

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 สายพันธุ์สาหร่าย เอนไซม์ และวัตถุดิบ

3.1.1 สาหร่าย *Spirulina platensis* IFRPD 1182 ได้รับมาจากสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (Institute of Food Research and Product Development: IFRPD)

3.1.2 2. เอนไซม์ ProteAX[®] และ Glutaminase SD-C100S[®] ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท Amano Enzyme, Inc. ประเทศญี่ปุ่น จัดเป็นเอนไซม์โปรทีเอสและเพปติเดสที่ผลิตได้จากเชื้อรา *Aspergillus* sp. หรือ *Rhizopus* sp. และ แบคทีเรีย *Bacillus* sp. ตามลำดับ โดยเอนไซม์ทั้ง 2 ชนิดมีค่าพีเอชที่เหมาะสม (optimum pH) และอุณหภูมิที่เหมาะสม (optimum temperature) ในการทำงานเท่ากับ 7.0 และ 53 องศาเซลเซียส ตามลำดับ งานวิจัยนี้ใช้ปริมาณเอนไซม์คิดเป็นร้อยละของปริมาณโปรตีนที่มีอยู่ในกากชีวมวลสาหร่ายสไปรูลิना

3.1.3 เยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว ผงโกโก้ และใบชาเขียว

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงสาหร่าย

3.2.1 ตู้เพาะเลี้ยงสาหร่ายแบบควบคุมอุณหภูมิขนาด 30×60×40 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีปั๊มช่วยกระจายอุณหภูมิให้สม่ำเสมอทั่วตู้ และใช้หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ 40 วัตต์ 6 หลอด เป็นแหล่งให้แสง สามารถปรับความเข้มแสงด้วยการกำหนดระยะระหว่างหลอดไฟกับพื้นที่ผิวที่ตั้งของหลอดทดลองที่แสงส่องมาถึง และวัดความเข้มแสงโดยใช้เครื่องวัดความเข้มแสง และอุปกรณ์ตั้งเวลาเปิดและปิดไฟ

3.2.2 หลอดทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่ายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5 เซนติเมตร ยาว 35 เซนติเมตร ความจุ 200 มิลลิลิตร เป็นหลอดแก้วปลายแหลม ปิดด้วยจุกซิลิโคน เจาะรู 2 รู สวมท่อแก้วสำหรับให้คาร์บอนไดออกไซด์ที่ผสมกับอากาศจากเครื่องปั๊มอากาศผ่านเข้าไปได้

3.2.3 บ่อเพาะเลี้ยงสาหร่ายขนาด 250 ลิตร ของสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2.4 ถังก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์พร้อมอุปกรณ์หัวจ่าย

3.2.5 เครื่องวัดความเข้มแสง (light meter); (Tecpel 530, Taiwan)

3.2.6 อุปกรณ์วัดปริมาณการไหลของอากาศ (air flow meter)

3.2.7 ผ้ากรองสาหร่ายขนาดความถี่ 50 ไมครอน

3.3 อุปกรณ์ในการสกัดซี-ไฟโคไซยานิน

3.3.1 เครื่องบด (dinomill)

3.3.2 เครื่องปั่นเหวี่ยง (centrifuge)

3.3.3 เครื่องชั่งละเอียดชนิด 2 ตำแหน่ง

3.3.4 เครื่องวัดพีเอช (pH meter)

3.4 อุปกรณ์ในการผลิตซูปสาหร่ายสไปรูulina

3.4.1 ตู้อบความร้อน (hot air oven)

3.4.2 อ่างน้ำร้อนควบคุมอุณหภูมิ (water bath)

3.4.3 เครื่องระเหยสูญญากาศ

3.4.4 เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (hand refractometer)

3.5 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพซุสสำหรับรายสไปรูลิน่า

3.5.1 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.5.2 เครื่องวัดสี

3.5.3 เครื่องวัดความหนืด

3.5.4 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี (ภาคผนวก)

3.5.5 ชุดเครื่องมือวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (proximate analysis)

3.5.6 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์วิธีต่าง ๆ

3.6 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

3.6.1 เครื่องแก้วสำหรับวิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์

3.6.2 ตู้บ่มเพาะเชื้อ (incubators)

3.6.3 อาหารเลี้ยงเชื้อ

3.6.4 หม้อนึ่งความดันไอน้ำ (autoclave)

3.7 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.7.1 อุปกรณ์ทดสอบ

3.7.2 แบบทดสอบ

3.8 วิธีดำเนินการวิจัย

3.8.1 การเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลิน่าภายใต้การเพาะเลี้ยงแบบโฟโตออโตทรอประดับบ่อเปิดรางคู่เพื่อการผลิตซี-ไฟโคไซยานิน

3.8.1.1 การเตรียมกล้าเชื้อสาหร่าย

1) การเตรียมกล้าเชื้อสาหร่ายขั้นที่ 1

นำสาหร่ายสไปรูลิน่าจากสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มาเพาะเลี้ยงในหลอดทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่ายขนาด 200 มิลลิลิตร ซึ่งบรรจุอาหารเหลว Zarrouk's medium (Zarrouk, 1966) ที่ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นเท่ากับ 9.0 ปริมาตร 150 มิลลิลิตร (คำนวณความเข้มข้นเริ่มต้นของสาหร่ายด้วยค่าความขุ่นที่ความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร (OD_{560}) ให้ได้เท่ากับ 0.2) จากนั้นนำไปเพาะเลี้ยงในตู้เพาะเลี้ยงที่ควบคุมอุณหภูมิเท่ากับ 30 องศาเซลเซียส ความเข้มแสง 15 กิโลลักซ์ โดยให้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน โดยให้แสงสว่างด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดแสงขาวนวล (แต่ละหลอดมีกำลังและค่าความเข้มแสงเท่ากับ 36 วัตต์ และ 90-93 ลูเมนต่อวัตต์ ตามลำดับ) และให้อากาศที่มีส่วนผสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 1-2% โดยปริมาตรของอากาศเป็นแหล่งคาร์บอน ในปริมาณ 0.6 VVM เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 3 วัน แล้วนำกล้าเชื้อไปใช้ในการเตรียมกล้าเชื้อในขั้นที่ 2 ต่อไป

2) การเตรียมกล้าเชื้อสาหร่ายขั้นที่ 2

นำกล้าเชื้อสาหร่ายขั้นที่ 1 มาขยายปริมาณในอ่างเพาะเลี้ยงสาหร่ายกลางแจ้งขนาด 250 ลิตร โดยใช้ปริมาตรอาหาร Zarrouk's medium ในการเพาะเลี้ยงเท่ากับ 100 ลิตร (คำนวณความเข้มข้นเริ่มต้นของสาหร่ายด้วยค่าความขุ่นที่ความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร (OD_{560}) ให้ได้เท่ากับ 0.2) ทำการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 3 วัน หรือจนกว่าวัดค่าความขุ่นที่ความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร (OD_{560}) ให้ได้เท่ากับ 0.4 ในแต่ละวันจะมีการปรับปริมาตรของอาหารเหลวให้ได้เท่ากับ 100 ลิตร โดยการเติมน้ำเพื่อทดแทนปริมาตรของน้ำที่ระเหยไป

3.8.1.2 การเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลิน่า

เติมอาหาร Zarrouk's medium ลงในบ่อเพาะเลี้ยงสาหร่ายขนาด 250 ลิตร ที่มีกล้าเชื้อสาหร่ายในขั้นที่ 2 จนได้ปริมาตรรวม 200 ลิตร ควบคุมความเข้มข้นระหว่าง การเพาะเลี้ยงประมาณ 5 ± 2 กิโลกรัม/ลิตร เพาะเลี้ยงนาน 7-14 วัน หรือจนกว่าปริมาณไนโตรเจนหมด จากนั้นเก็บเกี่ยวชีวมวลโดยการกรองด้วยผ้ากรองขนาด 50 ไมครอน แล้วล้างชีวมวลให้สะอาด นำชีวมวลสาหร่ายที่ได้ไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส โดยใช้ตู้อบลมร้อนเป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นนำไปบดละเอียดด้วยเครื่องบด (Retsch ZM1) ที่มีขนาดรูพรุนของตะแกรงร้อนเท่ากับ 0.25 มิลลิเมตร นำสาหร่ายที่ผ่านการบดแล้วไปเก็บไว้ในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ภายใต้สุญญากาศที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อเก็บรักษาไว้ใช้ในการทดลองต่อไป

3.8.2 การสกัดซี-ไฟโคไซยานินและการวิเคราะห์คุณภาพกากชีวมวลเหลือทิ้งของการสกัดซี-ไฟโคไซยานินจากสาหร่ายสไปรูลิน่า

นำชีวมวลสาหร่ายสไปรูลิน่าที่บดละเอียดแล้ว มาผสมกับน้ำในอัตราส่วน 1 : 3 กวนผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องผสม (homogenizer) ที่อัตราเร็ว 3,200 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที แล้วนำไปเข้าเครื่องบด (dinomill) ทำการบดสกัด 4 - 5 รอบ จนผนังเซลล์แตกหมด จากนั้นนำไปปรับค่าพีเอชให้มีค่าเท่ากับ 5 ด้วยสารละลายกรดซิตริกเข้มข้นร้อยละ 50 แล้วนำไปเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยงที่อัตราเร็ว 4,200 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อแยกส่วนสกัดซี-ไฟโคไซยานินออกจากกากชีวมวลสไปรูลิน่า นำกากชีวมวลส่วนหนึ่งไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 - 60 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง จากนั้นบดเป็นผงละเอียดด้วยเครื่องบด (Retsch ZM1) ที่มีขนาดรูพรุนของตะแกรงร้อนเท่ากับ 0.25 มิลลิเมตร แล้วนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (proximate analysis) (Horwitz, 2000) ปริมาณซี-ไฟโคไซยานิน (ดัดแปลงจาก Miyakawa, K., Siam algae Co., Ltd. personal communication) และปริมาณคลอโรฟิลล์ (Bennett and Bogorad, 1973) เปรียบเทียบกับชีวมวลสไปรูลิน่าอบแห้งบดละเอียด

3.8.3 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมส่วนสกัดโปรตีนจากกากชีวมวลเหลือทิ้งของการสกัดซี-ไฟโคไซยานินด้วยวิธีทะกัจ

3.8.3.1 การออกแบบชุดการทดลองด้วยวิธีทะกัจ

การทดลองขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมส่วนสกัดโปรตีนจากกากชีวมวลเหลือทิ้งของการสกัดซี-ไฟโคไซยานิน เพื่อให้ได้กรดกลูตามิกสูงที่สุด (glutamic acid-rich flavor) สำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในการเตรียมเป็นผลิตภัณฑ์ซุปรายสไปรูลิน่าสกัดต่อไป โดยออกแบบการทดลองด้วยวิธีทะกัจ ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษามีทั้งหมด 4 ปัจจัย ๆ ละ 3 ระดับ ได้แก่ 1) อัตราส่วนระหว่างกากชีวมวลสำหรับรายสไปรูลิน่าสด : น้ำ 2) ปริมาณเอนไซม์ ProteAX 3) ปริมาณเอนไซม์ Glutaminase SD C100S และ 4) เวลาในการทำปฏิกิริยาของเอนไซม์ ทั้ง 2 ชนิด ดังแสดงในตารางที่ 3.1 ได้การทดลองแบบ $L_9(3^4)$ ที่มีทั้งหมด 9 ชุดการทดลอง โดยตารางที่ 3.2 แสดงภาพรวมของ $L_9(3^4)$ ที่ใช้ในการศึกษานี้

ตารางที่ 3.1 ปัจจัยและระดับต่าง ๆ ของตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมส่วนสกัดโปรตีนจากกากชีวมวลเหลือทิ้งของการสกัดซี-ไฟโคไซยานิน

ปัจจัย	ระดับ		
	1	2	3
(A) อัตราส่วนของกากชีวมวลสไปรูลิน่าสด : น้ำ	1 : 1	1 : 1.5	1 : 2
(B) ปริมาณเอนไซม์ ProteAX (ร้อยละ)	0.5	1.0	3.0
(C) ปริมาณเอนไซม์ Glutaminase SD C100S (ร้อยละ)	0.2	0.4	0.8
(D) เวลาในการทำปฏิกิริยาของเอนไซม์ (ชั่วโมง)	5.0	10.0	20.0

ทำการทดลองตามแผนการทดลองที่ออกแบบได้ โดยปรับค่าพีเอชเริ่มต้นในการทำปฏิกิริยาเท่ากับ 7 และควบคุมอุณหภูมิระหว่างการทำงานของเอนไซม์เท่ากับ 53 องศาเซลเซียส จากนั้นเก็บตัวอย่างทุก ๆ 1 ชั่วโมง แล้วนำไปต้มในน้ำเดือดนาน 20 นาที เพื่อหยุดปฏิกิริยาของเอนไซม์ เมื่อครบเวลาแยกส่วนสกัดโปรตีนออกจากตะกอนโดยการปั่นเหวี่ยงที่อัตราเร็ว 4,200 รอบต่อนาที นาน 20 นาที จากนั้นนำส่วนสกัดมาวิเคราะห์ปริมาณกรดอะมิโนรวมโดยวิธีนินไฮดริน (Moore and Stein,

1948) โดยใช้กรดกลูตามิกเป็นสารละลายมาตรฐาน และวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยวิธีทฤษฎี เพื่อหาสถานะที่เหมาะสมในการเตรียมส่วนสกัดโปรตีน

3.8.3.2 การวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยวิธีทฤษฎีเพื่อหาสถานะที่เหมาะสมในการเตรียมส่วนสกัดโปรตีนจากกากชีวมวลเหลือทิ้งของการสกัดซี-ไฟโคไซยานิน

การวิเคราะห์ผลการทดลองตามวิธีการทฤษฎี โดยอาศัยความเข้มข้นของกรดกลูตามิกเป็นพารามิเตอร์หลัก ซึ่งการวิเคราะห์แบ่งเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

- 1) การหาอิทธิพลของแต่ละปัจจัยที่มีผลต่อการสกัด
- 2) การหาสถานะที่เหมาะสมในการสกัด
- 3) การประมาณค่าปริมาณกรดกลูตามิกที่ได้จากการสกัดด้วยสถานะที่เหมาะสม

เหมาะสม

ตารางที่ 3.2 ปัจจัยและระดับของการทดลองแบบทฤษฎีเพื่อศึกษาสถานะที่เหมาะสมในการเตรียมส่วนสกัดโปรตีนจากชีวมวลเหลือทิ้งของการสกัดซี-ไฟโคไซยานิน

ชุดการทดลอง	$L_9 (3^3)$				ปัจจัย			
	A ¹	B	C	D	A	B	C	D
1	1	1	1	1	1:1	0.5	0.2	5.0
2	1	2	2	2	1:1	1.0	0.4	10.0
3	1	3	3	3	1:1	3.0	0.8	20.0
4	2	1	2	3	1:1.5	0.5	0.4	20.0
5	2	2	3	1	1:1.5	1.0	0.8	5.0
6	2	3	1	2	1:1.5	3.0	0.2	10.0
7	3	1	3	2	1:2	0.5	0.8	10.0
8	3	2	1	3	1:2	1.0	0.2	20.0
9	3	3	2	1	1:2	3.0	0.4	5.0

หมายเหตุ ¹ ดูคำอธิบายปัจจัยที่ใช้ในการทดลองในตารางที่ 3.1

3.8.3.3 การเตรียมส่วนสกัดโปรตีนจากกากชีวมวลเหลือทิ้งของการสกัดซี-ไฟโคไซยานินจากสาหร่ายสไปรูลิน่าตามสภาวะที่เหมาะสมเพื่อยืนยันผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีທະກຸຈີ

หลังจากวิเคราะห์ข้อมูลตามวิธีการທະກຸຈີแล้วทำการทดลองยืนยันการสกัดโปรตีนจากชีวมวลเหลือทิ้งของการสกัดซี-ไฟโคไซยานินจากสาหร่ายสไปรูลิน่าตามสภาวะที่เหมาะสมเพื่อยืนยันผลการทดลองภายใต้สภาวะที่เหมาะสมดังกล่าว

3.8.4 การผลิตซุปลาสาหร่ายสไปรูลิน่าสกัดเข้มข้นจากส่วนสกัดโปรตีน

นำส่วนสกัดโปรตีนที่ได้จากขั้นต้นไปปั่นเหวี่ยงที่อัตราเร็ว 4,200 รอบต่อนาที นาน 20 นาที จากนั้นกรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 เพื่อแยกตะกอนแขวนลอยที่ยังตกค้างอยู่ แล้วนำของเหลวที่แยกได้ไปทำให้เข้มข้นขึ้นโดยใช้เครื่องระเหยสูญญากาศภายใต้ความดันที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส จนได้ซุปลาสาหร่ายสไปรูลิน่าสกัดเข้มข้นที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (total soluble solid) เท่ากับ 60 องศาบริกซ์ จากนั้นนำไปวิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (proximate analysis) องค์ประกอบของกรดอะมิโนทั้งหมดโดยใช้เครื่อง HPLC (High-Performance Liquid Chromatography) และจุลินทรีย์ตามมาตรฐานของ AOAC

3.8.5 การผลิตซุปลาสาหร่ายสไปรูลิน่าสกัดพร้อมดื่มจากซุปลาสาหร่ายสไปรูลิน่าสกัดเข้มข้น

นำผลิตภัณฑ์ซุปลาสาหร่ายสไปรูลิน่าสกัดเข้มข้นมาพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นซุปลาสาหร่ายสไปรูลิน่าสกัดพร้อมดื่ม โดยมีทั้งหมด 3 สูตร คือ 1) ซุปลาสาหร่ายสไปรูลิน่าสกัดพร้อมดื่มผสมฟักข้าว 2) ซุปลาสาหร่ายสไปรูลิน่าสกัดพร้อมดื่มรสโกโก้ และ 3) ซุปลาสาหร่ายสไปรูลิน่าสกัดพร้อมดื่มรสชาเขียว ซึ่งมีรายละเอียดการเตรียมซุปลาสาหร่ายสไปรูลิน่าสกัดพร้อมดื่มแต่ละสูตร ดังนี้

สูตรที่ 1 ซุปลาสาหร่ายสไปรูลิน่าสกัดพร้อมดื่มผสมฟักข้าว เตรียมโดยเจือจางซุปลาสาหร่ายสกัดเข้มข้นด้วยน้ำอุ่นในอัตราส่วน 1 : 10 จากนั้นนำไปผสมกับฟักข้าว มอลทิทอล ซูคราโลส และผงอินูลิน ในปริมาณร้อยละ 5, 7, 0.01 และ 1.5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ตามลำดับ

สูตรที่ 2 ซุปลาสาหร่ายสไปรูลิน่าสกัดพร้อมดื่มรสโกโก้ เตรียมโดย เจือจางซุปลาสาหร่ายสกัดเข้มข้นด้วยน้ำจืดที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้เท่ากับ 5 องศาบริกซ์ จากนั้นนำไปผสมกับผงโกโก้

มอลทิทอล ซูคราโลส และผงอินูลิน ในปริมาณร้อยละ 1.5, 7, 0.01 และ 1.5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ตามลำดับ และเติมกลิ่นรสซ็อกโกแลตลงไปร้อยละ 1 ต่อปริมาตร

สูตรที่ 3 ซุปสาหร่ายสไปรูลิน่าสกัดพร้อมดีมรสาเขียว เตรียมโดยละลายใบชาเขียว 3 กรัมในน้ำอุ่น 100 มิลลิลิตร และเจือจางซุปสาหร่ายสกัดเข้มข้นด้วยน้ำชาเขียวในอัตราส่วน 1 : 10 จากนั้นผสมมอลทิทอล ซูคราโลส และผงอินูลิน ในปริมาณร้อยละ 7, 0.01 และ 1.5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ตามลำดับ

เมื่อผสมส่วนประกอบทุกอย่างเสร็จแล้ว นำของผสมที่ได้ไปพาสเจอร์ไรส์ (pasteurization) ที่อุณหภูมิ 63 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที จากนั้นบรรจุใส่ขวดแก้ว และนำไปประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 50 คน ด้วยวิธี 9-point Hedonic Scale โดยให้คะแนนความชอบที่ระดับ 1 (ชอบน้อยที่สุด) ถึง 9 (ชอบมากที่สุด) เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ซูปไก่สกัดทางการค้า 2 รสชาติ คือ รสดั้งเดิม และรสซ็อกโกแลต และทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม Statistical Package for the Social Science (SPSS) ver.16 โดยใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.8.6 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของซุปสาหร่ายสไปรูลิน่าพร้อมดีม

- 3.8.6.1 วิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC, 2002)
- 3.8.6.2 วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (AOAC, 2002)
- 3.8.6.3 วิเคราะห์ปริมาณไขมัน (AOAC, 2002)
- 3.8.6.4 วิเคราะห์ปริมาณเยื่อใย (AOAC, 2002)
- 3.8.6.5 วิเคราะห์ปริมาณเถ้า (AOAC, 2002)
- 3.8.6.6 วิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (AOAC, 2002)

3.8.7 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ซุปรายสไปรูลิน่าพร้อมดื่มในระหว่างการเก็บรักษา

ผลิตเครื่องดื่มตามสูตรที่เหมาะสม จากนั้นนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน ในระหว่างการเก็บรักษาสุ่มตัวอย่างเครื่องดื่มมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา

3.9 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย

ระยะเวลา 1 ปี ใช้งบประมาณปี 2557 ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2556 – 30 กันยายน 2557

3.10 สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงสาหร่าย ฝ่ายจุลชีววิทยาประยุกต์ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์