



การศึกษานวัตกรรมท้องถิ่น ชาติอันดีแห่งเกาะรัตนโกสินทร์
ป็นต้นกำเนิดของการใช้หลักการประเมินเชิงปฏิบัติ

โดย

นางสาวกมลวรรณ ชื่นจันทร์

นิพนธ์ที่ส่งขึ้นเป็นต้นฉบับของงานศึกษาและวิจัย

โครงการวิจัยและพัฒนาระบบ

สาขาวิชาเทคโนโลยีและการพัฒนาท้องถิ่น ภาควิชาวิศวกรรมเคมี

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

พ.ศ. ๒๕๕๔



การศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้านภาวะโลกร้อนของการผลิต
ยีสต์สกัดโดยใช้หลักการประเมินวัฏจักรชีวิต

โดย

นางสาวทิพวรรณ ชัยนันท์



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมเคมี

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

พ.ศ. 2554

Global Warming Analysis of Yeast Extract Production
by Life Cycle Assessment (LCA)

By

Miss Tippawan Chainan

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in
Energy and Environmental Technology Management
Department of Chemical Engineering Faculty of Engineering
Thammasat University

2011

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

วิทยานิพนธ์

ของ

นางสาวทิพวรรณ ชัยนันท์

เรื่อง

การศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้านภาวะโลกร้อนของการผลิต

ยีสต์สกัดโดยการใช้หลักการประเมินวัฏจักรชีวิต

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

เมื่อ วันที่ 31 พฤษภาคม พ.ศ.2554

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


(อาจารย์ ดร. ไพรัช อุดมรัตน์)

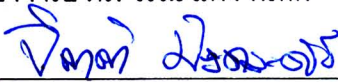
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์


(อาจารย์ ดร. ภาณิดา ชัยขวัญ)

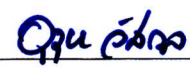
กรรมการสอบวิทยานิพนธ์


(อาจารย์ ดร. วรณี แผงจันทิก)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์


(ดร. จิตติ มังคละศิริ)

คณบดี


(รองศาสตราจารย์ ดร. อรุยา วิสกุล)

ในปัจจุบันระบบเศรษฐกิจและสภาพแวดล้อมโลก ได้รับแรงกดดันอย่างต่อเนื่องจากผลกระทบด้านมลภาวะต่างๆ ส่งผลให้ประเทศต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศที่พัฒนาแล้ว นำมาตรการทางด้านสิ่งแวดล้อมมาเป็นเหตุผลในการบังคับใช้กฎระเบียบข้อบังคับและมาตรฐานเพื่อควบคุมสินค้าและบริการ อุตสาหกรรมอาหารเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่ได้รับผลกระทบ เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญและมีผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายรูปแบบ ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์อาหารจึงเป็นเรื่องที่นักวิจัยหลายคนสนใจ ยีสต์สกัดและผลิตภัณฑ์จากยีสต์สกัดเป็นที่นิยมบริโภคมากในแถบประเทศยุโรป โดยการใช้ประโยชน์จากยีสต์อยู่ในรูปแบบที่หลากหลาย และได้รับความนิยมมากขึ้นคือการใช้ยีสต์สกัด เป็นสารแต่งกลิ่นรสธรรมชาติสำหรับอาหารคาวแทนการใช้ผงชูรส แม้ว่ายีสต์สกัดจะไม่ใช่รู้จักแพร่หลายมากนักในประเทศไทย แต่ยีสต์สกัดจัดว่าเป็นสินค้าส่งออกสำคัญของประเทศไทย งานวิจัยนี้จึงได้นำหลักการประเมินวัฏจักรชีวิต (LCA) ตามมาตรฐาน ISO 14040 มาใช้ในการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมของการผลิตยีสต์สกัด โดยเน้นการศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้านการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากกระบวนการผลิต ซึ่งแสดงผลในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อ 10 กิโลกรัมยีสต์สกัดแบบผงพร้อมบรรจุภัณฑ์ โดยเก็บข้อมูลจากบริษัทผู้ผลิตยีสต์สกัดแห่งหนึ่งในประเทศไทย เป็นระยะเวลา 1 ปี ตั้งแต่กระบวนการผลิต จนถึงการได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ โดยไม่รวมขั้นตอนการใช้งานและการกำจัดซากของผลิตภัณฑ์ โดยปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่ได้อยู่ที่ประมาณ 328.39 kgCO₂eq งานวิจัยนี้ยังได้เสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งอาจใช้เป็นแนวทางในการศึกษาต่อไปในอนาคต นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษายังเป็นข้อมูลสำคัญในการนำไปใช้ศึกษาผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่มีวัตถุดิบเป็นยีสต์สกัดอีกด้วย

