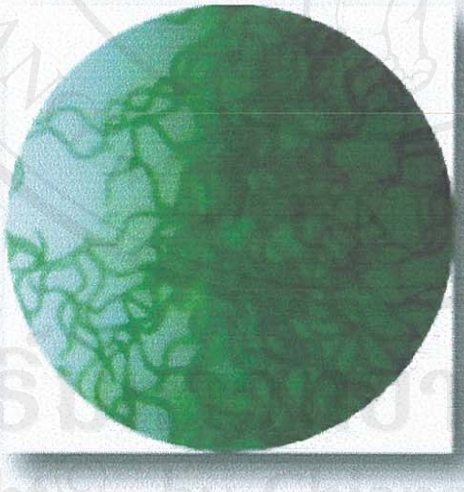
บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาถึง ผลกระทบของการใช้ประโยชน์พลังงานแสงอาทิตย์ ในรูปความร้อนที่มีต่อต้นทุนการอบแห้งในการผลิตสาหร่ายเกลียวทอง ดังนั้นผู้ศึกษาจะขอนำข้อมูลเกี่ยวกับสาหร่ายเกลียวทองหรือสาหร่ายสไปรูลินา ซึ่งเป็นผลงานวิจัยและข้อมูลทางวิชาการของผู้เชี่ยวชาญในด้านนี้มานำเสนอพอสังเขปในเบื้องต้น เนื่องจากข้อมูลที่จะนำเสนอในลำดับต่อไปนี้เป็นข้อมูลที่มาจากแหล่งอ้างอิง ดังนั้นผู้ศึกษาจึงขอใช้คำว่าสาหร่ายสไปรูลินาแทนคำว่าสาหร่ายเกลียวทองในข้อความบางส่วนคงไว้ตามข้อมูลแบบดั้งเดิม และข้อมูลเกี่ยวกับทฤษฎีการคำนวณต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์เป็นลำดับต่อไป

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสาหร่ายเกลียวทอง



รูป 2.1 ภาพแสดงรูปร่าง ลักษณะของสาหร่ายเกลียวทอง ถ่ายด้วยกำลังขยาย 100 เท่า (scale = 100 μ)

รูป 2.1 ภาพแสดงรูปร่าง ลักษณะของสาหร่ายเกลียวทอง ถ่ายผ่านกล้องจุลทรรศน์ด้วยกำลังขยาย 100 เท่า (scale = 100 μ) ซึ่งเป็นสาหร่ายเกลียวทองหรือสาหร่ายสไปรูลินาสายพันธุ์พลาเทนซิส *Spirulina platensis* ที่เพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการของสถานประกอบการที่เป็นสถานที่ดำเนินการศึกษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.1.1 ลักษณะทั่วไปและสัณฐานวิทยา

สาหร่ายสไปรูลินา (Spirulina) มีความหมายว่า "เกลียว" หรือ " เกลียวเล็ก"[1] เนื่องจากมีเส้นสาย (filament) ที่ขดกันเป็นเกลียว สาหร่ายชนิดนี้จัดอยู่ในกลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (blue-green algae) เนื่องจากมีคลอโรฟิลล์ช่วยในการสังเคราะห์แสง หรืออาจจะเรียกได้ว่าเป็นแบคทีเรียประเภทไซยาโนแบคทีเรีย(cyanobacteria) เนื่องจากเป็นสิ่งมีชีวิตประเภทโปรแคริโอท (procaryote) คือ นิวเคลียสไม่มีเยื่อหุ้ม[15] บางครั้งการที่มีคลอโรฟิลล์ช่วยในการสังเคราะห์แสง ทำให้หลายคนคิดว่าเป็นพืช ซึ่งโดยแท้จริงแล้วสาหร่ายชนิดนี้ยังมีคุณสมบัติห่างไกลความเป็นพืชอยู่มาก สาหร่ายชนิดนี้มีกำเนิดขึ้นในยุคแรกๆ ของกำเนิดสิ่งมีชีวิตในโลกของเราคือ ในยุคพรีแคมเบรียน(precambrian) ซึ่งนับเป็นเวลาพันล้านปีทีเดียว อาจเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตประเภทที่สองรองจากแบคทีเรียซึ่งกำเนิดขึ้นในโลกของเราก่อนสิ่งมีชีวิตอื่ ในด้านรูปร่างโครงสร้างนั้นก็คงไม่เปลี่ยนไปจากในยุคที่กำเนิดขึ้นมามากนัก ยังมีเยื่อหุ้มเซลล์เป็นสารพวกโพลีแซคคาไรด์ สามารถย่อยง่าย ต่างกับพืชชั้นสูงหรือแม้กระทั่งสาหร่ายสีเขียว เช่น สาหร่ายคลอเรลลา (*Chlorella* spp.) ใน Division Chlorophyta ซึ่งมีผนังเซลล์เป็นเซลลูโลสยากแก่การย่อย[3,9,15] กับทั้งมีคุณค่าทางโภชนาการสูงยิ่งโดยเฉพาะปริมาณโปรตีนซึ่งมีถึง 60-70 % ของน้ำหนักแห้ง [3,14,22] ซึ่งจะกล่าวต่อไปในเรื่องคุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายชนิดนี้ ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าสาหร่ายชนิดนี้มีประโยชน์ต่อสัตว์น้ำรวมทั้งสัตว์บกอื่นๆที่มาบริโภค จนกระทั่งถึงมนุษย์ซึ่งสามารถใช้ภูมิปัญญานำสาหร่ายชนิดนี้มาเป็นอาหารเพื่อยังชีพได้อย่างฉลาดและมีคุณค่า คุณสมบัติที่เด่นอีกอย่างหนึ่งของสาหร่ายชนิดนี้คือจะพบในแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีความเป็นด่างสูง โดยมี pH 10 ±1 ซึ่งสิ่งมีชีวิตอื่นเจริญอยู่ได้ค่อนข้างยาก จึงเท่ากับว่าเกือบจะเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวในแหล่งน้ำที่พบสาหร่ายชนิดนี้ หรือถ้านำไปเพาะเลี้ยงก็จะมีการปนเปื้อนจากสิ่งมีชีวิตอื่นได้น้อย [14]

สาหร่ายชนิดนี้ในประเทศไทยรู้จักกันในชื่อสาหร่ายเกลียวทอง[19] เจียมจิตต์ บุญสม อดีตผู้อำนวยการสถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมงได้เป็นผู้ตั้งชื่อไว้ ปัจจุบันเจียมจิตต์ บุญสม เป็นเจ้าของบริษัท กรีนไดมอนด์ จำกัด ซึ่งผลิตสาหร่ายชนิดนี้ออกจำหน่ายในชื่อ จีดี-1 สาหร่ายเกลียวทอง (...)[16]

(...) สาหร่ายสไปรูลินาพบได้ในน้ำที่ค่อนข้างเสีย และมีความเป็นด่างสูงโดยเฉพาะในบ่อบำบัดน้ำเสีย เช่น ที่พบในบ่อบำบัดน้ำเสียของนิคมอุตสาหกรรมลำพูนบ่อบำบัดน้ำเสียของเทศบาลเมืองสกลนคร และนครราชสีมา โดยทั่วไปแล้วเจริญอยู่ได้ทั้งในน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม แต่ส่วนใหญ่จะพบในน้ำจืด อาจพบปะปนกับสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินชนิดอื่น เช่น *Oscillatoria* spp. หรือ *Microcystis* spp. เป็นต้น [15]

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สาหร่าย *Spirulina* spp. นี้มีอยู่ด้วยกันประมาณ 35 ชนิด (species) เช่น *Spirulina platensis, S. major, S. princeps, S. laxissima, S. subtilissima* เป็นต้น แต่ละชนิดก็มีความแตกต่างกันทั้งขนาดความยาวและลักษณะของเกลียว (...) แต่ชนิดที่ได้รับการคัดสรรแล้วว่ามีความเหมาะสมในการเพาะเลี้ยงเพื่อนำมาเป็นอาหารมนุษย์หรือสัตว์คือ *Spirulina platensis*[3] (...) ซึ่งเป็นชนิดที่ได้รับการคัดเลือกว่ามีความเหมาะสมในการเพาะเลี้ยงระดับอุตสาหกรรม หรืออุตสาหกรรมขนาดย่อมดังที่กล่าวมาแล้ว[16]

ลักษณะของสาหร่ายชนิดนี้ เป็นเส้นสายประกอบไปด้วยเซลล์ที่เรียงต่อกัน ไม่แตกแขนง เรียกเส้นสายนี้ว่า ทรัยโคม (trichome) เส้นสายนี้บิดเป็นเกลียวลักษณะของเกลียวแตกต่างไปตามสปีชีส์ ขนาดความยาวประมาณ 300–500 ไมโครเมตร ความกว้างประมาณ 8 ไมโครเมตร (...) เดิมนักวิทยาศาสตร์ที่สนใจเกี่ยวกับสาหร่ายจัดให้สาหร่ายชนิดนี้เป็นสาหร่ายเซลล์เดียว เนื่องจากมองเห็นผนังเซลล์ของแต่ละเซลล์ที่มารวมกันเป็นเส้นสายไม่ชัด แต่ต่อมาด้วยการใช้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูงขึ้น ก็สามารถเห็นชัดว่าทรัยโคมของสาหร่ายชนิดนี้ประกอบไปด้วยเซลล์หลายเซลล์มาต่อกัน[16]

ผนังเซลล์เป็นผนังหลายชั้น ประกอบด้วยสารมิวโคโปรตีนและเพคติน ชั้นนอกเป็น สารโพลีแซคคาไรด์ มีแวคคิวโอล (vacuole) ขนาดใหญ่ทำให้ลอยน้ำได้ นิวเคลียสไม่มีเยื่อหุ้ม กรดนิวคลีอิกกระจายอยู่ทั่วเซลล์[22] ตัวเซลล์ไม่ได้ปกคลุมด้วยเยื่อเมือก (mucous membrane) เหมือนสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินทั่วไป ผิวของเซลล์ไม่มีจุลินทรีย์มาเกาะ มีความสามารถในการต้านทานจุลินทรีย์สูง และยังทนต่อรังสีอุลตราไวโอเลตสูง[9] การเคลื่อนที่ของสาหร่ายชนิดนี้จะเป็นแบบควงสว่านและเป็นคลื่น[16]

การสืบพันธุ์ของสาหร่ายชนิดนี้ จะมีเฉพาะแบบไม่อาศัยเพศ โดยการขาดออกเป็นท่อน(fragmentation) และท่อนที่ขาดไปนี้สามารถแบ่งเซลล์ใหม่ทำให้ทรัยโคมยืดยาวออกได้[1] เส้นสายของสาหร่ายชนิดนี้อาจยาวบ้าง สั้นบ้าง ขึ้นอยู่กับอายุและความอุดมสมบูรณ์ แม้แต่ความเป็นเกลียวบางครั้งก็ไม่คงที่ อาจเป็นเกลียวบิดชัดเจนสวยงาม หรือบางครั้งเกลียวจะคลายออกคล้ายเส้นตรง ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยของการเพาะเลี้ยง อาจจะเป็นความอุดมสมบูรณ์ของอาหาร แสง อุณหภูมิ หรือ pH ซึ่งก็ยังไม่มีคำตอบที่ชัดเจน[20]

2.1.2 คุณประโยชน์ของสาหร่ายสไปรูลินา

สาหร่ายชนิดนี้มีการกล่าวขวัญกันอย่างกว้างขวางในรอบ 20 ปีที่ผ่านมา ในแง่เป็นอาหารคุณค่าสูงที่จะมาชดเชยแหล่งโปรตีนของประชากรโลก นอกจากนั้นยังมีองค์ประกอบที่มีประโยชน์ เช่น รงควัตถุ กรดไขมัน และสารที่มีสรรพคุณทางยาสามารถรักษาโรคต่าง ๆ และในขณะเดียวกันถ้าสาหร่ายชนิดนี้ ซึ่งมีคุณสมบัติด้อยลงกว่าที่ควรจะเป็นอาหารมนุษย์ก็ยังสามารถ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นำมาเลี้ยงสัตว์ได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว และได้ผลผลิตตามที่ตลาดต้องการ รายละเอียดในเรื่องนี้จะขอกล่าวเป็นส่วนย่อยดังนี้[16]

คุณประโยชน์ทางด้านโภชนาการ

คุณค่าทางด้านโภชนาการเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้แน่ใจได้ว่า สาหร่ายชนิดนี้มีประโยชน์จริงหรือไม่ (...) มีผลการวิจัยปริมาณโปรตีนจากสาหร่ายสไปรูลินาที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและน้ำหมักพืชผักบางชนิด ซึ่งเป็นงานวิจัยส่วนหนึ่งของ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ดังแสดงในตารางที่ 2.1[16]

ตารางที่ 2.1 ปริมาณโปรตีนจากสาหร่ายสไปรูลินาที่เลี้ยงในน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทและน้ำหมักพืชผักบางชนิด[16]

น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทและน้ำหมักพืชผักบางชนิดที่ใช้เลี้ยงสาหร่ายสไปรูลินา	**ปริมาณโปรตีน (กรัม/100 กรัมน้ำหนักแห้ง)**
น้ำกากส่าเหล้า	68.63
น้ำเวย์เต้าหู้	55.41
น้ำเวย์นม	54.54
น้ำหมักผักตบชวา	54.75
น้ำหมักผักตบชวาที่ผสมน้ำกากส่าเหล้า	56.65
น้ำทิ้งจากโรงงานทำกระดาษสา	54.00

จากผลการทดลองที่แสดงมาจะเห็นว่า สาหร่ายชนิดนี้ล้วนมีโปรตีนสูงทั้งสิ้นไม่ว่าจะเลี้ยงด้วยสูตรอาหารมาตรฐาน Zarrouk หรือเลี้ยงด้วยของหรือน้ำทิ้งต่าง ๆ อาจจะมีความแตกต่างกันไปบ้างตามคุณสมบัติของเสียหรือน้ำทิ้งที่นำมาเลี้ยงนั้น นอกจากนั้นยังมี โปรวิตามินเอ หรือเบต้า-แคโรทีนสูงเมื่อเปรียบเทียบกับวิตามินชนิดอื่น ๆ ในด้านเกลือแร่จะมี แคลเซียม ฟอสฟอรัส และโปตัสเซียม ค่อนข้างสูงกว่าแร่ธาตุตัวอื่น ๆ กรดอะมิโนในสาหร่ายชนิดนี้มีครบทุกชนิดและค่อนข้างสูง(...)[16]

(...) และถ้าจะเปรียบเทียบปริมาณโปรตีนกับอาหารทั่วไปที่ขึ้นชื่อว่ามีโปรตีนสูง เช่น เนื้อวัว ไข่ ข้าวสาลี ข้าวเจ้า ถั่วเหลือง ปลาทู ปลาอินทรีย์ และสาหร่ายคลอเรลลาแล้วก็จะเห็นชัด ดังแสดงในตารางที่ 2.2[16]

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบปริมาณโปรตีนในสาหร่ายสไปรูลินา กับอาหารชนิดอื่น ๆ[3]

ชนิดของอาหาร	ปริมาณโปรตีน (กรัม/100 กรัมน้ำหนักแห้ง)
สาหร่ายสไปรูลินา	69.5 – 71.0
สาหร่ายคลอเรลลา	40.0 – 56.0
เนื้อวัว	18.0 – 20.0
ไข่	10.0 – 25.0
ข้าวสาลี	6.0 – 10.0
ข้าวเจ้า	7.0
ถั่วเหลือง	33.0 – 35.0
ปลาทู ปลาอินทรีย์	20.0

จะเห็นชัดเจนว่าปริมาณโปรตีนในสาหร่ายสไปรูลินาจะสูงกว่าสาหร่ายคลอเรลลา ซึ่งเคยมีชื่อเสียงในด้านมีปริมาณโปรตีนสูงมาก่อน และสูงกว่าอาหารทุกชนิดที่อยู่ในกลุ่มที่ให้โปรตีนไม่ว่าจะเป็นเนื้อสัตว์ชนิดต่าง ๆ ไข่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถั่วเหลือง ซึ่งถือว่าเป็นอาหารโปรตีนหลักที่รู้จักกันดี [16]

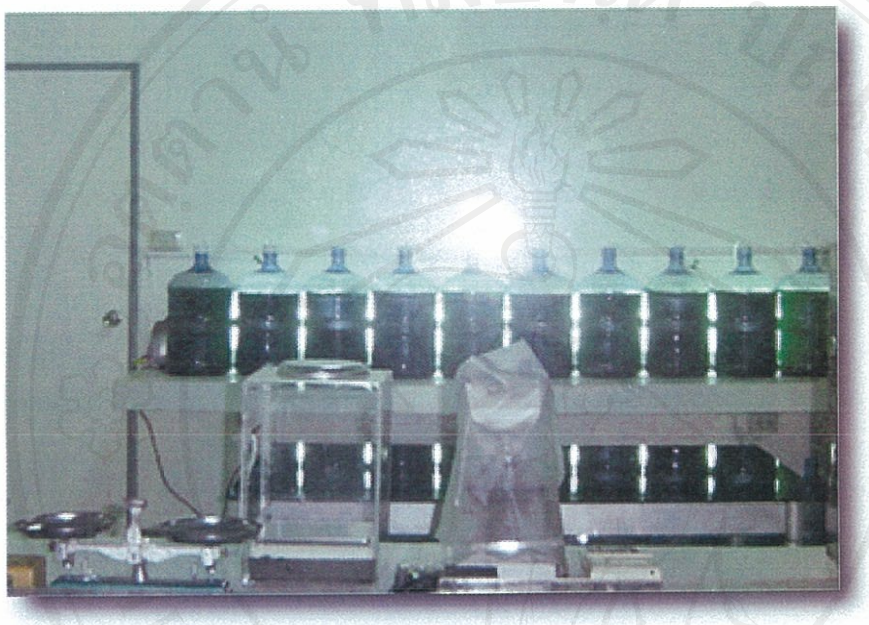
ดังนั้นในแง่คุณค่าทางโภชนาการนั้น จึงเป็นที่เชื่อได้อย่างสนิทใจว่าสาหร่ายชนิดนี้มีอยู่อย่างพร้อมมูล สามารถบริโภคได้แม้เพียงชนิดเดียวก็สามารถให้คุณค่าสารอาหารครบถ้วนพอเพียงแก่ผู้บริโภคได้ [16]

(...) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี มีบทบาทสูงในการพัฒนาการผลิตกรดไขมันGLAจากสาหร่ายสไปรูลินา งานทดลองได้กระทำมาหลายปี ตั้งแต่การเพิ่มหรือลดปัจจัยบางอย่างของการเพาะเลี้ยง จนกระทั่งถึงการนำเทคนิคพันธุวิศวกรรมมาใช้ ซึ่งถือได้ว่าเทคโนโลยีชั้นสูงเหล่านี้คงจะพัฒนาผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายสไปรูลินาให้ได้ผลที่ดีและยั่งยืนต่อไป[16]

(...) จึงสรุปได้ว่าสาหร่ายชนิดนี้มีความเหมาะสมที่จะส่งเสริมให้เลี้ยง ทั้งในภาคอุตสาหกรรมหรือการเลี้ยงในระดับชาวบ้าน ถ้ามีการเข้าใจในวิธีการเลี้ยงที่ดี สามารถเลือกอาหารที่มาใช้เลี้ยงได้เหมาะสมและราคาไม่สูงนัก รวมถึงมีการจัดการกับกระบวนการผลิตได้อย่างถูกต้อง สามารถหาตลาดได้อย่างต่อเนื่อง ก็จะมีส่วนให้ผู้ประกอบการประสบผลสำเร็จในการลงทุนอย่างแน่นอน[16]

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพแสดงขั้นตอนการเพาะเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทอง ซึ่งเป็นกระบวนการผลิตบางส่วนของสถานประกอบการที่เป็นสถานที่ดำเนินการศึกษา โดยเริ่มจากการคัดเลือกสายพันธุ์ซึ่งใช้เกณฑ์ที่กำหนดขึ้นตามความสมบูรณ์ของลักษณะสายพันธุ์ และทำการเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ ดังแสดงในรูป 2.2

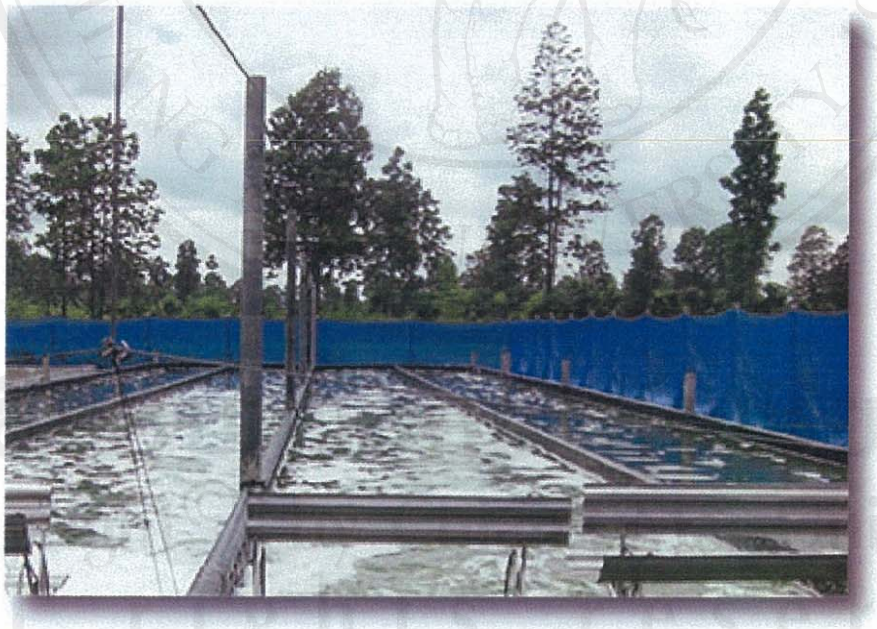


รูป 2.2 ภาพแสดงการเพาะเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทองในห้องปฏิบัติการ

เมื่อสาหร่ายเจริญเติบโตมีความสมบูรณ์เต็มที่ และมีปริมาณความหนาแน่นตามเกณฑ์ที่กำหนด จากนั้นนำไปเพาะเลี้ยงในบ่ออนุบาลเป็นขั้นตอนถัดไป ดังแสดงในรูป 2.3 ในขั้นตอนสุดท้ายของการเพาะเลี้ยงโดยการนำไปเพาะเลี้ยงในบ่อขนาดใหญ่ ดังแสดงในรูป 2.4 โดยให้สาหร่ายเจริญเติบโตและมีความสมบูรณ์เต็มที่ก่อนจะทำการเก็บเกี่ยวและเข้าสู่กระบวนการผลิตในขั้นตอนถัดไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป 2.3 ภาพแสดงการเพาะเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทองในบ่ออนุบาล



รูป 2.4 ภาพแสดงการเพาะเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทองในบ่อขนาดใหญ่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับพฤติกรรมของต้นทุน

ในการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของธุรกิจ ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับกิจกรรมธุรกิจหรือปริมาณการผลิต พฤติกรรมต้นทุน หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของต้นทุนที่เปลี่ยนแปลงไปตามการเปลี่ยนแปลงของปริมาณธุรกิจ เมื่อมีการเพิ่มหรือลดปริมาณกิจกรรม ต้นทุนบางตัวก็จะเพิ่มหรือลดไปตามกันหรืออาจจะไม่เปลี่ยนแปลงไปเลยก็มี พฤติกรรมของต้นทุนแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ แบบผันแปรและคงที่ [4]

2.2.1 ต้นทุนผันแปร (Variable Cost) หมายถึง ต้นทุนที่เปลี่ยนแปลงทั้งจำนวนในทางเดียวกันกับการเปลี่ยนแปลงของระดับกิจกรรม โดยพฤติกรรมของต้นทุน (ในช่วงกิจกรรมหนึ่ง) ต้นทุนต่อหนึ่งหน่วยผลผลิตของต้นทุนประเภทนี้ จะคงที่เสมอไม่ว่าปริมาณการผลิตจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงก็ตาม[4]

2.2.2 ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) หมายถึง ต้นทุนที่มีพฤติกรรมคงที่ หรือต้นทุนที่มิได้เปลี่ยนแปลงไปตามระดับของกิจกรรม ไม่ว่าระดับกิจกรรมจะมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร ต้นทุนคงที่ไม่ถูกกระทบหรือไม่ผันแปรไปตามการเปลี่ยนแปลง โดยพฤติกรรมของต้นทุน (ในช่วงกิจกรรมหนึ่ง) ถ้าคิดต้นทุนต่อหนึ่งหน่วยการผลิต ต้นทุนประเภทนี้จะลดลงเมื่อปริมาณการผลิตเพิ่มขึ้น และในทางตรงข้ามต้นทุนต่อหนึ่งหน่วยการผลิตจะสูงขึ้นเมื่อปริมาณการผลิตลดลง[4]

2.3 แนวคิดเกี่ยวกับการตัดสินใจในการลงทุน

การทำงบประมาณรายจ่ายการลงทุน คือ การพิจารณาทางเลือก (Screening Decisions) เป็นขั้นการกลั่นกรองทางเลือกที่เป็นไปได้ ในการใช้เงินทุน และการตัดสินใจเลือกลำดับการลงทุน (Preference Decisions) ซึ่งจำแนกได้ 2 ประเภท โดยพิจารณาแนวคิดเกี่ยวกับการคำนึงถึงมูลค่าของเงินตามเวลา (The Time Value of Money) ตามแนวคิดนี้รายจ่ายการลงทุนควรคำนึงว่า เงิน 1 บาท ในวันนี้มีค่ามากกว่าเงิน 1 บาทในอนาคต คือ ใช้วิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value Method : NPV) วิธีอัตราผลตอบแทนภายในจากการลงทุน (Internal Rate of Return : IRR) และพิจารณาแนวคิดที่ไม่คำนึงถึงมูลค่าของเงินตามเวลา คือ ใช้วิธีระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) รวมไปถึงการวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) ของการเปลี่ยนแปลงในตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับต้นทุนหรือผลตอบแทน[4]

2.3.1 วิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value Method : NPV) หมายถึง ค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการใดก็ตามคือ ผลรวมของค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดสุทธิ (ทั้งกระแสเงินสดรับและกระแสเงินสดจ่าย) ในแต่ละปีตลอดอายุโครงการ หรือคือ ผลต่างระหว่างค่าปัจจุบันรวมของกระแสเงินสดรับสุทธิทั้งโครงการกับค่าปัจจุบันของเงินทุน โดยการพิจารณาการตัดสินใจในโครง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การจะยอมรับโครงการเมื่อ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ NPV ของโครงการมีค่ามากกว่าศูนย์ หรือ เป็นบวก และควร ปฏิเสธโครงการลงทุน เมื่อ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ NPV ของโครงการมีค่าเป็นลบ[21]

การคำนวณ NPV มีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

ขั้นที่ 1 คำนวณค่าปัจจุบันรวมของกระแสเงินสดสุทธิทั้งโครงการ โดยให้ผลตอบแทนที่ต้องการหรือต้นทุนเงินทุนเป็นอัตราส่วนลดที่ใช้ในการคำนวณ ดังนี้

PV ของ NCF ทั้งโครงการ = $\sum_{t=1}^{n} \frac{NCF_t}{(1+r)^t}$

PV หมายถึง ค่าปัจจุบันรวมของกระแสเงินสดสุทธิทั้งโครงการ

NCF หมายถึง กระแสเงินสดสุทธิปีที่ t

$\sum$ หมายถึง ผลบวกของผลตอบแทนของโครงการ

n หมายถึง อายุโครงการลงทุน (งวดเป็นปี)

t หมายถึง ปีที่ของโครงการ คือปีที่ 1, 2, 3, ..., n

r หมายถึง อัตราผลตอบแทนที่ต้องการ ซึ่งพิจารณาได้จาก

1. ต้นทุนเงินทุน
2. ต้นทุนเงินทุน + อัตราการเจริญเติบโตตามเป้าหมาย
3. อัตราผลตอบแทนที่ไม่มีความเสี่ยง + ค่าชดเชยความเสี่ยง
4. ต้นทุนค่าเสียโอกาส

ถ้า NCF ตั้งแต่ปีที่ 1 ถึงปีที่ n เท่ากันทุกปี

PV รวมของ NCF ทั้งโครงการ = NCF (เปิดตาราง PVIFA ที่ r%, n ปี)

ถ้า NCF แต่ละปีต่างกัน

PV รวมของ NCF ทั้งโครงการ = NCF_1 (ตาราง PVIF ที่ r%, n = 1) + NCF_2 (ตาราง PVIF ที่ r%, n = 2) + ... + NCF_n (ตาราง PVIF ที่ r%, ปีที่ n)

ขั้นที่ 2 คำนวณค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ของโครงการ ดังนี้

NPV = PV ของ NCF รวมทั้งโครงการ – เงินลงทุนปีที่ 0

หรือ

NPV = $\sum_{t=1}^{n} \frac{NCF_t}{(1+r)^t} - I_0$

I_0 หมายถึง เงินลงทุนเริ่มแรก (Initial Investment)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขั้นที่ 3 ถ้า NPV ที่คำนวณ ได้มีค่าเป็นบวก ควรลงทุนในโครงการนั้นได้ และควรปฏิเสธโครงการลงทุนถ้ามีค่า NPV เป็นลบ

2.3.2 วิธีอัตราผลตอบแทนภายในจากการลงทุน (Internal Rate of Return : IRR) หมายถึง อัตราผลตอบแทนที่ผู้ลงทุนจะได้รับจากการลงทุนในโครงการที่พิจารณาเฉลี่ยต่อปีตลอดอายุการลงทุน การตัดสินใจโดยใช้วิธี IRR ของโครงการ คือ อัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในโครงการนั้น ถ้าอัตราผลตอบแทนของโครงการสูงกว่าอัตราผลตอบแทนที่ต้องการหรือต้นทุนเงินทุน ($k > r$) ก็ควรลงทุน แต่ถ้าได้น้อยกว่า ($k < r$) ก็ควรปฏิเสธโครงการลงทุน[21]

การคำนวณ IRR โดยใช้สูตรในการคำนวณดังนี้

อัตราส่วนลดที่ทำให้ผลรวมของค่าปัจจุบัน ของ NCF ทั้งโครงการมีค่าเท่ากับเงินลงทุนเริ่มแรกพอดี

$$\sum_{t=1}^{n} \frac{NCF_t}{(1+k)^t} = I_0$$

หรือ

อัตราส่วนลดที่ทำให้ NPV ของโครงการมีค่าเท่ากับศูนย์

$$\sum_{t=0}^{n} \frac{NCF_t}{(1+k)^t} = 0$$

2.3.3 วิธีระยะเวลาคืนทุน (Payback Period : PB) หมายถึงระยะเวลาเป็นจำนวนปีที่ผู้ลงทุนจะได้รับเงินที่ลงทุนกลับคืนมาจากความหมายดังกล่าว การคำนวณระยะเวลาคืนทุนต้องนำกระแสเงินสดสุทธิ ที่ได้จากการลงทุนในแต่ละปีสะสมเรื่อยไปจนได้ผลรวมเท่ากับเงินลงทุนพอดี นับจำนวนปีดังกล่าวรวมกันคือ ระยะเวลาคืนทุน ดังนั้น

ระยะเวลาคืนทุน = เงินลงทุน – กระแสเงินสดรับรายปีสะสมไปเรื่อย ๆ จนเงินลงทุนมีค่าเป็นศูนย์

จำนวนปีที่ต้องสะสมกระแสเงินสดสุทธิเพื่อให้เงินลงทุนได้คืนมาครบ คือ ระยะเวลาคืนทุน[21]

สามารถคำนวนหาค่าได้ดังสมการ

$$P = I/R$$

เมื่อ P = ระยะเวลาคืนทุน

I = จำนวนเงินที่ต้องใช้จ่ายไปตั้งแต่เริ่มต้น (เงินลงทุนสะสม) จนถึงระยะเวลาที่กำหนด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

R = ค่าเฉลี่ยของผลประโยชน์ที่ได้ต่อปี โดยคำนวณจากรายได้ทั้งหมดหารด้วยจำนวนปีที่มีรายได้

2.3.4 การคำนวณจุดคุ้มค่าใช้จ่าย (Break Even Analysis) เป็นการเปรียบเทียบดูค่าใช้จ่ายที่เกิดอยู่ในระบบปัจจุบันเปรียบเทียบกับระบบใหม่ จุดที่คุ้มค่าจะเป็นตัวกำหนดเวลาที่ค่าใช้จ่ายทั้ง 2 ประการดังกล่าวมีจำนวนเท่ากัน

การวิเคราะห์หาจุดคุ้มค่าใช้จ่ายหรือจุดคุ้มทุน สามารถคำนวณหาค่าได้ด้วยสูตรหรือสมการทางเศรษฐศาสตร์ ดังนี้

$$BEP(x) = \frac{F}{P - V}$$

$$BEP(\$) = BEP(x)\,P$$

$$BEP(\$) = \frac{F \times P}{P - V}$$

$$BEP(\$) = \frac{F}{(P - V) / P}$$

หรือ $$BEP(\$) = \frac{F}{1 - V / P}$$

กำไร (Profit) $= TR - TC$

$= Px - (F + Vx)$

$= Px - F - Vx$

$= (P - V)x - F$

เมื่อ BEP = จุดคุ้มทุน (Break Even Point)

F = ต้นทุนคงที่

V = ต้นทุนผันแปร

P = ราคาขาย

TR = รายได้รวม

TC = ต้นทุนรวม

โดยช่วงแรก ๆ ระบบใหม่ย่อมต้องมีค่าใช้จ่ายเริ่มต้น ค่าเครื่องมืออุปกรณ์ ค่าตัวอาคาร และค่าพัฒนางานเกิดขึ้น ซึ่งเมื่อรวม ๆ แล้วก็จะสูงมากกว่าจากที่เป็นอยู่เดิม แต่เมื่อเวลาผ่านไปโอกาสที่ผลประโยชน์จากตัวระบบใหม่ก็ย่อมจะต้องสูงขึ้น เป็นผลเนื่องมาจากผู้ปฏิบัติงานมีความ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คุ้นเคยและมีประสบการณ์มากขึ้น ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของงานก็จะสูงขึ้นเป็นเงาตามตัว ในขณะเดียวกันค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาระบบงานเดิมย่อมต้องค่อย ๆ เพิ่มสูงขึ้นมีปัญหาสะสมเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของระบบเดิมก็จะตกต่ำลง

ดังนั้นช่วงเวลาก่อนที่จะถึงจุดคุ้มค่าใช้จ่ายจึงนิยมเรียกว่า ช่วงการลงทุน (Investment Period) และช่วงเวลาภายหลังจุดคุ้มค่าใช้จ่ายก็นิยมเรียกว่า ช่วงเกิดผลตอบแทน(Return Period)[10]

2.3.5 การคำนวณอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (Return On Investment Analysis) เป็นการคิดจำนวนเปอร์เซ็นต์ของผลตอบแทนหรือกำไรคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับจำนวนเงินลงทุนทั้งหมด

$$\text{สูตร ROI (\%)} = \frac{\text{จำนวนผลกำไรเฉลี่ยต่อปี}}{\text{จำนวนเงินลงทุน}} \times 100$$

โครงการใดที่มีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) สูงกว่า ก็ถือได้ว่ามีความคุ้มค่าน่าลงทุนมากกว่าโครงการอื่น ๆ ในทางปฏิบัติการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการ ควรเป็นดุลพินิจของแต่ละองค์กรที่จะมีมาตรฐานการคิดเชิงวิเคราะห์ และความถนัดแตกต่างกันออกไป แต่ที่สำคัญก็คือจำเป็นต้องทำเพื่อประกอบการนำเสนอขออนุมัติโครงการ ซึ่งอาจจะใช้ทั้ง 5 วิธี ประกอบกันก็สามารถกระทำได้[17]

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved