

การประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากหมู: หม่าหมู

The Assessment of Greenhouse Gas Emission from Processed Pork Product: Pork-Mum

สุรัชชัย ญรัสฐ จันท์ศรี^{1*} และ อนุสรณ์ บุญปก²

Narrat Jansri, S.^{1*}, & Boonpoke, A.²

บทคัดย่อ

การประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์หม่าหมู 1 กิโลกรัมพร้อมบรรจุภัณฑ์ ตามการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจกระยะเวลา 1 ปี มีขอบเขตตั้งแต่ขั้นการได้มาซึ่งวัตถุดิบจนถึงขั้นการกำจัดของเสีย จากการศึกษาพบว่า ผลิตภัณฑ์มีค่าปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 3.24 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณการใช้เนื้อหมู เครื่องในหมู และกล่องบรรจุภัณฑ์ ตามลำดับ แต่เนื่องด้วยเนื้อหมูและเครื่องในหมูเป็นวัตถุดิบสำคัญจึงไม่สามารถลดปริมาณได้ ดังนั้น จึงควรมุ่งเน้นที่ปริมาณการใช้กล่องบรรจุภัณฑ์ ถ้าการบรรจุภัณฑ์ใช้เพียงถุงสุญญากาศกับฉลากจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเหลือ 2.95 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

คำสำคัญ: ก๊าซเรือนกระจก, คาร์บอนฟุตพริ้นท์, หม่าหมู

¹ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ ตำบลนาฝาย อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ 36000

² สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา 56000

* Corresponding Author, E-mail : k_aew474@yahoo.com

Abstract

The assessment of greenhouse gas emission for 1 kg of pork-mum including packaging was investigated according to the reference method of carbon footprint for product providing by TGO for a period of 1 year, from raw materials to disposal. Results indicated that this product released carbon footprint 3.24 kg CO₂eq depending on the amount of raw materials (pork and offal) and packaging. In actually, the pork and offal as the main raw materials of product could not be reduced, therefore, the reduction of GHG emission should be focused on the consumption of the packaging. If only a vacuum bag with the label was used in the packaging process, it will result in the product having a GHG emission value of 2.95 kilograms of carbon dioxide equivalent.

Keyword: Greenhouse Gas, Carbon Footprint, Pork-mum

1. บทนำ

หม่ำเป็นผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากเนื้อสัตว์ที่ผลิตจากเนื้อโค กระบือ หรือสุกรผสมกับตับและม้าม แล้วปรุงรสด้วยเครื่องปรุงต่าง ๆ บรรจุลงกระเพาะปัสสาวะสัตว์ ถูงน้ำดี ถูงอัมตะ ไล่หรือภาชนะต่าง ๆ เร่งขบวนการหมักโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อให้สามารถเก็บไว้ได้นานโดยไม่เน่าเสีย บริโภคโดยการนำไปปิ้งหรือย่างด้วยไฟอ่อน ๆ (ณัฐกร พันธุ์ไชย, 2555; เชิดชัย อริยานุชิตกุล, สรรพเชษฐ อังถิติตระกูล, อรุณี บุตรตราสี, และ น้อย ทองสกุลพาณิชย์, 2553) ได้รับการส่งเสริมให้เป็นสินค้า OTOP ประเภทอาหารพื้นบ้านของจังหวัดชัยภูมิจนเป็นที่นิยมซื้อเป็นของกินของฝากมากที่สุดทั้งในและ

ต่างจังหวัด จนยอดจำหน่ายปีละร้อยล้านบาท (หอการค้าไทย และสภาหอการค้าแห่งประเทศไทย, 2559) และเพื่อเป็นการส่งเสริมหม่ำของจังหวัดชัยภูมิให้มีคุณภาพมากขึ้น สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดชัยภูมิจึงได้ตรวจสอบโรงงานผลิตหม่ำ และมอบเครื่องหมายอาหารปลอดภัยและเครื่องหมายขององค์การอาหารและยาให้กับผู้ผลิตหม่ำในจังหวัดชัยภูมิที่ได้มาตรฐาน การผลิตหม่ำให้ได้มาตรฐานและเพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภคนั้นจะต้องใช้ทรัพยากรและพลังงานในการผลิตสูงขึ้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศของโลก ดังนั้นเพื่อการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์หม่ำ และสร้างความตระหนักในการมีส่วนร่วมในการ

ปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้กับผู้ผลิตและผู้บริโภค

2. วัตถุประสงค์

การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะประเมินค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกระบวนการผลิตหม่าแบบเต็มรูปแบบ (Candle to Grave) เพื่อให้ทราบถึงการใช้ทรัพยากรและพลังงาน อันนำไปสู่แนวทางการใช้พลังงานและทรัพยากรให้คุ้มค่า ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด และส่งเสริมการดำเนินงานด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นระบบเพื่อสร้างมาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อมให้กับผลิตภัณฑ์หม่าของจังหวัดชัยภูมิ

3. วิธีการดำเนินการศึกษา

3.1 ผลิตภัณฑ์และขอบเขตการศึกษา

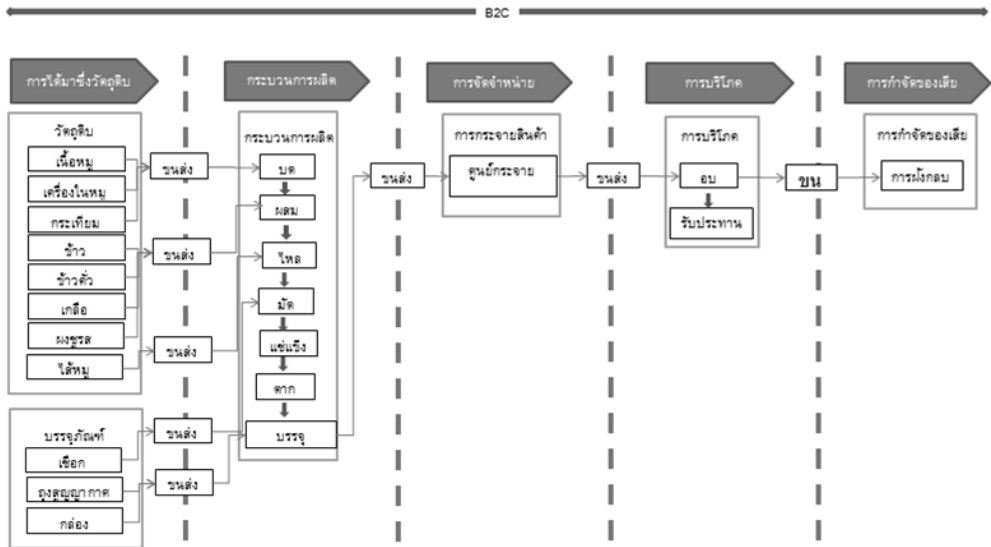
การศึกษานี้เป็นการประเมินค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบตลอดวัฏจักร (Candle to Grave) (คณะกรรมการเทคนิคด้านคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์, 2558; พงษ์เทพ สุวรรณวารี, ขนิษฐา มีวาสนา, กัลยานี กุลชัย, และมนัสวี พานิชนอก, 2557; รัตนาวรรณ มั่งคั่ง, แซบเปียร์ กิวาลา, งามทิพย์ ภู่วโดม, และสิรินทรเทพ เต่าประยูร, 2554) ของผลิตภัณฑ์หม่าหมู 1 กิโลกรัมพร้อมบรรจุภัณฑ์ ที่เป็น

สินค้า OTOP ระดับ 5 ดาวของจังหวัดชัยภูมิ และได้รับการรับรองด้านอาหารปลอดภัยจากสาธารณสุขจังหวัดชัยภูมิ ซึ่งมีขอบเขตครอบคลุมถึง การได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การจัดจำหน่าย การบริโภค และการกำจัดของเสีย ดังแสดงในภาพที่ 1