Nowadays, the world's economics and environment are under pressure due to the impacts of pollutions. As a result, a number of countries, especially developed countries, have enforced strict environmental rules and regulations to control amount of environmental impacts caused by goods and services. Food industry is directly affected by these measures and hence environmental impacts of food products have gained great interests from researchers. Yeast extracts and products made from yeast extracts are consumed widely in the Europe and it is known that yeast extracts can substitute the use of Monosodium glutamate (MSG) in flavouring food products. Although the uses of yeast extracts are limited in Thailand, it is classified as a major exported product of Thailand. This research studied environmental effects of yeast extract production by using Life Cycle Assessment (LCA) according to ISO 14040. The research emphasized on the emission of carbon dioxide (CO_2) caused by the process of making yeast extracts in order to identify means of lowering global warming effect caused by the production. The result was shown in terms of the amount of carbon dioxide (CO_2) equivalence emitted by the production of 10 kg yeast extract with packaging. The evaluation was made from raw data collected from one yeast extract manufacturer in Thailand over a period of one year. The scope of the evaluation was gate-to-gate which included environmental impacts caused by acquisition of raw materials and production and neglected the impacts caused by the use and disposal of the product. It was found that 10 kg of yeast extract (with packaging) generated 328.39 kgCO_2eq . The ways to reduce environmental impacts were suggested for further investigation. The result also can be used for the study of other products made from yeast extracts.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ได้รับคำชี้แนะและความช่วยเหลือจากทุกท่าน ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ภณิดา ชัยขวัญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้แนวทางและคำปรึกษาในการทำวิจัยให้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.ไพรัช อุศุภรัตน์ อาจารย์ ดร.หาญพล พึ่งรัมย์ อาจารย์ ดร.วรรณิ์ แพ่งจันทิก และดร.จิตติ มังคละศิริ ที่ได้แนะนำข้อคิดเห็นอันเป็นประโยชน์และแก้ไขปัญหาดังกล่าวจนแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณบุคลากรที่เกี่ยวข้องทุกท่านในบริษัทผู้ผลิตยีสต์สกัด ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ สนับสนุนทางด้านข้อมูลและให้คำปรึกษา

กราบขอบพระคุณบิดา มารดา เพื่อนๆ ที่ได้ให้กำลังใจและเป็นแรงสนับสนุนทุกสิ่งดีๆ เสมอมา

ประโยชน์อันเนื่องมาจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบแด่ครูบาอาจารย์และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องที่ไม่ได้เอ่ยนามทุกท่านที่ได้เมตตาอบรมสั่งสอนให้มีความรู้จนถึงปัจจุบัน

นางสาวทิพวรรณ ชัยนันท์

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

พ.ศ. 2554

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(1)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบัญ	(4)
สารบัญตาราง.....	(8)
สารบัญภาพประกอบ	(11)
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
2. ผลงานวิจัยและงานเขียนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ยีสต์สกัด (Yeast Extract)	4
2.1.1 นิยามความหมายและองค์ประกอบของยีสต์สกัด.....	4
2.1.2 กระบวนการผลิตยีสต์สกัด.....	4
2.1.3 การนำยีสต์สกัดไปใช้ประโยชน์.....	5
2.2 การประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment: LCA)....	6
2.2.1 ความหมายของ LCA	7
2.2.2 การประยุกต์ใช้ LCA	8

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
2.2.3 ขั้นตอนการศึกษา LCA	9
2.3 แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์	11
2.3.1 รูปแบบการประเมิน.....	11
2.3.2 การคำนวณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์	12
2.4 วารสารปริทัศน์	13
3. การดำเนินการวิจัย	22
3.1 การกำหนดเป้าหมายและขอบเขต (Goal and Scope Definition)	22
3.2 การจัดทำบัญชีรายการ (Data Inventory)	24
3.2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collection).....	24
3.2.2 หน่วยการทำงาน (Function Unit).....	24
3.2.3 การปันส่วนข้อมูล (Allocation).....	24
3.2.4 สมดุลมวลสาร (Mass Balance)	25
3.3 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Impact Assessment).....	27
3.3.1 การคำนวณศักยภาพในการเกิดผลกระทบ (Characterization)	28
3.4 การแปลผลการศึกษา (Interpretation).....	38
4. ผลการวิจัยและการวิเคราะห์ผลการวิจัย	30
4.1 บัญชีรายการข้อมูลและการประเมินผลกระทบจากหน่วยหมัก.....	30
4.1.1 กระบวนการหมัก (Fermentation)	31
4.2 บัญชีรายการข้อมูลและการประเมินผลกระทบจากหน่วยแยกและสกัด.....	33
4.2.1 กระบวนการแยกและสกัด (Extraction)	33
4.3 บัญชีรายการข้อมูลและการประเมินผลกระทบจากหน่วยทำแห้ง.....	35
4.3.1 กระบวนการทำแห้ง (Spray Dry)	36

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
4.4 สรุปผลการประเมินคิดเป็น %CO ₂ จากแต่ละหน่วยการผลิตเมื่อเปรียบเทียบกับ %CO ₂ ทั้งหมดที่ปลดปล่อยออกมา	38
4.5 การประเมินผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิตของ 10 กิโลกรัมยีสต์สกัดแบบผงพร้อมบรรจุภัณฑ์	39
4.6 การประเมินผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิตของ 1 กิโลกรัมยีสต์สกัดแบบผงไม่รวมบรรจุภัณฑ์	40
4.7 การเปรียบเทียบผลการประเมินผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิตของ 10 กิโลกรัมยีสต์สกัดแบบครีมและแบบผงพร้อมบรรจุภัณฑ์	40
4.7.1 การขนส่งไปยังประเทศญี่ปุ่นและการใช้งาน.....	41
4.8 การแปลผลการศึกษา.....	42
5. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	43
บรรณานุกรม	46
ภาคผนวก	50
ก การคำนวณค่า Emission Factor จากการขนส่งโดยเครื่องบิน	51
ข การปันส่วนปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิตน้ำแต่ละชนิด.....	52
ข.1 กระบวนการผลิตน้ำ	52
ข.2 การคำนวณการปันส่วนปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิตน้ำแต่ละชนิด	53
ค การหาค่าความหนาแน่นของ อาหารเลี้ยงเชื้อ+ยีสต์ (Broth) และน้ำเสีย (WWT).....	57
ง การปันส่วนการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของแต่ละกระบวนการผลิตโดยการปันส่วนตามมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์.....	58
ง.1 การปันส่วนการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากหน่วยหมัก.....	58
ง.2 การปันส่วนการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากหน่วยแยกและสกัด	59

สารบัญ(ต่อ)

ภาคผนวก	หน้า
จ การคำนวณค่า Emission Factor จากการผลิตไอน้ำ	60
จ.1 กระบวนการผลิตไอน้ำ	60
จ.2 สมดุลมวลสารของกระบวนการผลิตไอน้ำ.....	61
จ.3 การปันส่วนการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากการะบวนการ ผลิตไอน้ำ	61
จ.4 การคำนวณค่า Emission Factor จากกระบวนการผลิตไอน้ำ	62
ฉ การประเมินผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ยีสต์สกัดแบบผง 10 กิโลกรัมพร้อมบรรจุภัณฑ์	63
ประวัติการศึกษา.....	98

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงค่าศักยภาพที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน	6
3.1 แสดงข้อมูลสสารและพลังงานเข้า-ออกในกระบวนการผลิตยีสต์สกัดแบบผง	24
3.2 แสดงสมดุลมวลสารของกระบวนการผลิตยีสต์สกัดแบบผง	27
4.1-1 แสดงข้อมูลปริมาณการปลดปล่อย CO ₂ จากการได้มาซึ่งวัตถุดิบ และกระบวนการผลิตในหน่วยหมัก	31
4.1-2 แสดงข้อมูลปริมาณการปลดปล่อย CO ₂ ที่เกิดขึ้นจากการขนส่งวัตถุดิบ ในหน่วยหมัก	32
4.1-3 แสดงข้อมูลปริมาณการปลดปล่อย CO ₂ ที่เกิดขึ้นจากการกำจัดซากวัตถุดิบ ในหน่วยหมัก	32
4.1-4 สรุปข้อมูลปริมาณการปลดปล่อย CO ₂ จากหน่วยหมัก	32
4.2-1 แสดงข้อมูลปริมาณการปลดปล่อย CO ₂ จากการได้มาซึ่งวัตถุดิบ และกระบวนการผลิตในหน่วยแยกและสกัด.....	34
4.2-2 แสดงข้อมูลปริมาณการปลดปล่อย CO ₂ ที่เกิดขึ้นจากการขนส่งวัตถุดิบ ในหน่วยแยกและสกัด	34
4.2-3 แสดงข้อมูลปริมาณการปลดปล่อย CO ₂ ที่เกิดขึ้นจากการกำจัดซากวัตถุดิบ ในหน่วยแยกและสกัด	34
4.2-4 สรุปข้อมูลปริมาณการปลดปล่อย CO ₂ จากหน่วยแยกและสกัด.....	35
4.3-1 แสดงข้อมูลปริมาณการปลดปล่อย CO ₂ จากการได้มาซึ่งวัตถุดิบ และกระบวนการผลิตในหน่วยทำแห้ง.....	36
4.3-2 แสดงข้อมูลปริมาณการปลดปล่อย CO ₂ ที่เกิดขึ้นจากการขนส่งวัตถุดิบ ในหน่วยทำแห้ง	37
4.3-3 แสดงข้อมูลปริมาณการปลดปล่อย CO ₂ ที่เกิดขึ้นจากการกำจัดซากวัตถุดิบ ในหน่วยทำแห้ง	37
4.3-4 สรุปข้อมูลปริมาณการปลดปล่อย CO ₂ จากหน่วยทำแห้ง	37
4.4 แสดงสรุป %CO ₂ จากแต่ละหน่วยการผลิต เมื่อเปรียบเทียบกับ %CO ₂ ทั้งหมด	38

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.5 แสดงปริมาณการปลดปล่อย CO ₂ ต่อ 10 กิโลกรัม ยีสต์สกัดแบบผง พร้อมบรรจุภัณฑ์ ในปี 2552	39
4.6 แสดงปริมาณการปลดปล่อย CO ₂ ต่อ 1 กิโลกรัม ยีสต์สกัดแบบผง ไม่รวมบรรจุภัณฑ์ ในปี 2552	40
4.7 แสดงปริมาณการปลดปล่อย CO ₂ ต่อ 10 กิโลกรัม ยีสต์สกัดแบบครีม พร้อมบรรจุภัณฑ์ ในปี 2552	41
4.7.1 แสดงค่าการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จาก10 กิโลกรัมยีสต์สกัดพร้อม บรรจุภัณฑ์ เมื่อมีการขนส่งไปยังประเทศญี่ปุ่นและการใช้งาน	41
ข-1 แสดงปริมาณการผลิตสารอนุภาคในปี 2552	53
ข-2 แสดงกำลังขั้วรวมของปั้มน้ำแม่น้ำ (WR) เข้ามาผลิตเป็นน้ำ WI	54
ข-3 แสดงสรุปปริมาณไฟฟ้าในการผลิตน้ำแต่ละชนิดที่ได้จากการปันส่วนไฟฟ้า .	54
ค-1 แสดงค่าความหนาแน่นของ อาหารเลี้ยงเชื้อ+ยีสต์ และน้ำเสีย.....	57
ง-1 แสดงการปันส่วนการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากหน่วยหมัก	58
ง-2 แสดงการปันส่วนการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากหน่วยแยกและสกัด	59
จ-1 แสดงสมดุลมวลสารของการผลิตไอน้ำ	61
จ-2 แสดงการปันส่วนการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของกระบวนการ ผลิตไอน้ำ.....	61
จ-3 แสดงการคำนวณค่า Emission Factor จากกระบวนการผลิตไอน้ำ	62
ฉ-1 แสดงการประเมินผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ยีสต์สกัดแบบผง (การได้มาซึ่งวัตถุดิบและกระบวนการผลิต-หน่วยหมัก).....	64
ฉ-2 แสดงการประเมินผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ยีสต์สกัดแบบผง (การขนส่งวัตถุดิบ-หน่วยหมัก).....	69
ฉ-3 แสดงการประเมินผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ยีสต์สกัดแบบผง (การกำจัดซากวัตถุดิบ-หน่วยหมัก)	75
ฉ-4 แสดงการประเมินผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ยีสต์สกัดแบบผง (การได้มาซึ่งวัตถุดิบและกระบวนการผลิต-หน่วยแยกและสกัด).....	81

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
จ-5 แสดงการประเมินผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ยีสต์สกัดแบบผง (การขนส่งวัตถุดิบ-หน่วยแยกและสกัด)	84
จ-6 แสดงการประเมินผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ยีสต์สกัดแบบผง (การกำจัดกากวัตถุดิบ-หน่วยแยกและสกัด).....	87
จ-7 แสดงการประเมินผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ยีสต์สกัดแบบผง (การได้มาซึ่งวัตถุดิบและกระบวนการผลิต-หน่วยทำแห้ง)	90
จ-8 แสดงการประเมินผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ยีสต์สกัดแบบผง (การขนส่งวัตถุดิบ-หน่วยทำแห้ง)	93
จ-9 แสดงการประเมินผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ยีสต์สกัดแบบผง (การกำจัดกากวัตถุดิบ-หน่วยทำแห้ง).....	95
จ-10 แสดงการประเมินผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิตของ 1 กิโลกรัม ยีสต์สกัดแบบ ครีมและแบบผงพร้อมบรรจุภัณฑ์ ในการขนส่งไปยังประเทศญี่ปุ่น	97

สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่	หน้า
1.1 แสดงขอบเขตโดยรวมของการศึกษาระบบการผลิตอีสต์สก็ดแบบผง	3
2.1 แสดงแสดงกรอบดำเนินงาน LCA ตามอนุกรมมาตรฐาน ISO 14040	7
3.1 แสดงขอบเขตการศึกษาระบบการผลิตอีสต์สก็ดแบบผง	22
3.2 แสดงสมดุลมวลสารของระบบการผลิตอีสต์สก็ดแบบผง	26
4.1 แสดงขอบเขตการศึกษาของหน่วยหมัก	31
4.2 แสดงขอบเขตการศึกษาของหน่วยแยกและสกัด	33
4.3 แสดงขอบเขตการศึกษาของหน่วยทำแห้ง	36
4.5 แสดงปริมาณการปลดปล่อย CO ₂ ต่อ 10 กิโลกรัมอีสต์สก็ดแบบผง พร้อมบรรจุภัณฑ์ ในปี 2552.....	39
ข.1 แสดงขบวนการผลิตน้ำ	52
จ.1 แสดงขบวนการผลิตไอน้ำ.....	60