การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและความต้องการใช้พลังงานจาก เชื้อเพลิงฟอสซิลตลอดวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์กล้วยตาก : กรณีศึกษา โรงงานผลิตกล้วยตาก จังหวัดพิษณุโลก

LIFE CYCLE ASSESSMENT OF GREENHOUSE GAS EMISSIONS AND FOSSIL ENERGY DEMAND FROM DRIED BANANA: A CASE STUDY AT DRIED BANANA FACTORY, PHITSANULOK PROVINCE

นางสาวธีราพร ผลประเสริฐศรี รหัสนิสิต 5736562**1**

นางสาวจินตนา แซ่กี้ รหัสนิสิต 5736601**7**

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2560

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลตลอดวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์กล้วยตาก : กรณีศึกษาโรงงานผลิตกล้วยตาก จังหวัดพิษณุโลก

ผู้ดำเนินโครงงาน นางสาวธีราพร ผลประเสริฐศรี รหัสนิสิต 57365621

นางสาวจินตนา แซ่กี้ รหัสนิสิต 57366017

ที่ปรึกษาโครงงาน ดร.สุชาดา อยู่แก้ว

ที่ปรึกษาร่วม ผศ.ศิษฐ์ภัณฑ์ แคนลา

สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ

ปีการศึกษา 2560

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(ดร.สุชาดา อยู่แก้ว)

.....ที่ปรึกษาร่วม

(ผศ.ศิษฐ์ภัณฑ์ แคนลา)

.....กรรมการ

(ดร.นพวรรณ โม้ทอง)

.....กรรมการ

(ดร.ภมรรัตน์ จันธรรม)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลตลอดวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์กล้วยตาก : กรณีศึกษาโรงงานผลิตกล้วยตาก จังหวัดพิษณุโลก
ผู้ดำเนินโครงงาน	นางสาวธีราพร ผลประเสริฐศรี รหัสนิสิต 57365621 นางสาวจินตนา แซ่กี้ รหัสนิสิต 57366017
ที่ปรึกษาโครงงาน	ดร.สุชาดา อยู่แก้ว
ที่ปรึกษาร่วม	ผศ.ศิษฐ์ภัณฑ์ แคนลา
สาขาวิชา	วิศวกรรมเคมี
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
ปีการศึกษา	2560

.....

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและวิเคราะห์การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กล้วยตาก 1 กิโลกรัม โดยทำการศึกษา ณ โรงงานกล้วยตาก จังหวัดพิษณุโลก ขอบเขตที่ใช้ในการศึกษาคือ เครเดิล ทู เกรฟ (cradle to grave) โดยเริ่มทำการศึกษาตั้งแต่การเพาะปลูกล้วยน้ำว้า การผลิตกล้วยตาก การขนส่ง การบริโภค และการกำจัดซาก

จากการศึกษาพบว่าผลิตภัณฑ์กล้วยตากมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเท่ากับ 0.716 kg CO_2 eq โดยที่ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแต่ละขั้นตอนเรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ : การผลิต > การเพาะปลูก > การกำจัดซาก > การขนส่ง > การบริโภค โดยในขั้นตอนการผลิตและขั้นตอนการเพาะปลูกมีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.327 kg CO_2 eq, 0.272 kg CO_2 eq คิดเป็นร้อยละ 46 และ 38 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิของผลิตภัณฑ์กล้วยตาก และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการบริโภคเท่ากับ ร้อยละ 0 เนื่องจากการบริโภคกล้วยตากไม่ต้องผ่านกรรมวิธีใดๆ ก่อนการบริโภคจึงไม่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ความต้องการใช้พลังงานสุทธิเชื้อเพลิงฟอสซิลของผลิตภัณฑ์กล้วยตากมีค่าเท่ากับ 12.845 MJ โดยที่ปริมาณความต้องการใช้พลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิลของผลิตภัณฑ์กล้วยตากแต่ละขั้นตอนเรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ : การผลิต > การเพาะปลูก > การขนส่ง > การกำจัดซาก โดยขั้นตอนการผลิตและการเพาะปลูกมีค่าความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลมากที่สุดคือ 8.768 MJ, 2.147 MJ คิดเป็นร้อยละ 69 และ 17 ของความต้องการพลังงานสุทธิจากเชื้อเพลิงฟอสซิลของผลิตภัณฑ์กล้วยตาก

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีเนื่องจากการช่วยเหลือจากหลายๆฝ่าย ขอขอบคุณ ดร.สุชาดา อยู่แก้ว ที่ปรึกษาโครงงาน ผศ.ศิษฐ์ภัณฑ์ แคนลา ที่ปรึกษาร่วม ที่ให้คำแนะนำ แนวทางแก้ไขปัญหา ตลอดจนตรวจและแก้ไขปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ และขอขอบคุณคณะกรรมการ ดร.นพวรรณ โม้ทอง และ ดร.ภมรรัตน์ จันธรรม ที่ให้คำแนะนำและแก้ไขข้อพกพร่องของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณ โรงงานกล้วยตากป้าม่วย อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก และเกษตรกร บ้านวังแดง อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร และเกษตรตกร บ้านปลักแรด อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก ที่ให้ความช่วยเหลือในการให้ข้อมูลขั้นตอนการผลิตกล้วยตาก และการให้ข้อมูลในการเพาะปลูกกล้วยน้ำว้า

สุดท้ายนี้ผู้ดำเนินโครงงานใคร่ขอขอบคุณ บิดา มารดา และครอบครัว ที่ให้การดูแล อบรมและให้กำลังใจเสมอมา ตลอดการดำเนินโครงงานจนสำเร็จการศึกษา

ผู้ดำเนินโครงงาน
ธีราพร ผลประเสริฐศรี
จินตนา แซ่กี้

พฤษภาคม 2561

สารบัญ

หน้า

ใบรองรับปริญญานิพนธ์..... ก

บทคัดย่อ..... ข

กิตติกรรมประกาศ..... ง

สารบัญ..... จ

สารบัญตาราง..... ฉ

สารบัญรูปภาพ..... ญ

สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 2

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 3

1.4 ขอบเขตของการวิจัย..... 3

1.5 สถานที่ดำเนินงานวิจัย..... 3

1.6 ขั้นตอนและแผนการดำเนินการ..... 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง..... 5

2.1.1 สภาวะโลกร้อน (Global warming)..... 5

2.1.2 ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP)..... 5

2.1.3 ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas) 6

2.1.4 การประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment : LCA)..... 9

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.1.5 การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตของการศึกษา (Goal and Scope Definition)..... 10
2.1.6 การวิเคราะห์บัญชีรายการสิ่งแวดล้อม (Life Cycle Inventory)..... 11
2.1.7 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Impact Assessment)..... 12
2.1.8 การแปรผลลัพธ์ (Interpretation)..... 14
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 14

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย (Procedure)..... 17
3.1.1 ศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล..... 17
3.1.2 การเก็บข้อมูล..... 17
3.2 วิธีการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กล้วยตาก (Life Cycle Assessment: LCA)..... 18
3.2.1 การกำหนดเป้าหมาย และขอบเขตของการศึกษา (Goal and Scope)..... 18
3.2.2 ขอบเขตของระบบ (System Boundary)..... 18
3.2.3 หน่วยการทำงาน (Functional Unit : FU)..... 19
3.2.4 บัญชีรายการสิ่งแวดล้อม (Life Cycle Inventory : LCI)..... 19

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง
4.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิของผลิตภัณฑ์กล้วยตาก..... 28
4.1.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของขั้นตอนการเพาะปลูก..... 29
4.1.2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของขั้นตอนการผลิตกล้วยตาก..... 30
4.1.3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของขั้นตอนการขนส่ง..... 31

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.1.4 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของขั้นตอนการบริโภค..... 32

4.1.5 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของขั้นตอนการกำจัดซาก..... 32

4.2 ความต้องการใช้พลังงานสุทธิจากเชื้อเพลิงฟอสซิลของผลิตภัณฑ์กล้วยตาก..... 33

4.2.1 ความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลของขั้นตอนการเพาะปลูก..... 34

4.2.2 ความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลของขั้นตอนการผลิตกล้วยตาก. 34

4.2.3 ความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลของขั้นตอนการขนส่ง..... 35

4.2.4 ความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลของขั้นตอนการกำจัดซาก..... 36

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง..... 37

5.1.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์กล้วยตาก..... 37

5.1.2 ความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลของผลิตภัณฑ์กล้วยตาก..... 38

5.2 ข้อเสนอแนะในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล..... 39

5.2.1 ข้อเสนอแนะในขั้นตอนการผลิตกล้วยตาก..... 39

5.2.2 ข้อเสนอแนะในขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบหลัก (การเพาะปลูก)..... 39

เอกสารอ้างอิง..... 40

ภาคผนวก ก..... 44

ภาคผนวก ข..... 46

ภาคผนวก ค 55

ภาคผนวก ง..... 63

ภาคผนวก จ..... 70

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ฉ..... 76

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน..... 78

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงานวิจัย..... 4

2.1 ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน (GWP)..... 5

3.1 บัญชีรายการสิ่งแวดล้อมสำหรับการเพาะปลูกกล้วยน้ำว้า (ต่อ 1 กิโลกรัมกล้วยน้ำว้า)..... 21

3.2 บัญชีรายการสิ่งแวดล้อมสำหรับกระบวนการผลิต (ต่อ 1 กิโลกรัมกล้วยตาก)..... 24

3.3 บัญชีรายการสิ่งแวดล้อมสำหรับการขนส่ง (ต่อ 1 กิโลกรัมกล้วยตาก)..... 26

สารบัญรูปภาพ

รูปที่		หน้า
2.1	ขั้นตอนการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์	10
3.1	ขอบเขตการศึกษาวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กล้วยตาก	19
3.2	การเพาะปลูกกล้วยน้ำว้า 1 กิโลกรัม	20
3.3	ขั้นตอนการผลิตกล้วยตาก 1 กิโลกรัม	23
3.4	โรงตากแบบพาราโบลาโดม	24
3.5	ขั้นตอนการขนส่งของผลิตภัณฑ์กล้วยตาก	25
4.1	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิในขั้นตอนต่างๆ จากผลิตภัณฑ์กล้วยตาก 1 กิโลกรัม	29
4.2	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของขั้นตอนการเพาะปลูกกล้วยน้ำว้า	30
4.3	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของขั้นตอนการผลิตกล้วยตาก	31
4.4	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของขั้นตอนการขนส่ง	32
4.5	ความต้องการใช้พลังงานสุทธิจากเชื้อเพลิงฟอสซิลของผลิตภัณฑ์กล้วยตาก	33
4.6	ความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลของขั้นตอนการเพาะปลูกกล้วยน้ำว้า	34
4.7	ความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลของขั้นตอนการผลิตกล้วยตาก	35
4.8	ความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลของการขนส่ง	36

สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ

GHG	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกเทียบเท่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (kg CO_2 eq)
FED	ปริมาณความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล (MJ)
A	ข้อมูลการใช้พลังงาน เชื้อพลิง วัตถุดิบต่อกิจกรรม (หน่วย)
EF_i	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (kg CO_2 eq/หน่วย)
E_A	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อกิจกรรม (kg GHG/หน่วย)
GWP	ค่าศักยภาพในการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซต่างๆ (kg CO_2 eq/kg GHG)
Emission $_T$	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่ง (kg CO_2 /ton)
Fuel	ปริมาณเชื้อพลิงที่ใช้ในการขนส่งต่อเดือน (หน่วย)
Product	ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ขนส่งต่อเดือน (ton)
Low Heating	ค่าความร้อนสุทธิของเชื้อเพลิงฟอสซิล (MJ/หน่วย)
CH_4	ปริมาณก๊าซมีเทนจากการเผาชีวมวล (kg CH_4)
C	ปริมาณคาร์บอนรวม (kg C)
0.005	ค่าสัมประสิทธิ์เผาไหม้ของก๊าซมีเทน (kg CH_4)
N_2O_{Direct}	การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ทางตรง (kg N_2O)
$N_2O_{(L)}$	การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการชะล้าง (kg N_2O)
$N_2O_{(ATD)}$	การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการสูญเสีย ไนโตรเจน (N) ในรูป แอมโมเนียและไนตรัสออกไซด์ (NH_3 + NO_x) (kg N_2O)
F_{SN}	ปริมาณปุ๋ย N ในปุ๋ยเคมี (kg N)
F_{ON}	ปริมาณปุ๋ย N ในปุ๋ยอินทรีย์ (kg N)
F_{PRP}	ปริมาณปุ๋ย N ในปุ๋ยยูเรีย (kg N)
EF_1	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงฟอสซิล (kg O_2/MJ)
EF_2	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการใช้ปุ๋ยทางตรง คือ 0.01
EF_3	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของปุ๋ยที่ได้จากการชะล้าง คือ 0.0075

สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ(ต่อ)

EF_4	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของปุ๋ยที่ได้จากการสูญเสียไนโตรเจน (N) ในรูป แอมโมเนียและไนตรัสออกไซด์ ($NH_3 + NO_x$) คือ 0.01
$Frac_{LEACH-(H)}$	สัดส่วนของปุ๋ยที่ได้จากการชะล้าง คือ 0.3
$Frac_{GASF_1}$	สัดส่วนของปุ๋ยเคมีจากการสูญเสีย ไนโตรเจน (N) ในรูป แอมโมเนียและไนตรัสออกไซด์ ($NH_3 + NO_x$) คือ 0.1
$Frac_{GASM}$	สัดส่วนของปุ๋ยอินทรีย์จากการสูญเสีย ไนโตรเจน (N) ในรูป แอมโมเนียและไนตรัสออกไซด์ ($NH_3 + NO_x$) คือ 0.2
$\frac{44}{28}$	สัดส่วนมวลโมเลกุลระหว่างก๊าซไนตรัสออกไซด์ต่อธาตุไนโตรเจน
$\frac{16}{12}$	สัดส่วนมวลโมเลกุลระหว่างก๊าซมีเทนต่อธาตุคาร์บอน

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

ปัจจุบันโลกกำลังตกอยู่ในสภาวะวิกฤตเนื่องจากมีสัญญาณที่บ่งบอกว่ากำลังจะเกิดภัยอันตรายกับมนุษย์และระบบนิเวศ เช่น ธารน้ำแข็งขั้วโลกละลาย ระดับน้ำทะเลที่กำลังเพิ่มสูงขึ้น ระบบนิเวศกำลังเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ยังเกิดการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศที่ทำให้อุณหภูมิบนพื้นผิวโลกสูงขึ้นหรือเรียกว่าสภาวะโลกร้อน (Global Warming) ซึ่งมีสาเหตุมาจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Effect) ที่สามารถเกิดขึ้นเองได้ในธรรมชาติ แต่โดยส่วนใหญ่ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นนั้นมาจากกิจกรรมที่มนุษย์สร้างขึ้นและมีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้น [1]

เนื่องจากปริมาณก๊าซเรือนกระจกมีปริมาณมากขึ้นจึงส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกที่มีความรุนแรงมากขึ้น ทำให้ทั่วโลกเห็นถึงความสำคัญ โดยจัดตั้งรัฐภาคีว่าด้วยอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC) ในวันที่ 9 พฤษภาคม พ.ศ. 2535 อนุสัญญา UNFCCC มีผลบังคับใช้ตั้งแต่ 21 มีนาคม พ.ศ. 2537 ในปัจจุบันมีประเทศเข้าร่วมรวมทั้งสิ้นจำนวน 196 ประเทศ และประเทศไทยได้ให้สัตยาบันเข้าร่วมเป็นรัฐภาคีอนุสัญญาเมื่อวันที่ 28 ธันวาคม พ.ศ. 2537 [2] และในวันที่ 21 กันยายน พ.ศ. 2559 พล.อ.ประยุทธ์ จันทร์โอชา นายกรัฐมนตรี เข้าร่วมการประชุมอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ครั้งที่ 21 โดยให้สัญญาว่าประเทศไทยจะลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้ได้ ร้อยละ 20-25 ภายในปี พ.ศ. 2573

จากรายงานความก้าวหน้าราย 2 ปี ฉบับที่ 1 ของประเทศไทย (Thailand Biennial Update Report 2011) ที่รายงานต่อ UNFCCC เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 พบว่ามีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ประมาณ 305.52 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Mt CO_2 eq) โดยมีสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมในภาคพลังงานมากที่สุดคือ ร้อยละ 72.97 หรือประมาณ 222.94 Mt CO_2 eq รองลงมาคือภาคการเกษตร ร้อยละ 17.32 หรือประมาณ 52.92 Mt CO_2 eq ภาคการจัดการของเสีย ร้อยละ 3.74 หรือประมาณ 11.43 Mt CO_2 eq และในภาคอุตสาหกรรมมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ร้อยละ 5.97 หรือประมาณ 18.23 Mt CO_2 eq [3]

อย่างไรก็ตาม ภาคอุตสาหกรรมที่มีปล่อยก๊าซเรือนกระจกนั้น ประกอบด้วยหลายภาคอุตสาหกรรม และอุตสาหกรรมด้านอาหารก็เป็นส่วนหนึ่งที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพราะอุตสาหกรรมด้านอาหารมีขั้นตอนการในการผลิตหลายขั้นตอน ตั้งแต่การเพาะปลูกพืช ประมง ปศุสัตว์ เพื่อนำมาใช้เป็นวัตถุดิบตั้งต้น การนำพลังงานมาใช้ในขั้นตอนการผลิต การเผาไหม้เชื้อเพลิงในการขนส่งสินค้า รวมถึงการจัดการของเสียที่ได้จากขั้นตอนการ ซึ่งอุตสาหกรรมการผลิตกล้วยตากก็เป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วยเช่นกัน

ในปี พ.ศ. 2559 อุตสาหกรรมกล้วยตากในประเทศไทยมีการผลิตประมาณ 4,000 ตันต่อปี [4] และในจังหวัดพิษณุโลกมีผู้ประกอบการรายใหญ่ทั้งหมด 5 ราย มีกำลังการผลิตกล้วยตากมากกว่า 100 ตันต่อปี และผู้ประกอบการรายย่อยประมาณ 100 รายมีกำลังผลิตกล้วยตากน้อยกว่า 100 ตันต่อปี [4] ซึ่งคาดว่าน่าจะส่งผลให้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก นอกจากนี้ ยังพบว่าไม่มีว่ามีการรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลของผลิตภัณฑ์กล้วยตากดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่จะศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลของผลิตภัณฑ์กล้วยตาก งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการใช้พลังงานจากเชื้อพลิงฟอสซิลตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กล้วยตาก ซึ่งครอบคลุม ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การผลิต การขนส่ง การใช้งาน และการจัดการเศษซากของผลิตภัณฑ์หลังการใช้งาน เพื่อทราบถึงวิธีการในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์หรือขั้นตอนการผลิตที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด โดยใช้หลักการการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment : LCA)

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษา วิเคราะห์ และหาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กล้วยตาก ซึ่งก๊าซหลักที่สนใจศึกษา คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซมีเทน (CH_4) และก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O)

1.2.2 เพื่อศึกษา วิเคราะห์ และหาค่าการใช้พลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิลตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กล้วยตาก

1.2.3 เพื่อเสนอแนะแนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลของผลิตภัณฑ์กล้วยตาก

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ทราบค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตของภัณฑ์กล้วยตาก

1.3.2 ทราบค่าความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลตลอดวัฏจักรชีวิตจากผลิตภัณฑ์กล้วยตาก

1.3.3 ทราบแนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและความต้องการใช้พลังงานจากผลิตภัณฑ์กล้วยตาก

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

1.4.1 ศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กล้วยตาก 1 กิโลกรัม ตั้งแต่การเพาะปลูก การผลิต การขนส่ง การบริโภค และการกำจัดซาก

1.4.2 ก๊าซเรือนกระจกหลักที่สนใจศึกษามี 3 ชนิด คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซมีเทน (CH_4) และก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) เนื่องจากเป็นก๊าซเรือนกระจกที่พบมากในภาคเกษตรกรรมและภาคอุตสาหกรรมอาหาร

1.4.3 ศึกษาขั้นตอนการเพาะปลูกกล้วยจากเกษตรกรที่จำหน่ายกล้วยให้แก่โรงงานหรือเกษตรกรผู้เพาะปลูกกล้วยน้ำว้า อย่างน้อย 5 ราย และทำการศึกษาขั้นตอนการผลิตกล้วยตาก ณ โรงงานกล้วยตากป้าม่วยกล้วยตาก จังหวัดพิษณุโลก

1.4.4 งานวิจัยนี้ทำการศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลของผลิตภัณฑ์กล้วยตากในช่วงฤดูหนาว (พฤศจิกายน-มีนาคม)

1.5 สถานที่ดำเนินงานวิจัย

โรงงานผลิตกล้วยตากป้าม่วย อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก

1.6 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงานวิจัย

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงานวิจัย	ระยะเวลา																											
	ต.ค. 60				พ.ย.60				ธ.ค. 60				ม.ค. 61				ก.พ. 61				มี.ค. 61				เม.ย. 61			
1) ศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์กล้วย	*	*	*	*																								
2) เก็บข้อมูลขั้นตอนการผลิตกล้วยตาก			*	*	*																							
3) เก็บข้อมูลการเพาะปลูกกล้วย												*	*	*	*													
4) คำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์														*	*	*	*	*	*									
5) สรุปผลงานวิจัย																			*	*	*	*	*					
6) จัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์				*	*	*	*	*													*	*	*	*	*	*	*	

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 สภาวะโลกร้อน (Global warming)

สภาวะโลกร้อน หรือ สภาวะภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง (Climate Change) คือ สภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิบนพื้นผิวโลกรวมถึงอุณหภูมิน้ำทะเลในมหาสมุทรและส่งผลให้อุณหภูมิเฉลี่ยภายในโลกสูงขึ้นเนื่องจากเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse Effect) [1]

ปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse Effect) คือ ปรากฏการณ์ที่ดวงอาทิตย์แผ่รังสีความร้อนมายังโลกและโลกไม่สามารถสะท้อนรังสีความร้อนออกไปนอกโลกได้ เนื่องจากมีกลุ่มก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas) ดูดซับรังสีไว้ในชั้นบรรยากาศและเกิดการถ่ายเทพลังงานมาที่พื้นผิวโลก ส่งผลให้อุณหภูมิภายในโลกสูงขึ้น [5]

2.1.2 ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP)

ก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดนั้นมีศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนต่างกันขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการแผ่รังสีของโมเลกุลก๊าซและอายุของก๊าซในชั้นบรรยากาศ สามารถคำนวณจากปริมาณก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดที่เกิดขึ้น และแปลงค่าให้อยู่ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ในระยะเวลาที่ 20 ปี 50 ปี 100 ปี 200 หรือ 500 ปี [6] ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน (GWP) [6]

ก๊าซเรือนกระจก	ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน		
	20 ปี	100 ปี	500 ปี
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)	1	1	1
ก๊าซมีเทน (CH_4)	72	25	7.6
ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O)	289	310	153
ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs)	437-12,000	437-12,000	38-12,200

ก๊าซเรือนกระจก	ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน		
	20 ปี	100 ปี	20 ปี
ก๊าซเฟอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs)	>5,500-7,310	>7,500-10,300	>9,500-13,300
ก๊าซไนโตรเจนฟลูออไรด์ (NF_3)	12,300	17,200	18,200
ก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6)	16,300	22,800	32,400

ที่มา : IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change

2.1.3 ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas)

ก๊าซเรือนกระจกเป็นก๊าซที่มีคุณสมบัติในการดูดซับรังสีความร้อนและรังสีอินฟาเรดได้ดี ในชั้นบรรยากาศของโลกนั้นจำเป็นต้องมีก๊าซเรือนกระจกในปริมาณที่เหมาะสม หากในชั้นบรรยากาศของโลกไม่มีก๊าซเรือนกระจกหรือมีปริมาณมากเกินไป จะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว เนื่องจากก๊าซเรือนกระจกจะดูดซับรังสีความร้อนในตอนกลางวันและแผ่รังสีความร้อนในตอนกลางคืน การเกิดก๊าซเรือนกระจกนั้นสามารถเกิดขึ้นได้เองในธรรมชาติและจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การทำเกษตรกรรม โรงงานอุตสาหกรรม การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากการขนส่ง ฯลฯ [7] ซึ่งสามารถคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อกิจกรรมได้ดังสมการที่ 2.1 [8] และ ค่า Emission Factor (EF) ต่อกิจกรรมสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 2.2 [9]

$$GHG = A \times EF_i \quad \textbf{(2.1)}$$

โดยที่ GHG ปริมาณก๊าซเรือนกระจกเทียบเท่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (kg CO_2eq)

A ข้อมูลการใช้พลังงาน เชื้อพลิง วัตถุดิบต่อกิจกรรม (หน่วย)

EF_i ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (kg CO_2eq/หน่วย)

$$EF_i = E_A \times GWP \quad \textbf{(2.2)}$$

โดยที่ E_A ปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อกิจกรรม (kg GHG/หน่วย)

GWP ค่าศักยภาพในการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซต่างๆ (kg CO_2eq/kg GHG)

โดยก๊าซเรือนกระจก ประกอบด้วยก๊าซที่สำคัญ 7 ชนิด ที่ถูกควบคุมโดยพิธีสารเกียวโต ได้แก่

2.1.3.1 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide : CO_2)

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีคุณสมบัติไร้กลิ่น ไร้สี มีน้ำหนักมากกว่าอากาศ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สามารถเกิดขึ้นได้จากทั้งในธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์ เช่น ภูเขาไฟระเบิด การหายใจของสิ่งมีชีวิต หรือการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงฟอสซิล และการทำเกษตรกรรม [10] ตัวอย่างการคำนวณปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้ในการขนส่งแสดงดังสมการที่ 2.3 [11]

$$\text{Emission}_T = \frac{\text{Fuel}}{\text{Product}} \times \text{Low Heating} \times EF_1 \qquad (2.3)$$

โดยที่ Emission_T การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่ง (kg CO_2 /ton)

Fuel ปริมาณเชื้อพลิงที่ใช้ในการขนส่ง (หน่วย)