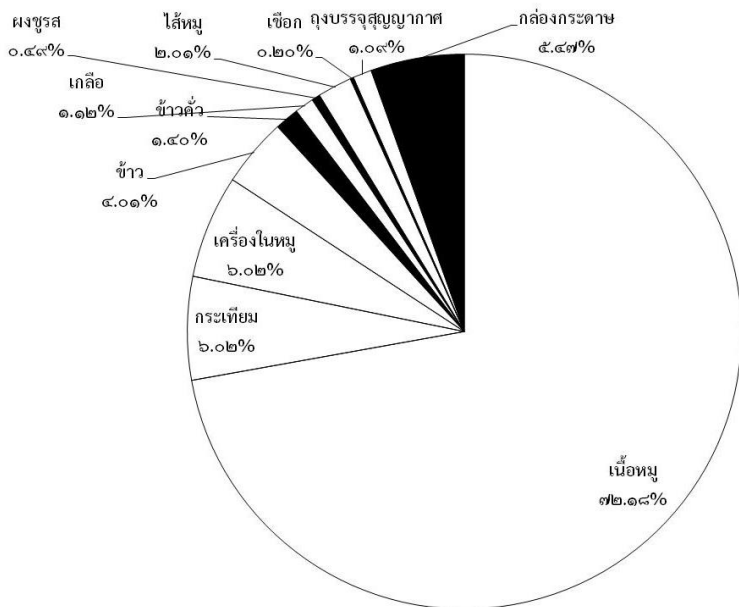
3.2 การรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่รวบรวมเป็นข้อมูลสารขาเข้าและสารขาออกตลอดวัฏจักรของผลิตภัณฑ์ (Function Unit: FU) โดยเป็นข้อมูลที่ได้จากข้อมูลปฐมภูมิ (ข้อมูลที่สามารถเข้าถึงได้) ได้แก่ ปริมาณการใช้ทรัพยากรและพลังงาน ปริมาณวัสดุเหลือทิ้ง และข้อมูลทุติยภูมิ (ไม่มีข้อมูลปฐมภูมิหรือไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลได้) ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor: EF) โดยใช้ข้อมูลจากองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ข้อมูลจากบัญชีรายการวิจัยที่คัดกรองแล้ว ฐานข้อมูลที่เผยแพร่ทั่วไป และข้อมูลที่ตีพิมพ์โดยองค์กรระหว่างประเทศ รวมทั้งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการผลิตน้ำ พลังงานไฟฟ้าที่เป็นข้อมูลระดับประเทศ (รัตนาวรรณ มั่งคั่ง และคณะ, 2554; ปฐมประสาทเขตการ และ สิรินลักษณ์ เจียรการ, 2558)

ข้อมูลที่รวบรวมได้จากการผลิตหม่าหมู 1 กิโลกรัมพร้อมบรรจุภัณฑ์ตลอดวัฏจักรเป็นระยะเวลา 1 ปี มีสัดส่วนการใช้วัตถุดิบทรัพยากรและวัสดุช่วยการผลิตดังแสดงภาพที่ 2



ภาพที่ 1 ขอบเขตการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์หม่าหมู 1 กิโลกรัมพร้อมบรรจุภัณฑ์



ภาพที่ 2 สัดส่วนการใช้วัตถุดิบ และบรรจุภัณฑ์ในการผลิตหม่าหมู 1 กิโลกรัมพร้อมบรรจุภัณฑ์

นอกจากนั้น ในกระบวนการผลิตมีการใช้ไฟฟ้า น้ำ และน้ำยาล้างอุปกรณ์ตลอดกระบวนการ ผลิต 488.10 กิโลวัตต์-ชั่วโมง 5,950.00 ลิตร และ 8.25 ลิตร ตามลำดับ ซึ่งตลอดกระบวนการผลิตมีปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น 5,958.25 ลิตร ขั้นตอนการบริโภคได้มีการใช้ไฟฟ้าสำหรับอบผลิตภัณฑ์ทั้งสิ้น 742.50 กิโลวัตต์-ชั่วโมง และซากที่เกิดขึ้นจากการรับประทานประกอบด้วย กุ้งบรรจุสุญญากาศ กล่องกระดาษ และเชือก ปริมาณ 117, 585 และ 21 กิโลกรัม

