

บทที่ 4
การดำเนินงานวิจัย

4.1 แผนการดำเนินงานวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้ได้กระทำที่ห้องปฏิบัติการวิจัย ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยแผนการศึกษาได้กำหนดให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และขอบเขตของการศึกษา ดังนี้

ขั้นตอนดำเนินงานวิจัย

แผนดำเนินงานวิจัยจะแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนหลัก คือ การเตรียมการทดลอง การทดสอบหาประสิทธิภาพ และ ปริมาณที่เหมาะสมในการเป็นโคเอกกูแลนท์ของโคโตแซน การเตรียมตะกอนโปรตีน การวิเคราะห์ค่าใช้จ่าย และ เสนอแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้โดยรูปแบบการวิจัย ได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.1

รูปแบบ และ ลักษณะของการวิจัยเป็นดังนี้

1.) การเตรียมการทดลอง ได้แก่ การเก็บน้ำเสียจากโรงงาน สิทธิพันธ์อ.ลาดหลุมแก้ว จ.ปทุมธานี ซึ่งเป็นโรงงานที่ทำการผลิตกุ้งเส้นจากถั่วเขียว โดยมีการวางแผนในการเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากแหล่งกำเนิดทั้งสองแหล่ง คือ น้ำเสียที่เกิดจากขั้นตอนการล้างแป้งถั่วเขียว และ น้ำเสียที่เกิดจากขั้นตอนการล้างทำความสะอาดกุ้งเส้น

2.) การทดสอบหาประสิทธิภาพและปริมาณที่เหมาะสมในการเป็นโคเอกกูแลนท์ของโคโตแซน ได้แก่ การทดลองนำเอาสารละลายโคโตแซนซึ่งเป็นสารโคเอกกูแลนท์ที่เตรียมได้มาทดสอบความสามารถในการตกตะกอนโปรตีนในน้ำเสีย เปรียบเทียบกับการใช้โคโตแซนร่วมกับแคลเซียมฟอสเฟตโดยวิธีจาร์เทสต์ เพื่อศึกษาถึงอิทธิพลของตัวแปรต่างๆ ซึ่งมีดังต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวแปรอิสระ ได้แก่

- ชนิดของน้ำเสีย ได้แก่ น้ำล้างแป้งถั่วเขียว และ น้ำเสียจากการล้างหุ่นเส้น
- ชนิดของโคแอกกูแลนท์ที่ใช้ประกอบด้วยโคโคแซนและแคลเซียมฟอสเฟต
- ปริมาณของโคแอกกูแลนท์ที่ใช้
- พีเอชของน้ำเสียเริ่มต้นหลังปรับเปลี่ยนค่าพีเอช

ตัวแปรตาม ได้แก่

- ค่า COD
- ค่า TKN
- ค่า TS
- ค่า TFS
- ค่า TVS
- ค่า pH

ตัวแปรคงที่ ได้แก่

- ความเร็วเกรเดียน และเวลาในการกวน
- เวลาในการตกตะกอน

3.) การเตรียมตะกอนโปรตีน ผลการศึกษาที่ผ่านมาจะนำตะกอนโปรตีนที่เกิดจากผลการตกตะกอนที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดมาทำการเตรียม และวิเคราะห์ตะกอนโปรตีนต่อไป

4.) การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายด้านสารเคมี และเสนอแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้ผลการศึกษาในขั้นต้นจะนำมาทำการประเมินต้นทุนด้านสารเคมีในการตกตะกอนโปรตีน เพื่อเปรียบเทียบและเลือกใช้ปริมาณสารโคแอกกูแลนท์ให้มีประสิทธิภาพดี สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายต่ำที่สุดและลดความยุ่งยากในขั้นตอนการดำเนินงาน ตลอดจนประเมินความเป็นไปได้และแนวทางในการนำโคโคแซนไปใช้ในการตกตะกอนโปรตีนจากโรงงานผลิตหุ่นเส้นจากถั่วเขียวในประเทศไทยต่อไป