Product ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ขนส่ง (ton)

Low Heating ค่าความร้อนสุทธิของเชื้อเพลิงฟอสซิล (MJ/หน่วย)

EF_1 ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงฟอสซิล (kg CO_2/MJ)

2.1.3.2 ก๊าซมีเทน (Methane : CH_4)

ก๊าซมีเทนมีคุณสมบัติ ไวไฟ ไร้กลิ่น ไร้สี มีน้ำหนักเบากว่าอากาศ สามารถเกิดได้จากการย่อยสลายของสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ ก๊าซมีเทนสามารถเกิดขึ้นได้จากการหมัก การเพาะปลูก การให้อาหารสัตว์ การเผาชีวมวล เป็นต้น โดยสามารถคำนวณปริมาณก๊าซมีเทนจากการเผาชีวมวลได้ดังสมการที่ 2.4 [12]

$$CH_4 = C \times 0.005 \times \frac{16}{12} \qquad (2.4)$$

โดยที่ CH_4 ปริมาณก๊าซมีเทนจากการเผาชีวมวล (kg CH_4)

C ปริมาณคาร์บอนรวม (kg C)

0.005 ค่าสัมประสิทธิ์เผาไหม้ของก๊าซมีเทน (kg CH_4)

$\frac{16}{12}$ สัดส่วนมวลโมเลกุลระหว่างก๊าซมีเทนต่อธาตุคาร์บอน

2.1.3.3 ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (Nitrous oxide : NO_2)

ก๊าซไนตรัสออกไซด์มีคุณสมบัติ ไร้กลิ่น ไร้สี มีรสหวานเล็กน้อย ละลายน้ำได้ไม่ดี แต่สามารถละลายได้ดีในแอลกอฮอล์ และไม่ติดไฟ เมื่อสูดดมเข้าไปจะทำให้หมดสติหรือไร้ความรู้สึก ก๊าซไนตรัสออกไซด์สามารถเกิดขึ้นได้ในธรรมชาติจาขั้นตอนการย่อยสลายของแบคทีเรีย และในปัจจุบันก๊าซไนตรัสออกไซด์มีปริมาณสูงขึ้นเพราะมีโรงงานอุตสาหกรรมใช้กรดไนตริกในขั้นตอนการอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมการผลิตเม็ดพลาสติก อุตสาหกรรมผลิตเส้นใยไนลอน เป็นต้น [13]

ก๊าซไนตรัสออกไซด์มีการปล่อยออกมาจากการทำการเกษตรอีกด้วย การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์มีทั้งทางตรงและทางอ้อม การปล่อยก๊าซทางตรงมาจากการใช้ปุ๋ยเคมี สังเคราะห์ไนโตรเจนในการทำการเกษตร สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 2.5 [14] และการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ทางอ้อมมีอยู่ 2 ประเภท คือก๊าซไนตรัสออกไซด์ที่เกิดจากการชะล้าง สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 2.6 [14] ทางอ้อมที่ได้จากการสูญเสียไนโตรเจน (N) ในรูปแอมโมเนียและไนโตรเจนออกไซด์ ($NH_3 + NO_x$) จากการใส่ปุ๋ยเคมี [14] ดังสมการที่ 2.7

$$N_2O_{Direct} = (F_{SN} + F_{ON} + F_{PRP}) \times EF_2 \times \frac{44}{28} \quad \textbf{(2.5)}$$

$$N_2O_{(L)} = (F_{SN} + F_{ON}) \times Frac_{LEACH-(H)} \times EF_3 \times \frac{44}{28} \quad \textbf{(2.6)}$$

$$N_2O_{(ATD)} = [(F_{SN} \times Frac_{GASF_1}) + (F_{ON} \times Frac_{GASM})] \times EF_4 \times \frac{44}{28} \quad \textbf{(2.7)}$$

โดยที่ N_2O_{Direct} การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการใช้ปุ๋ยทางตรง (kg N_2O)

$N_2O_{(L)}$ การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการชะล้าง (kg N_2O)

$N_2O_{(ATD)}$ การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการสูญเสีย N ในรูป $NH_3 + NO_x$ (kg N_2O)

F_{SN} ปริมาณปุ๋ย N ในปุ๋ยเคมี (kg N)

F_{ON} ปริมาณปุ๋ย N ในปุ๋ยอินทรีย์ (kg N)

F_{PRP} ปริมาณปุ๋ย N ในปุ๋ยยูเรีย (kg N)

EF_2 ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการใช้ปุ๋ยทางตรง คือ 0.01

EF_3 ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของปุ๋ยที่ได้จากการชะล้าง คือ 0.0075

EF_4 ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของปุ๋ยที่ได้จากการสูญเสีย N ในรูปของ $NH_3 + NO_x$ คือ 0.01

$Frac_{LEACH-(H)}$ สัดส่วนของปุ๋ยที่ได้จากการชะล้าง คือ 0.3

$Frac_{GASF_1}$ สัดส่วนของปุ๋ยเคมีจากการสูญเสีย N ในรูปของ $NH_3 + NO_x$ คือ 0.1

$Frac_{GASM}$ สัดส่วนของปุ๋ยอินทรีย์จากการสูญเสีย N ในรูปของ $NH_3 + NO_x$ คือ 0.2

$\frac{44}{28}$ สัดส่วนมวลโมเลกุลระหว่างก๊าซไนตรัสออกไซด์ต่อธาตุไนโตรเจน

2.1.3.4 ก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (Sulfur hexafluoride)

ก๊าซก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ มีคุณสมบัติ ไร้กลิ่น ไม่มีพิษ ไม่ไวต่อปฏิกิริยา มีความหนาแน่นมากกว่าอากาศ 6 เท่า จึงลอยตัวลงต่ำนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ โดยเฉพาะในการผลิตเซอร์กิตเบรกเกอร์ และสวิตช์เกียร์ที่ใช้กับระบบไฟฟ้าแรงสูง [15]

2.1.3.5 ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (Hydrofluorocarbons : HFCs)

ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอนสามารถแบ่งได้หลายชนิด และถูกนำมาใช้เป็นสารให้ความเย็น ในเครื่องปรับอากาศ ตู้เย็น เป็นต้น ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน มีส่วนประกอบของคาร์บอน (C) คลอรีน (Cl) และฟลูออรีน (F) ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน เป็นเพียงก๊าซส่วนเล็กน้อยของก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกมา แต่ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอนเป็นก๊าซเรือนกระจกที่สร้างผลกระทบสูงมาก มีอายุสูงสุดในบรรยากาศถึง 260 ปี [16]

2.1.3.6 ก๊าซเฟอร์ฟลูออโรคาร์บอน (Perfuorocarbons : PFCs)

ก๊าซเฟอร์ฟลูออโรคาร์บอน เป็นก๊าซเรือนกระจกที่เป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งได้จากการหลอมอะลูมิเนียม สามารถนำมาใช้ในการผลิตสารกึ่งตัวนำไฟฟ้า (เซมิคอนดักเตอร์) และมีอายุในบรรยากาศสูงสุดถึง 50,000 ปี [16]

2.1.3.7 ก๊าซไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์ (Nitrogen trifluoride : NF_3)

ก๊าซไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์ เป็นก๊าซที่ถูกนำมาใช้ประกอบในการผลิตอุปกรณ์อิเล็กโทรนิคส์ โทรทัศน์จอแบน หรือวงจรไฟฟ้าขนาดเล็ก [16]

2.1.4 การประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment : LCA)

การประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment: LCA) คือ การวิเคราะห์และประเมินกิจกรรมในขั้นตอนการผลิต การใช้พลังงาน ทรัพยากร และผลกระทบของผลิตภัณฑ์ที่มีต่อสิ่งแวดล้อมในเชิงปริมาณ ตลอดทั้งชีวิตของผลิตภัณฑ์กล้วยตาก ตั้งแต่การเพาะปลูก การผลิต การ

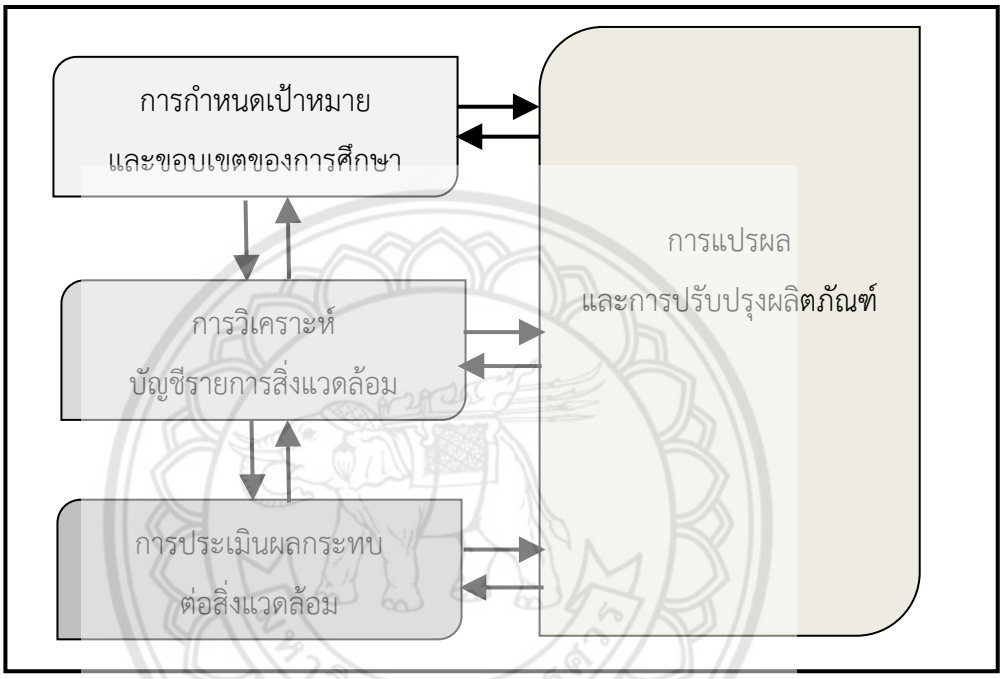
ขนส่ง รวมถึงการกำจัดซาก โดยการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก ดังนี้ [17]

(1) การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตของการศึกษา (Goal and Scope Definition)

(2) การวิเคราะห์บัญชีรายการสิ่งแวดล้อม (Life Cycle Inventory)

(3) การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Impact Assessment)

(4) การแปรผล (Interpretation)



รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์

ที่มา : ศูนย์เฉพาะทางด้านการประเมินวัฏจักรชีวิตและพัฒนาผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศเศรษฐกิจ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC)

2.1.5 การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตของการศึกษา (Goal and Scope Definition)

2.1.5.1 การกำหนดเป้าหมาย (Goal)

การระบุเป้าหมายในการทำงานวิจัยอย่างชัดเจน ครบถ้วน และบอกถึงประโยชน์ที่จะได้รับในการทำการศึกษา โดยรวมไปถึงกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการสื่อให้ทราบผลที่ได้จากการทำงานวิจัย [17]

2.1.5.2 กำหนดขอบเขต (Scope)

การระบุขอบเขตของผลิตภัณฑ์ที่ทำศึกษาโดยการตั้งข้อจำกัด โดยการระบุหน่วยการทำงาน (Functional unit) และระบุข้อมูลของผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษา โดยจะต้องเป็นไปตามเป้าหมายที่ทำการกำหนด ซึ่งการกำหนดขอบเขตของระบบของการประเมินวัฏจักรผลิตภัณฑ์สามารถแบ่งออกเป็น 4 แบบ ดังนี้ [17]

ก. เกท ทู เกท (Gate to Gate) เป็นการศึกษาเฉพาะขั้นตอนใดขั้นตอนการหนึ่งเท่านั้น อาทิเช่น เลือกศึกษาในขั้นตอนการผลิตเท่านั้น โดยไม่คำนึงถึงการได้มาซึ่งวัตถุดิบ การใช้งานและการกำจัดซาก [18]

ข. เครเดิล ทู เกท (Cradle to Gate) เป็นการศึกษาเริ่มต้นตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การผลิต และการขนส่งวัตถุดิบและผลผลิตเข้า ออกโรงงานเท่านั้น โดยการกำหนดแบบนี้จะไม่รวมถึงขั้นตอนการใช้งาน และการกำจัดซาก [18]

ค. เครเดิล ทู เกรฟ (Cradle to Grave) เป็นการศึกษาเริ่มต้นตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ ขั้นตอนการผลิต การขนส่งวัตถุดิบและผลผลิตเข้า ออกโรงงาน การใช้งาน จนกระทั่งถึงขั้นตอนการกำจัดซาก [18]

ง. เครเดิล ทู เครเดิล (Cradle to Cradle) เป็นการศึกษาเริ่มต้นตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ ขั้นตอนการผลิต การขนส่งวัตถุดิบ และผลผลิตเข้าและออกโรงงาน การใช้งาน การกำจัดซาก ตลอดจนถึงขั้นตอนการนำไปรีไซเคิล (recycle) ซึ่งทำให้ได้เป็นผลิตภัณฑ์ออกมา [18]

2.1.6 การวิเคราะห์บัญชีรายการสิ่งแวดล้อม (Life Cycle Inventory)

การวิเคราะห์บัญชีรายการสิ่งแวดล้อมเป็นการเก็บข้อมูลปริมาณสารขาเข้า (Input) และปริมาณสารขาออก (Output) ของขั้นตอนการผลิตของผลิตภัณฑ์ที่ทำการเลือกศึกษา โดยจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆของขั้นตอนการผลิตกล้วยตาก ซึ่งข้อมูลมี 2 รูปแบบ คือ

2.1.6.1 ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary data) คือ ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดกิจกรรมขั้นตอนการผลิตในโรงงาน ซึ่งจะสามารถเข้าถึงข้อมูลได้โดยตรง ตัวของข้อมูลปฐมภูมิจะได้มาจากการตรวจวัดโดยตรง เช่น ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต พลังงานที่ใช้ ยานพาหนะในการขนส่ง ชนิดของเชื้อเพลิง ระยะทางที่ใช้ในการขนส่ง เป็นต้น [19]

2.1.6.2 ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) คือ ข้อมูลที่ได้มาจากแหล่งข้อมูลอื่น โดยจะเป็นส่วนที่นอกเหนือจากข้อมูลปฐมภูมิ เช่น พลังงานของประเทศ ข้อมูลจากวิทยานิพนธ์และ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องภายในประเทศไทย โดยผ่านการกรองมาแล้ว (peer-reviewed Publications) [19] จะมีรายละเอียดในการเก็บข้อมูล ดังต่อไปนี้

ก. การได้มาซึ่งวัตถุดิบ จะเริ่มทำการศึกษาตั้งแต่การนำวัตถุดิบมาจากธรรมชาติ โดยจะทำการเก็บข้อมูลเป็นปริมาณของวัตถุดิบ ปริมาณปุ๋ยหรือสารเคมีต่างๆ และปริมาณการใช้พลังงาน เป็นต้น

ข. การผลิต จะเริ่มทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่การนำวัตถุดิบมาประกอบการหรือเริ่มขั้นตอนการผลิตในโรงงาน โดยในขั้นตอนการผลิตนี้จะทำการเก็บข้อมูลเป็นปริมาณของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตแต่ละชนิด ปริมาณสารเคมีหรือเครื่องปรุงรสต่างๆ และพลังงานของเครื่องมือที่ใช้ในขั้นตอนการผลิตทั้งหมด

ค. การขนส่งหรือกระจายสินค้า ในขั้นตอนนี้จะเริ่มทำการเก็บข้อมูลเป็นระยะทางของการขนส่ง โดยจะเริ่มเก็บข้อมูลตั้งแต่โรงงานไปจนถึงจุดจำหน่ายสินค้า ซึ่งจะนำมาคิดเป็นปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ไปในการขนส่งกระจายสินค้า

ง. การใช้งาน โดยในขั้นตอนนี้จะทำการเก็บข้อมูลได้จากข้อมูลพลังงานในการบริโภค ซึ่งจะได้จากข้อมูลที่บริษัทได้ทำการกำหนดไว้ที่ผลิตภัณฑ์

จ. การกำจัดซาก เป็นขั้นตอนการกำจัดหรือจัดการของเสีย ซึ่งจะเริ่มจากหลังการบริโภคเป็นต้นไปโดยจะถือว่าเป็นการกำจัดซากทั้งหมด [20]

2.1.7 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Impact Assessment)

เป็นการแปรข้อมูลการใช้ทรัพยากรให้อยู่ในรูปของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยทำการจำแนกประเภทข้อมูลเป็นกลุ่มของผลกระทบ (Classification) ออกเป็น 9 ส่วนด้วยกัน อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ทำการศึกษาเฉพาะผลกระทบทางด้านภาวะโลกร้อน และการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลเท่านั้น

(1) ศักยภาพในการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global warming potential) คือ การแปลงข้อมูลที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของสารขาเข้าและสารขาออก ให้อยู่ในรูปของสารที่ให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งเป็นการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน [20]

(2) พลังงานฟอสซิล (Fossil Energy) เกิดจากการทับถมกันของซากพืชซากสัตว์จนตกตะกอนทับกันเป็นชั้นหนา และเกิดการสลายตัวของอินทรีย์สาร ทำให้สลายตัวกลายเป็นวัตถุที่สามารถเป็นเชื้อเพลิงและให้พลังงานได้ ซึ่งจะประกอบด้วย 3 สถานะ คือ ของแข็ง (ถ่านหิน) ใช้เป็น

เชื้อเพลิงที่สำคัญในการผลิตกระแสไฟฟ้า , ของเหลว (น้ำมันดิบ) เมื่อนำมากลั่นหรือผ่านขั้นตอนการแยกจะได้ น้ำมันดีเซล น้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด เป็นต้น ซึ่งส่วนใหญ่ใช้เป็นเชื้อเพลิงหลักสำหรับยานยนต์ และเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรม , และก๊าซ (ก๊าซธรรมชาติ) จำเป็นต้องผ่านขั้นตอนการแยก ซึ่งจะได้เป็นก๊าซธรรมชาติสำหรับยานยนต์ (NGV) และก๊าซหุงต้ม (LPG) ส่วนใหญ่มีความสำคัญกับภาคครัวเรือน [21]

(3) ศักยภาพในการก่อให้เกิดฝนกรด (Acidification potential) เกิดจากขั้นตอนเผาไหม้ของเชื้อเพลิงฟอสซิลในการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) , ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_4) และไนโตรเจนออกไซด์ (NO_2) เมื่อทำปฏิกิริยากับไอน้ำและสารเคมีอื่นๆในอากาศแล้วจึงก่อให้เกิดฝนที่มีสภาวะเป็นกรด [20, 22]

(4) ศักยภาพที่ทำให้แหล่งพลังงานประเภทที่ไม่สามารถทดแทนได้ลดลง (Abiotic depletion potential) จะเป็นในส่วนของการได้มาซึ่งวัตถุดิบที่ใช้ในขั้นตอนที่ไม่สามารถทดแทนได้ [20]

(5) ศักยภาพที่ทำให้ทรัพยากรธรรมชาติมีปริมาณลดน้อยลง (Energy depletion potential) แหล่งพลังงานส่วนมากจะเป็นการได้มาจากเชื้อเพลิงฟอสซิลซึ่งมาจากทรัพยากรธรรมชาติ และจะก่อให้เกิดการลดลงของปริมาณทรัพยากรธรรมชาติตามมา [20]

(6) ศักยภาพในการทำให้โอโซนในชั้นบรรยากาศลดลง (Ozone depletion potential) ในการลดลงของโอโซนในบรรยากาศชั้น stratosphere จะส่งผลให้รังสีอินฟราเรดส่องผ่านมายังโลกของเราได้มากยิ่งขึ้น [20]

(7) การก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อมนุษย์ (Human toxicity) การที่มนุษย์เราสัมผัสกับมลพิษต่างๆรอบตัวเรา ทั้งมลพิษทางอากาศ มลพิษทางน้ำ รวมไปถึงมลพิษทางดิน ล้วนแล้วแต่ส่งผลต่อสุขภาพอนามัยกับมนุษย์เรา [20]

(8) การออกซิเดชันที่เกิดจากปฏิกิริยาแสงเคมี (Photo - Chemical oxidation) การก่อให้เกิดโอโซนในบรรยากาศชั้น troposphere ส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์ Photochemical smog (กลุ่มหมอกควัน) โดยเกิดจากการที่แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ และพวกไฮโดรคาร์บอน ทำปฏิกิริยากับแสงอาทิตย์ [20, 22]

(9) การเพิ่มขึ้นของแร่ธาตุอาหารในน้ำ (Eutrophication) การเพิ่มขึ้นของแร่ธาตุในน้ำเป็นอาหารของสิ่งมีชีวิตจำพวกแพลงตอน ก่อให้เกิดการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และส่งผลให้ออกซิเจนในน้ำลดน้อยลงไป [20]

2.1.8 การแปรผลลัพธ์ (Interpretation)

การแปรผลลัพธ์ เป็นการนำผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนการวิเคราะห์ผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากผลิตภัณฑ์ทั้งหมด โดยจะสามารถบอกได้อย่างชัดเจนว่าขั้นตอนใดที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด และนำมาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงเพื่อลดผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด และเพื่อเป็นการพัฒนาต่อไป [20]

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กล้วยตาก รวมถึงขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบและขั้นตอนการขนส่ง ได้อ้างอิงจากงานวิจัยและบทความที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

สุรชัย ณรัฐ จันทร์ศรี และอนุสรณ์ บุญปก (2560) ศึกษาประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์กล้วยกรอบแก้วหวานขนาด 160 กรัม โดยมีขอบเขตการประเมินคือ เครเดิล ทู เกรฟ (Candle to Grave) จากการศึกษาพบว่ามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์กล้วยกรอบแก้วเท่ากับ 0.350 kg CO_2 eq โดยมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการได้มาซึ่งวัตถุดิบและขั้นตอนการผลิต คิดเป็น 0.340 kg CO_2 eq การขนส่งวัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากรคิดเป็น 0.010 kg CO_2 eq ซึ่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนั้นมีค่ามากเนื่องจากขั้นตอนการผลิตที่ใช้แก๊สหุงต้มและน้ำมันในการทอด [23]

ชุติมา เมฆธรรม (2557) ศึกษาประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอม 1 ชิ้น ขนาด 80 กรัม นอกจากนี้ยังศึกษา ส่วนงานการซักล้าง ส่วนงานการล้างกระบะ และส่วนงานระบบการผลิตน้ำเพื่อการผลิต และพบว่ามีผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 0.137 kg CO_2 eq ซึ่งมาจากขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ 0.103 kg CO_2 eq ขั้นตอนการผลิตเท่ากับ 0.034 kg CO_2 eq จากการซักล้าง 0.014 kg CO_2 eq การล้างกระบะ 0.003 kg CO_2 eq และระบบการผลิตน้ำเพื่อใช้ในขั้นตอนการผลิตเค้กกล้วยหอม 0.005 kg CO_2 eq [24]

Erik SvanesEmail และ Anna K. S. Aronsson (2013) ศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกล้วยหอมคาเวนดิชหรือกล้วยหอมเขียว โดยครอบคลุมช่วงวัฏจักรชีวิตของกล้วยหอมคาเวนดิชตั้งแต่การเพาะปลูกจนถึงขนส่งไปยังศูนย์กระจายสินค้าภูมิภาคในประเทศเยอรมนี พบว่ากล้วยคาเวนดิชที่มีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 1.370 kg CO_2 eq โดยเป็นผลมาจากการขนส่ง และการเพาะปลูกมากที่สุด [25]

Alfredo Iriarte, Maria Gabriela Almeida และ Pablo Villalobos (2014) ศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกล้วยตั้งแต่การเพาะปลูกในฟาร์มที่ตั้งอยู่ทางตอนเหนือของเมืองมาชาลา จังหวัดเอลโอโล ประเทศเอกวาดอร์ ตลอดจนถึงการขนส่งเพื่อจัดจำหน่ายไปยังทวีปยุโรปและสหรัฐอเมริกา พบว่ามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอยู่ที่ 0.450 และ 1.040 kg CO_2 eq ตามลำดับ [26]

Boki Luske (2010) ทำการศึกษาการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกล้วย ที่ออสตาริก้า สำหรับส่งขายในเยอรมนี สหรัฐอเมริกาประมาณ 65 % และที่เหลือถูกส่งออกไปยังตลาดยุโรป โดยมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกคือ 1,124 kg CO_2 eq ต่อตัน ซึ่งส่วนที่มีผลต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากสุดคือการขนส่ง คิดเป็น 62 % และจากการทำฟาร์ม คิดเป็น 12 % [27]

เนตรชนากานต์ สุนันตา และ เศรษฐ์ สัมภัตตะกุล (2560) นำหลักการประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment) มาใช้ในการศึกษาวิเคราะห์ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าจากขยะเทศบาลด้วยระบบวัฏจักรแรงคินสารอินทรีย์ จากการศึกษาพบว่าการผลิตไฟฟ้าจากขยะเทศบาลด้วยระบบวัฏจักรแรงคินสารอินทรีย์ขนาด 1 kWh ตลอดวัฏจักรชีวิตมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 0.93 kg CO_2 eq สามารถช่วยลดปริมาณขยะที่นำไปฝังกลบได้ถึงร้อยละ 30 และลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลงได้ถึงร้อยละ 51.47 เมื่อเทียบกับ การจัดการขยะด้วยวิธีการเทกองและร้อยละ 34.31 เมื่อเทียบกับการจัดการขยะด้วยวิธีการฝังกลบ [33]

บัญชา รัตนีทู (2555) ทำการศึกษาการปรับปรุงดินเสื่อมโทรมโดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากวัสดุเหลือใช้ต่างๆ เช่น จากทางการเกษตร, จากครัวเรือน และจากวัชพืช มาใช้ในการปรับปรุงดินเสื่อมคุณภาพ โดยปุ๋ยอินทรีย์จะส่งเสริมให้อนุภาคของดินจับตัวเป็นก้อน ทำให้ดินมีโครงสร้างที่ดีและร่วนมีอากาศถ่ายเทได้สะดวก ปุ๋ยอินทรีย์สามารถเพิ่มปริมาณธาตุอาหารพืชในดิน เพิ่มความสามารถในการดูดซับ ธาตุอาหารพืช เพิ่มความต้านทานการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดด่างของดิน และช่วยลดความเป็นพิษของธาตุ อาหารพืชบางชนิด ทางด้านชีวภาพของดิน ปุ๋ยอินทรีย์สามารถเพิ่มแหล่งธาตุอาหารของจุลินทรีย์ดิน ช่วยเพิ่ม ปริมาณของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์และลดจำนวนจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุโรคพืชได้ ดังนั้นปุ๋ยอินทรีย์จึงเป็นวัสดุอินทรีย์ที่สำคัญสามารถช่วยปรับปรุงสภาพดินเสื่อมโทรมให้มีคุณภาพดีเหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของพืช [34]

สัญญา เล่ห์สิงห์ และ อรประภา อนุกูลประเสริฐ (2559) ทำการศึกษาผลของชนิดและอัตราการให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิตของคะน้า โดยมีแผนการทดลองแบบ factorial in CRD โดยมีตัวแปรควบคุมที่ใช้เปรียบเทียบ 2 ส่วน คือ 1) ชนิดของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง คือ เปรียบเทียบปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตร 1 กรมพัฒนาที่ดิน และมูลไก่

หมักคุณภาพสูง 2) อัตราการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 3 ระดับ คือ 1, 2.5 และ 5 กรัมไนโตรเจนต่อดิน 5 กิโลกรัม และจากผลการทดลองพบว่าชนิดของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงทำให้ต้นคะน้ามีปริมาณน้ำหนักไม่แตกต่างกัน ขณะที่ผลดังกล่าวมีค่าแปรผันตามระดับไนโตรเจนที่ให้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งการให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงทั้ง 2 ชนิด ที่ระดับ 2.5 และ 5 กรัมไนโตรเจนทำให้ต้นคะน้ามีน้ำหนักต้น, จำนวนใบและพื้นที่ใบมากกว่าสิ่งทดลองควบคุมที่ให้ปุ๋ยเคมีร่วมกับมูลโคที่ระดับ 1 กรัมไนโตรเจน ซึ่งจากผลการทดลองการให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงทั้ง 2 ชนิด ที่ระดับตั้งแต่ 2.5 กรัมไนโตรเจน สามารถใช้ทดแทนการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับมูลโคที่ระดับ 1 กรัมไนโตรเจนได้ [35]

พักตร์เพ็ญ ภูมิพันธ์ และคณะ (2559) ศึกษาการเปรียบเทียบระหว่างการใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงต่อคุณภาพข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 10 ซ้ำ ประกอบด้วย 3 สิ่งทดลอง ได้แก่ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย 2) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 12.5 กิโลกรัมไนโตรเจน/ไร่ และ 3) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง อัตรา 12.5 กิโลกรัมไนโตรเจน/ไร่ ปลูกข้าวในกระถางจนกระทั่งถึงระยะเก็บเกี่ยว ผลการวิจัยพบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีมีผลทำให้การเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกมากกว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปริมาณผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกเพิ่มขึ้นเฉลี่ยประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อพิจารณาถึงคุณภาพผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือก ได้แก่ น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ดเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี และเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ ระหว่างการใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์พบว่าไม่มีความแตกต่าง ซึ่งจากการทดลอง สรุปว่าการใส่ปุ๋ยเคมีทำให้ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 มีการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกเพิ่มขึ้น แต่การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทำให้คุณภาพความหอมมากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี [36]

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนวิธีการดำเนินงานวิจัยของการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กล้วยตาก โดยจะกล่าวถึงรายละเอียดของการเก็บรวบรวมข้อมูล แหล่งที่มาของข้อมูล ขอบเขตของการศึกษา และการนำข้อมูลมาใช้งาน ซึ่งขอบเขตของการศึกษา คือ เครเดิล ทู เกรฟ (Cradle to grave) โดยศึกษาครอบคลุมตั้งแต่ขั้นตอนการเพาะปลูกกล้วยน้ำว้า การผลิตกล้วยตาก การขนส่ง การบริโภค และการกำจัดซากที่เกิดจากผลิตภัณฑ์กล้วยตากทั้งหมด [28]

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย (Procedure)

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยเป็นการดำเนินงานตามหลักการและทฤษฎีที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นในบทที่ 2 เพื่อทำการศึกษา วิเคราะห์ และหาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กล้วยตากที่ได้ทำการเลือกศึกษา โดยจะมีขั้นตอนในการดำเนินงานดังต่อไปนี้

3.1.1 ศึกษาการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล

เมื่อทำการศึกษาการเพาะปลูกกล้วยน้ำว้าแล้วจากนั้นทำการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการใช้พลังงานของผลิตภัณฑ์กล้วยตาก โดยเริ่มต้นทำการศึกษาจากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับพื้นที่ที่ทำการเพาะปลูกกล้วยน้ำว้า หรือแหล่งที่มาของกล้วยที่นำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์กล้วยตาก และทำการศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นและเป็นแนวทางในการคำนวณหาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์กล้วยตากที่ทำการเลือกศึกษาและทำการศึกษากรรมวิธีในขั้นตอนการผลิตกล้วยตากในโรงงานผลิต และข้อมูลการขนส่งผลิตภัณฑ์กล้วยตากไปยังจุดจำหน่าย

3.1.2 การเก็บข้อมูล

หลังจากทำการศึกษาการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทำให้ทราบถึงข้อมูลที่ต้องใช้ในการจัดเก็บบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม ซึ่งการเก็บข้อมูลทำได้โดยการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ

ผลิตภัณฑ์กล้วยตาก จากงานวิจัย วารสาร และจากการสัมภาษณ์จากเกษตรกรผู้ทำการเพาะปลูกกล้วยน้ำว้า รวมไปถึงสอบถามขั้นตอนการผลิตจากผู้ประกอบการโรงงานกล้วยตาก โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งรายละเอียดข้อมูลแสดงในบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม ดังตารางที่ 3.1, 3.2 และ 3.3 การเพาะปลูกกล้วยน้ำว้า, การผลิตกล้วยตาก และการขนส่ง ตามลำดับ

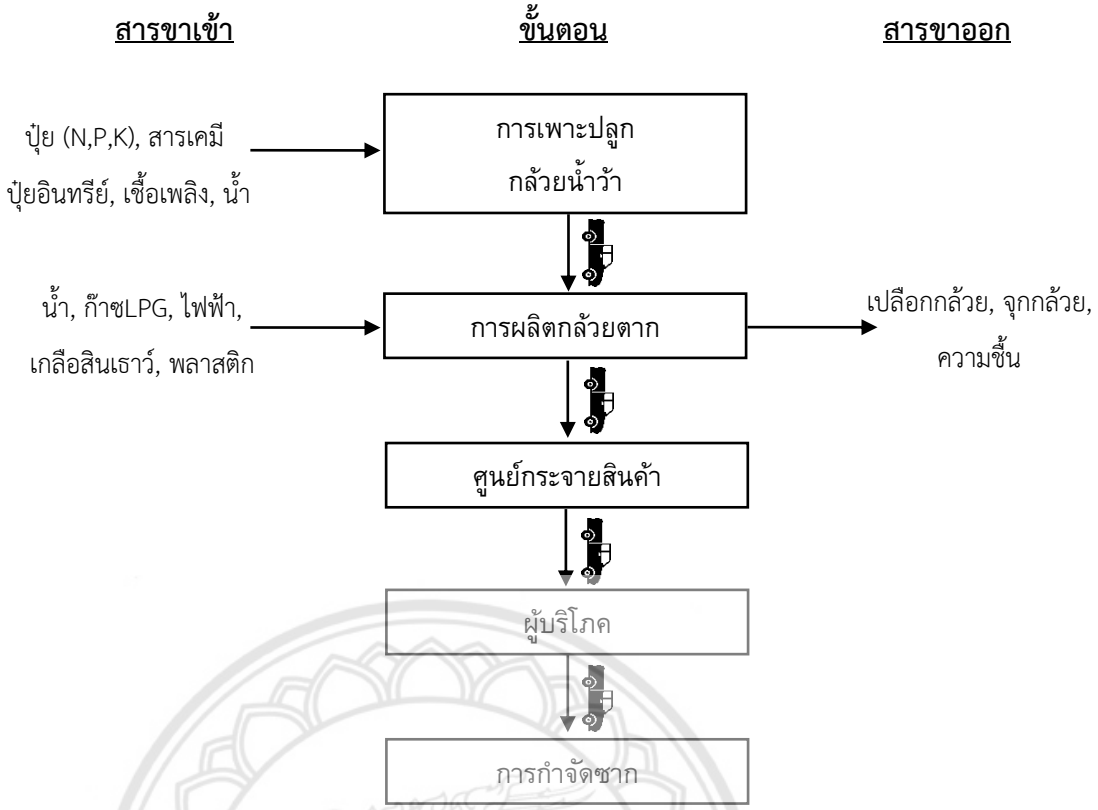
3.2 วิธีการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กล้วยตาก (Life Cycle Assessment: LCA)

3.2.1 การกำหนดเป้าหมาย และขอบเขตของการศึกษา (Goal and Scope)

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กล้วยตาก 1 กิโลกรัม โดยมีขอบเขตการประเมินแบบ เครดิล ทู เกรฟ (Cradle to grave) ซึ่งเริ่มต้นทำการศึกษาตั้งแต่ขั้นตอนการเพาะปลูกกล้วยซึ่งเป็นวัตถุดิบหลัก การขนส่งกล้วยจากไร่ไปยังโรงงาน ขั้นตอนการผลิตกล้วยตาก การขนส่งผลิตภัณฑ์กล้วยตากไปยังจุดจำหน่าย การบริโภคกล้วยตาก ตลอดจนการขนส่งเศษซากที่เหลือจากขั้นตอนการผลิตไปยังยังจุดกำจัด โดยทำการเก็บข้อมูลปริมาณสารขาเข้าและสารขาออกของขั้นตอนการผลิตกล้วยตาก ณ โรงงานผลิตกล้วยตากป้าม่วย อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก (สินค้า OTOP ของจังหวัดพิษณุโลก) [17]

3.2.2 ขอบเขตของระบบ (System Boundary)

ขอบเขตของระบบเริ่มต้นตั้งแต่การเพาะปลูกกล้วยน้ำว้า การขนส่ง ขั้นตอนการผลิตกล้วยตาก การบริโภค ตลอดจนการกำจัดซาก [17] ดังแสดงดังรูปที่ 3.1 อย่างไรก็ตาม แรงงานจากมนุษย์ที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน กิจกรรมการใช้ไฟฟ้าที่ไม่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการผลิต (เช่น หลอดไฟที่เปิดในโรงงานขณะทำงาน), น้ำที่ใช้สำหรับล้างภาชนะอุปกรณ์ต่างๆ และการขนส่งหน่อกล้วยมายังไร่กล้วย จะไม่นำมาคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลของผลิตภัณฑ์กล้วยตาก



รูปที่ 3.1 ขอบเขตการศึกษาวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กล้วยตาก

3.2.3 หน่วยการทำงาน (Functional Unit : FU)

การกำหนดหน่วยการทำงานนี้จะใช้เป็นเกณฑ์พื้นฐานในการเก็บข้อมูลของปริมาณสารขาเข้าและสารขาออกในแต่ละขั้นตอน หรือเป็นพื้นฐานของหน่วยการวัดที่ทำการเก็บข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์ครั้งนี้ โดยหน่วยการทำงานที่ใช้ในการศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และการใช้พลังงานตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กล้วยตาก คือ 1 กิโลกรัมกล้วยตาก

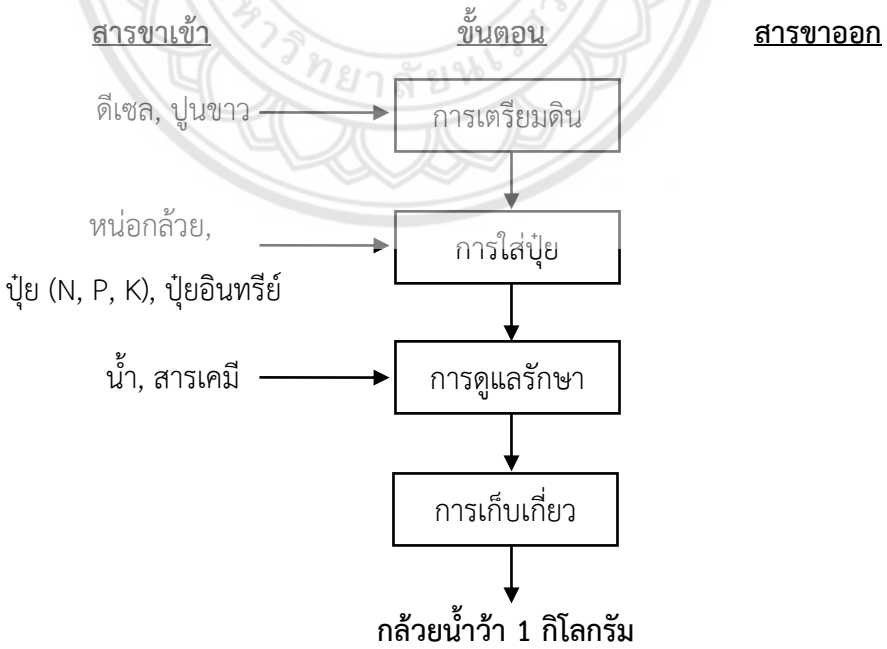
3.2.4 บัญชีรายการสิ่งแวดล้อม (Life Cycle Inventory : LCI)

บัญชีรายการสิ่งแวดล้อมเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณสารขาเข้าและสารขาออกตลอดวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์กล้วยตาก ซึ่งข้อมูลได้จากการสอบถามจากเกษตรกร ผู้ประกอบการโรงงานกล้วยตาก ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆ โดยจะทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่ การเพาะปลูกกล้วยน้ำว้า การขนส่งกล้วยจากไร่ไปยังโรงงานผลิตกล้วยตาก ขั้นตอนการผลิตกล้วยตาก การขนส่งผลิตภัณฑ์กล้วยตากไปส่งยังจุดจำหน่ายต่างๆ การบริโภคกล้วยตาก จนกระทั่งถึงขั้นตอนการกำจัดซาก โดยในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด ดังนี้

3.2.4.1 การเพาะปลูกกล้วยน้ำว้า

การเพาะปลูกกล้วยน้ำว้าให้ได้ผลดีโดยทั่วไปจะทำการปลูกในช่วงต้นฤดูฝน ซึ่งเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม เพราะดินจะมีความชุ่มชื้นเหมาะสำหรับการเจริญเติบโตได้ดี โดยมีระยะเวลา 10 – 12 เดือน เพื่อจะได้ผลผลิตกล้วยน้ำว้าออกมา

การเพาะปลูกกล้วยจะเริ่มจากขั้นตอนการเตรียมดินโดยใช้รถไถในการพรวนดิน หลังจากนั้นใช้จอบหรือเสียมขุดหลุมปลูกให้ได้ขนาด $50 \times 50 \times 50$ เซนติเมตร และมีระยะห่าง 3×3 เมตร เพื่อให้ได้ผลผลิตดีใน 1 ไร่ จะสามารถปลูกกล้วยได้ 200 ต้น โดยใน 1 ต้นจะให้กล้วยเฉลี่ย 10 หวีต่อเครือ และมีน้ำหนักเฉลี่ย 30 กิโลกรัมต่อเครือ หรือ 6,000 กิโลกรัมต่อไร่ การให้ปุ๋ยในเดือนแรกจะใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ประมาณ 0.3–0.35 กิโลกรัมต่อต้น และในเดือนที่สองและสามจะใช้ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก ประมาณ 1-1.5 กิโลกรัมต่อต้น และให้ปุ๋ยอีกทีในเดือนที่สี่และห้าและครั้งสุดท้ายเมื่อกล้วยแทงปลีออกมา และในส่วนของการกำจัดศัตรูพืชโดยส่วนใหญ่จะใช้สารเคมีคาร์เบนดาซิม เพื่อป้องกันกำจัดเชื้อรา [29] โดยขั้นตอนการเพาะปลูกและบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมสำหรับการเพาะปลูกกล้วยน้ำว้า แสดงดังรูปที่ 3.2 และตารางที่ 3.1 ตามลำดับ ซึ่งทำการเก็บข้อมูลจากเกษตรกรผู้เพาะปลูกกล้วยน้ำว้าที่ปลูกส่งให้โรงงานผลิตกล้วยตาก และสอบถามจากเกษตรกรผู้เพาะปลูกกล้วยอย่างน้อย 5 ราย



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการเพาะปลูกกล้วยน้ำว้า 1 กิโลกรัม

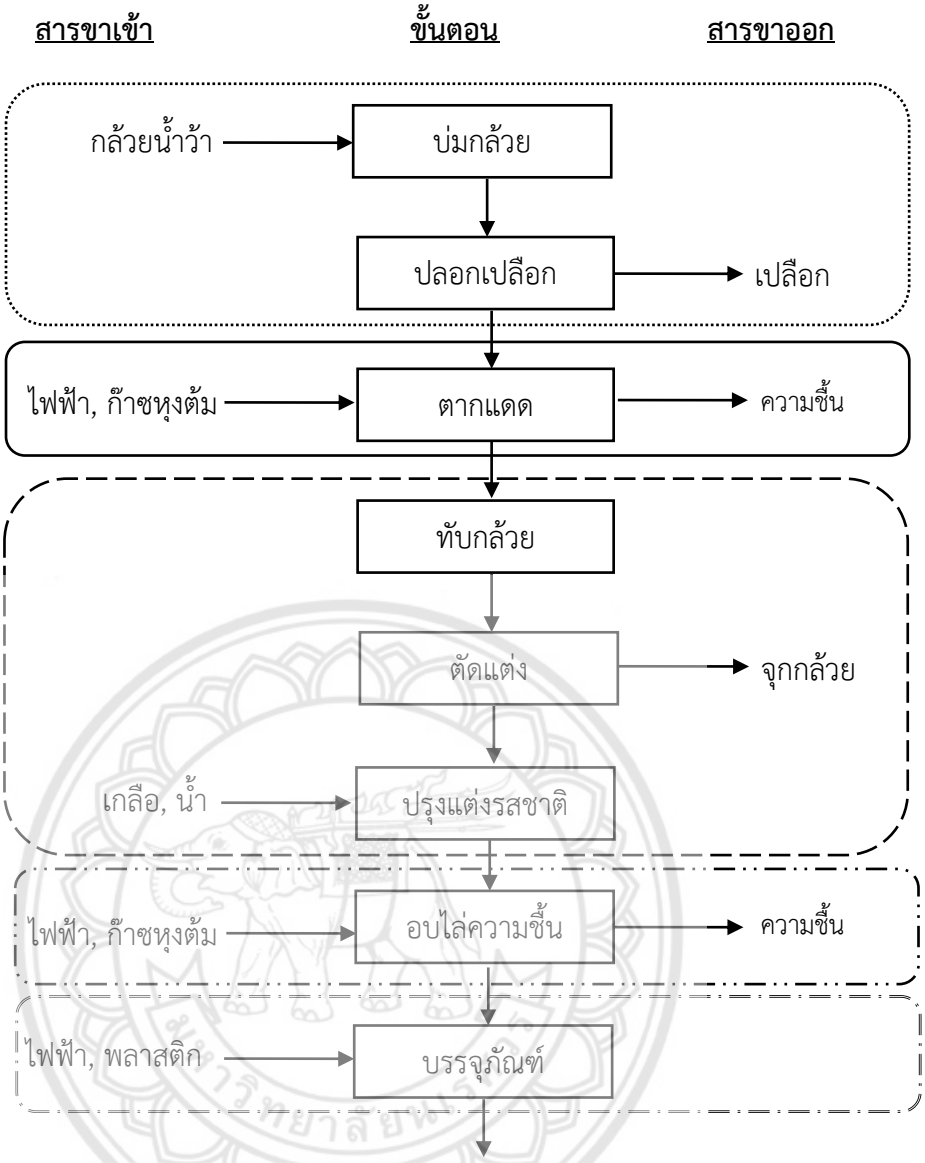
ตารางที่ 3.1 บัญชีรายการสิ่งแวดล้อมสำหรับการเพาะปลูกกล้วยน้ำว้า (ต่อ 1 กิโลกรัมกล้วยน้ำว้า)

บัญชีรายการ	ปริมาณ
สารขาเข้า	
- ปุ๋ยอินทรีย์ (kg)	0.239
- ปุ๋ยเคมี	
ไนโตรเจน (N) (kg)	0.010
ฟอสฟอรัส (P_2O_5) (kg)	0.010
โพแทสเซียม (K_2O) (kg)	0.010
- สารเคมีกำจัดเชื้อรา (kg)	0.003
- น้ำมันดีเซลสำหรับรถไถ (L)	0.012
- น้ำ (L)	30.780
- ไฟฟ้า (ปั๊มน้ำ) (kWh)	6.410
สารขาออก	
- กล้วยน้ำว้า (kg)	1.000

3.2.4.2 ขั้นตอนการผลิตกล้วยตาก

โดยขั้นตอนการผลิตจะเริ่มตั้งแต่การบ่มกล้วย, การปลอกเปลือกกล้วย, การตากกล้วย, การทับกล้วย, การตกแต่งกล้วยตาก, การปรุงรส, การอบเพื่อไร่ความชื้น, และการบรรจุภัณฑ์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ส่วนหลักๆ คือ 1) หลังจากทำการเก็บเกี่ยว กล้วยน้ำว้าจะถูกขนส่งไปยังโรงงานผลิตกล้วยตาก จากนั้นทำการบ่มเพื่อให้กล้วยสุกในระดับที่ต้องการ โดยใช้ระยะเวลาในการบ่มประมาณ 4 วัน (โดยทำการห่อด้วยพลาสติกด้วยวิธีธรรมชาติ) จากนั้นทำการปลอกเปลือกกล้วยโดยใช้แรงงานคน 2) นำกล้วยที่ได้ไปเรียงเข้าโรงตากแบบพาราโบลาโดม (ดังแสดงในรูปที่ 3.4) โดยจะใช้ระยะเวลาในการตาก 3 วัน ซึ่งสามารถตากกล้วยได้ 1.8 ตันต่อรอบ อุณหภูมิที่ใช้ในการตากอยู่ในช่วง 43 - 45 องศาเซลเซียส โดยใช้พัดลมเป็นตัวช่วยในการควบคุมอุณหภูมิทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ เมื่อตากครบ 3 วันแล้ว 3) นำกล้วยที่ได้มาทำการทับด้วยมือโดยใช้แรงงานคน เมื่อเสร็จขั้นตอนการตากกล้วย จะนำกล้วยตากที่ได้ไปคัดเกรด ตัดจุกกล้วยเพื่อความสวยงามน่ารับประทานโดยใช้แรงงานคน และนำกล้วยตากที่ได้ไปยังขั้นตอนการปรุงแต่งรสชาติด้วยการชุบน้ำเกลือ โดยจะใช้กล้วยตาก 1,345 กิโลกรัมต่อเกลือ 19.032 กิโลกรัม และน้ำ 3.167 ลิตร 4) หลังจากนั้นจะนำไปเข้าตู้อบกล้วยตากเพื่อไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส โดยใช้พลังงานจากไฟฟ้าและก๊าซหุงต้ม เพื่อยืดอายุของผลิตภัณฑ์กล้วยตากให้เก็บได้นานยิ่งขึ้น ซึ่งจะใช้ระยะเวลา 30 นาที สามารถอบกล้วยตาก 200 กิโลกรัม และมีน้ำหนักหลังอบอยู่ที่ 180 กิโลกรัม และหลังจากที่อบกล้วยตากเพื่อไล่ความชื้นเสร็จเรียบร้อยแล้ว และ 5) จะนำกล้วยตากที่ได้ไปบรรจุลงในกล่องพลาสติกพอลิโพพิลีน โดยทำการ

บรรจุกล้วยตาก 300 กรัมต่อกล่อง อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ทำการเก็บข้อมูลปริมาณสารขาเข้า และสารขาออกทั้งหมดของขั้นตอนการผลิตกล้วยตากในแต่ละช่วงฤดูซึ่งมีผลต่อปริมาณการใช้แก๊สในขั้นตอนการผลิตที่แตกต่างกันออกไป ส่งผลให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีปริมาณที่แตกต่างกัน ดังนั้นงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาการผลิตกล้วยตากในช่วงฤดูหนาว (พฤศจิกายน - มีนาคม) ขั้นตอนการผลิตกล้วยตากจะแสดงรายละเอียดในรูปที่ 3.3 และการเก็บรวบรวมข้อมูลได้มาจากการสัมภาษณ์จากผู้ประกอบการโรงงานกล้วยตาก แสดงดังตารางที่ 3.2



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการผลิตกล้วยตาก 1กิโลกรัม

..... ขั้นตอนเตรียมกล้วยน้ำว้า —— ขั้นตอนการตากกล้วย

- - - - ขั้นตอนคัดเกรดและปรุงแต่ง ·· – ·· ขั้นตอนอบไล่ความชื้น

- · - ขั้นตอนบรรจุกล้วยตาก

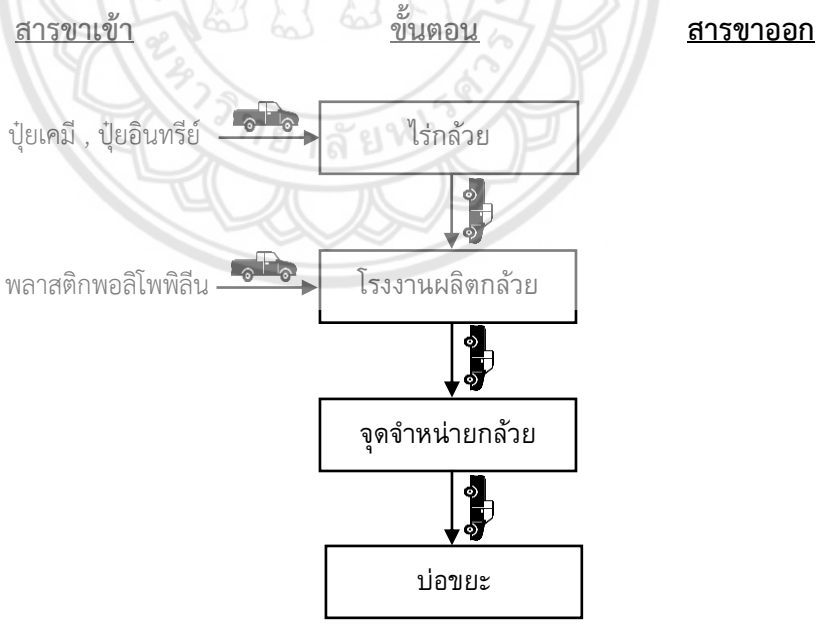
ตารางที่ 3.2 บัญชีรายการสิ่งแวดล้อมสำหรับขั้นตอนการผลิตกล้วยตาก (ต่อ 1 กิโลกรัมกล้วยตาก)

บัญชีรายการ	ปริมาณ
สารขาเข้า	
- กล้วยน้ำว้า (รวมเปลือกกล้วย) (kg)	2.330
- ไฟฟ้า (kWh)	0.139
- ก๊าซหุงต้ม (L)	0.118
- พลาสติก (kg)	0.033
- น้ำ (L)	0.003
- เกลือสินเธาว์ (kg)	0.012
- กล่องพลาสติก (kg)	0.033
สารขาออก	
- กล้วยตากบรรจุกล่อง (kg)	1.000
- จุกกล้วย (kg)	0.004
- ความชื้น (kg)	0.483
- เปลือกกล้วย (kg)	0.843

รูปที่ 3.4 โรงตากแบบพาราโบลาโดม
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

3.2.4.3 ขั้นตอนการขนส่ง

ได้ทำการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับประเภทของยานพาหนะและระยะทางในการขนส่งในแต่และขั้นตอนของการขนส่งซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนหลักๆ คือ 1) การขนส่งวัตถุดิบ โดยแบ่ง 1.1) การขนส่งปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์สำหรับการเพาะปลูกกล้วยจากจุดจำหน่ายมายังไร่กล้วย โดยใช้รถกระบะ 4 ล้อ และ 1.2) การขนส่งกล่องบรรจุภัณฑ์พลาสติกจากกรุงเทพมหานคร มายังโรงงานผลิตกล้วยตากป้าม่วย อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลกโดยรถกระบะขนส่ง 4 ล้อ และ 2) การขนส่งผลิตภัณฑ์จากแต่ละขั้นตอน โดยแบ่งเป็น 2.1) การขนส่งกล้วยน้ำว้าจากบริเวณไร่ใกล้เคียงไปยังโรงงานผลิตกล้วยตาก โดยใช้รถกระบะ 4 ล้อ 2.2) การขนส่งผลิตภัณฑ์กล้วยตากจากโรงงานไปยังจุดจำหน่ายต่างๆ ซึ่งงานวิจัยนี้มีสมมุติฐานว่าการขนส่งกระจายสินค้าไปยังจุดจำหน่ายในแต่ละอำเภอของจังหวัดพิษณุโลก โดยใช้รถกระบะ 4 ล้อ ซึ่งใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงโดยคิดทั้งขาไปและขากลับ และ 2.3) การขนส่งซากบรรจุภัณฑ์ไปยังบ่อขยะ โดยมีสมมุติฐานให้ส่งไปกำจัดโดยการฝังกลบยังบ่อขยะในแต่ละอำเภอของจังหวัดพิษณุโลก รายละเอียดแสดงดังรูปที่ 3.5 และการเก็บรวบรวมข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่ได้มาจากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการโรงงานผลิตกล้วยตาก แสดงดังตารางที่ 3.3 ตามลำดับ



รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการขนส่งผลิตภัณฑ์กล้วยตาก

ตารางที่ 3.3 บัญชีรายการสิ่งแวดล้อมสำหรับการขนส่ง (ต่อ 1 กิโลกรัมกล้วยตาก)

ขั้นตอนการขนส่ง	ชนิดพาหนะ	ปริมาณ (kg)	ระยะทาง (km)
1. ขนส่งกล้วยน้ำว้าจากไร่ไปโรงงานผลิตกล้วยตาก			
- ตำบลพันเสา (พิษณุโลก 1)	รถกระบะ 4 ล้อ	0.333	14.6
- ตำบลปลักแรด (พิษณุโลก 2)	รถกระบะ 4 ล้อ	0.333	4.3
- ตำบลบางระกำ (พิษณุโลก 3)	รถกระบะ 4 ล้อ	0.333	6.7
- อำเภอนครไทย (พิษณุโลก 4)	รถกระบะ 4 ล้อ	0.333	136
- จังหวัดกำแพงเพชร (กำแพงเพชร 1)	รถกระบะ 4 ล้อ	0.333	83.4
- ตำบลห้วยรั้ว อำเภอเก้าเลี้ยว (นครสวรรค์ 1)	รถกระบะ 4 ล้อ	0.333	97.4
- อำเภอชุมแสง (นครสวรรค์ 2)	รถกระบะ 4 ล้อ	0.333	124
2. ขนส่งกล้วยตากจากโรงงานไปยังจุดจำหน่าย			
2.1 อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก (35%)	รถกระบะ 4 ล้อ	0.350	25
2.2 หน้าโรงงานกล้วยตากป้าม่วย (30%)	-	0.300	0
2.3 อำเภออื่นๆในจังหวัดพิษณุโลก (35%)			
- อำเภอพรหมพิราม	รถกระบะ 4 ล้อ	0.050	63
- อำเภอวังทอง	รถกระบะ 4 ล้อ	0.050	44
- อำเภอนครไทย	รถกระบะ 4 ล้อ	0.050	132
- อำเภอบางกระทุ่ม	รถกระบะ 4 ล้อ	0.050	45
- อำเภอเนินมะปราง	รถกระบะ 4 ล้อ	0.050	91
- อำเภอวัดโบสถ์	รถกระบะ 4 ล้อ	0.050	99
- อำเภอชาติตระการ	รถกระบะ 4 ล้อ	0.050	142

ตารางที่ 3.3 บัญชีรายการสิ่งแวดล้อมสำหรับการขนส่ง (ต่อ 1 กิโลกรัมกล้วยตาก) (ต่อ)

บัญชีรายการ	ชนิดพาหนะ	ปริมาณ (kg)	ระยะทาง (km)
3. ขนส่งซากบรรจุภัณฑ์ไปยังบ่อขยะ			
3.1 จังหวัดพิษณุโลก			
- อำเภอเมืองพิษณุโลก	รถขยะ 10 ล้อ	0.012	18
- อำเภอพรหมพิราม	รถขยะ 10 ล้อ	0.002	11
- อำเภอวังทอง	รถขยะ 10 ล้อ	0.002	0.5
- อำเภอนครไทย	รถขยะ 10 ล้อ	0.002	18
- อำเภอบางกระทุ่ม	รถขยะ 10 ล้อ	0.002	8
- อำเภอเนินมะปราง	รถขยะ 10 ล้อ	0.002	53
- อำเภอวัดโบสถ์	รถขยะ 10 ล้อ	0.002	47
- อำเภอชาติตระการ	รถขยะ 10 ล้อ	0.002	14
- อำเภอบางระกำ	รถขยะ 10 ล้อ	0.010	9

3.2.4.4 การใช้งาน (บริโภค)

เนื่องจากกล้วยตากเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่สามารถบริโภคได้เลย โดยไม่ต้องผ่านกรรมวิธีในการปรุงสุก หรือการใช้พลังงานใดๆ ดังนั้นขั้นตอนการบริโภคจึงไม่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล

3.2.4.5 การกำจัดซาก

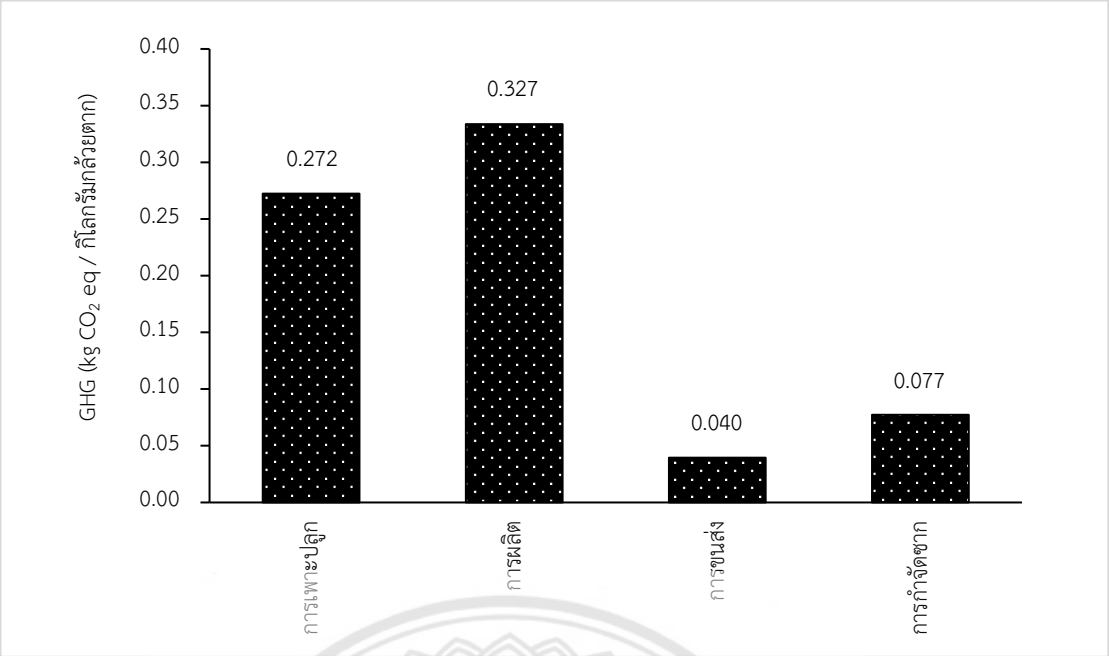
ของเสียจากขั้นตอนการผลิตและผลิตภัณฑ์กล้วยตาก ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ 1) เปลือกกล้วยที่ถูกตัดทิ้งในขั้นตอนแรกก่อนนำเข้าโรงเรือนจะถูกนำไปทำเป็นปุ๋ยต่อไป และ 2) พลาสติกพอลิโพพิลีนที่เหลือจากการบริโภค (กล่องบรรจุภัณฑ์) จะถูกส่งไปกำจัดด้วยวิธีฝังกลบยังบ่อขยะในแต่ละอำเภอของจังหวัดพิษณุโลก โดยรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 3.3 บัญชีรายการสิ่งแวดล้อมสำหรับการขนส่ง อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้จะไม่นำเปลือกกล้วยมาคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เนื่องจากเป็นเศษซากที่นำไปใช้ประโยชน์ต่อได้ ดังนั้น การกำจัดซากจะคิดเฉพาะกล่องพลาสติกพอลิโพพิลีนโดยใช้วิธีการฝังกลบเท่านั้น

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

ผลจากการศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลในงานวิจัยนี้บอกถึงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยมีขอบเขตการคำนวณปริมาณสารขาเข้าและสารขาออกตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กล้วยตาก เริ่มตั้งแต่การเพาะปลูกกล้วยน้ำว้า การผลิตกล้วยตาก การขนส่ง การใช้งาน ตลอดจนการกำจัดซาก

4.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิของผลิตภัณฑ์กล้วยตาก

จากการศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กล้วยตากพบว่าผลิตภัณฑ์กล้วยตาก 1 กิโลกรัม มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 0.716 kg CO_2 eq โดยแต่ละขั้นตอนมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ : การผลิต (0.327 kg CO_2 eq, ร้อยละ 46) > การเพาะปลูก (0.272 kg CO_2 eq, ร้อยละ 38) > การกำจัดซาก (0.077 kg CO_2 eq, ร้อยละ 11) > การขนส่ง (0.040 kg CO_2 eq, ร้อยละ 6) แสดงดังรูปที่ 4.1 ขั้นตอนการผลิตกล้วยตาก กล้วยตากมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิมากเป็นอับดับหนึ่ง เนื่องจากมีการใช้แก๊สหุงต้มเพื่อให้ความร้อนแก่กล้วยตากในโรงเรือน เพราะเป็นข้อมูลปริมาณสารขาเข้าและขาออกของขั้นตอนการผลิตกล้วยตากทั้งหมดในช่วงฤดูหนาว (พฤศจิกายน-มีนาคม) ซึ่งเป็นช่วงที่ไม่มีแดด จึงส่งผลให้ขั้นตอนการผลิตกล้วยมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมาก นอกจากนี้ขั้นตอนการเพาะปลูกเนื่องจากการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากเป็นอันดับสอง รายละเอียดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละขั้นตอนจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป



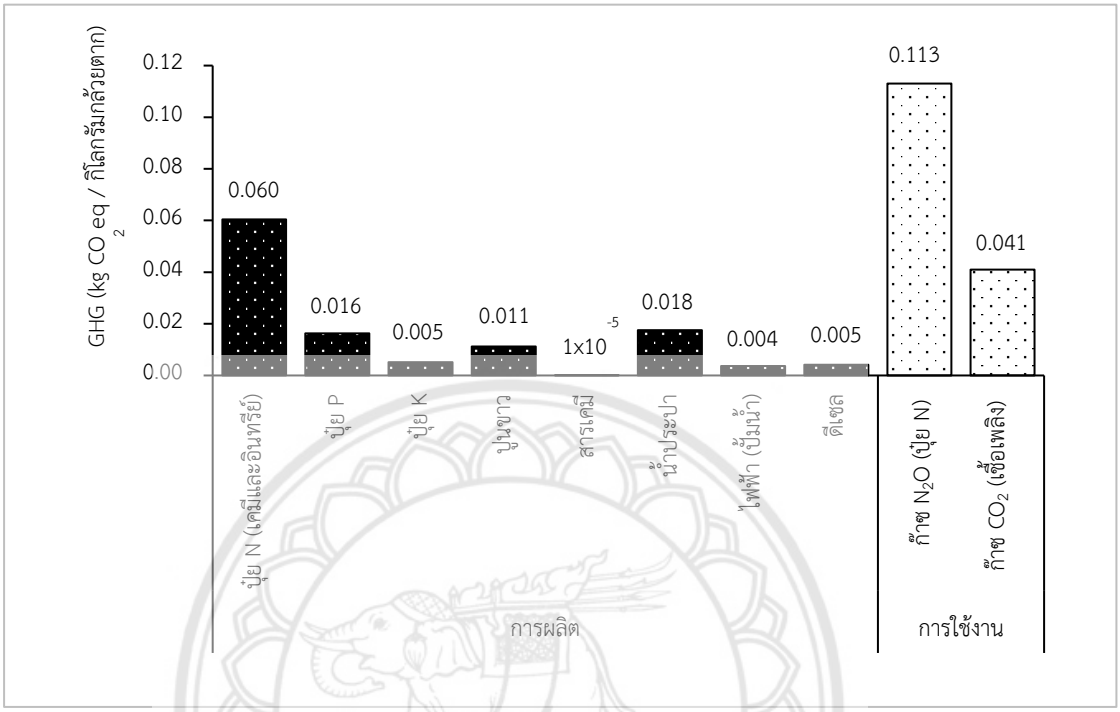
รูปที่ 4.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิในขั้นตอนต่างๆ จากผลิตภัณฑ์กล้วยตาก 1 กิโลกรัม

4.1.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของขั้นตอนการเพาะปลูก

ในขั้นตอนการเพาะปลูกมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรองลงมาจากการขั้นตอนการผลิตกล้วยตาก ซึ่งมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 0.272 kg CO_2 eq แสดงดังรูปที่ 4.2 การใช้ปุ๋ยปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดในขั้นตอนการเพาะปลูกเท่ากับร้อยละ 38 โดยที่ปุ๋ยเคมีมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 0.072 kg CO_2 eq และปุ๋ยอินทรีย์มีการปล่อยก๊าซเท่ากับ 0.041 kg CO_2 eq รองลงมาเป็นก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงดีเซล เนื่องจากมีการใช้เชื้อเพลิงดีเซลในปริมาณมากในการใช้รถไถเพื่อปรับสภาพดินก่อนการเพาะปลูกและการใช้เครื่องยนต์ดีเซลในการปั้มน้ำเข้าแปลงเพาะปลูก ซึ่งมีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอยู่ที่ 0.041 kg CO_2 eq หรือร้อยละ 15.05

อย่างไรก็ตามผลของการเพาะปลูกกล้วยน้ำว้าในงานวิจัยนี้ มีค่า 0.318 kg CO_2 eq/kg กล้วยน้ำว้า ซึ่งการเพาะปลูกกล้วยไข่และกล้วยหอมที่มีลักษณะการเพาะปลูกเหมือนกันในฐานข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (อบก.) มีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 0.434 - 0.450 kg CO_2 eq เนื่องจากในฐานข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของ อบก. นั้นคำนวณค่าการปล่อยก๊าซเรือนจกตั้งแต่การเตรียมดิน การปลูก การรักษา การเก็บเกี่ยว และการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งในงานวิจัยนี้ไม่มีการนำการจัดการหลังเก็บเกี่ยว ซึ่งการจัดการหลังเก็บเกี่ยวอาจจะเป็นการนำผลผลิตสู่โรงงาน การคัดแยกผลผลิต การเช็คสีเนื้อและชำแหละหวี การตัด

แต่งหวีกล้วย การทำความสะอาด [31] จึงอาจส่งผลให้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ศึกษามีค่าน้อยกว่า 0.124 kg CO_2 eq หรือคิดเป็นร้อยละ 3 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกล้วยไข่และกล้วยหอมในฐานข้อมูล อบก.



รูปที่ 4.2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของขั้นตอนการเพาะปลูกกล้วยน้ำว้า

4.1.2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของขั้นตอนการผลิตกล้วยตาก

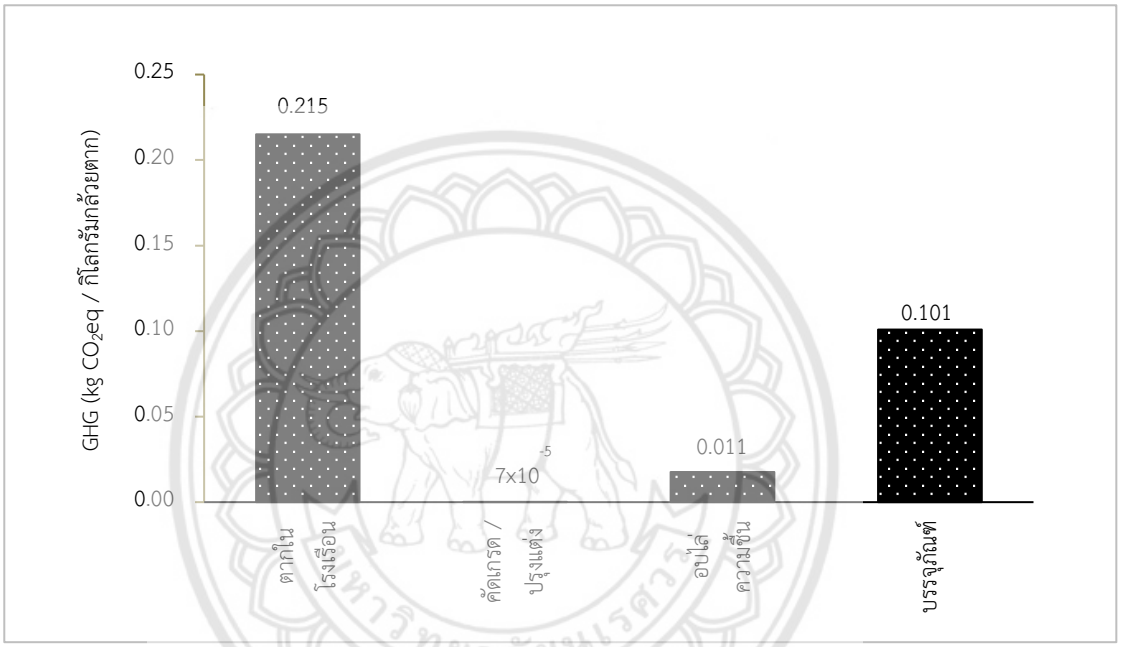
ในการศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กล้วยตากพบว่าผลิตภัณฑ์กล้วยตาก 1 กิโลกรัม ในขั้นตอนการผลิตกล้วยตากมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดเมื่อเทียบกับขั้นตอนอื่นๆ ซึ่งมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 0.327 kg CO_2 eq คิดเป็นร้อยละ 46 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์กล้วยตากทั้งหมด แสดงดังรูปที่ 4.3

จากขั้นตอนการผลิตพบว่าขั้นตอนการตากในโรงเรือนมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดคือ 0.215 kg CO_2 eq เนื่องจากในการตากกล้วยนั้นมีการใช้ระยะเวลา 3 วัน เมื่อไม่มีแดดจึงมีการใช้แก๊สหุงต้มเพื่อเพิ่มอุณหภูมิให้แก่กล้วยเพื่อไล่ความชื้นออก นอกจากนี้ยังมีการใช้พัดลมเพื่อหมุนเวียนอากาศภายในโรงเรือนและพัดลมเพื่อถ่ายเทอากาศตลอดระยะเวลาในการตากอีกด้วย

ขั้นตอนที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกรองลงมาเป็นขั้นตอนบรรจุภัณฑ์ โดยผู้ประกอบการใช้พลาสติกพอลิโพพิลีนในการบรรจุกล้วย ซึ่ง 1 กล่อง บรรจุกล้วยได้เพียง 300 กรัม เมื่อเทียบเป็นต่อ 1

กิโลกรัมกล้วยตาก จึงมีการใช้พลาสติกจำนวนมากเท่ากับ 0.033 kg/กิโลกรัมกล้วยตาก นอกจากนี้ยังมีการใช้ไฟฟ้าของเครื่องซีลแบบเท้าเหยียบเพื่อปิดกล่องบรรจุภัณฑ์

ในขั้นตอนอบไล่ความชื้นมีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 0.011 kg CO_2 eq คิดเป็นร้อยละ 3 เนื่องจากมีการใช้ไฟฟ้าของพัดลมหมุนเวียนอากาศภายในตู้อบขนาด 248 kW จำนวน 2 ตัว และมีการใช้แก๊สหุงต้มร่วมด้วยเพื่อให้ความร้อนตู้แก่อบเพื่อไล่ความชื้นภายในกล้วยตาก ขั้นตอนการคัดเกรดและปรุงแต่งมีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยที่สุด เนื่องจากขั้นตอนนี้มีเพียงการใช้น้ำและเกลือเพื่อใช้ในการปรุงแต่งรสชาติของกล้วยตากเท่านั้น



รูปที่ 4.3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของขั้นตอนการผลิตกล้วยตาก

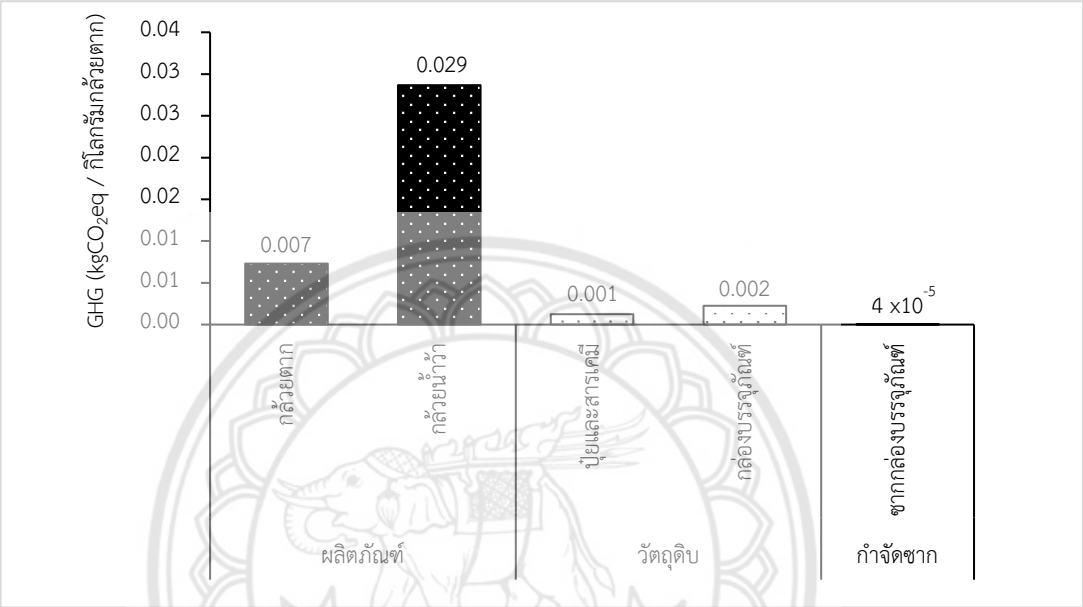
4.1.3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของขั้นตอนการขนส่ง

ขั้นตอนการขนส่งมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยที่สุด โดยมีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 0.040 kg CO_2 eq หรือร้อยละ 6 ในขั้นตอนการขนส่งจะสามารถแบ่งการขนส่งได้ทั้งหมด 3 ประเภทคือ การขนส่งผลิตภัณฑ์ การขนส่งวัตถุดิบ และการขนส่งซากบรรจุภัณฑ์ แสดงดังรูปที่ 4.4

การขนส่งกล้วยน้ำว้าจากไร่ไปยังโรงงานมีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 73 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขั้นตอนการขนส่งทั้งหมด เนื่องจากทางโรงงานกล้วยตากป้าม่วยมีการรับกล้วยน้ำว้าจากเกษตรกรทั้งในจังหวัดพิษณุโลกและในจังหวัดใกล้เคียง

(กำแพงเพชรและนครสวรรค์) ทำให้มีการขนส่งในระยะไกลซึ่งต้องใช้เชื้อเพลิงดีเซลจำนวนมาก ส่งผลให้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากตามไปด้วย

ขั้นตอนการขนส่งกล้วยตากจากโรงงานไปยังจุดจำหน่าย เป็นขั้นตอนที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดรองลงมาคิดเป็นร้อยละ 18 ของภาคการขนส่งทั้งหมด เนื่องจากมีการขนส่งผลิตภัณฑ์กล้วยตากไปยังจุดจำหน่ายหลายแห่งในจังหวัดพิษณุโลก



รูปที่ 4.4 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของขั้นตอนการขนส่ง

4.1.4 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของขั้นตอนการบริโภค

ขั้นตอนการใช้งานมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็น 0 เนื่องจากในการบริโภคกล้วยตากนั้นไม่ต้องผ่านกรรมวิธีใดๆก่อนการบริโภค สามารถบริโภคได้เลย จึงไม่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขั้นตอนนี้

4.1.5 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของขั้นตอนการกำจัดซาก

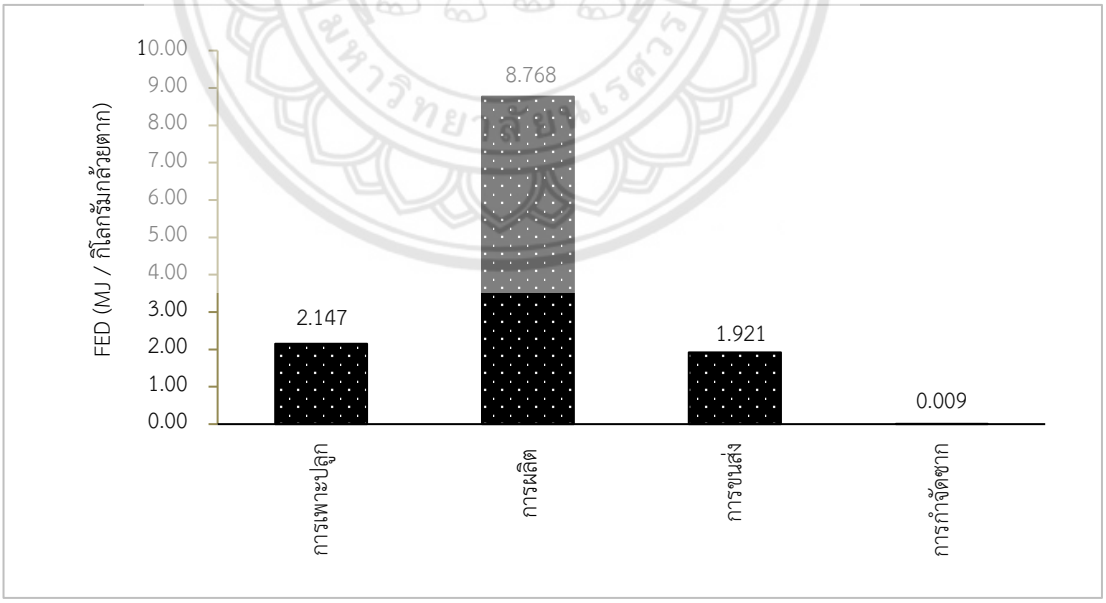
ขั้นตอนการกำจัดซากซึ่งเป็นขั้นตอนที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 0.077 kg CO_2 eq หรือ ร้อยละ 11 เนื่องจากในขั้นตอนการกำจัดซากเป็นการกำจัดพลาสติกพอลิโพพิลีนด้วยวิธีการฝังกลบ ซึ่งจะส่งผลให้เกิดแก๊สจากขยะ หรือเป็นขั้นตอนการที่เรียกว่าการย่อยสลายทางเคมีและชีวภาพ แก๊สที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับส่วนผสมทางเคมีของขยะ อุณหภูมิภายในบ่อ และปฏิกิริยาการหมัก จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ในขั้นตอนการกำจัดซากนั้นมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

4.2 ความต้องการใช้พลังงานสุทธิจากเชื้อเพลิงฟอสซิลของผลิตภัณฑ์กล้วยตาก

ในการศึกษาความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลนั้น จะใช้การประเมินค่าจากพลังงานงานเชื้อเพลิงฟอสซิล เนื่องจากประเทศไทยยังไม่มีการเก็บข้อมูลค่าการใช้พลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิลของผลิตภัณฑ์ต่างๆ จึงนำค่าที่ได้จากโปรแกรม Simapro (โปรแกรมประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม) ใช้ในการคำนวณความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลของผลิตภัณฑ์กล้วยตาก 1 kg

จากการศึกษาความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลของผลิตภัณฑ์กล้วยตาก พบว่าผลิตภัณฑ์กล้วยตาก 1 กิโลกรัม มีความต้องการพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล 12.845 MJ/กิโลกรัมกล้วยตาก โดยแต่ละขั้นตอนมีความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลจากมากไปน้อยดังนี้ : ขั้นตอนการผลิต (8.768 MJ, ร้อยละ 68) > การเพาะปลูก (2.147 MJ, ร้อยละ 17) > การขนส่ง (1.921 MJ, ร้อยละ 15) > การกำจัดซาก (0.009 MJ, ร้อยละ 0.07) ดังแสดงดังรูปที่ 4.5

จากงานวิจัยพบว่า ในขั้นตอนการผลิตกล้วยตากมีความต้องการพลังงานฟอสซิสมากที่สุด เนื่องจากในงานวิจัยนี้ ทำการศึกษาขั้นตอนการผลิตในช่วงฤดูหนาว (พฤศจิกายน-มีนาคม) จึงมีการใช้แก๊สหุงต้มเพื่อให้ได้อุณหภูมิที่ต้องการในปริมาณมาก การใช้ไฟฟ้าของพัดลมหมุนเวียนอากาศภายในโรงเรือน พัดลมถ่ายเทอากาศอีก โดยการผลิตแก๊สหุงต้มและไฟฟ้านั้น และจะแสดงรายละเอียดความต้องการพลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิสในแต่ละขั้นตอนในหัวข้อถัดไป



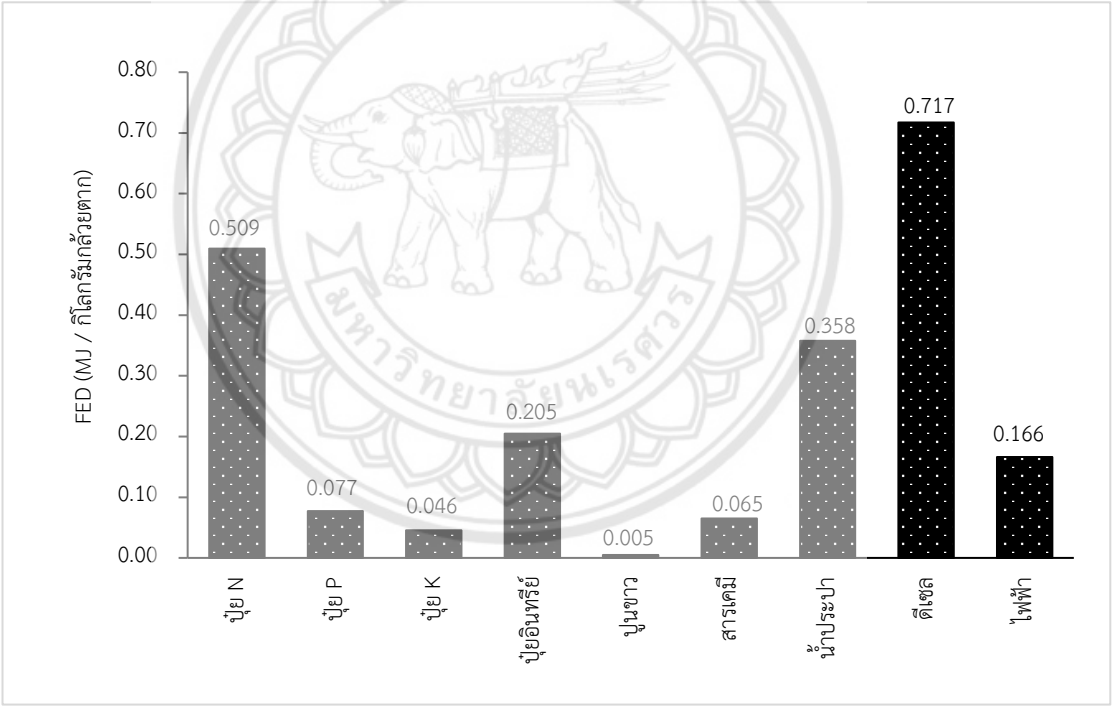
รูปที่ 4.5 ความต้องการใช้พลังงานสุทธิจากเชื้อเพลิงฟอสซิลของผลิตภัณฑ์กล้วยตาก

4.2.1 ความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลของขั้นตอนการเพาะปลูก

จากงานวิจัยพบว่าในขั้นตอนการเพาะปลูกนั้นมีความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิสมากเป็นอันดับสาม คือ 2.147 MJ เนื่องจากในขั้นตอนการเพาะปลูกมีหลายขั้นตอน ตั้งแต่การเตรียมดิน การปลูก และการดูแลรักษา แสดงดังรูปที่ 4.6

ขั้นตอนการเพาะปลูกพบว่ามีความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล เนื่องจากมีการใช้รถไถและเครื่องยนต์ดีเซลในการเตรียมดินและการดูแลรักษา จึงมีการใช้น้ำมันดีเซลในปริมาณมากคือ 13.05 kg/ไร่ ซึ่งการผลิตดีเซลนั้นมีการใช้พลังงานในการผลิตจากขั้นตอนการกลั่นน้ำมันดิบสูงถึง 61.70 MJ จึงส่งผลให้น้ำมันดีเซลมีความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลมากที่สุด

ความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลของปุ๋ย N (ไนโตรเจน) จากการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ มีค่ามากที่สุดเป็นอับดับสอง คิดเป็นร้อยละ 33 ของความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิสทั้งหมด เนื่องจากการผลิตปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์ มีหลายขั้นตอน



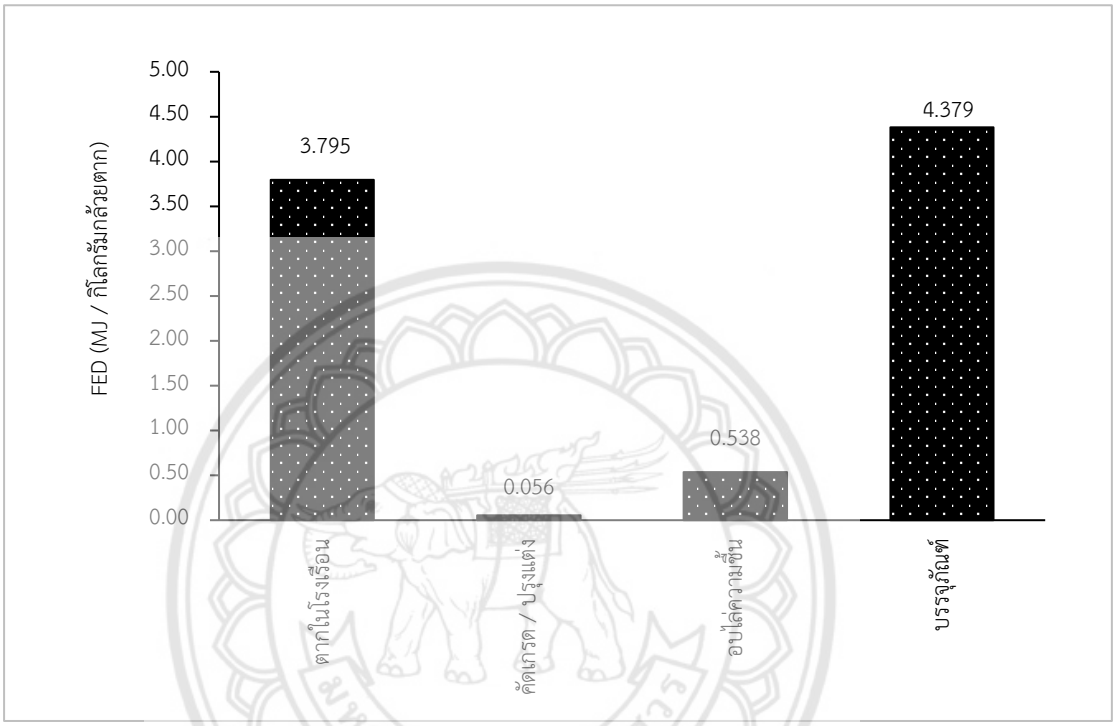
รูปที่ 4.6 ความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลของขั้นตอนการเพาะปลูกกล้วยน้ำว้า

4.2.2 ความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลของขั้นตอนการผลิตกล้วยตาก

ความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลของขั้นตอนการผลิตพบว่ามีค่า 8.768 MJ หรือร้อยละ 68 เป็นขั้นตอนที่มีความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลมากที่สุด เนื่องจากมีการใช้แก๊สหุงต้มเพื่อให้ความร้อนแก่โรงเรือน ตู้อบไล่ความชื้น มีการใช้ไฟฟ้าของพัดลมถ่ายเทอากาศ พัด

ลมหมุนเวียนอากาศ พัดลมหมุนเวียนอากาศภายในตู้อบไล่ความชื้น รวมถึงเครื่องซีลแบบเท้าเหยียบในขั้นตอนการบรรจุกล้วย และกล่องพลาสติกพอลิโพพิลีนเป็นบรรจุภัณฑ์ แสดงดังรูปที่ 4.7

การผลิตแก๊สหุงต้ม ไฟฟ้า และกล่องบรรจุภัณฑ์ที่นำมาใช้ในวิจัยมีการใช้พลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิส (ถ่านหิน น้ำมันดิบ ก๊าซธรรมชาติ) มีค่าเท่ากับ 49.3 MJ 18.050 MJ และ 80.8 MJ ตามลำดับ



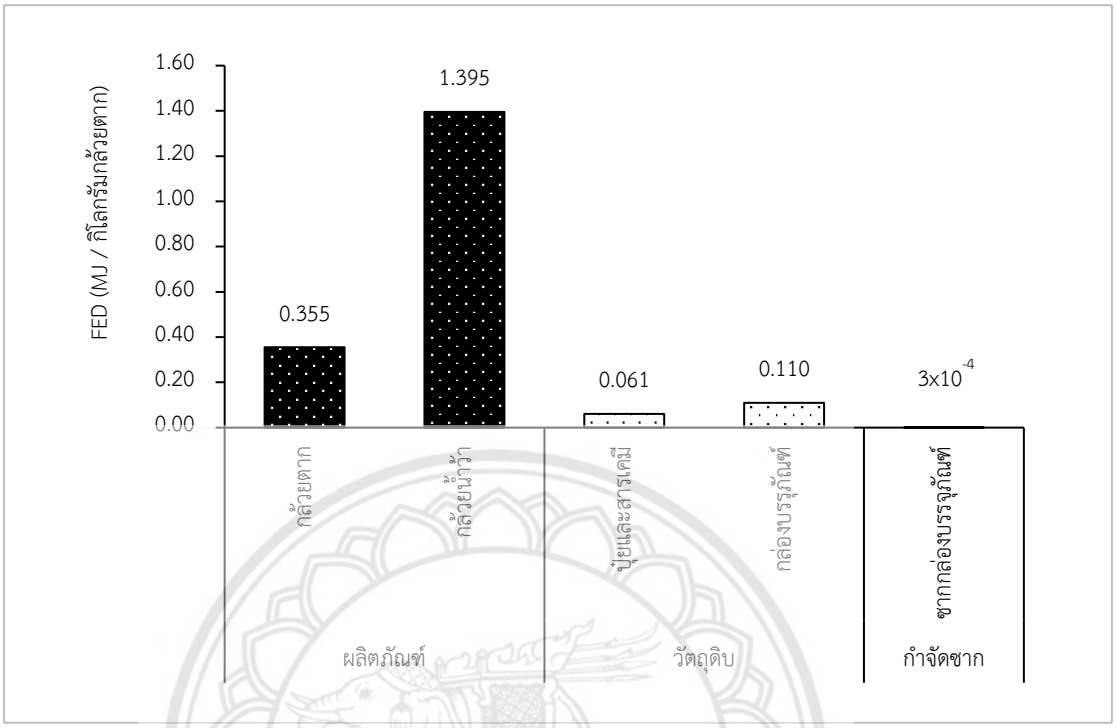
รูปที่ 4.7 ความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลของขั้นตอนผลิตกล้วยตาก

4.2.3 ความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลของขั้นตอนการขนส่ง

ในขั้นตอนการขนส่งพบว่ามีความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล 1.921 MJ โดยที่เป็นขั้นตอนการที่มีค่าความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลมากเป็นอันดับที่สอง

ในขั้นตอนการขนส่งจะแบ่งเป็น 3 ประเภทคือ การขนส่งผลิตภัณฑ์ การขนส่งวัตถุดิบ และการขนส่งซากของผลิตภัณฑ์ จะพบว่าในส่วนของการขนส่งผลิตภัณฑ์ (กล้วยตากไปยังจุดจำหน่ายและกล้วยน้ำว้าจากไร่ไปยังโรงงานกล้วยตากป้าม่วย) มีค่ามากที่สุดคือ 1.751 MJ หรือร้อยละ 91 ของภาคการขนส่งทั้งหมด เนื่องจากความต้องการใช้พลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิลของน้ำมันดีเซลมีค่า 61.70 MJ และระยะในการขนส่งที่ขนส่งกล้วยน้ำว้าทั้งในแต่ละอำเภอของจังหวัดพิษณุโลกและจังหวัดใกล้เคียง (กำแพงเพชรและนครสวรรค์) นอกจากนี้ยังมีการขนส่งกล้วยตากไปยังจุดจำหน่ายหลายแห่ง ส่งผลให้มีความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลมากตาม

โดยการขนส่งวัตถุดิบ (ปุ๋ย, สารเคมี และกล่องบรรจุภัณฑ์) และการขนส่งซากบรรจุภัณฑ์ร้อยละ 9 และร้อยละ 0.02 ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 ความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลของขั้นตอนการขนส่ง

4.2.4 ความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลของขั้นตอนการกำจัดซาก

ความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิสของการกำจัดซากมาจากการใช้พลังงานในการผังกลบกล่องพลาสติกพอลิโพพิลีน คือ 0.009 MJ หรือร้อยละ 0.07

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและความต้องการใช้พลังงานสุทธิจากเชื้อเพลิงฟอสซิลตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์กล้วยตาก โดยใช้วิธีการประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment : LCA) และวิธีการคำนวณความต้องการใช้พลังงานสุทธิจากเชื้อเพลิงฟอสซิล (Fossil Energy Demand : FED) ซึ่งมีขอบเขตในการศึกษาแบบเครเดิล ทู เกรฟ (Cradle to grave) โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบหลัก (การเพาะปลูกกล้วยน้ำว้า) การผลิตกล้วยตาก การขนส่ง (การขนส่งวัตถุดิบ การขนส่งกล้วยน้ำว้าจากไร่มายังโรงงานผลิตกล้วยตาก การขนส่งผลิตภัณฑ์กล้วยตากไปยังจุดจำหน่าย และการขนส่งซากที่เหลือจากการบริโภคไปยังจุดกำจัดขยะ) การบริโภค และการกำจัดซากที่เกิดจากผลิตภัณฑ์กล้วยตากทั้งหมด ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ทำการรวบรวมข้อมูลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วารสารต่างๆ รวมไปถึงการสัมภาษณ์ชาวไร่ที่ปลูกกล้วยน้ำว้า และเจ้าของโรงงานผลิตกล้วยตาก โดยหน่วยการทำงาน (Functional Unit) ที่ใช้ในการศึกษางานวิจัยนี้ คือ 1 กิโลกรัมกล้วยตาก การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์กล้วยตาก คือ กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (kg CO_2 eq) และความต้องการใช้พลังงานสุทธิจากเชื้อเพลิงฟอสซิลของผลิตภัณฑ์กล้วยตาก คือ เมกะจูล (MJ) โดยสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

5.1.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์กล้วยตาก

5.1.1.1 ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์กล้วยตากมีค่าเท่ากับ 0.716 kg CO_2eq

5.1.1.2 ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์กล้วยตากในแต่ละขั้นตอน โดยเรียงจากมากไปน้อยตามลำดับดังต่อไปนี้ การผลิต (0.327 kg CO_2 eq, ร้อยละ 46) > การเพาะปลูก (0.272 kg CO_2 eq, ร้อยละ 38) > การกำจัดซาก (0.077 kg CO_2 eq, ร้อยละ 11) > การขนส่ง (0.040 kg CO_2 eq, ร้อยละ 6)

5.1.1.3 ในขั้นตอนการผลิตมีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด เนื่องมาจากในช่วงที่ทำการเก็บข้อมูลจากโรงงานผลิตกล้วยตากนั้น เป็นช่วงฤดูหนาว (พฤศจิกายน-มีนาคม) ซึ่งเป็นช่วงที่มีแสงแดดไม่เพียงพอต่อการตากกล้วย อุณหภูมิไม่ถึงตามที่ต้องการจึงส่งผลให้มีการใช้แก๊สหุงต้ม

เพื่อให้ความร้อนแก่กล้วยตากมากขึ้น และจำเป็นต้องใช้พัดลมในการหมุนเวียนแก๊สเพื่อให้ความร้อนกระจายตัวทั่วทั้งโรงตากกล้วย จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ขั้นตอนการผลิตกล้วยตากมีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด

5.1.1.4 ขั้นตอนการเพาะปลูกมีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดรองจากขั้นตอนการผลิต เนื่องจากมีการปล่อยก๊าซ N_2O จากการใช้ปุ๋ย N (ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์) และจากการใช้น้ำมันดีเซลในรถไถและเครื่องยนต์ดีเซล

5.1.2 ความต้องการใช้พลังงานสุทธิจากเชื้อเพลิงฟอสซิลของผลิตภัณฑ์กล้วยตาก

5.1.2.1 ค่าความต้องการใช้พลังงานสุทธิจากเชื้อเพลิงฟอสซิลของผลิตภัณฑ์กล้วยตากมีค่าเท่ากับ 12.845 MJ/kgกล้วยตาก

5.1.2.2 ค่าความต้องการใช้พลังงานสุทธิจากเชื้อเพลิงฟอสซิลของผลิตภัณฑ์กล้วยตากในแต่ละขั้นตอน โดยเรียงจากมากไปน้อยตามลำดับดังต่อไปนี้ การผลิต (8.768 MJ, ร้อยละ 68) > การเพาะปลูก (2.147 MJ, ร้อยละ 17) > การขนส่ง (1.921 MJ, ร้อยละ 15) > การกำจัดซาก (0.009 MJ, ร้อยละ 0.07)

5.1.2.3 ในขั้นตอนการผลิตกล้วยตากมีค่าความต้องการใช้พลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิลมากที่สุด เนื่องมาจากในช่วงที่ทำการเก็บข้อมูลจากโรงงานกล้วยตากนั้น เป็นช่วงฤดูหนาวอย่างที่ระบุไว้ข้างต้นนี้ จำเป็นต้องมีการใช้แก๊สหุงต้มในการให้ความร้อนแก่กล้วยในโรงตากมากซึ่งการผลิตแก๊สหุงต้มนั้นจะมีค่าความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลมากถึง 57.269 MJ ซึ่งเมื่อปริมาณการใช้แก๊สหุงต้มเพิ่มมากขึ้น ค่าความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลจึงเพิ่มมากขึ้นตาม และต้องใช้พัดลมในการพัดพาแก๊สเพื่อให้ความร้อนกระจายตัวทั่วทั้งโรงตากกล้วย ซึ่งเป็นสาเหตุที่ส่งผลให้มีความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลมากที่สุด

5.1.2.4 ขั้นตอนการเพาะปลูกมีค่าความต้องการใช้พลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิลมากเป็นอันดับสอง เนื่องจากมีการใช้ปุ๋ย N (จากปุ๋ยและปุ๋ยอินทรีย์) นอกจากนี้ยังมีการใช้น้ำมันดีเซลในรถไถและเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งการผลิตน้ำมันดีเซลนั้นมีการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล (ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ)

5.2 ข้อเสนอแนะในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล

5.2.1 ข้อเสนอแนะในขั้นตอนการผลิตกล้วยตาก

ขั้นตอนการผลิตกล้วยตากมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลมากที่สุด เนื่องจากช่วงที่ทำการเก็บข้อมูลเป็นช่วงฤดูหนาว (พฤศจิกายน-มีนาคม) ซึ่งมีแดดไม่เพียงพอต่อการตากกล้วย จึงจำเป็นต้องใช้แก๊สหุงต้มเพื่อให้ความร้อนแก่กล้วยในโรงเรือน ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ไม่สามารถลดการใช้พลังงานได้เนื่องจากเป็นผลมาจากสภาพอากาศ นอกจากนี้พบว่าแก๊สในโรงงานที่ใช้มีเปลวไฟสีส้มแดง ซึ่งให้ความร้อนน้อยที่สุดและเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ดังนั้นจึงควรปรับวาล์วให้เปลวไฟเป็นสีน้ำเงิน เนื่องจากเปลวไฟสีน้ำเงินให้ความร้อนมากที่สุดเมื่อเทียบกับสีอื่นๆ [32] และอาจจะส่งผลให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกและความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลลดลง หากทำการเก็บข้อมูลในช่วงฤดูร้อนหรือช่วงที่มีแดดมากเพียงพอต่อการตากกล้วยโดยไม่ต้องมีการใช้แก๊สหุงต้มเพื่อให้ความร้อน จะส่งผลให้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีค่าเท่ากับ 0.117 kg CO_2 eq และความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลมีค่าเท่ากับ 5.137 MJ

5.2.2 ข้อเสนอแนะในขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบหลัก (การเพาะปลูก)

ในขั้นตอนการเพาะปลูกมีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน (ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์) ซึ่งมีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและความต้องการใช้พลังงานทั้งจากการผลิตและการใช้งาน ดังนั้นจึงควรวัดธาตุอาหารในดินก่อนการเพาะปลูกเพื่อทราบปริมาณความต้องการปุ๋ยของต้นกล้วย หรือเปลี่ยนจากการใช้ปุ๋ยเคมีเป็นปุ๋ยอินทรีย์แทน ซึ่งจะส่งผลให้ในขั้นตอนการเพาะปลูกมีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 0.226 kg CO_2 eq และความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลเท่ากับ 1.574 MJ อีกทั้งมีราคาที่ถูกกว่าด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] Greenpeace Thailand. (2010). **ผลกระทบของภาวะโลกร้อน**. สืบค้นเมื่อ 6 ตุลาคม 2560. จาก http://www.greenpeace.org/seasia/th/campaigns/climate-and-energy/impacts/.

[2] องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2009). **สถานการณ์ก๊าซเรือนกระจก / อนุสัญญา UNFCCC & กฎกติการะหว่างประเทศ**. สืบค้นเมื่อ 17 พฤศจิกายน 2560. จาก http://www.tgo.or.th/2015/thai/content.php?s1=9&s2=175.

[3] ศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2558). **รายงานความก้าวหน้าราย 2 ปี ฉบับที่ 1 ของประเทศไทย เพื่อเสนอต่อ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม**.

[4] เสริม จันทร์ฉาย. (2559). **การพัฒนาการผลิตกล้วยตากในชุมชนกล้วยตากอำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก**. สืบค้นเมื่อ 10 ตุลาคม 2560 .จาก www.tci-haijo.org /index .php/VESTSU/article/download/75877/61058+&cd=1&hl=en&ct=clnk&gl=th

[5] มหาวิทยาลัยมหิดล. (2560). **ปรากฏการณ์เรือนกระจกคืออะไร**. สืบค้นเมื่อ 7 ตุลาคม 2560. จาก http://www.il.mahidol.ac.th/emedia/ecology/chapter2/chapter2_airpollution13.htm.

[6] องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2009). **ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential : GWP)**. สืบค้นเมื่อ 17 พฤศจิกายน 2560. จาก http://www.tgo.or.th/2015/thai/content.php?s1=10&s2=171 .

[7] OKNATION. (2550). **ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases)**. สืบค้นเมื่อ 19 พฤศจิกายน 2560. จาก http://oknation.nationtv.tv/blog/silence/2007/04/04/entry-3.

[8] องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2009). **การจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์และระบบการรับรองคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของประเทศไทย**. สืบค้นเมื่อ 18 พฤศจิกายน 2560. จาก http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/

[9] กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. (2554). **แนวทางการผลิตของผลิตภัณฑ์ชุมชนที่ได้รับฉลากคาร์บอน.** สืบค้นเมื่อ 19 พฤศจิยายน 2560. จากhttp://www.ertc.deqp.go.th/ertc/images/stories/user/ct/ERTC20Y/CarbonLabel.pdf

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

[10] ฝ่ายวิศวกรรม สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.). (2560). **คาร์บอนไดออกไซด์**. สืบค้นเมื่อ 19 พฤศจิกายน 2560. จาก http://www. tistr.or.th/ ed/?p=566.

[11] Nirmala Menikpura, จรรยา แสงอรุณ. (2556). **คู่มือการใช้โปรแกรมคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการขยะมูลฝอยโดยใช้วิธีการประเมินวัฏจักรชีวิต**. สืบค้นเมื่อ 19 พฤศจิกายน 2560. จาก https://pub.iges.or.jp/pub_file/thaighg calculation-manualpdf/download .

[12] สยามชัยดอทคอม. (2018). **มีเทน**. สืบค้นเมื่อ 19 พฤศจิกายน 2560. จาก http://www. Siamchemi.com/%E0%B8%A1%E0%B8%B5%E0%B9%80%E0%B8%97%E0%B8 %99/.

[13] เภสัชกร อภัย ราษฎรวิจิตร. (2017). **ไนตรัสออกไซด์**. สืบค้นเมื่อ 19 พฤศจิกายน 2560. จาก http://haamor.com/th.

[14] Cecile De Klein (New Zealand), Rafael S.A. Novoa (Chile), Stephen Ogle (USA), Keith A. Smith (UK) et al. (2006). **N_2O Emissions from Managed Soils, and CO_2 Emissions from Lime and Urea Application**. สืบค้นเมื่อ 17 พฤศจิกายน 2560 จาก IPCC

[15] วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. (2018). **ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์**. สืบค้นเมื่อ 19 พฤศจิกายน 2560. จาก https://wikivisually.com/lang-th/wiki .

[16] เรวัต ตันตยานนท์. (2561). **ก๊าซเรือนกระจก จากกิจกรรมการดำเนินธุรกิจ**. สืบค้นเมื่อ 19 พฤศจิกายน 2560. จาก http://www.bangkokbiznews.com/blog/detail/635337

[17] ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2549). **ความหมายและขอบเขตของ LCA**. สืบค้นเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2560. จาก http://www.thailcidatabase.net/index.php/history-life-cycle-assessment-lca/menu-meaning-of-lca

[18] Punnamee Sachakamol. (2560). **การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตการประเมินวัฏจักรชีวิต** . สืบค้นเมื่อ 21 พฤศจิกายน 2560. จาก http://fic.nfi.or.th/waterfootprint/ images/pdf/1seminar3_goal.pdf

[19] Natanee Vorayos. (2560). **Life Cycle Assessment (LCA)**. สืบค้นเมื่อ 21 พฤศจิกายน 2560. จาก http://me.eng .cmu.ac.th/new/?author=78

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

[20] เศรษฐ์ สัมภัตตะกุล. (2560). **Life Cycle Assessment of Products**. สืบค้นเมื่อ 21 พฤศจิกายน 2560. จาก http://www.stdb.most.go.th/scientist_detail.aspx?ID=708

[21] ฝ่ายชุมชนและผู้ด้อยโอกาส สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2560). **พลังงานฟอสซิลขับเคลื่อนชีวิตบนพื้นโลก.** สืบค้นเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2560. http://nstda.or.th/rural/public/100%20articles-stkc/11.pdf.

[22] พรรณนภา กำบัง และธนัยนันท์ ลีหะสุนนท์. (2560). **ปฏิกิริยาการเกิดสม็อก**. สืบค้นเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2560. จากhttp://www.thaigoodview.com/ node/91993

[23] สุรชัย ณรัฐ จันทร์ศรี และอนุสรณ์ บุญปก. (2560). **คาร์บอนฟุตพริ้นของผลิตภัณฑ์กล้วยกรอบแก้ว**. สืบค้นเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2560. จาก http://www.encm.rmutt.ac.th/enjournal/index.php/enjournal/article/viewFile/315/304

[24] ชุติมา เมฆธรรม. (2557). **ศึกษาการออกแบบการจัดเก็บข้อมูลเพื่อสนับสนุนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอม**. สืบค้นเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2560. จาก http://www.encm.rmutt.ac.th/enjournal/index.php/enjournal/article/viewFile/315/304

[25] Erik SvanesEmail and Anna K.S. Aronsson. (2013). **Carbon footprint of a Cavendish banana supply chain.** สืบค้นเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2560. จาก https://link.springer.com/article/10.1007/s11367-013-0602-4

[26] Alfredo Iriarte, Maria Gabriela Almeida and Pablo Villalobos. (2014). **Carbon footprint of premium quality export bananas : Case study in Ecuador, the world's largest exporter**. จาก Science of The Total Environment

[27] Boki Luske. (2010). **Comprehensive Carbon Footprint Assessment Dole Bananas** สืบค้นเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2560. จาก http://dolecrs.com/uploads/2012/06/Soil-More-Carbon-Footprint-Assessment.pdf

[28] เอมอร จังศิริพรปกรณ์. (2554). **การเขียนวิธีการดำเนินงานการวิจัย**. สืบค้นเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2560. จาก http://pioneer.netserv.chula.ac.th/~jaimorn/re9.htm.

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

[29] ณรงค์ สิงห์บุระอุดม. (2009). **โรคตายพรายของกล้วยน้ำว้า**. สืบค้นเมื่อ 29 ตุลาคม 2560. จาก http://ppath.agr.ku.ac.th/index.php?option=com_content&task=view&id=115&Itemid=1 .

[30] ENVIRONNET. (2016). **การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคขยะและของเสียในบริบทโลก**. สืบค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 2560. จากhttp://www.environnet.in.th/archives/1537

[31] สุทธิรักษ์ ผลเจริญ. (2559). **ขั้นตอนปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว.** สืบค้นเมื่อ 30 เมษายน 2561. จาก http://www.chumphon2.mju.ac.th/km/?p=421.

[32] DIYLEDPROJECT. (2560). **Color temperature chart.** สืบค้นเมื่อ 30 เมษายน 2561. จาก http://diyledproject.com/color-temperature.

[33] เนตรชนากานต์ สุนันตา และเศรษฐ์ สัมภัตตะกุล. (2017). **การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้า จากขยะเทศบาลด้วยระบบวัฏจักรแรงคินสารอินทรีย์**. วารสารเทคโนโลยีนวัตกรรม. 1-14.

[34] จงรัก พลาศัย. (2555). **การปรับปรุงดินเสื่อมโทรมโดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์.** Princess of naradhiwas university. 115-127.

[35] สัญญา เล่ห์สิงห์. (2016). **การศึกษาผลของชนิดและอัตราการให้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิตของคะน้า.** วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 320-332.

[36] พักตร์เพ็ญ ภูมิพันธ์ และคณะ. (2559). **การเปรียบเทียบระหว่างการใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงต่อคุณภาพข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1.** วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 753-765.

ภาคผนวก ก
ข้อมูลการเพาะปลูกกล้วยน้ำว้า

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลการเพาะปลูกกล้วยน้ำว้าจากการสัมภาษณ์เกษตรกร

สถานที่	พื้นที่เก็บเกี่ยว (ไร่)	ปริมาณ N (kg)	ปริมาณ P (kg)	ปริมาณ K (kg)	ปุ๋ยอินทรีย์ (kg)	ปริมาณสารเคมี (L)	ปริมาณน้ำมันดีเซลจากรถไถและเครื่องยนต์ดีเซล (L)	ปริมาณไฟฟ้าจากการใช้ปั๊ม (kWh)	ปริมาณปูนขาว (kg)	ปริมาณน้ำประปา (m^3)	ปริมาณผลผลิต (kg)
พิจิตร 1	2	0	0	0	0	0	0	0	40	0	855
พิจิตร 2	3	60	60	60	350	0	32.5	23.438	0	0	1,215
พิจิตร 3	50	11.250	11.250	11.250	75	0	42.143	0	25	0	1,125
พิจิตร 4	2	0	0	0	756	0.001	7.5	0	0	153.9	675
พิจิตร 5	4	0	0	0	175	0	5	15.013	0	0	800
พิษณุโลก 1	15	0	0	0	120	0	5	0	0	0	1,500

หมายหตุ : ปริมาณที่ใช้ต่อ 1 ไร่การเพาะปลูก

ภาคผนวก ข

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์กล้วยตาก

ตารางที่ ข.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของขั้นตอนการเพาะปลูก

ช่วงวัฏจักร	รายการ	ปริมาณ	ค่า EF ($kgCO_2eq$/หน่วย)	หน่วย	ปริมาณก๊าซเรือนกระจก ($kgCO_2eq$/kgกล้วยน้ำว้า)	ที่มาของค่า EF
การเพาะปลูกกล้วยน้ำว้า	**สารขาเข้า**					
	ปุ๋ยเคมี N	0.010	3.304	kg	0.033	อบก.
	ปุ๋ยเคมี P	0.010	1.572	kg	0.016	อบก.
	ปุ๋ยเคมี K	0.010	0.497	kg	0.005	อบก.
	ปุ๋ยอินทรีย์	0.239	0.110	kg	0.032	อบก.
	สารเคมี	1.621×10^{-6}	9.270	kg	1.503×10^{-5}	อบก.
	ปูนขาว	0.011	1.068	kg	0.012	อบก.
	น้ำประปา	24.943	0.001	L	0.025	อบก.
	ดีเซล (การผลิต)	0.015	0.279	L	0.004	อบก.
	ไฟฟ้า	0.006	0.582	kWh	0.010	อบก.
	สารขาออก					
	ดีเซล (การใช้งานสำหรับรถไถและเครื่องยนต์ดีเซล)	0.015	2.745	L	0.041	อบก.
	ก๊าซไนตรัสออกไซด์จากปุ๋ย N (ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์)	0.002	310	$kgNO_2$	0.62	อบก.
	รวม				0.798	

หมายเหตุ : ปริมาณที่ใช้ Basis ต่อกล้วย 1 กิโลกรัม

อบก. คือ องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก

ตารางที่ ข.2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของขั้นตอนการผลิตกล้วยตาก

ช่วงวัฏจักร	รายการ	ปริมาณ	ค่า EF	หน่วย	ปริมาณก๊าซเรือนกระจก ($kgCO_2eq/kg$กล้วยแต่ละขั้นตอน)	ที่มาของค่า EF
การผลิตกล้วยตาก	**1. ขั้นตอนการตากในโรงเรือน**					
	สารขาเข้า					
	กล้วย(เนื้อกล้วย)	1.487	-	-	-	-
	ไฟฟ้า	0.034	0.582	kWh	0.020	อบก.
	แก๊สหุงต้ม(การผลิต)	0.103	0.219	L	0.023	อบก.
	แก๊สหุงต้ม(การใช้งาน)	0.103	1.681	L	0.173	อบก.
	สารขาออก					
	ความชื้น	0.333	-	kg	-	-
	2. ขั้นตอนการคัดเกรด/ปรุงแต่ง					
	สารขาเข้า					
	กล้วยตาก	1.004	-	kg	-	-
	เกลือ	0.014	0.005	kg	7×10^{-5}	อบก.
	น้ำ	0.002	0.001	L	2×10^{-5}	อบก.
	สารขาออก					
	จุกกล้วย	0.004	-	-	-	-

หมายเหตุ : ปริมาณที่ใช้ Basis ต่อกล้วยตาก 1 กิโลกรัม

อบก. คือ องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก

ตารางที่ ข.2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของขั้นตอนการผลิตกล้วยตาก(ต่อ)

ช่วงวัฏจักร	รายการ	ปริมาณ	ค่า EF	หน่วย	ปริมาณก๊าซเรือนกระจก ($kgCO_2eq/kg$กล้วยแต่ละขั้นตอน)	ที่มาของค่า EF
การผลิตกล้วยตาก	**3. ขั้นตอนการอบไล่ความชื้น**					
	สารขาเข้า					
	กล้วยตาก/คัดเกรด/ปรุงแต่ง	1.111	-	kg	-	-
	ไฟฟ้า	0.006	0.582	kWh	0.003	อบก.
	แก๊สหุงต้ม(การผลิต)	0.007	0.219	L	0.002	อบก.
	แก๊สหุงต้ม(การใช้งาน)	0.007	1.681	L	0.012	อบก.
	สารขาออก					
	ความชื้น	0.111	-	kg	-	-
	4. ขั้นตอนบรรจุกล้วยตาก					
	สารขาเข้า					
	กล้วยตาก/คัดเกรด/ปรุงแต่ง/อบไล่ความชื้น	1	-	kg	-	-
	กล่องพลาสติกพอลิโพพิลีน	0.033	1.362	kg	0.045	อบก.
	ไฟฟ้า	0.095	0.582	kWh	0.055	อบก.
	ผลิตภัณฑ์					
	กล้วยตากพร้อมจำหน่าย	1	-	kg	-	-
	รวม				0.333	-

หมายเหตุ : ปริมาณที่ใช้ Basis ต่อกล้วยตาก 1 กิโลกรัม

อบก. คือ องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก

ตารางที่ ข.3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของขั้นตอนการขนส่งกล้วยจากไร่ไปยังโรงงาน

ช่วงวัฏจักร	จังหวัด	ปริมาณ (kg/kgกล้วยตาก)	ระยะทาง (km)	ชนิดยานพาหนะ		ภาระการขนส่ง (tkm)	ค่า EF ($kg\ CO_2\ eq/tkm$)		GHG ($kg\ CO_2\ eq/kg$กล้วยตาก)			ที่มาของค่า EF
							เที่ยวไป	เที่ยวกลับ	เที่ยวไป	เที่ยวกลับ	รวม	
ขนส่งกล้วยจากไร่โรงงาน	พิษณุโลก 1	0.333	14.6	รถกระบะ 4 ล้อ บรรทุกสูงสุด 7 ตัน		0.005	0.140	0.311	6.814×10^{-4}	2.160×10^{-4}	8.974×10^{-4}	อบก.
	พิษณุโลก 2	0.333	4.3			0.001	0.140	0.311	2.007×10^{-4}	6.360×10^{-5}	2.642×10^{-4}	อบก.
	พิษณุโลก 3	0.333	6.7			0.002	0.140	0.311	3.127×10^{-4}	9.910×10^{-5}	4.118×10^{-4}	อบก.
	พิษณุโลก 4	0.333	136			0.045	0.140	0.311	6.347×10^{-3}	2.012×10^{-3}	8.359×10^{-3}	อบก.
	กำแพงเพชร 1	0.333	83.4			0.028	0.140	0.311	3.892×10^{-3}	1.234×10^{-3}	5.126×10^{-3}	อบก.
	นครสวรรค์ 1	0.333	97.4			0.032	0.140	0.311	4.546×10^{-3}	1.441×10^{-3}	5.987×10^{-3}	อบก.
	นครสวรรค์ 2	0.333	124			0.041	0.140	0.311	5.787×10^{-3}	1.835×10^{-3}	7.622×10^{-3}	อบก.
					รวม						0.027	

หมายเหตุ : ปริมาณที่ใช้ Basis ต่อกล้วยตาก 1 กิโลกรัม

อบก. คือ องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก

ตารางที่ ข.4 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของขั้นตอนการขนส่งวัตถุดิบ

ช่วงวัฏจักร	จังหวัด	ปริมาณ (kg/kgกล้วยตาก)	ระยะทาง (km)	ชนิดยานพาหนะ	ภาระการขนส่ง (tkm)	ค่า EF ($kg\ CO_2\ eq/tkm$)		GHG ($kg\ CO_2\ eq/kgกล้วยตาก$)			ที่มาของค่า EF
						เที่ยวไป	เที่ยวกลับ	เที่ยวไป	เที่ยวกลับ	รวม	
ขนส่งปุ๋ยและสารเคมีไปยังไร่	พิจิตร 1	0.000	9.3	รถกระบะ 4 ล้อ บรรทุกสูงสุด 7 ตัน	0.000	0.140	0.311	0.000	0.000	0.000	อบก.
	พิจิตร 2	0.141	9.3		1.314×10^{-3}	0.140	0.311	1.842×10^{-4}	5.840×10^{-5}	2.426×10^{-4}	อบก.
	พิจิตร 3	0.010	9.3		8.870×10^{-5}	0.140	0.311	1.240×10^{-5}	3.900×10^{-6}	1.638×10^{-5}	อบก.
	พิจิตร 4	0.481	9.3		4.470×10^{-3}	0.140	0.311	6.267×10^{-4}	1.987×10^{-4}	8.253×10^{-4}	อบก.
	พิจิตร 5	0.094	9.3		8.730×10^{-4}	0.140	0.311	1.224×10^{-4}	3.880×10^{-5}	1.612×10^{-4}	อบก.
	พิษณุโลก 1	0.034	9.3		0.000	0.140	0.311	0.000	0.000	0.000	อบก.
ขนส่งกล่องบรรจุภัณฑ์ไปโรงงาน	กรุงเทพฯ 1	0.033	366		0.012	0.140	0.311	1.710×10^{-3}	5.422×10^{-4}	2.253×10^{-3}	อบก.
	รวม									3.498×10^{-3}	

หมายเหตุ : ปริมาณที่ใช้ Basis ต่อกล้วยตาก 1 กิโลกรัม

อบก. คือ องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก

ตารางที่ ข.5 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของขั้นตอนการขนส่งกล้วยตากไปยังจุดจำหน่าย

ช่วงวัฏจักร	อำเภอในจังหวัดพิษณุโลก	ปริมาณ (kg/kgกล้วยตาก)	ระยะทาง (km)	ชนิดยานพาหนะ	ภาระการขนส่ง (tkm)	ค่า EF (kg CO_2 eq/tkm)		GHG (kg CO_2 eq/kgกล้วยตาก)			ที่มาของค่า EF
						เที่ยวไป	เที่ยวกลับ	เที่ยวไป	เที่ยวกลับ	รวม	
ขนส่งกล้วยตากไปจุดจำหน่าย	อำเภอเมือง	0.350	25	รถกระบะ 4 ล้อ บรรทุกสูงสุด 7 ตัน	0.009	0.140	0.311	1.227×10^{-3}	3.889×10^{-4}	1.616×10^{-3}	อบก.
	อำเภอบางระกำ	0.300	0		0.000	0.140	0.311	0.000	0.000	0.000	อบก.
	อำเภอพรหมพิราม	0.050	63		0.003	0.140	0.311	4.416×10^{-4}	1.400×10^{-4}	5.816×10^{-4}	อบก.
	อำเภอวังทอง	0.050	44		0.002	0.140	0.311	3.084×10^{-4}	9.777×10^{-5}	4.062×10^{-4}	อบก.
	อำเภอนครไทย	0.050	132		0.007	0.140	0.311	9.253×10^{-4}	2.933×10^{-4}	1.219×10^{-3}	อบก.
	อำเภอบางกระทุ่ม	0.050	45		0.002	0.140	0.311	3.155×10^{-4}	1.000×10^{-4}	4.154×10^{-4}	อบก.
	อำเภอเนินมะปราง	0.050	91		0.005	0.140	0.311	6.379×10^{-4}	2.022×10^{-4}	8.401×10^{-4}	อบก.
	อำเภอวัดโบสถ์	0.050	99		0.005	0.140	0.311	6.940×10^{-4}	2.200×10^{-4}	9.140×10^{-4}	อบก.
	อำเภอชาติตระการ	0.050	142		0.007	0.140	0.311	9.954×10^{-4}	3.155×10^{-4}	1.311×10^{-3}	อบก.
				รวม						7.303×10^{-3}	

หมายเหตุ : ปริมาณที่ใช้ Basis ต่อกล้วยตาก 1 กิโลกรัม

อบก. คือ องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก

ตารางที่ ข.6 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของขั้นตอนการขนส่งซากบรรจุภัณฑ์ไปยังบ่อขยะ

ช่วงวัฏจักร	อำเภอในจังหวัดพิษณุโลก	ปริมาณ (kg/kgกล้วยตาก)	ระยะทาง (km)	ชนิดยานพาหนะ	ภาระการขนส่ง (tkm)	ค่า EF ($kg\ CO_2\ eq/tkm$)		GHG ($kg\ CO_2\ eq/kgกล้วยตาก$)			ที่มาของค่า EF
						เที่ยวไป	เที่ยวกลับ	เที่ยวไป	เที่ยวกลับ	รวม	
ขนส่งซากบรรจุภัณฑ์ไปยังบ่อขยะ	อำเภอเมือง	0.012	18	รถกระบะ 4 ล้อ บรรทุกสูงสุด 7 ตัน	0.009	0.047	0.489	1.005×10^{-5}	6.510×10^{-6}	1.656×10^{-5}	อบก.
	อำเภอบางระกำ	0.010	9		0.000	0.047	0.489	4.319×10^{-6}	2.798×10^{-6}	7.116×10^{-6}	อบก.
	อำเภอพรหมพิราม	0.002	11		0.003	0.047	0.489	8.690×10^{-7}	5.630×10^{-7}	1.432×10^{-6}	อบก.
	อำเภอวังทอง	0.002	0.5		0.002	0.047	0.489	3.900×10^{-8}	2.500×10^{-8}	6.500×10^{-8}	อบก.
	อำเภอนครไทย	0.002	18		0.007	0.047	0.489	1.444×10^{-6}	9.350×10^{-7}	2.379×10^{-6}	อบก.
	อำเภอบางกระทุ่ม	0.002	8		0.002	0.047	0.489	6.290×10^{-7}	4.080×10^{-7}	1.037×10^{-6}	อบก.
	อำเภอเนินมะปราง	0.002	53		0.005	0.047	0.489	4.146×10^{-6}	2.686×10^{-6}	6.831×10^{-6}	อบก.
	อำเภอวัดโบสถ์	0.002	47		0.005	0.047	0.489	3.697×10^{-6}	2.395×10^{-6}	6.092×10^{-6}	อบก.
	อำเภอชาติตระการ	0.002	14		0.007	0.047	0.489	1.062×10^{-6}	6.880×10^{-7}	1.750×10^{-6}	อบก.
	รวม									4.326×10^{-5}	

หมายเหตุ : ปริมาณที่ใช้ Basis ต่อกล้วยตาก 1 กิโลกรัม

อบก. คือ องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก

ตารางที่ ข.7 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของขั้นตอนการกำจัดซาก

ช่วงวัฏจักร	รายการ	ปริมาณ (kg/kgกล้วยตาก)	ค่า EF (kg CO_2 eq/kg)	GHG (kg CO_2 eq/kgกล้วยตาก)	ที่มาของค่า EF
กำจัดซาก	กล่องพอลิโพพิลีน	0.033	2..320	0.0773	สถาบันสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
	รวม				

หมายเหตุ : ปริมาณที่ใช้ Basis ต่อกล้วยตาก 1 กิโลกรัม

ภาคผนวก ค

ความต้องการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลของผลิตภัณฑ์กล้วยตาก

ตารางที่ ค.2 ความต้องการใช้พลังงานของเชื้อเพลิงฟอสซิลของขั้นตอนการเพาะปลูก

ช่วงวัฏจักร	รายการ	ปริมาณ	FED (MJ/หน่วย)	หน่วย	FED ($kgCO_2eq/kg$กล้วยน้ำว้า)	ที่มาของค่า FED
การเพาะปลูกกล้วยน้ำว้า	**สารขาเข้า**					
	ปุ๋ยเคมี N	0.010	4.082	kg	0.041	Simapro
	ปุ๋ยเคมี P	0.010	6.228	kg	0.062	Simapro
	ปุ๋ยเคมี K	0.010	3.681	kg	0.037	Simapro
	ปุ๋ยอินทรีย์	0.239	0.856	kg	0.205	Simapro
	สารเคมี	1.621×10^{-6}	147.917	kg	2.398×10^{-4}	Simapro
	ปูนขาว	0.011	0.442	kg	0.005	Simapro
	น้ำประปา	24.943	0.012	m^3	0.299	Simapro
	ดีเซล	0.015	56.485	L	0.847	Simapro
	ไฟฟ้า	0.006	18.050	kWh	0.1083	Simapro
	รวม				1.604	

หมายเหตุ : ปริมาณที่ใช้ Basis ต่อกล้วยน้ำว้า 1 กิโลกรัม

Simapro คือ โปรแกรมประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ ค.2 ความต้องการใช้พลังงานของเชื้อเพลิงฟอสซิลของขั้นตอนการผลิตกล้วยตาก

ช่วงวัฏจักร	รายการ	ปริมาณ	ค่า FED (MJ/หน่วย)	หน่วย	FED (MJ/kgกล้วยแต่ละขั้นตอน)	ที่มาของค่า FED
การผลิตกล้วยตาก	**1. ขั้นตอนการตากในโรงเรือน**					
	ไฟฟ้า	0.034	18.050	kWh	0.613	ฆณ
	แก๊สหุงต้ม	0.056	57.270	kg	3.182	อบก.
	2. ขั้นตอนการคัดเกรด/ปรุงแต่ง					
	เกลือ	0.014	1.938	kg	0.027	อบก.
	น้ำ	2.355	0.012	kg	0.028	อบก.
	3. ขั้นตอนการอบไล่ความชื้น					
	ไฟฟ้า	0.006	18.050	kWh	0.104	อบก.
	แก๊สหุงต้ม	0.007	52.270	kg	0.434	อบก.
	4. ขั้นตอนบรรจุกล้วยตาก					
	กล่องพลาสติกพอลิโพพิลีน	0.033	79.806	kg	2.660	อบก.
	ไฟฟ้า	0.095	18.050	kWh	1.719	อบก.
	ผลิตภัณฑ์					
	กล้วยตากพร้อมจำหน่าย	1	-	kg	-	-
	รวม				8.768	-

หมายเหตุ : ปริมาณที่ใช้ Basis ต่อกล้วย 1 กิโลกรัมของแต่ละขั้นตอน

ตารางที่ ค.3 ความต้องการใช้พลังงานของเชื้อเพลิงฟอสซิลของขั้นตอนการขนส่งกล้วยจากไร่ไปยังโรงงาน

ช่วงวัฏจักร	จังหวัด	ปริมาณ (kg/kgกล้วยตาก)	ระยะทาง (km)	ชนิดยานพาหนะ	ภาระการขนส่ง (tkm)	ค่า FED (MJ/tkm)		FED (MJ/kgกล้วยตาก)			ที่มาของค่า FED
						เที่ยวไป	เที่ยวกลับ	เที่ยวไป	เที่ยวกลับ	รวม	
ขนส่งกล้วยจากไร่โรงงาน	พิษณุโลก 1	0.333	14.6	รถกระบะ 4 ล้อ บรรทุกสูงสุด 7 ตัน	0.005	7.863	7.863	0.038	0.005	0.044	Simapro
	พิษณุโลก 2	0.333	4.3		0.001	7.863	7.863	0.011	0.002	0.013	Simapro
	พิษณุโลก 3	0.333	6.7		0.002	7.863	7.863	0.018	0.003	0.020	Simapro
	พิษณุโลก 4	0.333	136		0.045	7.863	7.863	0.356	0.051	0.407	Simapro
	กำแพงเพชร 1	0.333	83.4		0.028	7.863	7.863	0.218	0.031	0.250	Simapro
	นครสวรรค์ 1	0.333	97.4		0.032	7.863	7.863	0.255	0.036	0.291	Simapro
	นครสวรรค์ 2	0.333	124		0.041	7.863	7.863	0.325	0.046	0.371	Simapro
	รวม									1.395	

หมายเหตุ : ปริมาณที่ใช้ Basis ต่อกล้วยตาก 1 กิโลกรัม

Simapro คือ โปรแกรมประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ ค.4 ความต้องการใช้พลังงานของเชื้อเพลิงฟอสซิลของขั้นตอนการขนส่งวัตถุดิบ

ช่วงวัฏจักร	จังหวัด	ปริมาณ (kg/kgกล้วยตาก)	ระยะทาง (km)	ชนิดยานพาหนะ	ภาระการขนส่ง (tkm)	ค่า FED (MJ/tkm)		FED (MJ/kgกล้วยตาก)			ที่มาของค่า EF
						เที่ยวไป	เที่ยวกลับ	เที่ยวไป	เที่ยวกลับ	รวม	
ขนส่งปุ๋ยและสารเคมีไปยังไร่	พิจิตร 1	0.000	9.3	รถกระบะ 4 ล้อ บรรทุกสูงสุด 7 ตัน	0.000	7.863	7.863	0.000	0.000	0.000	Simapro
	พิจิตร 2	0.141	9.3		1.314×10^{-3}	7.863	7.863	0.010	0.001	0.012	Simapro
	พิจิตร 3	0.010	9.3		8.870×10^{-5}	7.863	7.863	0.001	9.963×10^{-5}	0.001	Simapro
	พิจิตร 4	0.481	9.3		4.470×10^{-3}	7.863	7.863	0.035	0.005	0.040	Simapro
	พิจิตร 5	0.094	9.3		8.730×10^{-4}	7.863	7.863	0.007	0.001	0.008	Simapro
	พิษณุโลก 1	0.034	9.3		0.000	7.863	7.863	0.00	0.000	0.00	0Simapro
ขนส่งกล่องบรรจุภัณฑ์ไปโรงงาน	กรุงเทพฯ 1	0.033	366		0.012	7.863	7.863	0.096	0.014	0.109	Simapro
				รวม						0.170	

หมายเหตุ : ปริมาณที่ใช้ Basis ต่อกล้วยตาก 1 กิโลกรัม

Simapro คือ โปรแกรมประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ ค.5 ความต้องการใช้พลังงานของเชื้อเพลิงฟอสซิลของขั้นตอนการขนส่งกล้วยตากไปยังจุดจำหน่าย

ช่วงวัฏจักร	อำเภอในจังหวัดพิษณุโลก	ปริมาณ (kg/kgกล้วยตาก)	ระยะทาง (km)	ชนิดยานพาหนะ	ภาระการขนส่ง (tkm)	ค่า FED (MJ/tkm)		FED (MJ/kgกล้วยตาก)			ที่มาของค่า EF
						เที่ยวไป	เที่ยวกลับ	เที่ยวไป	เที่ยวกลับ	รวม	
ขนส่งกล้วยตากไปจุดยังจำหน่าย	อำเภอเมือง	0.350	25	รถกระบะ 4 ล้อ บรรทุกสูงสุด 7 ตัน	0.009	7.863	7.863	0.069	0.009	0.079	Simapro
	อำเภอบางระกำ	0.300	0		0.000	7.863	7.863	0.000	0.000	0.000	Simapro
	อำเภอพรหมพิราม	0.050	63		0.003	7.863	7.863	0.025	0.004	0.028	Simapro
	อำเภอวังทอง	0.050	44		0.002	7.863	7.863	0.017	0.002	0.019	Simapro
	อำเภอนครไทย	0.050	132		0.007	7.863	7.863	0.052	0.007	0.059	Simapro
	อำเภอบางกระทุ่ม	0.050	45		0.002	7.863	7.863	0.018	0.003	0.020	Simapro
	อำเภอเนินมะปราง	0.050	91		0.005	7.863	7.863	0.036	0.005	0.041	Simapro
	อำเภอวัดโบสถ์	0.050	99		0.005	7.863	7.863	0.039	0.006	0.044	Simapro
	อำเภอชาติตระการ	0.050	142		0.007	7.863	7.863	0.056	0.008	0.064	Simapro
	รวม									0.355	

หมายเหตุ : ปริมาณที่ใช้ Basis ต่อกล้วยตาก 1 กิโลกรัม

Simapro คือ โปรแกรมประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ ข.6 ความต้องการใช้พลังงานของเชื้อเพลิงฟอสซิลของขั้นตอนการขนส่งซากบรรจุภัณฑ์ไปยังบ่อขยะ

ช่วงวัฏจักร	อำเภอในจังหวัดพิษณุโลก	ปริมาณ (kg/kgกล้วยตาก)	ระยะทาง (km)	ชนิดยานพาหนะ	ภาระการขนส่ง (tkm)	ค่า FED (MJ/tkm)		FED (MJ/kgกล้วยตาก)			ที่มาของค่า EF
						เที่ยวไป	เที่ยวกลับ	เที่ยวไป	เที่ยวกลับ	รวม	
ขนส่งซากบรรจุภัณฑ์ไปยังบ่อขยะ	อำเภอเมือง	0.012	18	รถกระบะ 4 ล้อ บรรทุกสูงสุด 7 ตัน	0.009	1.751	1.751	1.168×10^{-4}	7.297×10^{-6}	1.421×10^{-4}	Simapro
	อำเภอบางระกำ	0.010	9		0.000	1.751	1.751	5.838×10^{-5}	3.649×10^{-6}	6.202×10^{-5}	Simapro
	อำเภอพรหมพิราม	0.002	11		0.003	1.751	1.751	7.135×10^{-5}	4.459×10^{-6}	7.581×10^{-5}	Simapro
	อำเภอวังทอง	0.002	0.5		0.002	1.751	1.751	3.243×10^{-6}	2.030×10^{-7}	3.446×10^{-6}	Simapro
	อำเภอนครไทย	0.002	18		0.007	1.751	1.751	1.168×10^{-4}	7.297×10^{-6}	1.241×10^{-4}	Simapro
	อำเภอบางกระทุ่ม	0.002	8		0.002	1.751	1.751	5.189×10^{-5}	3.243×10^{-6}	5.514×10^{-5}	Simapro
	อำเภอเนินมะปราง	0.002	53		0.005	1.751	1.751	3.438×10^{-4}	2.149×10^{-5}	3.653×10^{-4}	Simapro
	อำเภอวัดโบสถ์	0.002	47		0.005	1.751	1.751	3.049×10^{-4}	1.905×10^{-5}	3.239×10^{-4}	Simapro
	อำเภอชาติตระการ	0.002	14		0.007	1.751	1.751	9.081×10^{-5}	5.676×10^{-6}	9.649×10^{-5}	Simapro
	รวม									1.230×10^{-3}	

หมายเหตุ : ปริมาณที่ใช้ Basis ต่อกล้วยตาก 1 กิโลกรัม

Simapro คือ โปรแกรมประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ ค.7 ความต้องการใช้พลังงานของเชื้อเพลิงฟอสซิลของขั้นตอนการกำจัดซาก

ช่วงวัฏจักร	รายการ	ปริมาณ (kg/kgกล้วยตาก)	ค่า FED (MJ/kgพลาสติก)	FED (MJ/kgกล้วยตาก)	ที่มาของค่า FED
กำจัดซาก	กล่องพอลิโพพิลีน	0.033	2..320	0.077	Simapro
	รวม			0.077	

หมายเหตุ : ปริมาณที่ใช้ Basis ต่อกล้วยตาก 1 กิโลกรัม

Simapro คือ โปรแกรมประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างการคำนวณ

ตัวอย่างการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเพาะปลูกกล้วยน้ำว้าของจังหวัดพิจิตร 3

1. การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ปุ๋ย

การปล่อยก๊าซเรือนกระจก = $[(F_{SN} \times EF_1) + (F_{SP_2O_5} \times EF_2) + (F_{SK_2O} \times EF_3)]/P_M$

จากการผลิตปุ๋ย = $[(3.75\ kg_N \times 3.3036\ kg\ CO_2\ eq/kg_N)$

$+ (3.75\ kg_{P_2O_5} \times 1.5716\ kg\ CO_2\ eq/kg_{P_2O_5})$

$+ (3.75\ kg_{K_2O} \times 0.4974\ kg\ CO_2\ eq/kg_{K_2O})]$

/1,125 kg banana

= 0.0179 kg CO_2 eq/kg banana

จากสมการ ที่ 2.5)

การปล่อยไนตรัสออกไซด์ = $[(F_{SN} + F_{ON}) \times EF_4 \times 44/28$

จากการใช้ทางตรง = $[(3.75\ kg_N + 1.986\ kg_N) \times 0.01 \times 44/28$ kg N_2O/kg N_2O-N

= 0.0365 kg CO_2 eq/kg banana

จากสมการ ที่ 2.6)

การปล่อยไนตรัสออกไซด์โดย = $[(F_{SN} + F_{ON}) \times EF_5 \times Frac_{LEACH-(H)} \times 44/28$

การชะล้าง = $[(3.75\ kg_N + 1.986\ kg_N) \times 0.01 \times 0.3$

$\times$ 44/28 kg N_2O/kg N_2O-N

= 0.0109 kg CO_2 eq/kg banana

จากสมการ ที่ 2.7)

การปล่อยไนตรัสออกไซด์โดยการ = $[(F_{SN} \times Frac_{GASF_1}) + (F_{ON} \times Frac_{GASM})] \times EF_6 \times 44/28$

สูญเสียในรูป NH_3 + NO_X = $[((3.75\ kg_N \times 0.1) + (1.986\ kg_N \times 0.2)]$

$\times$ 0.01 kg N_2O-N/kg_N $\times$ 44/28 kg N_2O/kg N_2O-N

= 0.0121 kg CO_2 eq/kg banana

2. การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ปูนขาวและสารเคมีกำจัดเชื้อรา จากสมการ ที่ 2.1)

ก๊าซเรือนกระจกจาก = $[(P_L \times EF_7)+(P_P \times EF_8)]/P_M$

ปูนขาวและสารเคมีกำจัดเชื้อรา = [(25 kg × 1.0676 kg CO_2 eq/kg)

+(0 kg × 9.270 kg CO_2 eq/kg)] / 1,125 kg banana

= 0.0237 kg CO_2 eq/kg banana

3. การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล จากสมการ ที่ 2.1)

ก๊าซเรือนกระจกจากน้ำมันดีเซล = $[(D \times EF_9) +(D \times EF_{10})]/P_M$

(การผลิตและเผาไหม้) = [(22.5 L × 0.2789 kg CO_2 eq/L)

+ (22.5 L × 2.7446 kg CO_2 eq/L)]/1,125 kg banana

= 0.0605 kg CO_2 eq/kg banana

ตัวอย่างการคำนวณการก๊าซเรือนกระจกจากขั้นตอนการผลิตกล้วยตาก

1. การคำนวณก๊าซเรือนกระจกของการปลูกกล้วยน้ำว้า (วัตถุดิบหลัก)

ปริมาณกล้วยน้ำว้าต่อหน่วยการทำงาน 2.3303 kg banana/kg dry banana

ค่า EF ของกล้วยน้ำว้า 0.2724 kg CO_2 eq/kg banana

ดังนั้น การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกล้วยน้ำว้า

= ปริมาณต่อFU x ค่า EF

= 2.3303 (kg banana/kg dry banana)

x 0.2724 (kg CO_2 eq/kg banana)

= 0.6348 kg CO_2 eq/kg dry banana

2. การคำนวณก๊าซเรือนกระจกของพลังงานไฟฟ้า

ค่า EF ของไฟฟ้า 0.5821 kg CO_2 eq/kWh

ดังนั้น การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของไฟฟ้า

= ปริมาณต่อ FU x ค่า EF

= 0 (kWh/kg dry banana) x 0.5821 (kg CO_2 eq/kWh)

= 0 kg CO_2 eq/ kg dry banana

3. การคำนวณก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งวัตถุดิบ (กล้วยน้ำว้า) ใช้ข้อมูลระยะทาง

ใช้ข้อมูลระยะทาง เส้นทางที่1

เที่ยวมา

วัตถุดิบที่ใช้ = 0.3329 kg banana/kg dry banana

ระยะทาง = 14.6 km

ค่า EF สำหรับการขนส่งรถกระบะบรรทุกขนาดเล็ก 4 ล้อ (วิ่งแบบปกติ) = 0.1402 kg CO_2 eq/tkm

ดังนั้น การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งเที่ยวมา

= วัตถุดิบที่ใช้ต่อFU x ระยะทาง x ค่า EF

= (0.3329 x 14.6 x 0.1402)/1,000

= 0.0007 kg CO_2 eq/kg dry banana

เที่ยวกลับ

วัตถุดิบที่ใช้ = 0.3329 kg banana/kg dry banana

ระยะทาง = 14.6 km

ค่า EF สำหรับการขนส่งรถกระบะบรรทุกขนาดเล็ก 4 ล้อ (รถวิ่งเปล่า) = 0.3111 kg CO_2 eq/km

วัตถุดิบที่ขนมาต่อ 1 เที่ยว = 7 ton/ton product

ดังนั้น การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งเที่ยวกลับ

= (วัตถุดิบที่ใช้ต่อFU x ระยะทาง) x (ค่า EF/ขนส่งต่อเที่ยว)

= (0.3329 x 14.6) x (0.3111/ 7)/1000

= 0.0002 kg CO_2 eq/kg dry banana

เที่ยวมา+เที่ยวกลับ

ก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งวัตถุดิบเที่ยวมา = 0.0007 kg CO_2 eq/kg dry banana

ก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งวัตถุดิบเที่ยวกลับ = 0.0002 kg CO_2 eq/kg dry banana

ดังนั้น ก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งวัตถุดิบ = 0.0009 kg CO_2 eq/kg dry banana

4. การคำนวณก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งกล้วยตากจากโรงงานผลิตไปยังจุดจำหน่าย

ใช้ข้อมูลระยะทาง เส้นทางที่1

เที่ยวมา

ผลิตภัณฑ์ที่ขนส่ง = 0.35 kg CO_2 eq/kg dry banana

ระยะทาง = 25 km

ค่า EF สำหรับการขนส่งรถกระบะบรรทุกขนาดเล็ก 4 ล้อ (วิ่งแบบปกติ) = 0.1402 kg CO_2 eq/tkm

ดังนั้น การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งเที่ยวมา

= ผลิตภัณฑ์ที่ขนส่งต่อ FU x ระยะทาง x ค่า EF

= (0.35 x 25 x 0.1402)/1,000

= 0.0012 kg CO_2 eq/kg dry banana

เที่ยวกลับ

วัตถุดิบที่ใช้ = 0.35 kg CO2 eq/kg dry banana

ระยะทาง = 25 km

ค่า EF สำหรับการขนส่งรถกระบะบรรทุกขนาดเล็ก 4 ล้อ (รถวิ่งเปล่า) = 0.3111 kg CO_2 eq/km

วัตถุดิบที่ขนมาต่อ 1 เที่ยว = 7 ton/ton product

ดังนั้น การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งเที่ยวกลับ

= (วัตถุดิบที่ใช้ต่อFU x ระยะทาง) x (ค่า EF/ขนส่งต่อเที่ยว)

= (0.35 x 25) x (0.3111/7)

= 0.0004 kg CO_2 eq/kg dry banana

เที่ยวมา+เที่ยวกลับ

ก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งผลิตภัณฑ์เที่ยวมา = 0.0012 kg CO_2 eq/kg dry banana

ก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งผลิตภัณฑ์เที่ยวกลับ = 0.0004 kg CO_2 eq/kg dry banana

ดังนั้น การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งผลิตภัณฑ์

= (0.0012 + 0.0004)

= 0.0016 kg CO_2 eq/kg dry banana

5. การคำนวณก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งซากจากการบริโภคไปยังบ่อขยะ

ใช้ข้อมูลระยะทาง เส้นทางที่1

เที่ยวมา

ของเสียที่เกิดขึ้น = 0.0117 kg/kg dry banana

ระยะทาง = 18.25 km

ค่า EF สำหรับการขนส่งรถบรรทุกขยะ 10 ล้อ (วิ่งแบบปกติ) = 0.0472 kg CO_2 eq/tkm

ดังนั้น การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งเที่ยวมา

= ผลิตภัณฑ์ที่ขนส่งต่อ FU x ระยะทาง x ค่า EF

= (0.0117 x 18.25 x 0.0472)

= 1 x 10^{-5} kg CO_2 eq/kg dry banana

เที่ยวกลับ

ของเสียที่เกิดขึ้น = 0.0117 kg/kg dry banana

ระยะทาง = 18.25 km

ค่า EF สำหรับการขนส่งรถบรรทุกขยะ 10 ล้อ (รถวิ่งเปล่า) = 0.3111 kg CO_2 eq/km

วัตถุดิบที่ขนมาต่อ 1 เที่ยว = 16 ton/ton product

ดังนั้น การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งเที่ยวกลับ

= (วัตถุดิบที่ใช้ต่อ FU x ระยะทาง) x (ค่า EF/ขนส่งต่อเที่ยว)

= (0.0117 x 18.25) x (0.3111/16)

= 4 x 10^{-6} kg CO_2 eq/kg dry banana

เที่ยวมา+เที่ยวกลับ

ก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งซากจากการบริโภคเที่ยวมา

$= 10 \times 10^{-6}$ kg CO_2 eq/kg dry banana

ก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งซากจากการบริโภคเที่ยวกลับ

$= 41 \times 10^{-7}$ kg CO_2 eq/kg dry banana

ดังนั้น การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งซากจากการบริโภค

$= (10 \times 10^{-6} + 41 \times 10^{-7})$

$= 14 \times 10^{-6}$ kg CO_2 eq/kg dry banana

6. ตัวอย่างการคำนวณก๊าซเรือนกระจกการฝังกลบพลาสติกพอลิโพพิลีน

ของเสียที่เกิดขึ้น = 0.0333 kg/kg dry banana

ค่า EF ของการฝังกลบ = 2.32 kg CO_2 eq/kg

ดังนั้น การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการฝังกลบพลาสติกโพลิโพพิลีน

= (ของเสียที่เกิดขึ้น x ค่า EF การฝังกลบ)

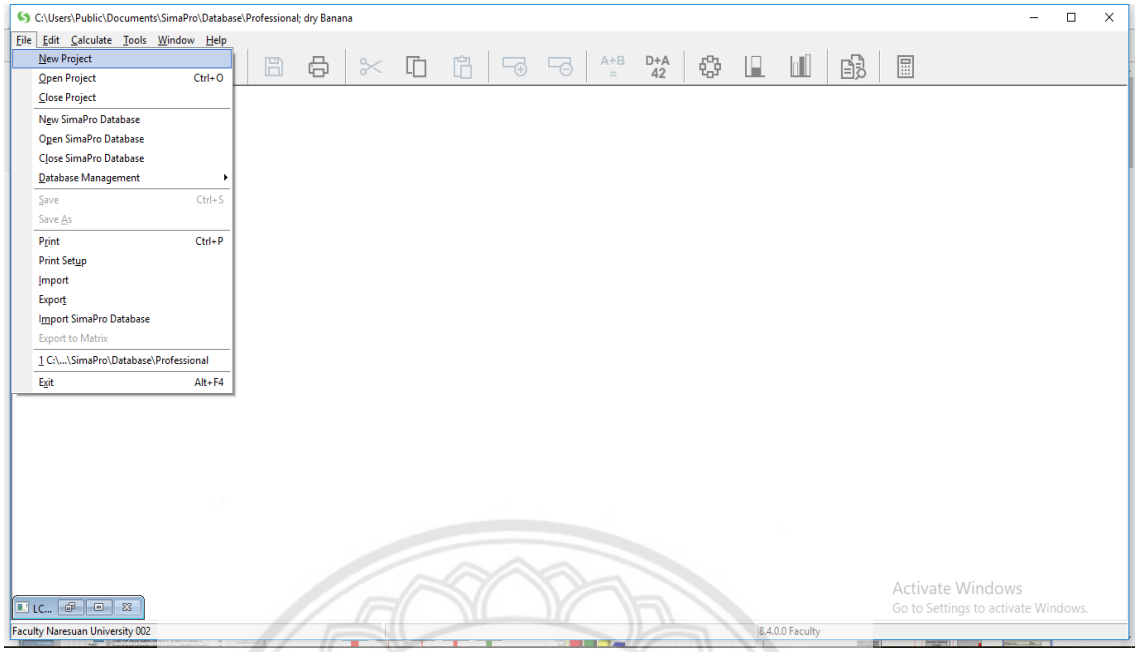
= (0.0333 x 2.32)

= 0.0773 kg CO_2 eq/kg dry banana

ภาคผนวก จ

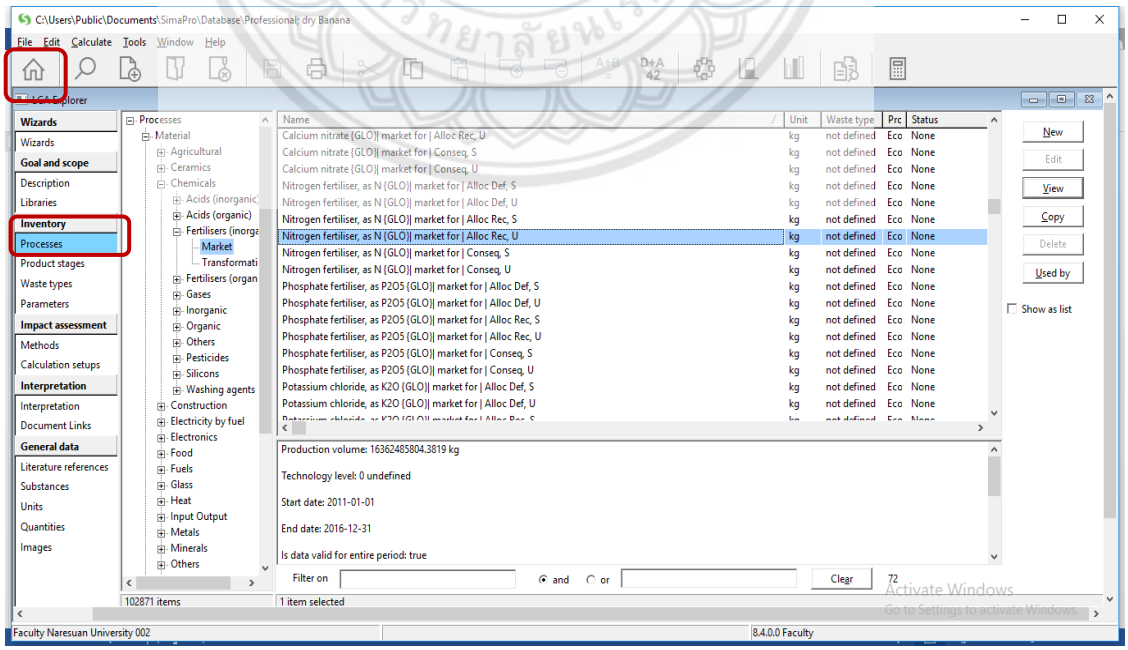
วิธีการใช้โปรแกรม SimaPro 8.4.0.0

1) เปิดโปรแกรม Simapro สร้าง New Project แสดงดังรูปที่ ฉ.1



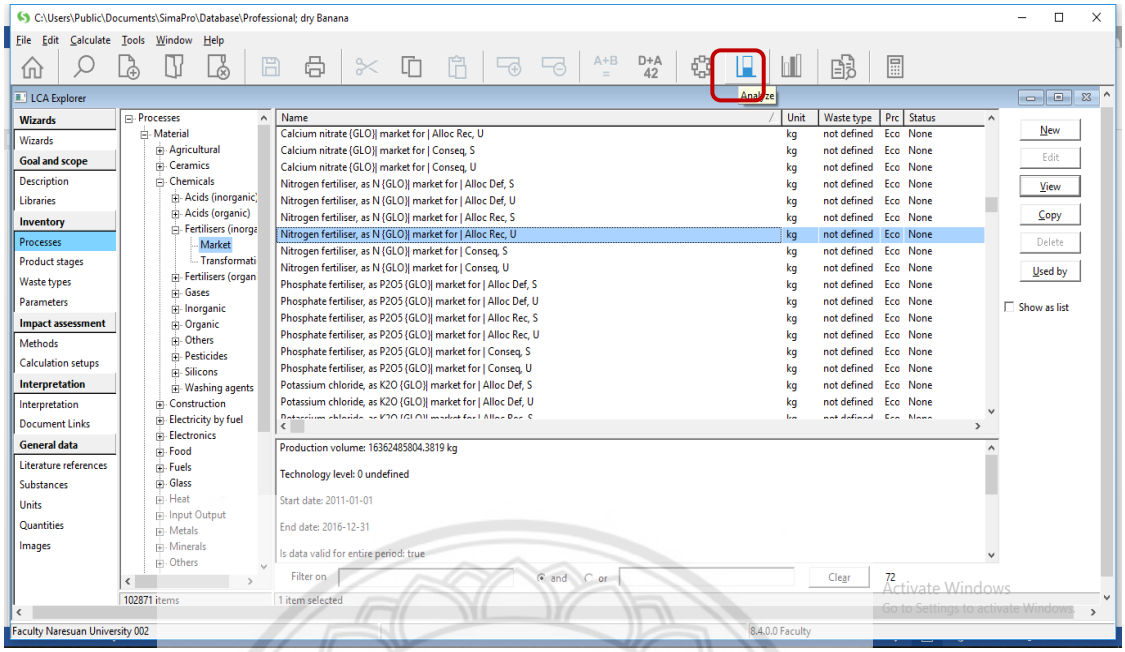
รูปที่ จ.1 ขั้นตอนการสร้าง New Project

2) เลือก LCA Explorer (icons รูปบ้าน) จากนั้น เลือก Processes → Material และเลือกตามที่ต้องการ แสดงดังรูปที่ ฉ.2



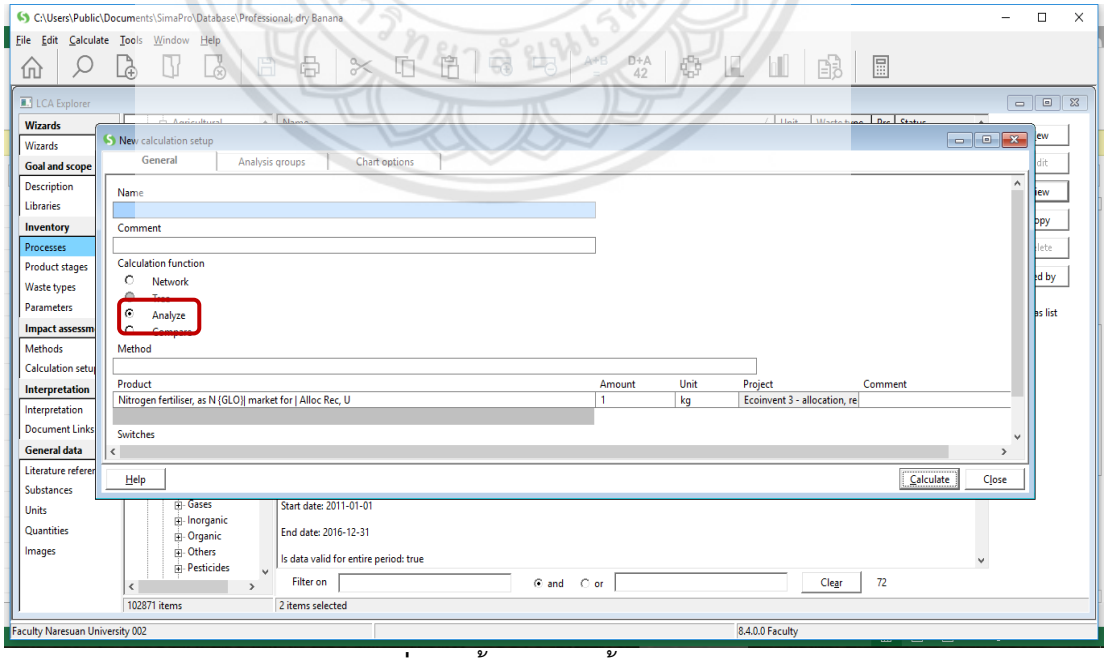
รูปที่ จ.2 ขั้นตอนการเลือกข้อมูล

3) เมื่อเลือกตามที่ต้องการแล้ว เลือก Analyze แสดงดังรูปที่ ฉ.3



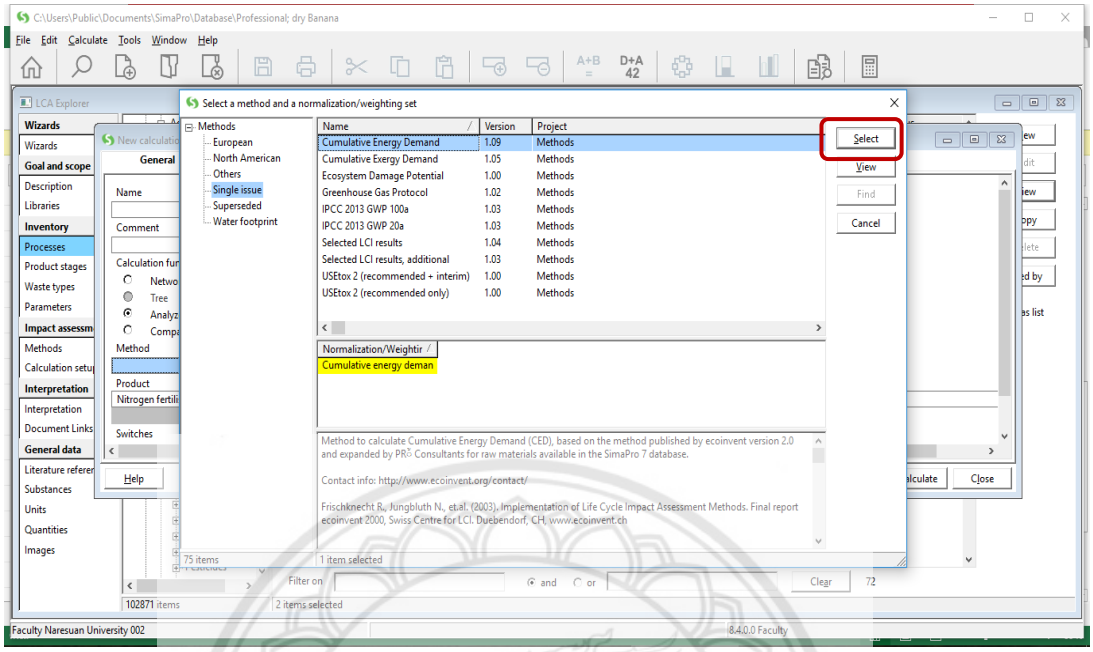
รูปที่ จ.3 ขั้นตอนการเลือกข้อมูลและวิเคราะห์โดยการกด Analyze

4) จากนั้นจะมีหน้าต่าง New calculation setup ขึ้นมา ให้ตั้งค่า General Calculation function → Analyze แสดงดังรูปที่ ฉ.4



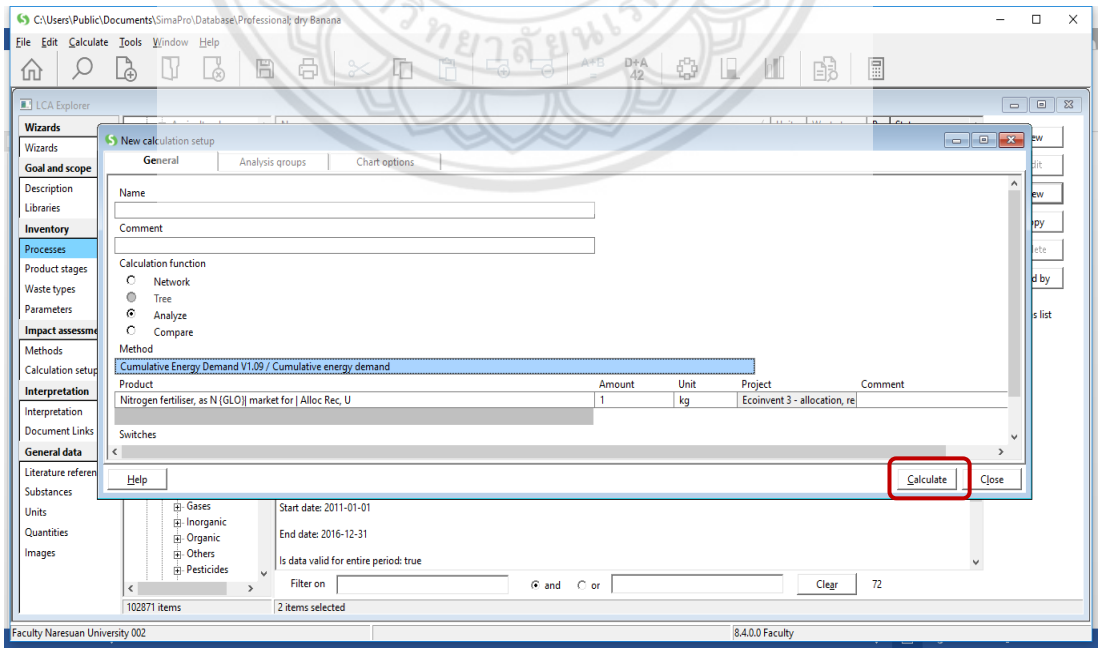
รูปที่ จ.4 ขั้นตอนการตั้งค่าต่างๆ

5) ตั้งค่า Methods → single issue → Cumulative Energy Demand แล้วกด Select แสดงดังรูปที่ ฉ.5



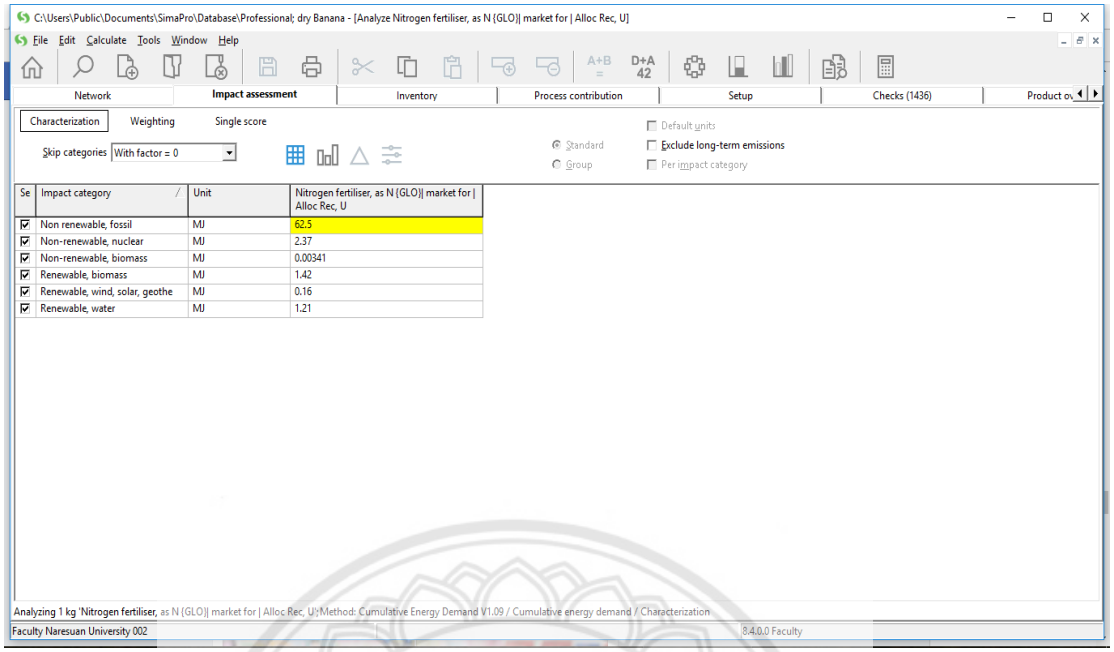
รูปที่ จ.5 ขั้นตอนการตั้งค่าต่างๆ

6) แล้วกด Calculate แสดงดังรูปที่ ฉ.6



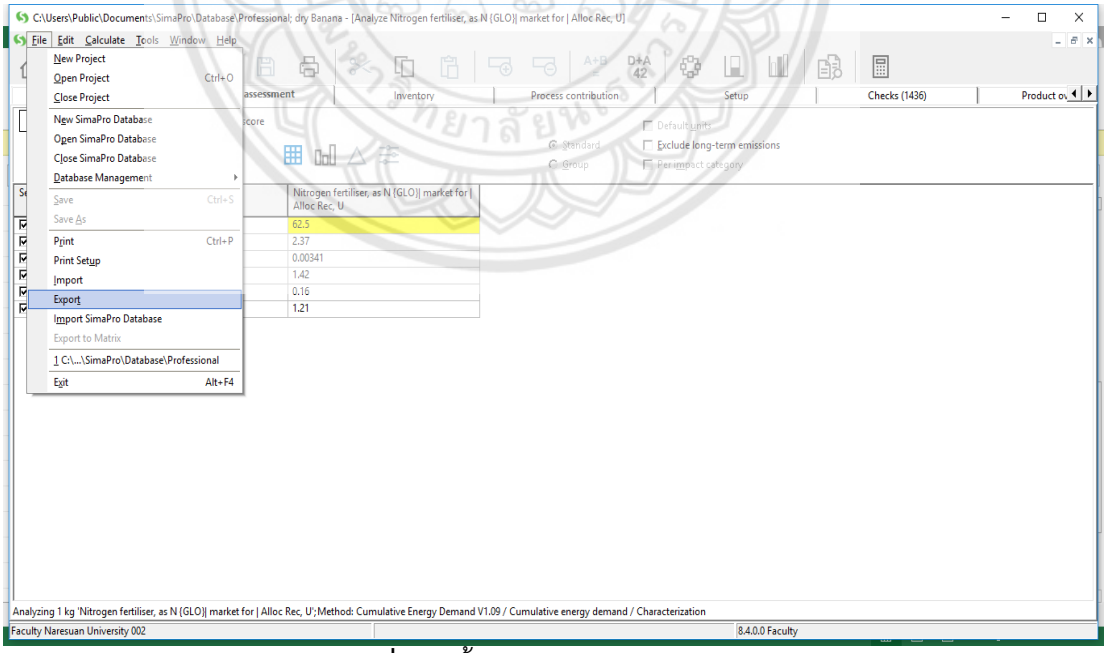
รูปที่ จ.6 ขั้นตอนการวิเคราะห์โดยการ Calculate

7) จะได้ค่าออกมา ดังแสดงในรูปที่ ฉ.7



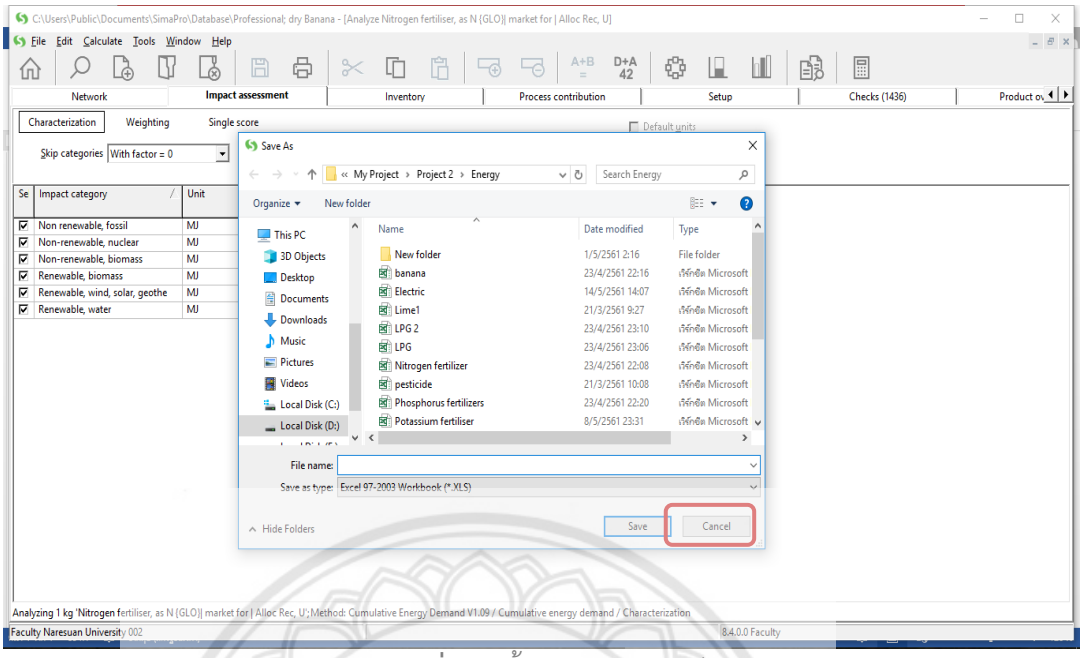
รูปที่ จ.7 ข้อมูลที่ได้จากการ Calculate

8) จากนั้น กด File → Export ดังแสดงในรูปที่ ฉ.8



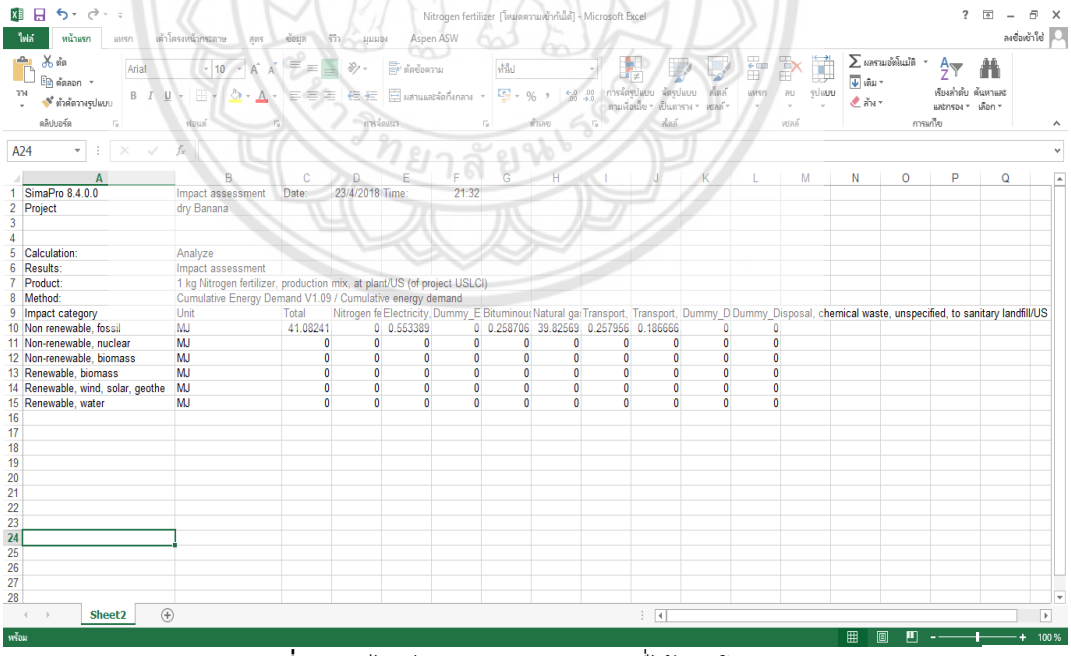
รูปที่ จ.8 ขั้นตอนการนำค่าออกจากโปรแกรม

9) จะมีหน้าต่าง Save As → ตั้งชื่อ File name แล้วกด Save แสดงดังรูปที่ ฉ.9



รูปที่ จ.9 ขั้นตอนการบันทึกไฟล์

10) จะได้จะได้ค่าออกมาเป็นไฟล์ Microsoft Excel แสดงดังรูปที่ ฉ.10



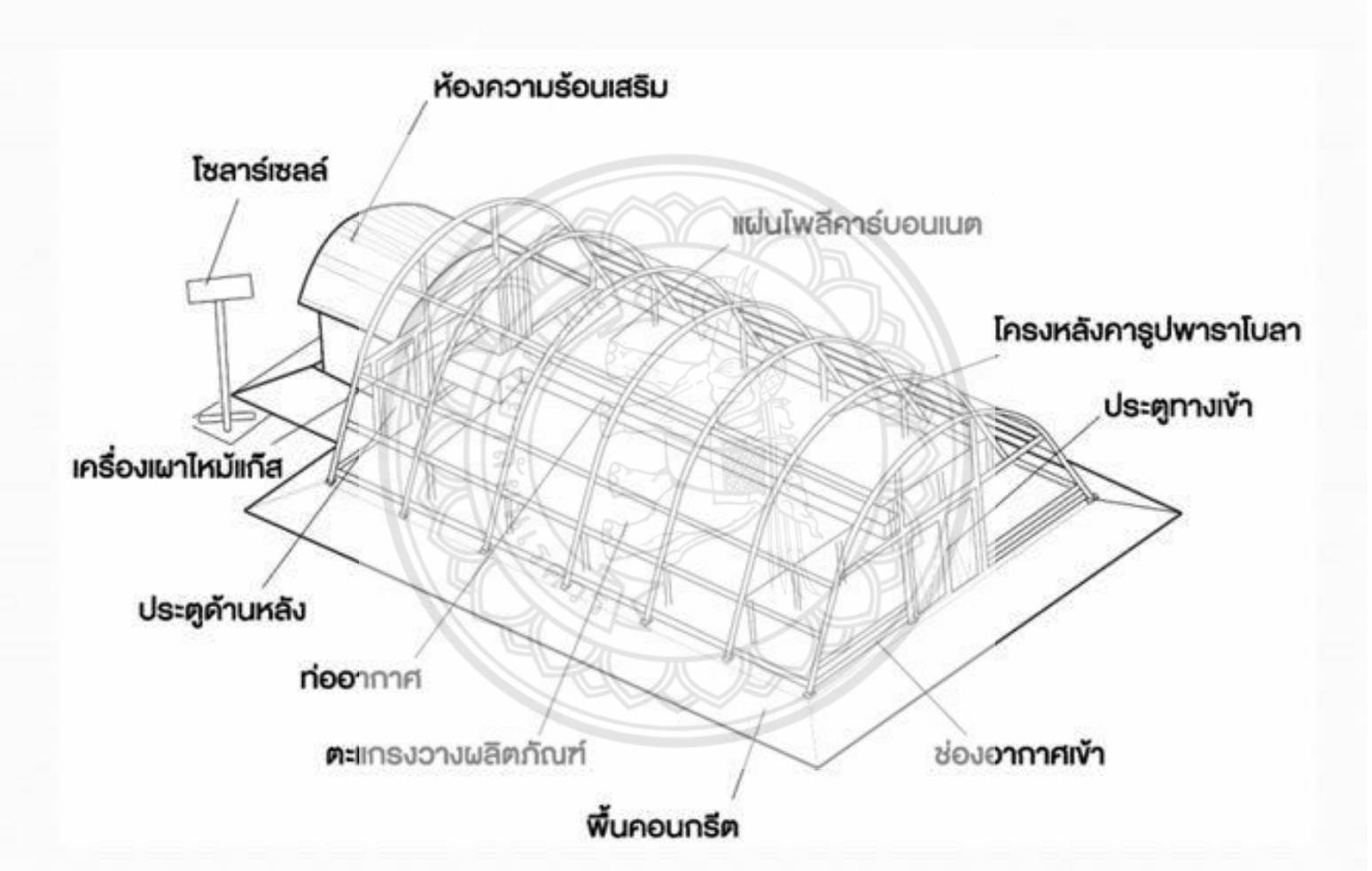
	A	B	C	D	E	F
1	SimaPro 8.4.0.0	Impact assessment	Date:	23/4/2018	Time:	21:32
2	Project	dry Banana				
3						
4						
5	Calculation:	Analyze				
6	Results:	Impact assessment				
7	Product:	1 kg Nitrogen fertilizer, production mix, at plant/US (of project USLCI)				
8	Method:	Cumulative Energy Demand V1.09 / Cumulative energy demand				
9	Impact category	Unit	Total	Nitrogen fe	Electricity,	Dummy_E
10	Non renewable, fossil	MJ	41.08241	0	0.553389	0
11	Non-renewable, nuclear	MJ	0	0	0	0
12	Non-renewable, biomass	MJ	0	0	0	0
13	Renewable, biomass	MJ	0	0	0	0
14	Renewable, wind, solar, geothe	MJ	0	0	0	0
15	Renewable, water	MJ	0	0	0	0

	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
9	Bituminous	Natural ga	Transport,	Transport,	Dummy_D	Dummy_Disposal, chemical waste, unspecified, to sanitary landfill/US					
10	0.258706	39.82569	0.257956	0.186666	0	0					
11	0	0	0	0	0	0					
12	0	0	0	0	0	0					
13	0	0	0	0	0	0					
14	0	0	0	0	0	0					
15	0	0	0	0	0	0					

รูปที่ จ.10 ไฟล์ Microsoft Excel ที่ได้จากโปรแกรม

ภาคผนวก ฉ

รายละเอียดพาราโบลาโดม



รูปที่ ฉ.1 รายละเอียดพาราโบลาโดม

ที่มา : ENGINEO LTD., PART