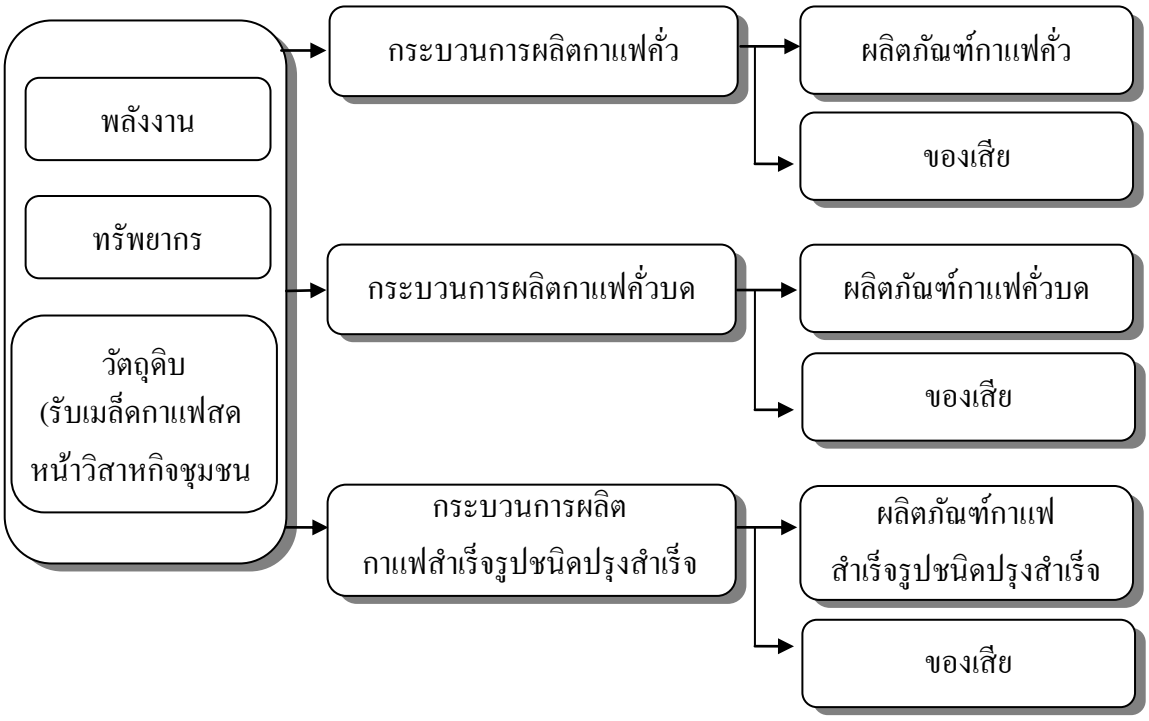
บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย

การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกระบวนการแปรรูปเมล็ดกาแฟโรบัสต้าของผลิตภัณฑ์กาแฟคั่ว กาแฟคั่วบด และกรณีศึกษากาแฟสำเร็จรูปชนิดปรุงสำเร็จ เริ่มดำเนินการจากศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากนั้นลงพื้นที่เก็บข้อมูลจริงตามฤดูการผลิต โดยเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่กระบวนการรับผลกาแฟจากเกษตรกร ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มกาแฟบ้านถ้ำสิงห์ จังหวัดชุมพร มาคัดเลือกเฉพาะผลกาแฟสุก (กาแฟเชอรี่) เข้าสู่กระบวนการแปรรูปต่างๆ จนได้เป็นผลิตภัณฑ์กาแฟแปรรูปทั้ง 3 ชนิด เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยใช้วิธีการคำนวณตามคู่มือการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ ปี ค.ศ. 2006 (2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories) โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยแสดงดังรูปที่ 3.1



