

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. จาร์เทสต์ (Jar test) (FC6S, Velp Scientifica, Italy)
2. เครื่องชั่งละเอียด (DV-III, Sartorius, USA)
3. เครื่องวัดความขุ่น (Turbidimeter) (2100N, Hach, USA)
4. เครื่องพีเอชมิเตอร์ (Eutech, Cybernetics, Cyberscan pH 1000, USA)
5. เครื่องบดขนาด (Dietz, Retsch Muhle, Germany)
6. เครื่องหมุนเหวี่ยง(RC5C, Sorvall, USA)
7. อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Heto, CB-22-20-FL, Denmark)
8. ตู้อบลมร้อนแบบถาด (N003, Permat, Germany)
9. เตาเผา (6-160A, Ney, USA)
10. ชุดวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (323, Buchi, Switzerland)
11. เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectronic, Spectronic Genesys 5, USA)
12. อุปกรณ์วิเคราะห์ปริมาณเถ้า (6-160A, Ney, USA)
13. ตู้อบลมร้อน (ULE500, Memmert, Germany)
14. เครื่องนึ่งความดัน (Hiramaya, Hiclave HV-85, Japan)
15. เครื่องหมุนเหวี่ยง (Z323K, Refrigerated Universal Centrifuge, Germany)
16. ตู้อบเครื่องแก้ว (ULE600, Momert, USA)
17. เครื่องแช่แข็ง (ULT7510 – 7 – V15, Revco, Scientific, Inc, USA)
18. เครื่องวัดความหนืด (Brookfield, DV-III, U.S.A)
19. เครื่องปั่นไฟฟ้า (R 254, Sharp, Japan)
20. เครื่องแก้ววัดความหนืด (Ubbelohde viscometer ขนาด 0B)
21. เครื่องแก้ว เช่น บีกเกอร์ ขวดรูปชมพู่ ปิเปต แท่งแก้ว
22. กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 4
23. เดซิเคเตอร์ (Desiccator)
24. ถ้วยกระเบื้อง (Porcelain Crucible)

สารเคมี

1. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide) (Commercial Grade, Merck Darmstadt, Germany)
2. กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric Acid) (Commercial Grade, Merck Darmstadt, Germany)
3. กรดอะซิติก (Acetic Acid) (AR Grade, Merck Darmstadt, Germany)
4. โซเดียมคลอไรด์ (Sodium Chloride) (AR Grade, Merck Darmstadt, Germany)
5. คะตะลิตัมผสม (Selenium mixture) (AR Grade, Merck Darmstadt, Germany)
6. กรดกำมะถันเข้มข้น (H_2SO_4) (AR Grade, Merck Darmstadt, Germany)
7. เขียวอินดิเคเตอร์ (pH Indicator) (Buchi, Switzerland)
8. กรดบอริก (Boric Acid) (AR Grade, Merck Darmstadt, Germany)
9. สารละลายโพแทสเซียมโพลีไวนิลซัลเฟต (N/400 Potassium Polyvinyl Sulfate, PVSK) (AR Grade, Wako, Japan)
10. โทลูไดอินบลู (Toluidine Blue) (AR Grade, Fluka, Switzerland)
11. โซเดียมเบนโซเอต (Sodium Benzoate) (Lab Grade, Ajax Chemical, Australia)
12. คอปเปอร์ซัลเฟต (Copper Sulfate) (AR Grade, Merck Darmstadt, Germany)
13. โพแทสเซียมทาร์เทรต (Potassium Tartrate) (AR Grade, Merck Darmstadt, Germany)
14. สารละลาย BSA (Albumin from Bovine Serum) (AR Grade, Fluka, Switzerland)
15. โฟลินรีเอเจนท์ (Folin-Phenol Reagent) (AR Grade, Carlo, Erba, France)
16. แคลเซียมซัลเฟต (Calcium Sulfate) (AR Grade, Merck Darmstadt, Germany)
17. แมกนีเซียมซัลเฟต (Magnesium Sulfate) (AR Grade, Merck Darmstadt, Germany)

วัตถุดิบ

1. ไคโดซาน

ไคโดซานที่ใช้ในการทดลองได้รับความอนุเคราะห์จากนันทิยา เจียบแหลม (2548) โดยเตรียมเป็นสารละลายไคโดซานความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) ในสารละลายกรดอะซิติกความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ (โดยปริมาตรต่อปริมาตร)

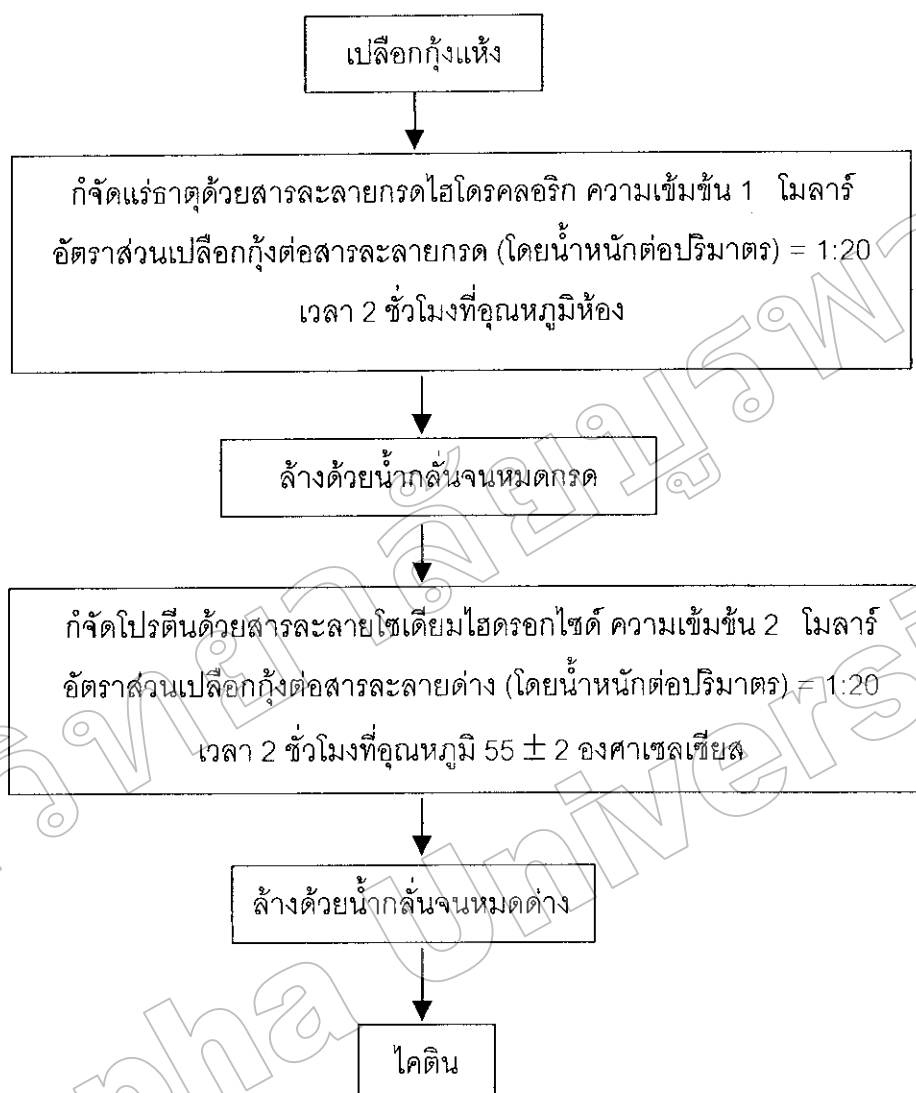
2. น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง

ผลิตน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็งโดยวิธีของ เพลินใจ ดังคณะกุล (2545) จากนั้นนำมาปรับ pH ให้ได้ 5.0, 5.5 และ 6.0 โดยใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.6 นอร์มอล และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.6 นอร์มอล จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมเบนโซเอตความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ (200 กรัม ต่อน้ำทิ้ง 200 ลิตร) เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์โดยเก็บในถังพลาสติกแล้วนำมาแช่แข็งที่อุณหภูมิ -0.4 ± 2 องศาเซลเซียส ด้วยเครื่องแช่แข็งก่อนนำไปใช้ ก่อนทำการทดลองจะนำมาละลายน้ำแข็ง (Thaw) ที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30 องศาเซลเซียส)

วิธีดำเนินการทดลอง

1. การผลิตไคติน

การผลิตไคตินใช้วิธีของเยาวภา ไหวพริบ (2534) และเยาวภา ไหวพริบ และคณะ (2534) โดยมีขั้นตอนการเตรียมดังนี้ นำเปลือกกุ้งตากแห้ง 15 กิโลกรัม มากำจัดแร่ธาตุด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 1 โมลาร์ อัตราส่วนเปลือกกุ้ง ต่อสารละลายกรด (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) 1:20 กวนเป็นเวลา 2 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง ล้างด้วยน้ำกลั่นจนหมดกรด แล้วนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลาประมาณ 10 ชั่วโมงและชั่งน้ำหนัก จากนั้นทำการกำจัดโปรตีน ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 2 โมลาร์ อัตราส่วนเปลือกกุ้งต่อสารละลายด่าง (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) 1 : 20 กวนเป็นเวลา 2 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 55 ± 2 องศาเซลเซียส ล้างด้วยน้ำกลั่นจนหมดด่าง แล้วนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลาประมาณ 10 ชั่วโมงและชั่งน้ำหนัก ขั้นตอนการผลิตไคตินแสดงได้ดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 กระบวนการผลิตโคติน (เยาวภา ไหวพริบ, 2534; เยาวภา ไหวพริบ และคณะ, 2534)

2. การผลิตโคโดซาน

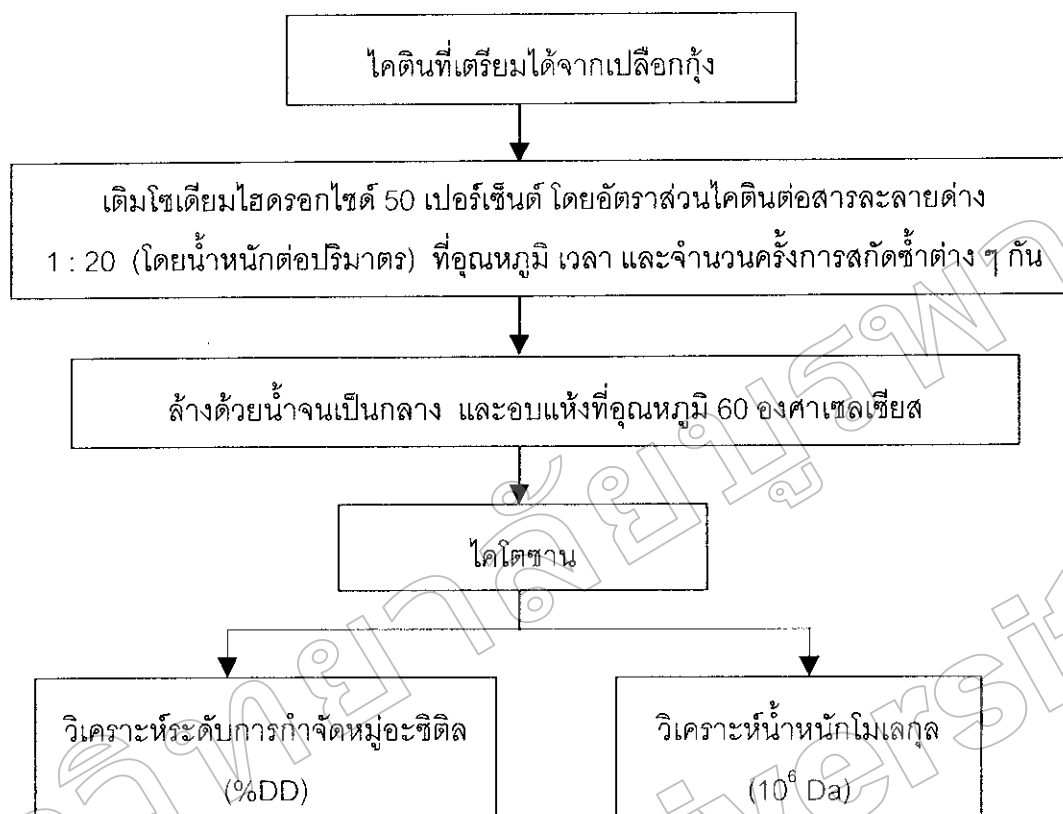
ผลิตโคโดซานโดยวิธีที่ดัดแปลงมาจากวิธีของนันทียา เจียบแหลม (2548) โดยมีขั้นตอนการผลิตดังนี้ เริ่มจากนำโคตินที่ได้จากข้อ 1 มาเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 50 เปอร์เซ็นต์ โดยอัตรา ส่วนโคตินต่อสารละลายด่าง 1 : 20 (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ เวลา และจำนวนครั้งการสกัดซ้ำต่าง ๆ กัน แสดงได้ดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 อุณหภูมิ เวลา และจำนวนครั้งการสกัดซ้ำที่ใช้ในการผลิตโคโคซานโดยใช้ NaOH 50% โดยน้ำหนัก เพื่อให้มีระดับการกำจัดหมู่อะซิติลและน้ำหนักโมเลกุลต่าง ๆ กัน

