำการบันทึกค่าที่ได้จากการคำนวณ (ค่า x/m)

8. กำหนดจุดที่มีค่าของ x/m และ C เป็นองค์ประกอบลงบนกราฟลอการิทึมให้เป็นไปตามสมการไอโซเทอร์มของฟรุนดลิช, แลงมัวร์ และบีอีที

9. ทำซ้ำตั้งแต่ข้อ 1 โดยเปลี่ยนถ่านกัมมันต์จนครบทั้ง 4 ชนิด

10. ทำซ้ำตั้งแต่ข้อ 1 หากผลในตอนที่ 3 ปรากฏมีค่าพีเอชเหมาะสม โดยปรับค่าพีเอชให้ได้ตามผลตอนที่ 3

11. ทำซ้ำตั้งแต่ข้อ 1 โดยเปลี่ยนชนิดน้ำเสียจนครบทั้ง 10 ชนิด

12. เปรียบเทียบผลเพื่อเลือกชนิดถ่านกัมมันต์เม็ด ที่ให้ค่าความจุสำหรับดูดติดที่ดีเพื่อนำไปศึกษาในรูปแบบต่อเนื่อง

ข. การเปรียบเทียบอิทธิพลความเข้มข้นของสี

มีขั้นตอนและวิธีทำสรุปลังรูปที่ 4.4.6 และมีรายละเอียดวิธีทำดังนี้

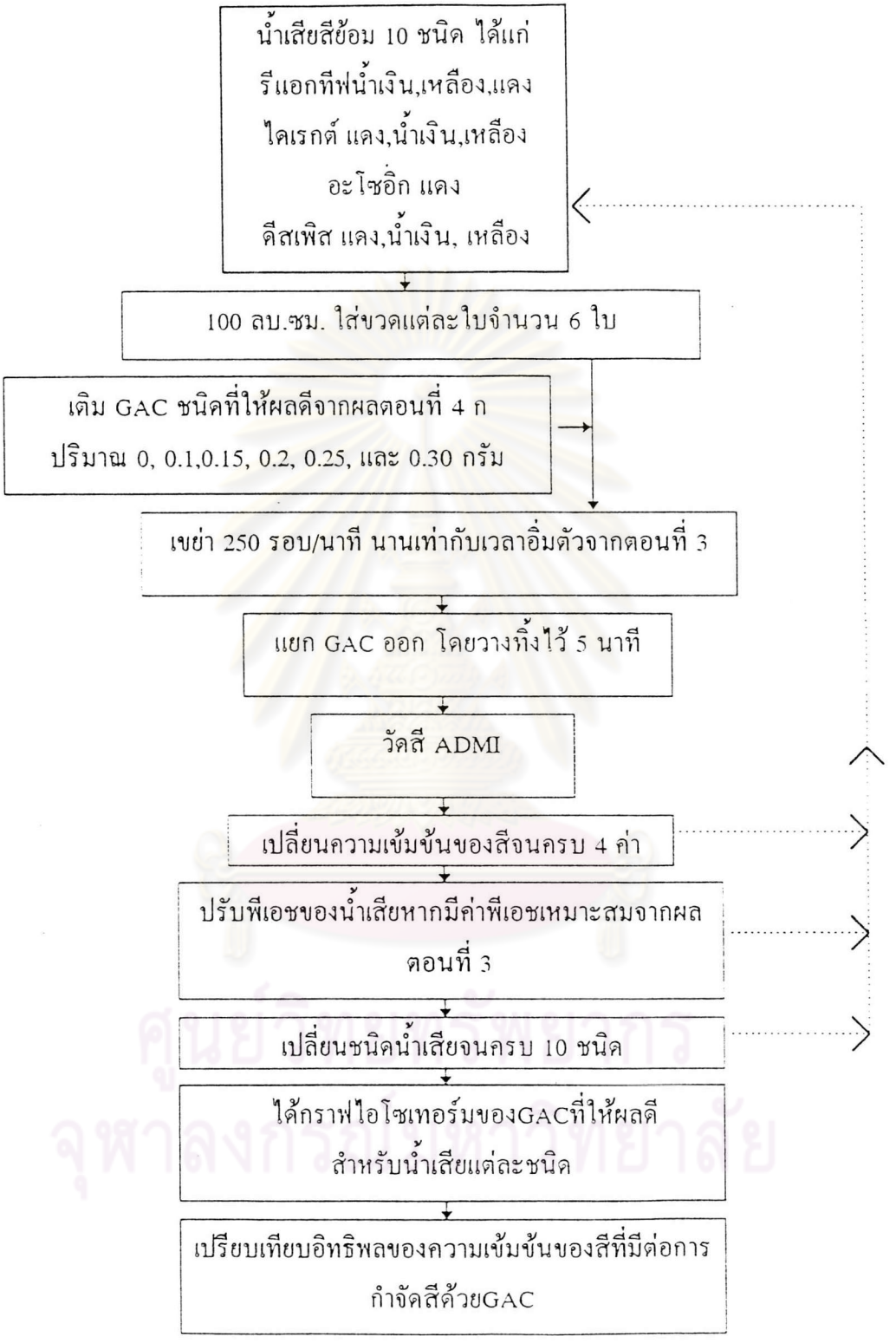
1. เตรียมน้ำเสีย 10 ชนิด (จากสีย้อม 4 ประเภท ตามหัวข้อที่ 4.4.2) แต่ละชนิดให้มีค่าความเข้มข้นของสีแตกต่างกัน 4 ค่า โดยเจือจางน้ำเสียให้มีความเข้มข้นร้อยละ 25, 50, 75 และ 100 โดยปริมาตรของน้ำเสียปรกติ