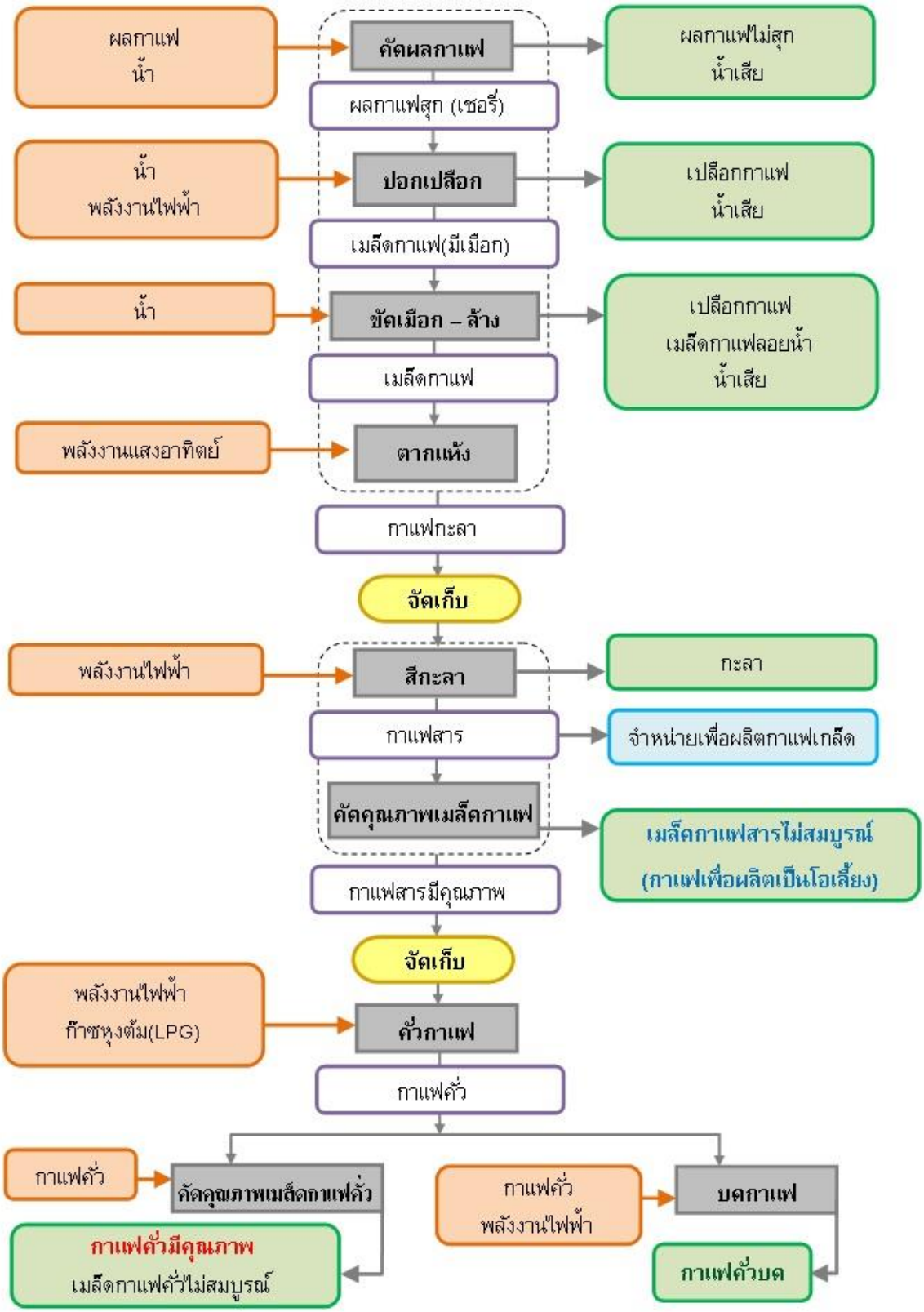
รูปที่ 3.1 แผนผังขอบเขตการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการแปรรูปเมล็ดกาแฟโรบัสต้าในวิสาหกิจชุมชน