4.2 - เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง -

1) อุปกรณ์จาร์เทสต์

เครื่องจาร์เทสต์ที่ใช้ในการทดลองเป็นของบริษัท PHIPPS & BIRD, Inc. โดยมอเตอร์สามารถปรับความเร็วรอบได้ ตั้งแต่ 0 ถึง 100 รอบต่อนาที ประกอบด้วยใบพาย(Paddle) ขนาด 1*3 นิ้ว จำนวน 6 ชุด ดังแสดงในรูปที่ 4.1

2) ภาชนะที่ใช้สमानตะกอน

ภาชนะที่ใช้สमानตะกอนทำด้วยโพลลาสติกทรงกระบอกโดยมีขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 11.5 ซม. ความสูง 17.00 ซม. เจาะรูเก็บน้ำใสที่ระดับผิวหน้าปริมาตรหนึ่งลิตรเท่ากับ 4.00 ซม. จำนวน 6 ใบ ดังแสดงในรูป ที่ 4.2 และ 3.2 ตามลำดับ

3) เครื่องวัดพีเอช

เครื่องวัดพีเอช ที่ใช้เป็นของ บริษัท HORIBA

4) เครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้า

เครื่องกวนใช้ในการกวนสารละลายโคแอกกูแลนต์เป็นของบริษัทFRAMO รุ่น M21/1

5) เครื่องชั่งน้ำหนัก ทศนิยม 4 ตำแหน่ง ของบริษัท SARTORIUS รุ่น BA210S

6) อุปกรณ์สำหรับการกลั่นโดยวิธีของเจดาห์ล

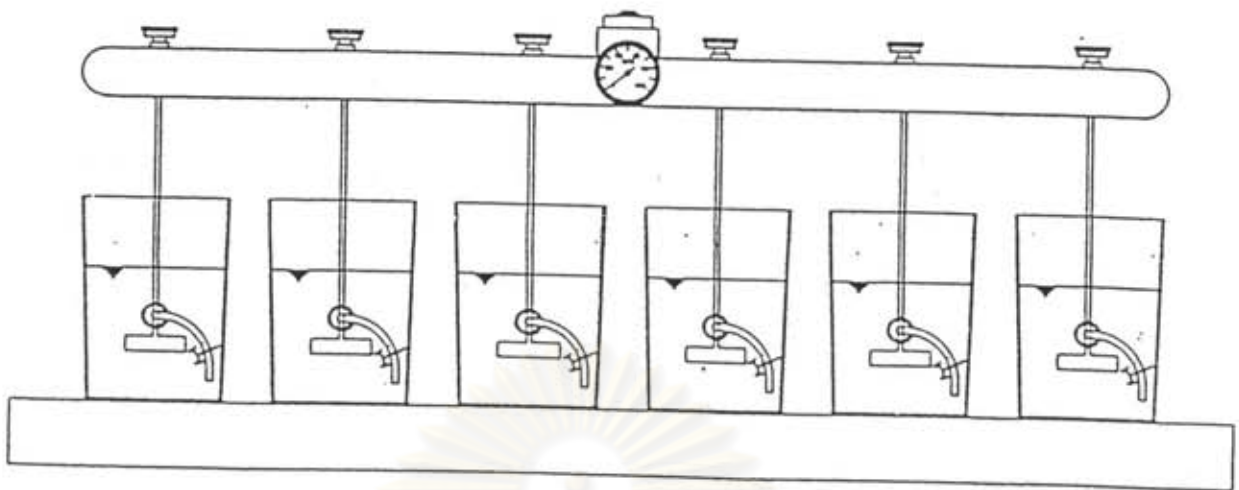
7) ตู้ควบคุมอุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส

8) เครื่องระเหยไอน้ำ

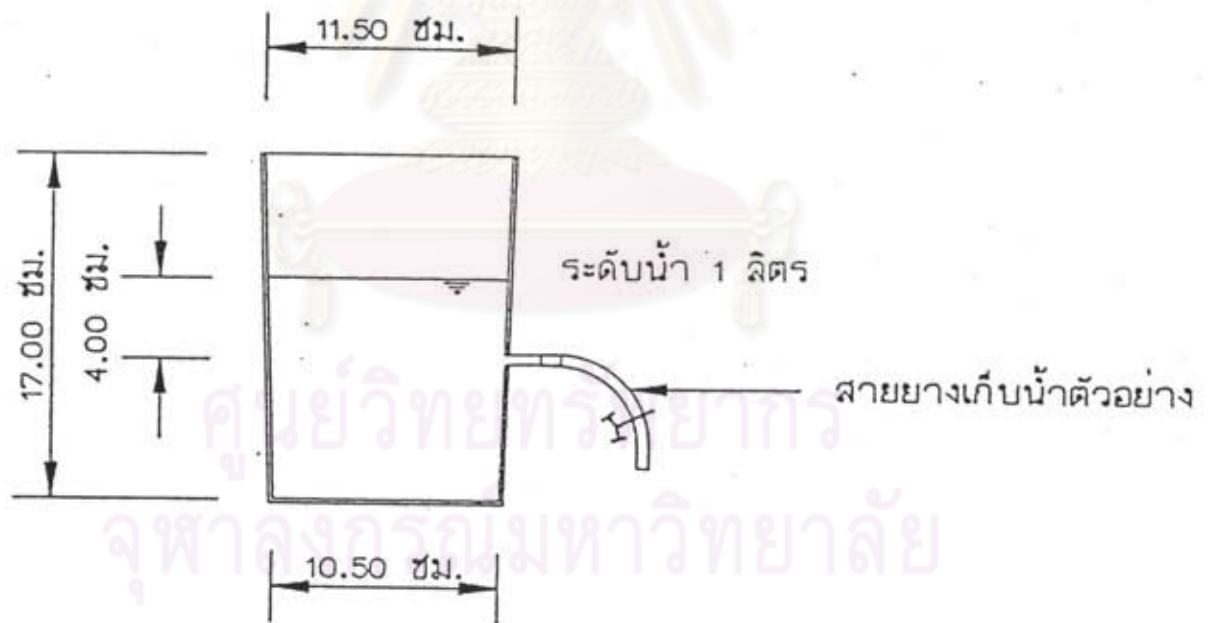
4.3 - สารเคมี

4.3.1 โคโคแตน

โคโคแตนที่ใช้ในการทดลองนี้ ผลิตโดยบริษัท UNICORD GROUP มีลักษณะเป็นเกล็ดสีขาวขุ่น โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.1 เครื่องจาร์เทสต์และภาชนะสมานตะกอน (เบ็ญจา ไสร์จจาภินันท์,2536)



รูปที่ 4.2 ภาชนะสมานตะกอนที่ใช้ในการทดลอง (เบ็ญจา ไสร์จจาภินันท์,2536)

แหล่ง	: เปลือกกุ้ง
ลักษณะทางกายภาพ	: เกล็ดสีขาวขุ่น
ความชื้น	: ไม่เกินร้อยละ 10.0
ปริมาณเก่า (%)	: ต่ำกว่า ร้อยละ 1.0
ความสามารถในการละลาย	: ส่วนที่ไม่ละลายน้อยกว่าร้อยละ 1.0
Deacetylation (%)	: มากกว่าร้อยละ 6.0
น้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ย	: 10^5
ความหนืด (cps)	: 50-20,000 (1% in 1% Acetic Acid)

โคโตแซนที่ผลิตนี้จะมีลักษณะสมบัติตามที่ได้รับคำสั่งในการผลิต(Order) โดยได้มีการนำไปใช้ในการผลิตสารช่วยตกตะกอนโปรตีน และเป็นสารตั้งต้นของการผลิตสารอนุพันธ์ต่างๆที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเครื่องสำอาง(Cosmetic) และการผลิตสารเร่งการเจริญเติบโตของพืช(Plant Growth Hormone) สารละลายโคโตแซน 1% เตรียมได้โดยทำการละลายโคโตแซนในสารละลายกรดอะซิติก 1%

4.3.2 แคลเซียมฟอสเฟต ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$)

เตรียมโดยนำแคลเซียมฟอสเฟตน้ำหนัก 10 กรัมในน้ำกลั่น 1 ลิตร จะได้สารละลายแคลเซียมฟอสเฟต

4.3.3 กรดไฮโดรคลอริก (HCL) เข้มข้น 10 %

เตรียมโดยเติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 100 มล ในน้ำกลั่น 1 ลิตร

4.3.4 สารละลายมาตรฐานปอตัสเซียมไดโครเมต ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) 0.0167 M

เตรียมโดยนำปอตัสเซียมไดโครเมต ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) 4.913 กรัมในน้ำกลั่น 500 มล. เติมกรดซัลฟูริก 167 มล. และเมอร์คิวรีซัลเฟต 33.3 กรัม รอให้เย็นแล้วเจือจางเป็น 1000 มล.

4.3.7 กรดซัลฟูริกรีเอเจนต์

ละลายซิลเวอร์ซัลเฟต (Ag_2SO_4) 25.3 กรัมในกรดซัลฟูริกเข้มข้น 1ขวด ทิ้งไว้ 1 ถึง 2 วัน

4.3.8 สารละลาย FAS 0.05 M

ละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตเฮกซะไฮเดรต 39.2 กรัม ในน้ำกลั่น 500 ลบ.ซม. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 40 มล. คนให้ละลายแล้วทิ้งให้เย็นเติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตรเป็น 2000 มล. ก่อนใช้ทุกครั้งต้องหา Normality โดยเอาไปไตเตรตกับสารละลายโปตัสเซียมไดโครเมต

4.3.5 Digestion Reagent

ละลายโปตัสเซียมซัลเฟต(K_2SO_4) 134 กรัม ในน้ำกลั่น 650 มล. เติมกรดซัลฟูริก 200 มล. นำมาผสมกับ เรดเมอร์คิวริกออกไซด์(HgO) 2 กรัม ในสารละลาย 6 N H_2SO_4 25 มล. ค่อยๆคน แล้วเติมน้ำกลั่นจนครบ 1000 มล.

4.3.6 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์-โซเดียมไรโอซัลเฟต

ละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ 500 กรัม ในน้ำกลั่น พร้อมโซเดียมไรโอซัลเฟต จำนวน 25 กรัม เจือจางด้วยน้ำกลั่นเป็น 1000 มล.

4.3.7 บอริกแอซิก อินดิเคตติ้ง(Boric Acid Indicating)

ละลาย H_2BO_3 20 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วเติมสารละลาย Mixed indicator จำนวน 10 มล. แล้วเจือจางจนได้ 1000 มล.

4.3.8 สารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริก (Standard Sulfuric acid Titrant):0.1 N โดยการบีเบตกรดซัลฟูริกเข้มข้น 2.8 มล. แล้วเจือจางจนครบ 1000 มล.

4.3.9 สารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริก (Standard Sulfuric acid Titrant):0.02 N โดยการเจือจาง 0.1 N กรดซัลฟูริก 200 มล.ด้วยน้ำกลั่นจนครบ 1000 มล.

4.4 การดำเนินการทดลอง

ในการทดลองได้แบ่งงานวิจัยออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

4.4.1 การทดลองหาชนิดและปริมาณโคแอกกูแลนท์ที่เหมาะสม โดยการทดลองจาร์เทสต์

การทดลองนี้เป็นการหาชนิดและปริมาณโคแอกกูแลนท์ที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการตกตะกอนโปรตีน โดยศึกษาการใช้โคโคเดซันเพียงอย่างเดียว และการใช้โคโคเดซันร่วมกับแคลเซียมฟอสเฟต โดยทำการทดลองจาร์เทสต์ ดังต่อไปนี้

- 1) เติมน้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง 800 มล. ลงในภาชนะทดลอง
- 2) เปิดเครื่องกวนโดยใช้ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาทีแล้วเติมสารโคแอกกูแลนท์ที่เตรียมให้อยู่ในรูปที่เหมาะสมลงไป ใช้เวลาในการ กวนเร็ว 1 นาที
- 3) ปรับเครื่องกวนให้มีความเร็วรอบ 35 รอบต่อนาที ใช้เวลาในการกวนช้า 20 นาที
- 4) หยุดเครื่องกวนและตั้งภาชนะทดลองทิ้งไว้ให้ตกตะกอนประมาณ 20 นาที ถึง 60 นาทีขึ้นกับประเภทน้ำเสีย
- 5) เก็บตัวอย่างน้ำที่ความลึก 4 ซม. จากผิวน้ำเพื่อวิเคราะห์หาค่า ซีโอดี(COD), ทีเคเอ็น(TKN), ของแข็งทั้งหมด(TS), ของแข็งคงตัว(TFS), ของแข็งระเหยได้(TVS) ที่เหลือ
- 6) ทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ 1-5 โดยเปลี่ยนชนิดและความเข้มข้นของโคแอกกูแลนท์ และประเภทน้ำเสีย

4.4.2 การเตรียมตะกอนโปรตีน

ขั้นการเตรียมตะกอนโปรตีน เริ่มจากนำตะกอนโปรตีนที่ได้จากกระบวนการตกตะกอน มาต้มเพื่อให้ตะกอนโปรตีนสุก เมื่อสุกแล้วก็นำมากรองผ่านผ้าโพลีเอสเตอร์เพื่อแยกเอาน้ำออกชั้นหนึ่งก่อน จากนั้นทำให้ตะกอนแห้งโดยวิธีการตากแดดทิ้งไว้ประมาณ 8 ชั่วโมงหลังจากได้ตะกอนแห้งแล้วจึงนำมาหาปริมาณโปรตีน, ความชื้น และ เถ้าในตะกอนโปรตีนแห้งอีกครั้ง

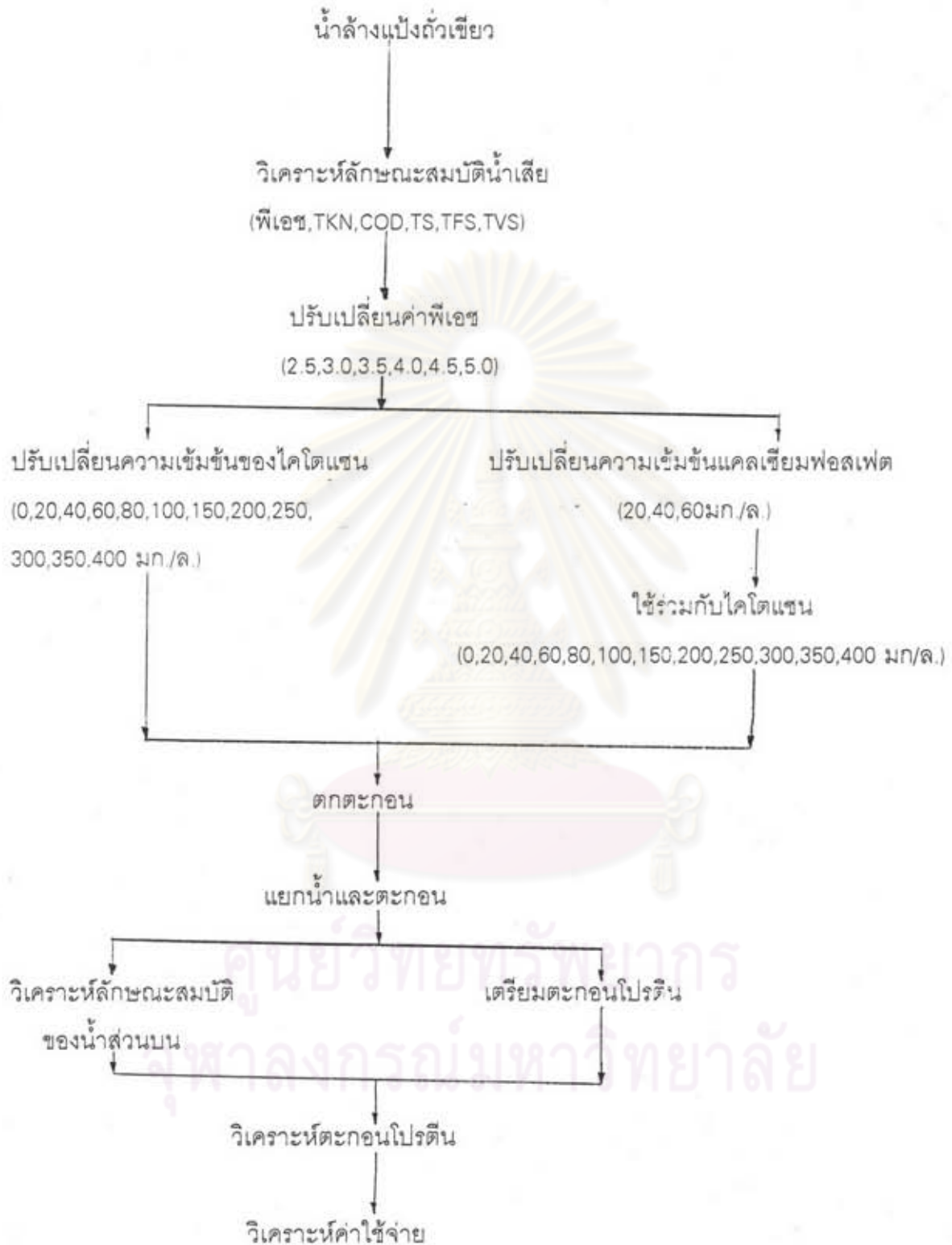
4.4.3 การวิเคราะห์ค่าใช้จ่าย ในการตกตะกอนโปรตีน

การประเมินค่าใช้จ่ายด้านสารเคมีในการตกตะกอนโปรตีน คือ ค่าสารเคมี(Chemical) ที่ใช้ในการปรุงแต่งสภาพน้ำเสีย อันได้แก่ สารโคแอกกูแลนต์ และสารเคมีที่ใช้ในการปรับสภาพพีเอช ส่วนค่าพลังงาน(Power) อันได้แก่ ค่าไฟฟ้า ค่าบำรุงรักษาซ่อมแซมระบบ (Operation And Maintenante) และค่าจ้างคนดูแลควบคุมระบบ (Salary) ไม่นำมาคิดในการศึกษา

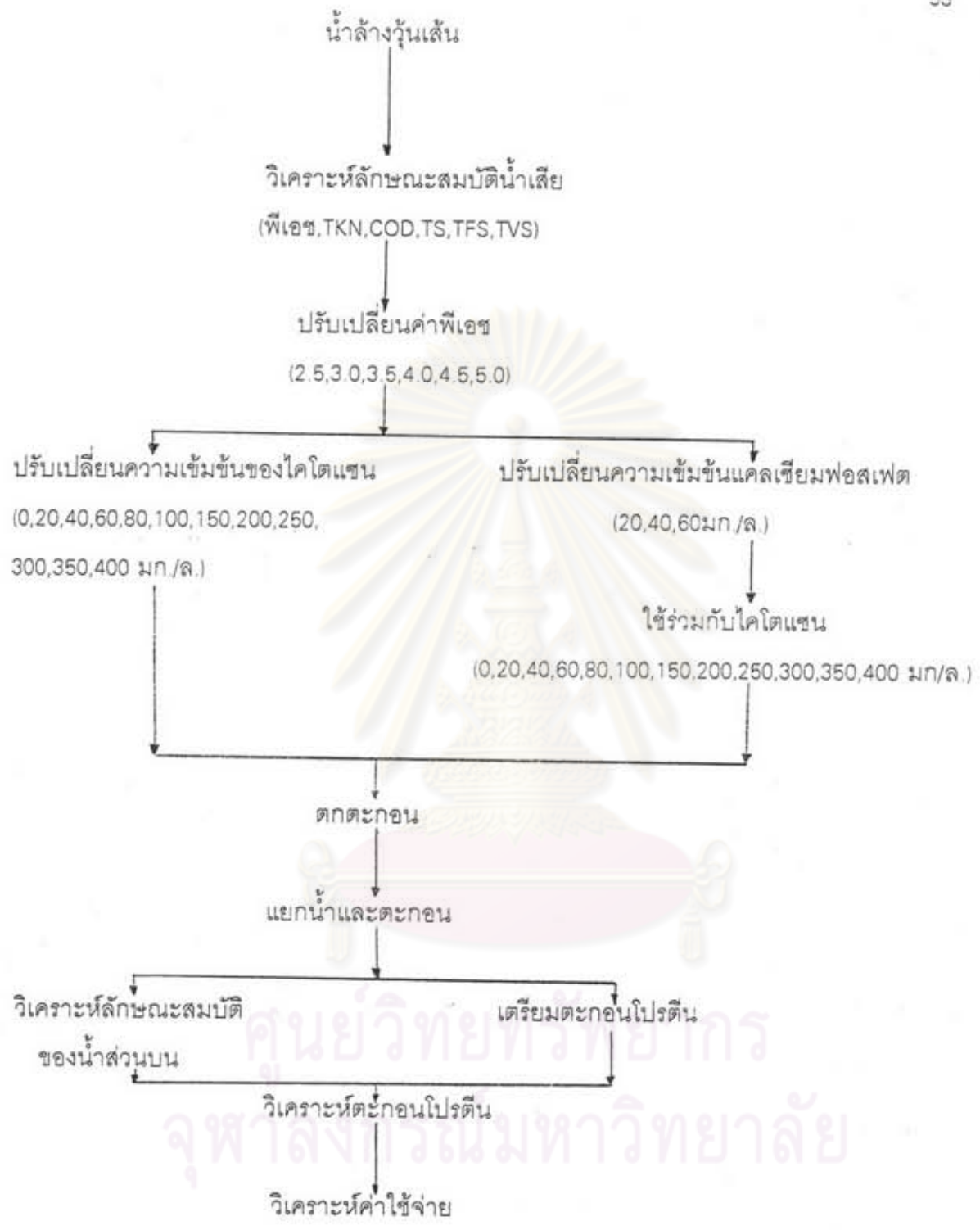
ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการประเมินค่าใช้จ่ายเฉพาะในส่วนของสารเคมี คือ สารโคแอกกูแลนต์ และสารเคมีที่ใช้ในการปรับสภาพพีเอช เท่านั้น ซึ่งราคาของวัสดุที่ใช้ และค่าใช้จ่ายต่อหน่วยตะกอนโปรตีน ที่ทำการประเมินได้ จะแสดงในบทที่ 5 ต่อไป



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.3 แผนภูมิแสดงลำดับขั้นตอนการทดลองในน้ำล้างแป้งถั่วเขียว



รูปที่ 4.4 แผนภูมิแสดงลำดับขั้นตอนการทดลองในน้ำล้างหุ่นเส้น