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา(ชม.)	จำนวนครั้งการสกัดซ้ำ
110	3	2
120	1	4
130	3	1
130	1	1
120 *	1	1

* ใช้ NaOH 40% โดยน้ำหนัก

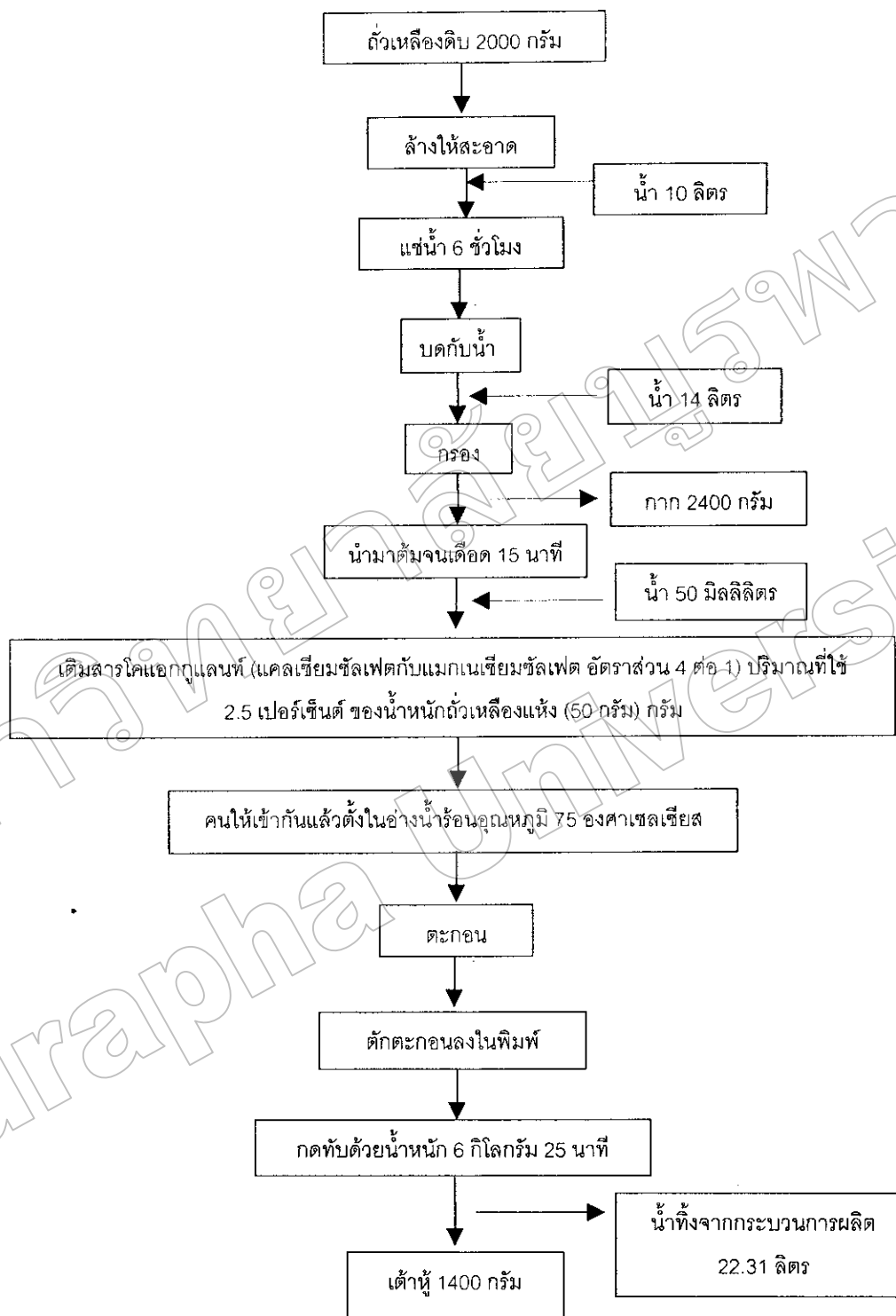
หลังจากนั้นล้างด้วยน้ำจนเป็นกลางและอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ได้โคโคซาน นำไปวิเคราะห์ระดับการกำจัดหมู่อะซิติลโดยวิธี Colloid Titration (มงคล สุขวัฒนาสินธุ์, 2544) และวิเคราะห์น้ำหนักโมเลกุลโดยวิธี Intrinsic Viscosity (วิภาวี โยვნัน, 2544) รายละเอียดแสดงได้ดังภาคผนวก ก.1.1 และ ก.1.2 ตามลำดับ จากนั้นนำไปศึกษาการลดปริมาณของแข็งแขวนลอยของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง สรุปขั้นตอนการผลิตโคโคซาน แสดงได้ดังภาพที่ 3-2



ภาพที่ 3-2 กระบวนการผลิตโคโตะซาน (นันทิยา เจียบแหลม, 2548)

3. การผลิตน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง

ผลิตน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็งโดยวิธีของ เพลินใจ ดังคณะกุล (2545) โดยมีขั้นตอนการผลิตดังนี้ เริ่มจาก ล้างถั่วเหลือง 2 กิโลกรัมให้สะอาด แช่น้ำสะอาด 10 ลิตร เป็นเวลา 6 ชั่วโมง บดกับน้ำที่แช่และเติมน้ำเพิ่มอีก 14 ลิตรให้ละเอียดโดยใช้เครื่องปั่นไฟฟ้า กรองด้วยผ้าขาวบาง แยกส่วนที่เป็นกาก 2400 กรัม (น้ำหนักเปียก) ออก จากนั้นต้มน้ำถั่วเหลืองด้วยเตาแก๊สจนเดือด 15 นาที ทั้งให้อุณหภูมิของน้ำถั่วเหลืองลดลงเป็น 70 องศาเซลเซียส เตรียมแคลเซียมซัลเฟตและแมกนีเซียมซัลเฟต (อัตราส่วน 4 ต่อ 1) ปริมาณที่ใช้ 2.5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักของน้ำถั่วเหลืองแห้ง (50 กรัม) ผสมกับน้ำสะอาด 50 มิลลิลิตร เเทลงในน้ำถั่วเหลือง คนเบา ๆ ให้เข้ากัน ยกขึ้นตั้งในอ่างน้ำร้อน อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส จะเกิดตะกอนลักษณะเบา ๆ ก้อนเล็ก ๆ แยกตัวออกมาจากส่วนที่เป็นน้ำใส ตักตะกอนใส่ลงในพิมพ์ ที่รองด้วยผ้าขาวบางห่อให้แน่น แล้วกดทับด้วยน้ำหนัก 6 กิโลกรัม นาน 25 นาที จะได้เต้าหู้้น้ำหนัก 1400 กรัม (น้ำหนักเปียก) และน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็งปริมาณ 22.31 ลิตร สรุปขั้นตอนการผลิตน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง จากนั้นนำไปศึกษาการลดปริมาณของแข็งแขวนลอยของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง แสดงได้ดังภาพที่ 3-3



ภาพที่ 3-3 กระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง (เพลินใจ ตั้งคณะกุล, 2545)

4. วิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง ก่อนกระบวนการตะกอน

วิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็งก่อนกระบวนการตะกอนดังนี้

4.1 วิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพของส่วนใส (Supernatant)

วิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพของส่วนใสดังนี้

4.1.1 ค่าความขุ่น (Turbidity)

วิเคราะห์ความขุ่นในหน่วย NTU โดยวิธีของสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย (2540) รายละเอียดแสดงได้ดังภาคผนวก ก. 2.1

4.1.2 ค่าของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids; SS)

วิเคราะห์ SS โดยวิธีของสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย (2540) รายละเอียดแสดงได้ดังภาคผนวก ก. 2.2

4.1.3 ค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Dissolved Solids; TDS)

วิเคราะห์ TDS โดยวิธีของสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย (2540) รายละเอียดแสดงได้ดังภาคผนวก ก. 2.3

4.1.4 ค่าของแข็งทั้งหมด (Total Suspended Solids; TSS)

วิเคราะห์ TSS โดยวิธีของสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย (2540) รายละเอียดแสดงได้ดังภาคผนวก ก. 2.4

4.1.5 ปริมาณโปรตีน (Lawry Assay)

วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน โดยวิธีโฟลีนหรือลาวรี (Folin or Lowry Method) (Copeland, 1993) รายละเอียดแสดงได้ดังภาคผนวก ก. 2.5

4.1.6 pH

วัด pH ของโดยวิธีสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย (2540) รายละเอียดแสดงได้ดังภาคผนวก ก. 2.8

4.2 วิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพของส่วนตะกอนโดย

วิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพของส่วนตะกอนโดยนำตัวอย่างมาหมุนเหวี่ยงด้วยความเร็วรอบ 3100 x g (5374 rpm) เป็นเวลา 20 นาที (Savant & Torres, 2000) อบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนมีน้ำหนักคงที่ แล้วนำมาวิเคราะห์หาปริมาณต่าง ๆ ดังนี้

4.2.1 ปริมาณโปรตีน (Protein Content)

วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน โดยวิธี Kjeldahl AOAC ข้อ 920.105 (AOAC, 1990)

รายละเอียด แสดงได้ดังภาคผนวก ก.2.6

4.2.2 ปริมาณเถ้า (Ash Content)

วิเคราะห์ปริมาณเถ้า โดยวิธีของ AOAC ข้อ 935.42 (AOAC, 1990) รายละเอียดแสดงได้ดังภาคผนวก ก.2.7

5. ศึกษาผลของระดับการกำจัดมูลอะซิติลของไคโตซาน pH และปริมาณไคโตซาน ต่อการลดปริมาณของแข็งแขวนลอยของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง

5.1 การทดลองจาร์เทส

การทดลองจาร์เทสทำโดยนำไคโตซานที่มีระดับการกำจัดมูลอะซิติลต่างกัน ซึ่งเตรียมได้จากข้อ 2 มาเตรียมเป็นสารละลายไคโตซานความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) ในสารละลายกรดอะซิติลความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ (โดยปริมาตรต่อปริมาตร) โดยกวนให้เป็นสารละลายด้วยเครื่องกวนแม่เหล็ก ก่อนเติมลงในน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง ในปริมาตรต่าง ๆ กัน ให้ได้ความเข้มข้นสุดท้ายเป็น 0.00, 0.01 (0.3 มิลลิลิตร), 0.05 (1.5 มิลลิลิตร), 0.10 (3 มิลลิลิตร), 0.20 (6 มิลลิลิตร) และ 0.30 (9 มิลลิลิตร) กรัมต่อลิตร แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 600 มิลลิลิตร กวนแบบเร็ว 120 รอบต่อนาที เป็นเวลา 2 นาที จากนั้น กวนแบบช้า 30 รอบต่อนาที เป็นเวลา 25 นาที หยุดเครื่องกวน และเก็บตัวอย่างส่วนใสโดยวัดจากผิวน้ำลงมา 5 เซนติเมตร ปริมาตร 30 มิลลิลิตร ทันทีที่เวลา 0, 5, 10, 15, 20, 60 และ 120 นาที เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพของส่วนใส และส่วนตะกอน

5.2 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพของส่วนใส

วิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพของส่วนใส โดยนำตัวอย่างส่วนใสของตัวอย่างที่ได้จากการศึกษาในการทดลองจาร์เทส มาวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพต่าง ๆ ดังนี้

5.2.1 ความขุ่น

ทำการติดตามการลดลงของความขุ่น และวัดความขุ่นสุดท้าย ดังนี้

5.2.1.1 การลดลงของความขุ่น

ติดตามการลดลงของความขุ่นที่เวลา 0, 5, 10, 15, 20, 60 และ 120 นาที จากนั้นนำค่าความขุ่นมาคำนวณหาค่า k เพื่อทำนายกลไกการลดปริมาณของแข็งแขวนลอยของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง ด้วย Rate equation (Grant, Kim, & Poor, 2001) แสดงได้ดังสมการที่ [3-1] โดยใช้โปรแกรม Matlab (Version 6.1.0.450, The Mathworks Inc, 2001)

$$\frac{dC}{dt} = -BC^n \quad [3-1]$$

โดยที่ B และ n คือ ค่าคงที่

C คือ ค่าความขุ่น (NTU)

t คือ เวลา (นาที)

5.2.1.2 ความขุ่นสุดท้าย

นำค่า n และค่าความขุ่นสุดท้าย (Observed) จากการทดลอง มาทำนายค่า n และค่าความขุ่น (Predicted) ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Vohra & Satyanarayana, 2001) แสดงได้ดังสมการที่ [3-2] โดยใช้โปรแกรม Solver (Microsoft Office excel 2003, Microsoft Corporation, USA)

$$Y = \beta_0 + \beta_1 A + \beta_2 B + \beta_3 C + \beta_{11} A^2 + \beta_{22} B^2 + \beta_{33} C^2 + \beta_{12} AB + \beta_{23} BC + \beta_{13} AC \quad [3-2]$$

โดย Y คือ Predicted Response

β_0 คือ Intercept

$\beta_1, \beta_2, \beta_3$ คือ Linear Coefficients

$\beta_{11}, \beta_{22}, \beta_{33}$ คือ Square Coefficients

$\beta_{12}, \beta_{23}, \beta_{13}$ คือ Interaction Coefficients

A คือ ระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของโคโคซาน (%DD) หรือน้ำหนักโมเลกุลของโคโคซาน (Da)

B คือ pH

C คือ ปริมาณโคโคซาน (กรัมต่อลิตร)

5.2.2 ค่าของแข็งแขวนลอย

นำค่าของแข็งแขวนลอยจากการทดลอง มาทำนายค่าของแข็งแขวนลอย โดยใช้สมการที่ [3-2]

5.2.3 ค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด

นำค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดจากการทดลอง มาทำนายค่าของแข็งที่ละลายได้แขวนลอย โดยใช้ สมการที่ [3-2]

5.2.4 ค่าของแข็งทั้งหมด

นำค่าของแข็งทั้งหมดจากการทดลอง มาทำนายค่าของแข็งทั้งหมด โดยใช้

สมการที่ [3-2]

5.2.5 ปริมาณโปรตีน (Lowry Assay)

นำค่าปริมาณโปรตีนจากการทดลองมาคำนวณหาปริมาณโปรตีน โดยใช้

สมการที่ [3-2]

การแสดงผลในรูปกราฟโดยแสดงผลค่าที่ได้จากการทดลองกับค่าทำนายของ
ทุกค่าที่วัดได้โดยใช้โปรแกรม Matlab (Version 6.1.0.450, The Mathworks Inc 2001, USA)

5.3 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของส่วนตะกอน

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีกายภาพของส่วนตะกอน โดยนำตัวอย่างที่ได้จาก
การศึกษาในการทดลองจาร์เทส ที่แต่ละระดับการกำจัดหมู่อะซิติลมาหมุนเหวี่ยงด้วยความเร็วรอบ
3100 x g (5374 rpm) เป็นเวลา 20 นาที (Savant & Torres, 2000) อบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่
อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนมีน้ำหนักคงที่ แล้วนำมาวิเคราะห์หาปริมาณต่าง ๆ ดังนี้

5.3.1 ปริมาณโปรตีน

วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนโดยวิธี Kjeldahl AOAC ข้อ 920.105 (AOAC, 1990)

5.3.2 ปริมาณเถ้า

วิเคราะห์ปริมาณเถ้า โดยวิธีของ AOAC ข้อ 935.42 (AOAC, 1990)

5.4 วิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าที่ได้จากการทดลองกับค่าที่ได้จากการทำนาย

นำค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลองและค่าจากการทำนายมาวิเคราะห์
สหสัมพันธ์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (Statistical Analysis System) version 6.12
(SAS Institute cary.North Carolina USA) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าจากการทดลอง
และจากการทำนาย

5.5 การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Factorial Design 3 ปัจจัย 3x3x6 โดยมีระดับการกำจัด
หมู่อะซิติลของโคโคซาน 3 ระดับคือ 72.13 ± 4.40 , 79.55 ± 1.90 และ 82.60 ± 3.85 เปอร์เซ็นต์
pH 3 ระดับคือ 5.0, 5.5 และ 6.0 และปริมาณโคโคซาน 6 ระดับคือ เป็น 0.00, 0.01, 0.05,
0.10, 0.20 และ 0.30 กรัมต่อลิตร ทำการทดลอง 3 ซ้ำนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวน
(ANOVA: Analysis of VAriance) โดยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (Statistical Analysis System)

Version 6.12 (SAS Institute Cary North Carolina USA) เพื่อหาตัวแปรที่มีผลตอบสนองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นำมาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแต่ละทรีตเมนต์ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ (จรัญ จันทลักษณ์, 2540)

6. ศึกษาผลของน้ำหนักริมเลกุลของโคโตซาน pH และปริมาณโคโตซานต่อการลดปริมาณของแข็งแขวนลอยของน้ำทิ้งจากระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง

นำโคโตซานที่มีน้ำหนักริมเลกุลต่างกัน ซึ่งเตรียมได้จากข้อ 2 มาดำเนินการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 5 สรุปขั้นตอนการศึกษาแสดงได้ดังภาพที่ 3-4

น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง

วิเคราะห์ส่วนใส และส่วนตะกอนก่อนกระบวนการตะกอน

จาร์เทส

(ข้อ 5)

(ข้อ 6)

%DD	pH	Dosage (g L ⁻¹)	MW (X10 ⁶)	pH	Dosage (g L ⁻¹)
72.13	5.0	0.00, 0.01	0.50	5.0	0.00, 0.01
79.55	5.5	0.05, 0.10	0.72	5.5	0.05, 0.10
82.60	6.0	0.20, 0.30	1.28	6.0	0.20, 0.30

ส่วนใส

ส่วนตะกอน

ความขุ่น ที่เวลาต่าง ๆ → Rate Equation (n)
 ความขุ่นสุดท้าย สมการ [3-1]
 ของแข็งแขวนลอย
 ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด
 ของแข็งทั้งหมด
 ปริมาณโปรตีน (Lowry)

ปริมาณโปรตีน

ปริมาณเถ้า

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สมการ [3-2] → วิเคราะห์สหสัมพันธ์

ภาพที่ 3-4 สรุปขั้นตอนการศึกษาค้นคว้าผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติล น้ำหนักโมเลกุลของโคโคซาน pH และปริมาณโคโคซาน ต่อการลดปริมาณของแข็งแขวนลอยของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง