บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อศึกษาการลดค่าไนเตรท-ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสรวมในน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตขนมจีนโดยเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูไลน่าและสาหร่ายคลอเรลลา ภายใต้การควบคุมในห้องปฏิบัติการ วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomize Design (CRD)

นำน้ำทิ้งจากโรงงานขนมจีนบ้านคุณสุนทร พระลับรักษา หมู่บ้านหนองกุง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น มาทำการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสรวม DO ความขุ่น ของแข็งที่ละลายในน้ำทิ้ง pH การนำไฟฟ้า ความเค็ม ก่อนทำการทดลองได้ค่าต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 การตรวจวิเคราะห์หาค่าเริ่มต้นก่อนทำการทดลอง

คุณสมบัติของน้ำทิ้งเริ่มต้น	ปริมาณเฉลี่ย
ไนเตรท-ไนโตรเจน (mg/l)	18.12
ฟอสฟอรัสรวม (mg/l)	1.93
DO (mg/l)	1.62
ความขุ่น (FAU)	1077
ของแข็งที่ละลายในน้ำ	1049
pH	3.3
ค่าการนำไฟฟ้า (mS/cm)	7.14
ค่าความเค็ม ppt	4.2

การทดลองที่ 1 อัตราการเจริญเติบโตของสาหร่ายสไปรูไลน่าที่เพาะเลี้ยงในน้ำทิ้งที่ระดับความเข้มข้น แตกต่างกัน

นำสาหร่ายสไปรูไลน่ามาเพาะเลี้ยงในอาหารสูตรซารุกค์ (Zarrouk) ให้ความเข้มแสง 2,000 ลักซ์ และมีการให้อากาศตลอดเวลา อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นระยะ 20 วัน จากนั้นนำมาหาค่า Optical Density ที่มีความยาวคลื่น 560 nm ด้วยเครื่องสเปคโตโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer)

ค่า OD_{560} ของสาหร่ายสไปรูไลน่า เริ่มต้นเท่ากับ 1.7 มีน้ำหนักแห้ง เท่ากับ 252.49 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังแสดงในภาพที่ 6 และวิธีหาค่าน้ำหนักแห้งมาตรฐานแสดงในภาคผนวก ค จากนั้นนำสาหร่ายสไปรูไลน่าปริมาตร 10 มิลลิลิตร มาใส่ในชุดการทดลองละ 10 มิลลิลิตร เลี้ยงในขวดทดลอง ที่มีระดับความเข้มข้นของน้ำทิ้ง คือ 0 25 50 75 และ 100 %

ชุดการทดลองที่ 1 มีระดับความเข้มข้นของน้ำทิ้ง 0 % ในอาหารสูตร Zarrouk 100 %

ชุดการทดลองที่ 2 มีระดับความเข้มข้นของน้ำทิ้ง 25 % ในอาหารสูตร Zarrouk 75 %

ชุดการทดลองที่ 3 มีระดับความเข้มข้นของน้ำทิ้ง 50 % ในอาหารสูตร Zarrouk 50 %

ชุดการทดลองที่ 4 มีระดับความเข้มข้นของน้ำทิ้ง 75 % ในอาหารสูตร Zarrouk 25 %

ชุดการทดลองที่ 5 มีระดับความเข้มข้นของน้ำทิ้ง 100 % ในอาหารสูตร Zarrouk 0 %

ทำการทดลอง 4 ซ้ำ

การทดลองที่ 2 อัตราการเจริญเติบโตของสาหร่ายคลอเรลลา ที่เพาะเลี้ยงในน้ำทิ้งที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน

นำสาหร่ายคลอเรลลา มาเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร Beijerinckให้ความเข้มแสง 2,000 ลักซ์ และมีการให้อากาศตลอดเวลา อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 20 วัน จากนั้นนำมาหาค่า Optical Density โดยการวัดด้วยเครื่องสเปคโตโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร ค่า OD เริ่มต้นเท่ากับ 1.7 ค่าความหนาแน่นในรูปน้ำหนักแห้งของสาหร่ายคลอเรลลา (เท่ากับ 355.5 มิลลิกรัมต่อลิตร) ดังแสดงในภาพที่ 9 และวิธีหาค่าน้ำหนักแห้งมาตรฐานแสดงในภาคผนวก ค. จากนั้นนำสาหร่ายคลอเรลลา ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ใส่ในชุดการทดลองละ 10 มิลลิลิตรเลี้ยงในขวดทดลองที่มีระดับความเข้มข้นของน้ำทิ้ง 0 25 50 75 และ 100 %

ชุดการทดลองที่ 1 มีระดับความเข้มข้นของน้ำทิ้ง 0 % ในอาหารสูตร Beijerinck 100 %

ชุดการทดลองที่ 2 มีระดับความเข้มข้นของน้ำทิ้ง 25 %ในอาหารสูตร Beijerinck 75 %

ชุดการทดลองที่ 3 มีระดับความเข้มข้นของน้ำทิ้ง 50 % ในอาหารสูตร Beijerinck 50 %

ชุดการทดลองที่ 4 มีระดับความเข้มข้นของน้ำทิ้ง 75 % ในอาหารสูตร Beijerinck 25 %

ชุดการทดลองที่ 5 มีระดับความเข้มข้นของน้ำทิ้ง 100 %ในอาหารสูตร Beijerinck 0 %

ทำการทดลอง 4 ซ้ำ

การทดลองที่ 3 ค่าไนเตรท-ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสรวมของน้ำทิ้งชุดควบคุมที่ไม่มีการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูไลน่า และหลังเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูไลน่า

ทำการวัดค่าไนเตรท-ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสรวมในน้ำทิ้งที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน ทุกๆ 5 วัน เป็นระยะเวลา 20 วัน การตรวจวิเคราะห์ค่าไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำเสียโดยใช้วิธี Method 8171, Cadmium Reduction Method ในการตรวจวิเคราะห์ค่าฟอสฟอรัสรวม ในน้ำเสียโดยใช้วิธี Method 8048, PhosVer3 Ascorbic Acid Method (วิธีการวิเคราะห์หาค่าไนเตรท-ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสรวม แสดงในภาคผนวก ค)

การทดลองที่ 4 ค่าไนเตรท-ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสรวมของน้ำทิ้งชุดควบคุมที่ไม่มีการเพาะเลี้ยงสาหร่ายคลอเรลลา และหลังเพาะเลี้ยงสาหร่ายคลอเรลลา

ทำการวัดค่า ไนเตรท-ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสรวม ในน้ำทิ้งที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน ทุกๆ 5 วัน เป็นระยะเวลา 20 วัน ในการ ตรวจวิเคราะห์ค่าไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำเสียโดยใช้วิธี Method 8171 , Cadmium Reduction Method ในการตรวจวิเคราะห์ค่าฟอสฟอรัสรวม ในน้ำเสียโดยใช้วิธี Method 8048, PhosVer3 Ascorbic Acid Method (วิธีการวิเคราะห์หาค่าไนเตรท-ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสรวม แสดงในภาคผนวก ค)

การทดลองที่ 5 ค่า DO ของน้ำทิ้งจากโรงงานขนมจีนหลังเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูไลน่า และสาหร่ายคลอเรลลา

ทำการวัดค่า DO ในน้ำทิ้งที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน ทุกๆ 5 วัน เป็นระยะเวลา 20 วัน โดยใช้เครื่อง inoLab® Multi 720 (วิธีการวิเคราะห์หาค่า DO แสดงในภาคผนวก ค)

การทดลองที่ 6 ค่าความขุ่นจากโรงงานขนมจีนหลังเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูไลน่า และสาหร่ายคลอเรลลา

ทำการวัดความขุ่น ในน้ำทิ้งที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน ทุกๆ 5 วันเป็นระยะเวลา 20 วัน โดยใช้เครื่อง DR 2010 Spectrophotometer วิธี Method 8237, Attenuated Radiation Method (วิธีการวิเคราะห์หาค่าความขุ่น แสดงในภาคผนวก ค)

การทดลองที่ 7 ค่าของแข็งที่ละลายในน้ำทิ้งจากโรงงานขนมจีนหลังเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูไลน่า และสาหร่ายคลอเรลลา

ทำการวัดของแข็งที่ละลายในน้ำทิ้งที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน ทุกๆ 5 วันเป็นระยะเวลา 20 วันโดยใช้เครื่อง DR 2010 Spectrophotometer วิธี Method 8006, Photometric Method (วิธีการวิเคราะห์หาค่าของแข็งที่ละลายในน้ำแสดงในภาคผนวก ค)

การทดลองที่ 8 ค่า pH จากโรงงานขนมจีนหลังเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูไลน่า และสาหร่ายคลอเรลลา

ทำการวัดค่า pH ในน้ำทิ้งที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน ทุก ๆ 5 วันเป็นระยะเวลา 20 วัน โดยใช้เครื่อง inoLab ® Multi 720 (วิธีการวิเคราะห์หาค่า pH แสดงในภาคผนวก ค)

การทดลองที่ 9 ค่าการนำไฟฟ้าในน้ำทิ้งจากโรงงานขนมจีนหลังเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูไลน่า และสาหร่ายคลอเรลลา

ทำการวัดค่าการนำไฟฟ้าในน้ำทิ้งที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน ทุกๆ 5 วันเป็นระยะเวลา 20 วัน โดยใช้เครื่อง inoLab ® Multi 720 (วิธีการวิเคราะห์หาค่าการนำไฟฟ้า แสดงในภาคผนวก ค)

การทดลองที่ 10 ค่าความเค็มของน้ำทิ้งจากโรงงานขนมจีนหลังเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูไลน่า และสาหร่ายคลอเรลลา

ทำการวัดค่าความเค็มในน้ำทิ้งที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน ทุกๆ 5 วันเป็นระยะเวลา 20 วัน โดยใช้เครื่อง inoLab ® Multi 720 (วิธีการวิเคราะห์หาค่าความเค็ม แสดงในภาคผนวก ค)

วิเคราะห์ค่าความแตกต่างกันทางสถิติ

1. วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างของประสิทธิภาพในการลดค่า ไนเตรท-ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสรวม และคุณภาพน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปเช่น DO ความขุ่น ของแข็งที่ละลายในน้ำ pH การนำไฟฟ้า และความเค็ม โดยใช้โปรแกรม SPSS
2. เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการลดค่าไนเตรท-ไนโตรเจนฟอสฟอรัสรวม ด้วยวิธี LSD (Least significant difference)