การขนส่งการขนส่งวัตถุดิบ ทรัพยากรและวัสดุช่วยการผลิต และการขนส่งซากต่อการผลิตหม่าหมู 1 กิโลกรัม คำนวณจากระยะที่ใช้ขนส่งและกำหนดให้การขนส่งสินค้าแต่ละครั้งภายใต้ภาระการขนส่งเที่ยวไปร้อยละ 100 และเที่ยวกลับร้อยละ 0 ซึ่งการขนส่งวัตถุดิบ ทรัพยากร และวัสดุช่วยการผลิตคำนวณจากการใช้รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาด 7 ตัน เป็นระยะทางทั้งหมด 271 กิโลเมตร และการขนส่งซากใช้รถบรรทุกขย 10 ล้อ 16 ตัน เป็นระยะทางทั้งสิ้น 35.1 กิโลเมตร

3.3 การประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิของจากบัญชีรายการทางสิ่งแวดล้อมของการผลิตหม่าหมูที่

รวบรวมได้ นำใช้คำนวณเพื่อประเมินค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ (Carbon footprint for product: CFP) เป็นปริมาณในหน่วยของน้ำหนักของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (kgCO_2eq) ดังแสดงในสมการที่ 1 (คณะกรรมการเทคนิคด้านคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์, 2558; พงษ์เทพ สุวรรณวารี, ขนิษฐา มีวาสนา, กัญญาณี กุลชัย, และมนัสวี พานิชนอก, 2557; รัตนาวรรณ มั่งคั่ง และคณะ, 2554 และปฐม ประสาทเขตการ, และสิริลักษณ์ เจียราร, 2558)

$$CFP = FU \times EF \quad (1)$$

เมื่อ CFP คือ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ (kgCO_2eq)

FU คือ ข้อมูลที่รวบรวมเป็นข้อมูลสารขาเข้าและสารขาออกตลอดวัฏจักรของผลิตภัณฑ์ (Unit)

EF คือ ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ($\text{kgCO}_2\text{eq/unit}$)

4 ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

หม่าหมู 1 กิโลกรัมพร้อมบรรจุภัณฑ์ มีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก 3.24 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งเป็นผลรวมของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการได้มา

และการใช้ประโยชน์วัตถุดิบ พลังงานและทรัพยากร และการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งวัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากร ดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่า ค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการได้มาและการใช้ประโยชน์วัตถุดิบ พลังงานและทรัพยากรของผลิตภัณฑ์หม่าหมูมีมากถึง 3.23 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 99.69 โดยขั้นการได้มาซึ่งวัตถุดิบเป็นขั้นที่มีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุดมากถึง 2.91 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 89.92 รองลงมาคือขั้นการกำจัดของเสีย มีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก 0.24 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 7.26 ดังแสดงในภาพที่ 3 ส่วนการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งวัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากรของผลิตภัณฑ์หม่าหมูมีค่า 0.01 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 0.31 ของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด โดยขั้นกระบวนการผลิตเป็นขั้นที่มีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด รองลงมา คือ ขั้นการได้มาซึ่งวัตถุดิบ และการกำจัดซาก ดังแสดงในภาพที่ 4 แม้ในขั้นการได้มาซึ่งวัตถุดิบ และการกำจัดซากมีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก แต่เมื่อพิจารณาถึงค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก พบว่า มีปริมาณที่น้อยมาก ในการวิจัยครั้งนี้จึงถือว่าทั้งสองขั้นไม่มีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเลย ดังนั้นค่าปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งวัตถุดิบ พลังงานและทรัพยากรเพื่อผลิต

หม่าหมู 1 กิโลกรัมพร้อมบรรจุภัณฑ์จึงถูกพิจารณาให้ขึ้นกับการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขั้นกระบวนการผลิตร้อยละ 100 หรือประมาณ 0.01 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์หม่าหมู 1 กิโลกรัมพร้อมบรรจุภัณฑ์ขึ้นอยู่กับการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการได้มาและการใช้ประโยชน์วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากรมากที่สุด ดังนั้น การพิจารณาเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจึงควรดำเนินการในขั้นนี้เป็นหลัก

เมื่อพิจารณาการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการได้มาและการใช้ประโยชน์วัตถุดิบ พลังงานและทรัพยากรในขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในรูปที่ 3 พบว่า ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีมากถึง 2.91 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งเกิดจาก 2 ปัจจัยหลักคือ วัตถุดิบ และบรรจุภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์หม่าหมูใช้เนื้อหมู และเครื่องในหมูในสัดส่วนมากถึงร้อยละ 85.82 และรองลงมาใช้กล่องบรรจุภัณฑ์เป็นสัดส่วนร้อยละ 3.60 ซึ่งกล่องบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในขั้นตอนนี้ส่งผลต่อขั้นการกำจัดของเสียในสัดส่วนมากถึงร้อยละ 80.91 การปรับปรุงผลิตภัณฑ์หม่าหมูเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากเหตุปัจจัยแรกนั้นผู้ผลิตไม่สามารถปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงปริมาณการใช้เนื้อหมูและเครื่องในหมูได้ เนื่องจากเป็นวัตถุดิบหลักของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นพิจารณาเกี่ยวกับการใช้กล่องบรรจุภัณฑ์ซึ่งเป็น

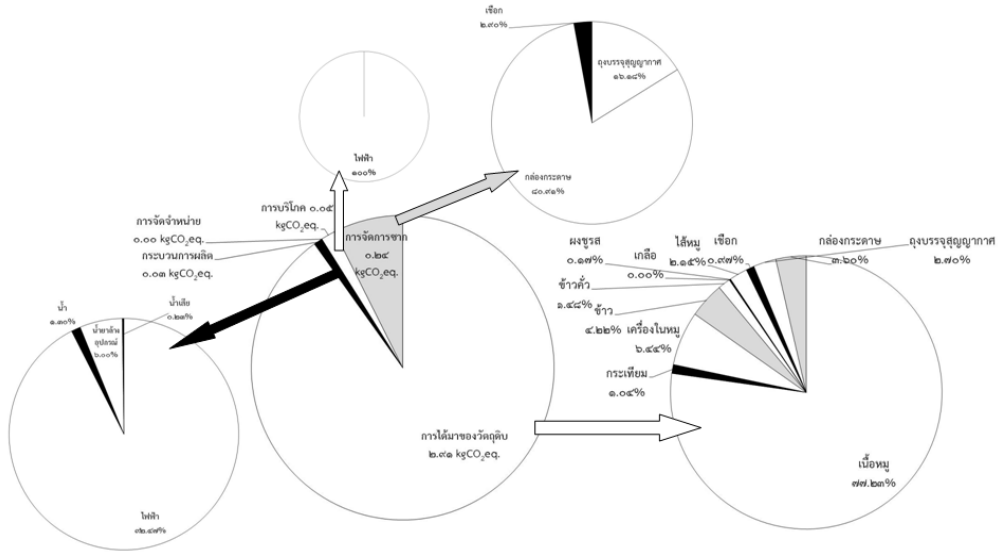
เหตุปัจจัยในลำดับถัดมาที่มีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์โดยได้ยกตัวอย่างเพื่อเสนอแนะให้ผู้ผลิต เช่น ถ้าผู้ผลิตปรับเปลี่ยนรูปแบบจากการบรรจุภัณฑ์หม้าหมูด้วยถุงสุญญากาศและกล่องกระดาษ เป็นการบรรจุด้วยถุงสุญญากาศและใช้ฉลากแทน การปรับเปลี่ยนในรูปแบบนี้ส่งผลให้ชั้นการได้มาซึ่งวัตถุดิบ และการกำจัดของเสียมีค่าการ

ปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกลดลงเหลือ 2.81 และ 0.04 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 5 และส่งผลให้ค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของหม้าหมู 1 กิโลกรัมพร้อมบรรจุภัณฑ์ในภาพรวมมีค่าลดจรร้อยละ 8.95 คิดเป็น 2.95 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

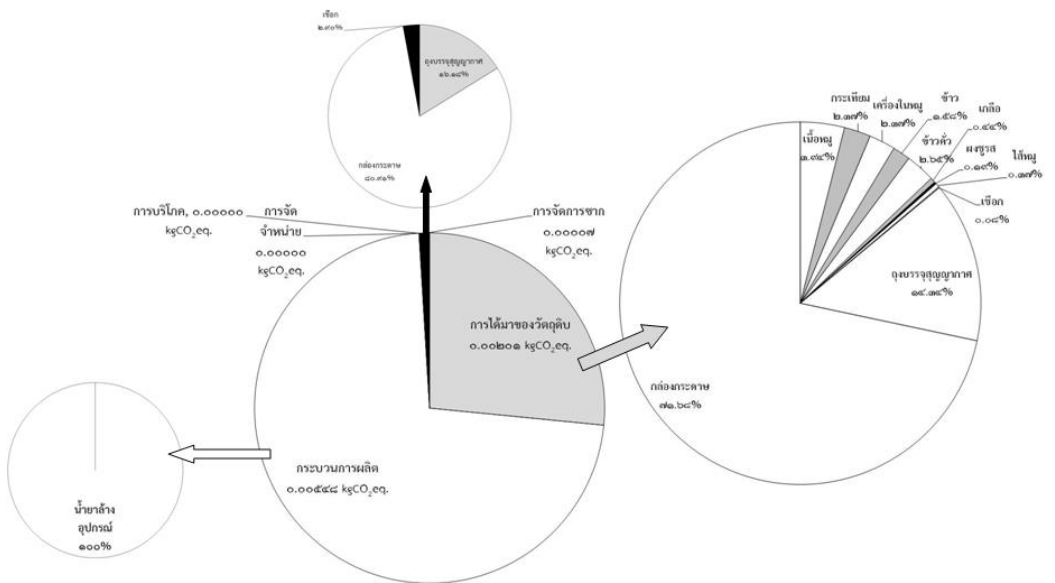
ตารางที่ 1

ผลการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์หม้าหมู 1 พร้อมบรรจุภัณฑ์

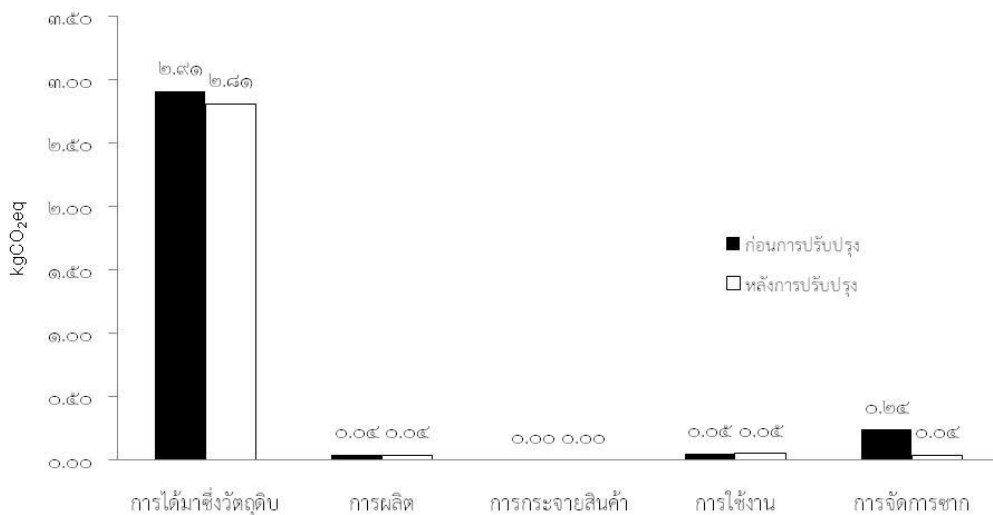
ช่วงวัฏจักรชีวิต	การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการได้มาและการใช้ประโยชน์ วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากร (kgCO ₂ eq.)	การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการขนส่ง วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากร (kgCO ₂ eq.)	ผลรวมการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (kgCO ₂ eq.)
1. การได้มาของวัตถุดิบ	2.91	0.00	2.91
2. กระบวนการผลิต	0.03	0.01	0.04
3. การจัดจำหน่าย	0.00	0.00	0.00
4. การบริโภค	0.05	0.00	0.05
5. การจัดการกำจัดของเสีย	0.24	0.00	0.24
	3.23	0.01	3.24



ภาพที่ 3 สัดส่วนการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการได้มาและการใช้ประโยชน์วัตถุดิบ พลังงานและทรัพยากร



ภาพที่ 4 สัดส่วนการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งวัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากร



ภาพที่ 5 ผลการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์หม้าหมู 1 กิโลกรัมพร้อมบรรจุภัณฑ์ก่อนและหลังการปรับปรุง

5 สรุปผลการศึกษา

การประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของหม้าหมู 1 กิโลกรัมพร้อมบรรจุภัณฑ์ มีค่า 3.24 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบเป็นขั้นที่ปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดจากวัตถุดิบหลักและกล่องบรรจุภัณฑ์ และรองลงมาเป็นขั้นการกำจัดของเสียจากกล่องบรรจุภัณฑ์ ผู้ผลิตจึงควรมุ่งเน้นการปรับปรุงชนิดและ/หรือรูปแบบของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการบรรจุผลิตภัณฑ์หม้าหมู เพื่อที่จะทำให้การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์มีค่าลดต่ำลงมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคุณปนัดดา วงษ์คำสิงห์ เจ้าของกิจการบริษัท นัดพบ ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการเก็บข้อมูล รวมทั้งความรู้ในการผลิตหม้าหมู

เอกสารอ้างอิง

- คณะกรรมการเทคนิคด้านคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์. (2558). *แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ ภายใต้โครงการส่งเสริมการใช้คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน).
- ณัฐกร พันธุ์ชัย. (2555). *วิธีการทำหม่า (แม่เนื้อเนื้อวัวสด)*. หนองบัวลำภู: องค์ความรู้ด้านวัฒนธรรม กลุ่มยุทธศาสตร์และเฝ้าระวังทางวัฒนธรรม สำนักงานวัฒนธรรมจังหวัดหนองบัวลำภู.
- เชิดชัย อริยานุชิตกุล, สรรเพชญ์ อังถิตตระกูล, อรุณี บุตรตาสี, และน้อย ทองสกุลพาณิชย์. (2553). ความซุกและการติดต่อสารต้านจุลชีพของเชื้อซิมโมเนลาที่แยกจากหม่าดิบในอำเภอพล จังหวัดชัยภูมิ. *วารสารอาหารและยา*, 17(1): 46-51.
- ปฐม ประสาทเขตการ, และสิริลักษณ์ เจียรการ (2558). *คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของกระบวนการแปรรูปเมล็ดกาแฟโรบัสต้าในวิสาหกิจชุมชน*. โครงการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 34, 27 มีนาคม 2558. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พงษ์เทพ สุวรรณวารี, ขนิษฐา มีวาสนา, กัลยาณี กุลชัย, และมนัสวี พานิชนอก. (2557). *วอเตอร์และคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทรายขาวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ*

ตอนล่างของประเทศไทย กรณีศึกษา:

จังหวัดนครราชสีมา ชัยภูมิ บุรีรัมย์ และ

สุรินทร์ (รายงานผลการวิจัย). นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

รัตนารวรรณ มั่งคั่ง, แซบเปียร์ กิวาลา, งามทิพย์ ภู่วโดม, และสิรินทรเทพ เต้าประยูร. 2554.

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ข้าว.

วิศวกรรมสาร มก., 75(24), 53-60.

หอการค้าไทย และสภาหอการค้าแห่งประเทศไทย.

(2559). *ภูมิปัญญาชาวบ้าน*. เข้าถึง 14 กันยายน 2559, จาก <http://www.thaichamber.org.th>.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2559). *Emission Factor*. เข้าถึง 10 กันยายน 2559, จาก <http://thai.carbonlabel.tgo.or.th>.