3.1 ขั้นตอนการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

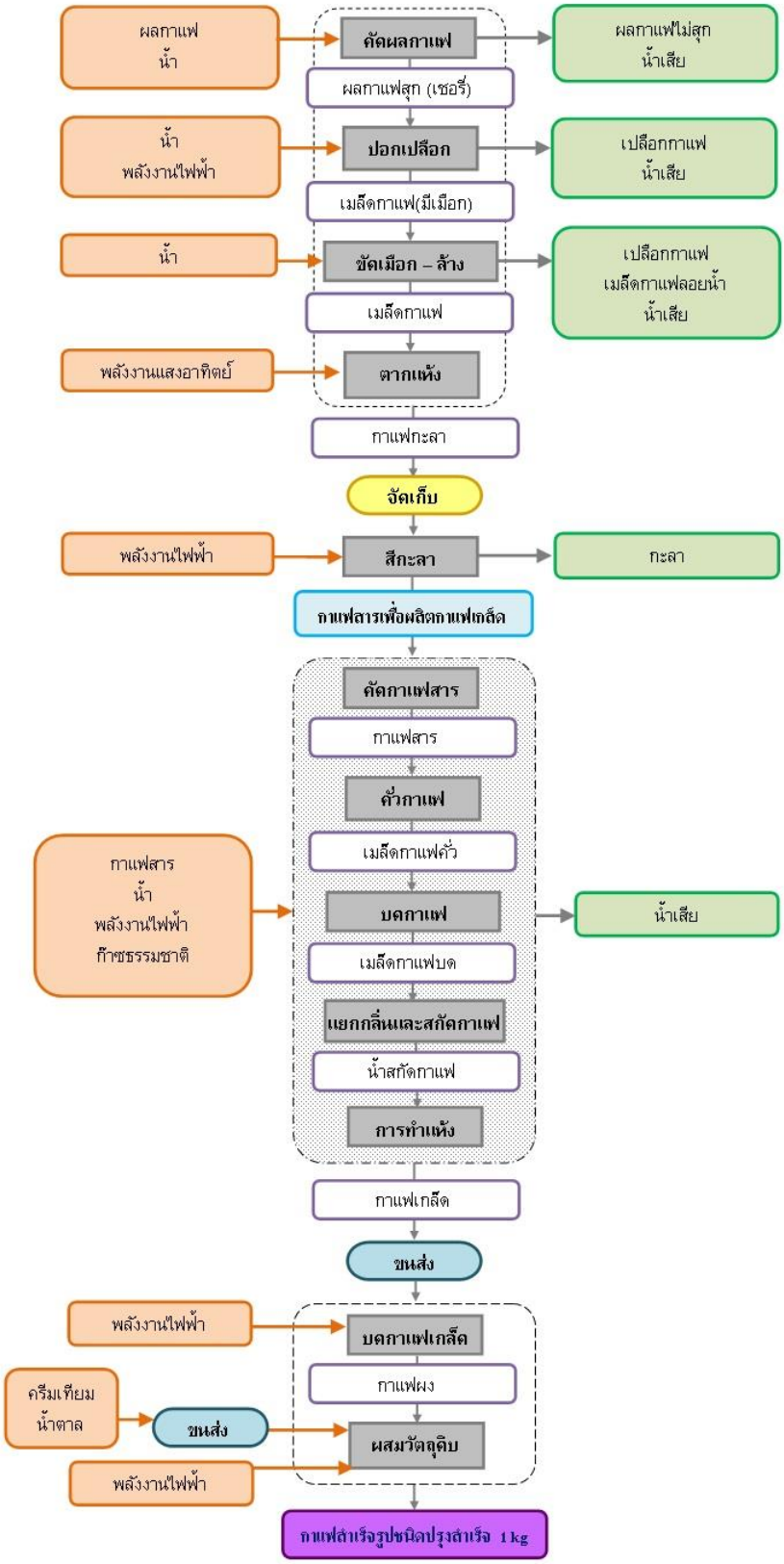
การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกระบวนการแปรรูปเมล็ดกาแฟโรบัสต้าเป็นผลิตภัณฑ์กาแฟคั่ว กาแฟคั่วบดและกรณีศึกษากาแฟสำเร็จรูปชนิดปรุงสำเร็จ มีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

3.1.1 การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตการศึกษา

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการแปรรูปเมล็ดกาแฟโรบัสต้า ด้วยการวิเคราะห์แบบ Gate-to-Gate โดยเก็บข้อมูล ณ วิสาหกิจชุมชนกลุ่มกาแฟบ้านถ้ำสิงห์ จังหวัดชุมพร ใช้ระยะเวลาเก็บข้อมูล 12 เดือน หรือตามรอบผลิต กำหนดหน่วยการทำงานที่ 1 กิโลกรัมของผลิตภัณฑ์ โดยผลิตภัณฑ์กาแฟคั่วและกาแฟคั่วบด เริ่มประเมินตั้งแต่ขั้นตอนการรับผลกาแฟที่วิสาหกิจชุมชนฯ สู่กระบวนการแปรรูป จนได้เป็นผลิตภัณฑ์กาแฟคั่ว 1 กิโลกรัม และผลิตภัณฑ์กาแฟคั่วบด 1 กิโลกรัม ทั้งนี้ไม่รวมการประเมินบรรจุภัณฑ์สินค้าและการขนส่งเพื่อจำหน่าย ส่วนกรณีศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการแปรรูปเมล็ดกาแฟโรบัสต้าเป็นกาแฟสำเร็จรูปชนิดปรุงสำเร็จ เริ่มประเมินตั้งแต่ขั้นตอนการรับเมล็ดกาแฟสดที่วิสาหกิจชุมชนฯ สู่กระบวนการแปรรูป จนได้เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปชนิดปรุงสำเร็จ 1 กิโลกรัม เนื่องจากวิสาหกิจชุมชนฯไม่มีกระบวนการผลิตกาแฟเกล็ดที่ใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตกาแฟสำเร็จรูนิดปรุงสำเร็จ จึงได้อ้างอิงข้อมูลการผลิตกาแฟเกล็ดจากงานวิจัยของ (Humbert และคณะ, 2009) มาเติมเต็มให้กระบวนการแปรรูปสมบูรณ์เป็นผลิตภัณฑ์กาแฟสำเร็จรูปชนิดปรุงสำเร็จและประเมินการขนส่งวัตถุดิบ ได้แก่ กาแฟเกล็ด ครีมเทียม และน้ำตาล แต่ไม่รวมการประเมินบรรจุภัณฑ์สินค้าและการขนส่งเพื่อจำหน่าย จากการกำหนดขอบเขตการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกระบวนการแปรรูปเมล็ดกาแฟโรบัสต้าในวิสาหกิจชุมชน สามารถสร้างผังการไหลของกระบวนการแปรรูปเมล็ดกาแฟโรบัสต้า ตามประเภทของผลิตภัณฑ์ ซึ่งแสดงดังรูปที่ 3.2 และ 3.3



รูปที่ 3.2 แผนผังการไหลของกระบวนการแปรรูปเมล็ดกาแฟโรบัสต้าเป็นผลิตภัณฑ์กาแฟคั่วและคั่วบด ด้วยกระบวนการผลิตกาแฟสารแบบเปียก



รูปที่ 3.3 แผนผังการไหลของกระบวนการแปรรูปเมล็ดกาแฟโรบัสต้า เป็นผลิตภัณฑ์กาแฟสำเร็จรูปชนิดปรุงสำเร็จ

หมายเหตุ กระบวนการผลิตกาแฟเกล็ด (Humbert และคณะ, 2009)

กระบวนการผลิตกาแฟจากวิสาหกิจชุมชนฯ

3.1.2 การวิเคราะห์บัญชีรายการ

การจัดเก็บข้อมูลสำหรับการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการแปรรูปเมล็ดกาแฟโรบัสต้า (แบบจัดเก็บข้อมูลแสดงในภาคผนวก ก.) ต้องอาศัยข้อมูลจากบัญชีรายการตามขอบเขตการประเมิน ซึ่งมีทั้งข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ การจัดเก็บข้อมูลปฐมภูมิ ได้แก่ ปริมาณการใช้ทรัพยากร การใช้พลังงาน และวัสดุเหลือทิ้ง ซึ่งเป็นข้อมูลจริงจากการเก็บข้อมูลที่วิสาหกิจชุมชนฯ ส่วนข้อมูลทุติยภูมิเป็นข้อมูลที่ไม่สามารถเก็บรวบรวมจากวิสาหกิจชุมชนฯ ได้แก่ ข้อมูลกระบวนการผลิตกาแฟเกล็ด ซึ่งต้องอ้างอิงข้อมูลจาก (Humbert และคณะ, 2009) และค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกแต่ละกิจกรรม ซึ่งควรใช้ข้อมูลที่เหมาะสม ได้แก่ ฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อมของวัสดุพื้นฐานและพลังงานของไทย ข้อมูลบัญชีรายการจากงานวิจัยที่ผ่านการคัดกรองแล้ว ฐานข้อมูลที่แพร่ทั่วไป และข้อมูลที่ตีพิมพ์โดยองค์กรระหว่างประเทศ ทั้งนี้ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมของกระบวนการแปรรูปเมล็ดกาแฟโรบัสต้า แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 บัญชีรายการสิ่งแวดล้อมกระบวนการแปรรูปเมล็ดกาแฟโรบัสต้า ผลิตภัณฑ์กาแฟคั่ว กาแฟคั่วบดและกาแฟสำเร็จรูปชนิดปรุงสำเร็จ

ผลิตภัณฑ์	ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม	
	สารขาเข้า	สารขาออก
กาแฟคั่ว	ผลกาแฟ ผลกาแฟสุก เมล็ดกาแฟมีเมือก เมล็ดกาแฟ กาแฟกะลา กาแฟสาร กาแฟคั่ว น้ำ พลังงานไฟฟ้า ก๊าซหุงต้ม	ผลกาแฟไม่สุก เปลือกกาแฟ เมล็ดกาแฟลอยน้ำ กะลา (เปลือกกาแฟแห้ง) เมล็ดกาแฟสารไม่สมบูรณ์ เมล็ดกาแฟคั่วไม่สมบูรณ์ กาแฟคั่วมีคุณภาพ น้ำเสีย

ตารางที่ 3.1 บัญชีรายการสิ่งแวดล้อมกระบวนการแปรรูปเมล็ดกาแฟโรบัสต้า ผลิตภัณฑ์กาแฟคั่ว กาแฟคั่วบดและกาแฟสำเร็จรูปชนิดปรุงสำเร็จ (ต่อ)

ผลิตภัณฑ์	ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม	
	สารขาเข้า	สารขาออก
กาแฟคั่วบด	ผลกาแฟ ผลกาแฟสุก เมล็ดกาแฟมีเมือก เมล็ดกาแฟ กาแฟกะลา กาแฟสาร กาแฟคั่ว น้ำ พลังงานไฟฟ้า ก๊าซหุงต้ม	ผลกาแฟไม่สุก เปลือกกาแฟ เมล็ดกาแฟลอยน้ำ กะลา (เปลือกกาแฟแห้ง) เมล็ดกาแฟสารไม่สมบูรณ์ กาแฟคั่วบด น้ำเสีย
กาแฟสำเร็จรูปชนิดปรุงสำเร็จ	ผลกาแฟ ผลกาแฟสุก เมล็ดกาแฟมีเมือก เมล็ดกาแฟ กาแฟกะลา กาแฟสาร กาแฟเกล็ด กาแฟผง ครีมเทียม น้ำตาล น้ำ พลังงานไฟฟ้า ก๊าซธรรมชาติ	ผลกาแฟไม่สุก เปลือกกาแฟ เมล็ดกาแฟลอยน้ำ กะลา (เปลือกกาแฟแห้ง) กาแฟสำเร็จรูปชนิดปรุงสำเร็จ น้ำเสีย

3.1.3 การประเมินผลกระทบ

เมื่อจัดเก็บข้อมูลตามบัญชีรายการและแผนผังการไหลของกระบวนการแปรรูปเมล็ดกาแฟโรบัสต้า แล้วนำข้อมูลมาคำนวณสัดส่วนปริมาณสารขาเข้าต่อปริมาณสารขาออกในแต่ละกระบวนการแปรรูป ที่ 1 กิโลกรัม เพื่อวิเคราะห์ปริมาณการใช้ทรัพยากร พลังงานและการเกิดวัสดุเหลือทิ้งต่อการแปรรูป เมล็ดกาแฟโรบัสต้าเป็นผลิตภัณฑ์กาแฟคั่ว กาแฟคั่วบดและกาแฟสำเร็จรูปชนิดปรุงสำเร็จ 1 กิโลกรัม โดยนำข้อมูลมาประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ด้วยวิธีการคำนวณตามคู่มือการคำนวณ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ ปี ค.ศ. 2006 (2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories) โดยใช้สมการในการคำนวณดังนี้

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรม ($kg\ CO_2\ e$) = ข้อมูลกิจกรรม (หน่วย) x ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ($kg\ CO_2\ e$/หน่วย) (1)

ตารางที่ 3.2 กิจกรรมและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกระบวนการแปรรูปเมล็ดกาแฟโรบัสต้า

กิจกรรม	หน่วย	Emission Factor (EF) ($kg\ CO_2\ e$/ หน่วย)	แหล่งข้อมูลอ้างอิงค่า Emission Factor (EF)
การใช้พลังงานไฟฟ้า	kWh	0.6093	องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2557
การใช้ก๊าซหุงต้ม (LPG)	kg	0.4232	องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2557
การใช้ก๊าซธรรมชาติ	kg	0.3894	องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2557
การใช้น้ำ	m^3	0.7043	องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2557
น้ำตาล	kg	1.08	องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2557
รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 7 ตัน วิ่งปกติ (100% Loading)	tkm	0.1402	องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2557

ตารางที่ 3.2 กิจกรรมและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกระบวนการแปรรูปเมล็ดกาแฟโรบัสต้า (ต่อ)

กิจกรรม	หน่วย	Emission Factor (EF) ($kg\ CO_2\ e$/ หน่วย)	แหล่งข้อมูลอ้างอิงค่า Emission Factor (EF)
รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 7 ตัน วิ่งปกติ (0% Loading)	km	0.3111	องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2557
รถกระบะบรรทุก 6 ล้อ ขนาดเล็ก น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 8.5 ตัน วิ่งปกติ (100% Loading)	tkm	0.0674	องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2557
รถกระบะบรรทุก 6 ล้อ ขนาดเล็ก น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 8.5 ตัน วิ่งปกติ (0% Loading)	km	0.4246	องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2557

จากข้อมูลที่แสดงดังตารางที่ 3.2 จะทำให้ทราบกิจกรรมและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกระบวนการแปรรูปเมล็ดกาแฟ ทั้งนี้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกาแฟเกล็ดมาจากการคำนวณการใช้ทรัพยากรและพลังงานจากการประเมินวัฏจักรชีวิตของกาแฟชนิดกาแฟแห้งแบบพ่นฝอย (Humbert และคณะ, 2009) ร่วมกับการประเมินปริมาณน้ำเสียจากกระบวนการผลิตกาแฟเกล็ดโดยปริมาณน้ำเสียคิดเป็นร้อยละ 80 ของปริมาณน้ำใช้ (สันทัด ศิริอนันต์ไพบูลย์, 2549) และค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของน้ำเสีย มาจากการคำนวณโดยใช้ค่าปริมาณความต้องการออกซิเจนทางเคมีของน้ำเสียเฉลี่ย ประเภทอุตสาหกรรมกาแฟ (9 กิโลกรัมซีโอดีต่อลูกบาศก์เมตร) คูณกับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก กรณีน้ำเสียที่ไม่ได้รับการบำบัด 0.625 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2554) จึงมีค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของน้ำเสีย เท่ากับ 5.625 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อลูกบาศก์เมตร

3.1.4 การแปรผลข้อมูล

การแปรผลข้อมูลหลังจากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการแปรรูปเมล็ดกาแฟโรบัสต้าเป็นผลิตภัณฑ์กาแฟคั่ว กาแฟคั่วบด และกาแฟสำเร็จรูปชนิดปรุงสำเร็จ จะทำให้ทราบปริมาณและแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกแต่ละกระบวนการแปรรูป โดยแสดงผลการวิเคราะห์ในหน่วย 1 กิโลกรัมของผลิตภัณฑ์ โดยสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปหาแนวทางปรับปรุงกระบวนการแปรรูปเพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการแปรรูปกาแฟโรบัสต้าต่อไป