2. เติมน้ำเสียทีละชนิดและทีละความเข้มข้นของสี ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 250 ลบ.ซม. จำนวน 6 ใบ สำหรับแต่ละความเข้มข้นของสี ในแต่ละใบให้มีปริมาตรน้ำเสียสังเคราะห์ 100 ลบ.ซม. แล้วเติมเม็ดถ่านกัมมันต์ชนิดที่ให้ผลดีจากผลการทดลองตอนที่ 4 ก. ปริมาณ 0, 0.10, 0.15, 0.20, 0.25 และ 0.30 กรัม ลงไปตามลำดับ (ค่า m)

3. นำขวดวัดปริมาตรทั้ง 6 ใบ ไปเขย่าบนเครื่องเขย่า ที่รอบการทำงาน 250 รอบ/นาที ช่วงชักประมาณ 5 ซม. เป็นเวลานานตามที่ได้จากข้อ 6 ตอนที่ 3 ที่สภาพปกติ ณ. อุณหภูมิห้อง

4. แยกถ่านกัมมันต์เม็ดออกโดยวางไว้ให้จมตัวประมาณ 5 นาที

5. นำน้ำเสียทั้ง 6 ขวดไปวัดสี



รูปที่ 4.4.6 แผนภาพการทดสอบแบบแบตช์ เพื่อเปรียบเทียบอิทธิพลของความเข้มข้นของสี

6. คำนวณหาปริมาณของสีที่ถูกดูดติดโดยถ่านกัมมันต์เม็ดที่อยู่ในแต่ละขวดวัดปริมาตร(ขั้นตอนการคำนวณแสดงในตารางที่ ผ.5) แล้วทำการบันทึกค่าที่ได้จากการคำนวณ (ค่า x)

7. คำนวณหาปริมาณของสีที่ถูกดูดติด (ค่า x) ต่อหน่วยน้ำหนักของถ่านกัมมันต์เม็ด (ค่า m) แล้วทำการบันทึกค่าที่ได้จากการคำนวณ (ค่า x/m)

8. กำหนดจุดที่มีค่าของ x/m และ C เป็นองค์ประกอบลงบนกราฟลอการิทึมให้เป็นไปตามสมการไอโซเทอร์มของฟรุนดลิช, แลงมัวร์ และบีอีที

9. ทำซ้ำตั้งแต่ข้อ 1 โดยเปลี่ยนความเข้มข้นของสีจนครบทั้ง 4 ค่า

10. ทำซ้ำตั้งแต่ข้อ 1 หากผลในตอนที่ 3 ปรากฏมีค่าพีเอชเหมาะสม โดยปรับค่าพีเอชให้ได้ตามผลตอนที่ 3

11. ทำซ้ำตั้งแต่ข้อ 1 โดยเปลี่ยนชนิดน้ำเสียจนครบทั้ง 10 ชนิด

12. เปรียบเทียบผลเพื่อสรุปถึงอิทธิพลความเข้มข้นของสีที่มีต่อการดูดติด

ตอนที่ 5 การทดสอบแบบต่อเนื่อง

มีขั้นตอนและวิธีทำ สรุปดังรูปที่ 4.4.7 และมีรายละเอียดวิธีทำดังนี้

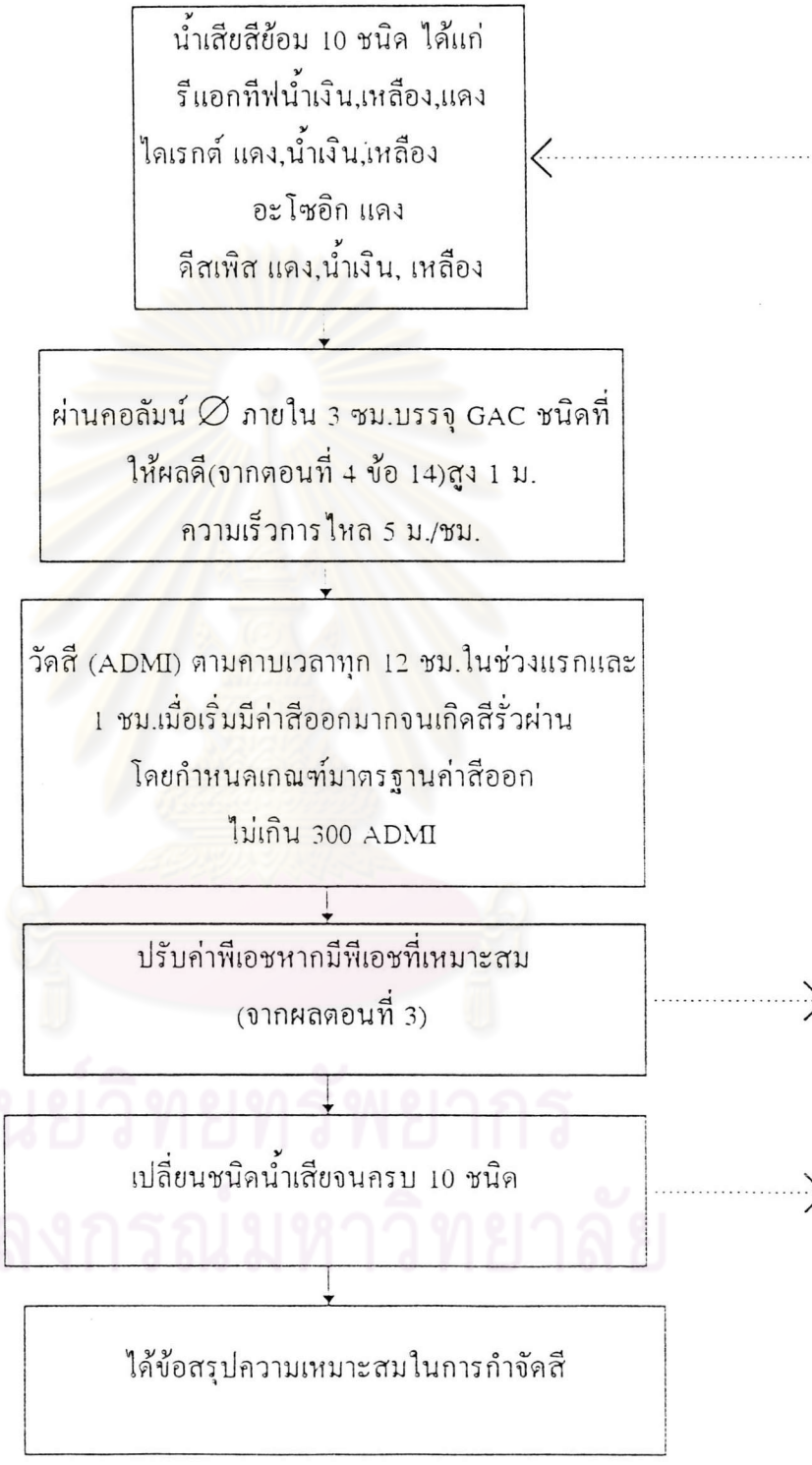
1. การทดสอบในรูปแบบต่อเนื่อง ใช้คอลัมน์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 3 ซม. สูง 2.0 ม. มีถ่านกัมมันต์เม็ดอยู่สูง 1.0 ม. ดังแสดงในรูปที่ 4.1 และ 4.2 เลือกน้ำเสียสังเคราะห์และชนิดถ่านกัมมันต์เม็ดตามผลตอนที่ 4 ข้อ 14 กำหนดให้มีความเร็วการไหล 5.0 ม./ชม. ซึ่งเป็นค่าความเร็วการไหลปรกติที่ใช้สำหรับคอลัมน์เดี่ยวในการทดลอง (Cheremissinoff and Ellerbusch,1978)

2. เก็บตัวอย่างน้ำออกจากคอลัมน์ทีละ 100 ลบ.ซม เพื่อทำการวัดสีในน้ำทุก 12 ชม. ส่วนช่วงที่ประสิทธิภาพการดูดติดลดลงจนสังเกตเห็นค่าสี(ADMI)ในน้ำออกเริ่มเพิ่มมากขึ้น จะเก็บตัวอย่างน้ำถี่มากขึ้นเพื่อให้ได้ผลที่ถูกต้องแม่นยำมากขึ้นโดยเก็บทุก 1 ชม.

3. เขียนกราฟค่าสี(ADMI)ในน้ำออกเปรียบเทียบกับปริมาตรน้ำออก

4. นำผลมาใช้เป็นข้อมูลในการสรุปความเหมาะสม ในการกำจัดสีน้ำเสียโรงงานย้อมผ้า โดยอาศัยเกณฑ์ค่าสีในน้ำออกไม่เกิน 300 ADMI

5. ทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อ 1 โดยปรับค่าพีเอชน้ำเสียตามผลตอนที่ 3 หากมีค่าพีเอชเหมาะสม เปลี่ยนชนิดน้ำเสียจนครบทั้ง 10 ชนิดและใช้ถ่านกัมมันต์เม็ดชนิดที่ให้ผลดีตามผลการทดลองตอนที่ 4 ข้อ 15 ซึ่งมีทั้งสิ้น 10 ชุด



รูปที่ 4.4.7 แผนภาพการทดสอบแบบต่อเนื่อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย