บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในปัจจุบันปัญหาสถานการณ์ราคาน้ำมันที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วมีผลทำให้ประเทศไทยจำเป็นต้องจัดหาพลังงานทดแทนเพื่อใช้ทดแทนน้ำมันจากเชื้อเพลิงฟอสซิส ซึ่งภาครัฐมีมาตรการและนโยบายที่สนับสนุนให้มีการใช้เชื้อเพลิงทดแทนในปริมาณที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะพลังงานทดแทนที่สามารถผลิตได้จากภายในประเทศซึ่งก็คือ พลังงานที่ได้จากผลผลิตทางการเกษตร อย่างในปี 2554 พบว่า มีการใช้พลังงานทดแทนทั้งสิ้น 8,537 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นจากปีก่อนถึงร้อยละ 19.4 ทั้งนี้มีการใช้ให้อยู่ในรูปของไฟฟ้า ความร้อน และเชื้อเพลิงชีวภาพ (เอทานอล และไบโอดีเซล) และก๊าซธรรมชาติสำหรับยานยนต์ โดยคิดเป็นปริมาณการใช้ไบโอดีเซลเพียงอย่างเดียวถึง 661 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (สถิติพลังงานของประเทศไทย, 2554) ซึ่งเกิดจากการผลักดันและพัฒนาการใช้ไบโอดีเซลเพื่อทดแทนการใช้น้ำมันดีเซล

แต่การวางแผนพัฒนาพลังงานทดแทนอย่างไบโอดีเซลมาทดแทนการใช้น้ำมันดีเซลยังมีข้อจำกัดอยู่มาก โดยเฉพาะวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตคือ ปาล์มน้ำมัน มีความสามารถนำมาผลิตเป็นไบโอดีเซลไม่เพียงพอ เนื่องจากในช่วงปี 2553-2554 วัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตได้รับผลกระทบจากสภาพอากาศที่ไม่เอื้ออำนวยที่เกิดจากปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา ทำให้ปริมาณวัตถุดิบไม่เพียงพอต่อการผลิต และเมื่อประเมินความต้องการใช้ไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมันโดยพิจารณาจากการจำหน่ายน้ำมันดีเซลในประเทศเฉลี่ยปีละประมาณ 50 ล้านลิตรต่อวัน ในแต่ละปีจะต้องมีผลปาล์มสดออกสู่ตลาดทั้งสิ้น 10.56 ล้านตัน ขณะที่ในปัจจุบันผลผลิตคาดว่ามีจำนวน 9.87 ล้านตัน จากพื้นที่ให้ผลผลิต 3.75 ล้านไร่ จึงเห็นได้ว่าในปัจจุบันค่อนข้างเสี่ยงต่อการที่ผลผลิตอาจประสบภาวะตึงตัว ซึ่งการลดความเสี่ยงดังกล่าวทำได้โดยการขยายพื้นที่ปลูก เพื่อให้สามารถเพิ่มกำลังการผลิตเพื่อรองรับความต้องการใช้ที่มากขึ้น ดังนั้นภาครัฐจึงเร่งให้การสนับสนุนการพัฒนาทั้งด้านอุปทานและอุปสงค์อย่างต่อเนื่อง โดยมีเป้าหมายว่า ภายในปี 2564 ต้องมีพื้นที่ปลูกปาล์มที่ให้ผลผลิตไม่น้อยกว่า 5.5 ล้านไร่ และผลผลิตต้องเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเฉลี่ยทั้งประเทศ 3.5 ตันต่อไร่ เพื่อให้ได้อัตราส่วนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลเพิ่มขึ้นจากเดิมไม่น้อยกว่า 18.5% โดยอาศัยการขยายพื้นที่เพาะปลูกไปยังภูมิภาคต่างๆ ทั้งภาคเหนือ กลาง และตะวันออกเฉียงเหนือ แสดงดังตารางที่ 1.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 1.1 สมดุลปริมาณน้ำมันปาล์มดิบของประเทศไทยตั้งแต่ปี 2550-2554

สมดุลน้ำมันปาล์มดิบ	2550	2551	2552	2553	2554
พื้นที่เพาะปลูก (ล้านไร่)	**3.23**	**3.68**	**3.89**	**4.07**	**4.14**
ภาคเหนือ	0.0002	0.0007	0.0008	0.0020	0.0022
ภาคะวันออกเฉียงเหนือ	0.003	0.004	0.005	0.008	0.008
ภาคกลาง	0.29	0.38	0.41	0.45	0.47
ภาคใต้	2.91	3.25	3.42	3.54	3.57
ผลผลิตรวม (ล้านตัน)	**1.21**[a]	**1.56**	**1.83**	**2.18**	**2.85**
ผลิตเพื่อการส่งออก	0.09[a]	0.16	0.16	0.16	0.16
ผลิตเพื่อบริโภค	0.81[a]	0.92	0.98	1.05	1.13
ผลิตไบโอดีเซล	0.03[a]	0.30	0.34	0.35	0.76
เหลือน้ำมันปาล์มดิบ	0.09[a]	0.81	0.35	0.62	0.80

ที่มา: แผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี (2555) และ [a] กรมการค้าภายใน (2550)

จากการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนจะส่งผลดีในหลายๆ มิติ ทั้งในมุมมองการลดการนำเข้าน้ำมัน การสร้างความมั่นคงด้านพลังงานและเพิ่มรายได้ให้กับภาคเกษตร ส่วนในมุมมองทางด้านสิ่งแวดล้อมสามารถช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก แต่ในทางตรงกันข้ามกลับส่งผลเสียต่อแหล่งทรัพยากรทางธรรมชาติ ทั้งในเรื่องความต้องการการใช้น้ำเพื่อการเพาะปลูกและการเกิดมลภาวะอันเนื่องมาจากการใช้ปุ๋ยและสารเคมีในกระบวนการเพาะปลูกเพิ่มมากขึ้น ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อทรัพยากรน้ำที่มีอยู่อย่างจำกัด หรือแม้แต่ในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลก็ตามที่ต้องมีการใช้พลังงานในการผลิตและของเสียที่ออกจากกระบวนการผลิต

โดยจากการศึกษาทางสถิติของ United Nations (UN, 2011) ชี้ให้เห็นว่า การเพาะปลูกจำเป็นต้องใช้น้ำมาก โดยปัจจุบันร้อยละ 70 ของน้ำในแม่น้ำและชั้นอุ้มน้ำในโลกถูกนำไปใช้ในภาคการเกษตร และคาดการณ์ว่าในปี 2658 ความต้องการใช้น้ำในโลกจะสูงขึ้นร้อยละ 35-60 เมื่อเทียบกับปี 2543 แต่ในปัจจุบันปริมาณน้ำที่ใช้สำหรับการเพาะปลูกพืชลดลงถึงร้อยละ 50 อันเป็นผลเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยปัญหาดังกล่าวได้เกิดขึ้นแล้วในหลายพื้นที่ทั่วโลก เช่น ประเทศอินเดีย ประเทศลิเบีย และประเทศอียิปต์ ที่มีการสูบน้ำจากชั้นหินไปใช้ในการทำการเกษตร จนไม่สามารถใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำนั้นได้อีก ซึ่งหากประเทศไทยจะมีการส่งเสริมให้เกิดการผลิตไบโอดีเซลมากขึ้น โดยการขยายพื้นที่เพาะปลูกปาล์มน้ำมันจะเกิดผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำอย่างมาก ปริมาณความต้องการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ใช้น้ำในพื้นที่เพาะปลูกใหม่จึงจำเป็นต้องมีการจัดการทรัพยากรน้ำที่มีอยู่ให้เหมาะสมมากที่สุด รวมถึงการจัดการใช้และการสูญเสียพลังงานที่เกิดขึ้น ซึ่งจากประเด็นดังกล่าว เรื่องของการใช้พลังงานและน้ำจึงกลายเป็นประเด็นที่ทั่วโลกให้ความสำคัญมากขึ้น โดยแนวทางในการส่งเสริมหรือพัฒนา ภาครัฐบาลจำเป็นต้องมีข้อมูลที่ครบถ้วน จึงได้มีการเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการบริหารจัดการพลังงานและน้ำ โดยการกระตุ้นหรือส่งเสริมให้ผู้ใช้ทางตรงและทางอ้อมได้เปลี่ยนแนวคิดให้ตระหนักถึงปริมาณพลังงานและน้ำที่ใช้ในการผลิตสินค้าและบริการ รวมถึงมีส่วนรับผิดชอบให้เกิดการใช้อย่างเหมาะสม ซึ่งต้องอาศัยการพัฒนาแนวทางการวิเคราะห์รูปแบบใหม่และเป็นรูปธรรมมากขึ้น

ดังนั้นงานวิจัยนี้ จึงได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพเชิงพลังงานในรูปค่าพลังงานสุทธิและปริมาณการใช้น้ำตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมันต่อหนึ่งหน่วยผลผลิตของไบโอดีเซล โดยใช้เครื่องมือคือ เอ็นเนอร์จีฟุตพริ้นท์ (Energy footprint) ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพเชิงพลังงาน และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Water footprint) ในการวิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำที่เกิดขึ้น ซึ่งพิจารณาครอบคลุมตั้งแต่กระบวนการเพาะปลูกปาล์มน้ำมัน การขนส่ง การสกัดน้ำมันดิบ และการผลิตไบโอดีเซล โดยกำหนดพื้นที่ศึกษาคือ พื้นที่ภาคเหนือทั้งหมด 6 จังหวัด และพื้นที่ภาคใต้ทั้งหมด 14 จังหวัด ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษาสามารถบ่งบอกถึงความคุ้มค่าทางพลังงาน และปริมาณ แหล่งที่มา รวมถึงรูปแบบการใช้น้ำที่เกิดขึ้น เพื่อไปใช้ในการจัดสรรพลังงานและน้ำสำหรับการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมันอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน ซึ่งนำไปสู่แนวทางการจัดการหรือการพัฒนาได้ อีกทั้งยังเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการตัดสินใจการผลักดันตามนโยบายเพื่อส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนในรูปแบบต่างๆ ในอนาคตอย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปราณี หนูทองแก้ว (2551) ได้ทำการศึกษาการประเมินตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน เริ่มตั้งแต่กระบวนการทางการเกษตร การผลิตไบโอดีเซล และการนำไบโอดีเซลไปใช้งาน โดยพิจารณาผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการได้มาซึ่งไบโอดีเซล 1 ลิตร โดยเป็นการนำผลจากบัญชีรายการมาทำการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม และเปรียบเทียบผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมกับผลจากโปรแกรมสำเร็จรูป SimaPro พบว่า ในขั้นตอนของการนำไปใช้งาน มีการใช้พลังงานมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 52.09 ของผลกระทบทั้งหมด รองลงมา คือ กระบวนการผลิต และกระบวนการทางการเกษตร ซึ่งมีค่าผลกระทบ ร้อยละ 41.21 และร้อยละ 6.7 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบพลังงานทั้งหมดที่ใช้ในแต่กระบวนการจะเห็นได้ว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กระบวนการผลิตมีการใช้พลังงานสูงถึง 66,034,443 MJ คิดเป็น 98% ของพลังงานที่ใช้ในการผลิตทั้งหมด โดยส่วนใหญ่มาจากพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิตเส้นใยปาล์มน้ำมันเป็นเชื้อเพลิงให้กับหม้อไอน้ำ และใช้ในกระบวนการทางการเกษตร 1,191,822 MJ คิดเป็น 2% เกิดจากการใช้พลังงานในส่วนของการปั๊มน้ำในระยะการอนุบาลต้นกล้าและใช้น้ำมันดีเซลในการฉีดพ่นสารเคมี พบว่าในการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน 1 ลิตร จะต้องใช้พลังงานเท่ากับ 22.41 MJ โดยผลที่ได้สอดคล้องกับการวิเคราะห์ผลกระทบจากบัญชีรายการ เมื่อพิจารณาถึงความคุ้มค่าในการลงทุนโดยการประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ตลอดวัฏจักรชีวิต ซึ่งกำหนดให้โครงการมีอายุ 25 ปี พบว่า ต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตไบโอดีเซล 1 ลิตร เท่ากับ 19.86 บาท

อรชุมา ดีศรีแก้ว และ ธำรงรัตน์ มุ่งเจริญ (2550) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบพลังงานเพิ่มสุทธิและผลกระทบสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของวัตถุดิบหลักในการผลิตไบโอดีเซล โดยวัตถุดิบที่ศึกษา ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน และสบู่ดำ นอกจากนี้ยังทำการศึกษาสมดุลพลังงานเพิ่มสุทธิตลอดวัฏจักรชีวิตของไบโอดีเซล เพื่อพิจารณาว่าการผลิตไบโอดีเซลมีความคุ้มค่าทางด้านพลังงานจากการศึกษา พบว่า ปาล์มน้ำมัน และสบู่ดำ มีความคุ้มค่าทางด้านพลังงาน โดยพิจารณาจากอัตราส่วนพลังงานสุทธิมีค่ามากกว่าหนึ่ง โดยปาล์มน้ำมันจะให้อัตราส่วนพลังงานสุทธิ คือ 3.79 ซึ่งมีค่ามากกว่าสบู่ดำ อีกทั้งเมื่อพิจารณาพลังงานเพิ่มสุทธิแสดงให้เห็นว่าการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมันและสบู่ดำ มีความคุ้มค่าที่จะลงทุน และจากการพิจารณาผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมนั้น พบว่า มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่สิ่งแวดล้อมมากที่สุด ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change) โดยจะพบที่ขั้นตอนด้านการเกษตรของวัตถุดิบเพราะมีการใช้สารปราบศัตรูพืชและปุ๋ยเคมี

Pomthong และคณะ (2554) ได้ทำการศึกษาการประเมินพลังงานและสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งได้มาจากปาล์มน้ำมันและมันสำปะหลัง ซึ่งวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพเชิงพลังงานและสิ่งแวดล้อมของการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพในประเทศไทยโดยใช้หลักการประเมินวัฏจักรชีวิต ซึ่งทำการศึกษาทั้งหมด 2 ระบบ คือ การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์ม และการผลิตไบโอเอทานอลจากมันสำปะหลัง ในแต่ละระบบได้ทำการศึกษาทุกขั้นตอนในวัฏจักรชีวิตของน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่การเพาะปลูก การเก็บเกี่ยวและแปรรูป การขนส่ง จนถึงการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลที่แหล่งเพาะปลูกและโรงงานผลิตจริง ได้แก่ ปริมาณการใช้ปุ๋ย สารเคมีกำจัดศัตรูพืช น้ำมันเชื้อเพลิง การใช้พลังงาน ทรัพยากร วัตถุดิบและสารเคมี และมลพิษที่เกิดขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า มีการใช้พลังงานฟอสซิลสูงสุดในกระบวนการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ ผลการประเมินด้านพลังงาน พบว่า การผลิตไบโอเอทานอลจากมันสำปะหลังมีค่าพลังงานสุทธิ (Net Energy Value) ติดลบ และมีค่าอัตราส่วนพลังงานที่ได้รับ (Net Energy Ratio) น้อยกว่า 1 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการสูญเสียค่าพลังงานสุทธิ สำหรับการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มนั้น มีค่าพลังงานสุทธิ และอัตราส่วนพลังงานที่ได้รับเท่ากับ 21.6 MJ/ลิตร และ 2.5 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพเชิงพลังงานที่ดี สำหรับผลประเมินด้านสิ่งแวดล้อมนั้น พบว่า ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมส่วนใหญ่มาจากขั้นตอนการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ เนื่องมาจากการใช้พลังงานประเภทฟอสซิลสูงในกระบวนการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพ

Santros, M. (2004) ได้ทำการศึกษาการวิเคราะห์พลังงานที่ใช้ในการผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบต่างๆ ได้แก่ ข้าวฟ่างหวาน ข้าวสาลี หัวบีท และอ้อย โดยพลังงานที่ใช้ในการผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบประเภทต่างๆ และอัตราพลังงานที่ได้ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 พลังงานที่ใช้ในการผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบประเภทต่างๆ

ขั้นตอน	วัตถุดิบในการผลิตเอทานอล			
	ข้าวฟ่างหวาน[a] (MJ/ha)	ข้าวสาลี[b] (GJ/ha)	หัวบีท[c] (GJ/ha)	อ้อย[d] (MJ/ha)
การเพาะปลูก	8,972	15.40	21.10	12,805
การขนส่ง	-	0.75	5.43	4,492
การผลิตเอทานอล	5,010	50.60	71.50	5,468
พลังงานที่ใช้	13,982	66.75	98.03	22,764
พลังงานที่ได้				
- เอทานอล	49,450	63.00	120.00	133,155
- ผลผลิตร่วม		5.14	7.06	13,661
อัตราพลังงาน	3.54	1.02	1.30	6.45

ที่มา: [a]Marco Aurelio dos Santos อ้างจาก Worley, J.W. (1992)

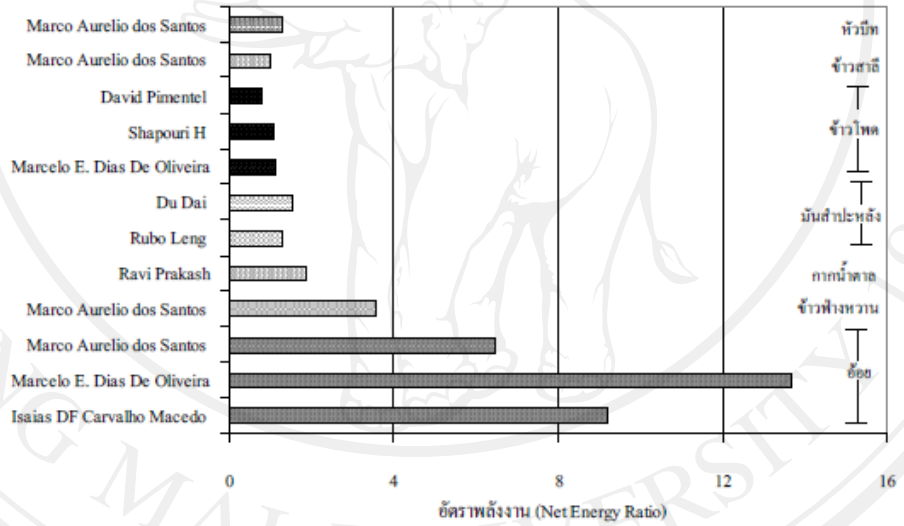
[b]Marco Aurelio dos Santos อ้างจาก De Boo, Win (1993) และ Novem (1992)

[c]Marco Aurelio dos Santos อ้างจาก De Boo, Win (1993) และ Novem (1992)

[d]Marco Aurelio dos Santos อ้างจาก Macedo (1991)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยผลจากการศึกษาการใช้พลังงานตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตเอทานอล และค่าอัตราพลังงานของการผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบต่างๆ สามารถสรุปผลการศึกษาอัตราพลังงานของงานวิจัยต่างๆ ได้ดังรูปที่ 1.1 พบว่า การใช้อ้อยเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลมีค่าอัตราพลังงานสูงกว่าการใช้วัตถุดิบประเภทอื่นๆ เนื่องจากอ้อยเป็นวัตถุดิบประเภทน้ำตาล ซึ่งไม่มีขั้นตอนการเปลี่ยนแป้งให้กลายเป็นน้ำตาล จึงทำให้การผลิตเอทานอลจากอ้อยมีพลังงานมากกว่าวัตถุดิบประเภทอื่นๆ และจากงานวิจัยทั้งหมดมี 1 งานวิจัย มีค่าอัตราพลังงานน้อยกว่า 1 หรือค่าพลังงานที่ใช้ในการผลิตเอทานอลมีค่ามากกว่าพลังงานที่ได้จากเอทานอล คือ David Pimentel (2003) ที่ได้ศึกษาอัตราพลังงานของการผลิตเอทานอลจากข้าวโพดในประเทศสหรัฐอเมริกา สาเหตุเนื่องมาจากในงานวิจันนี้ได้มีการพิจารณาพลังงานที่ใช้ในการก่อสร้างโรงงานผลิตเอทานอล เช่น พลังงานจากเหล็ก ซีเมนต์ เป็นต้น



รูปที่ 1.1 ค่าอัตราพลังงานจากการใช้วัตถุดิบประเภทต่างๆ ในการผลิตเอทานอล
ที่มา: Santros (2004)

Hu, Z. และคณะ (2006) ได้ทำการศึกษาศักยภาพและประสิทธิภาพเชื้อเพลิงเอทานอลที่ใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบ โดยศึกษาจากโรงงานต้นแบบขนาด 100,000 ตัน ที่ตั้งอยู่ในเขตมลรัฐ Guangxi โดยค่าประสิทธิภาพเชิงพลังงานที่ใช้ในการประเมินตลอดวัฏจักรชีวิตคือ ค่าพลังงานสุทธิ โดยกระบวนการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ การเพาะปลูกและแปรรูป การขนส่ง และการผลิตเอทานอล โดยผลการใช้พลังงานในการผลิตเอทานอล 1 ลิตร พบว่าพลังงานส่วนใหญ่ที่ใช้ในการผลิตเอทานอลคิดเป็นร้อยละ 71 ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมด โดย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พลังงานที่ใช้ในการผลิตเอทานอล 1 ลิตร มีค่าเท่ากับ 16.73 MJ/ลิตร ซึ่งงานวิจัยนี้ได้มีการปันส่วนการใช้พลังงานกับผลผลิตร่วม (กากส่า) โดยวิธีการปันส่วนโดยเศรษฐศาสตร์มีค่าเท่ากับ 3.023 MJ/ลิตร ซึ่งประสิทธิภาพพลังงานในรูปค่าพลังงานสุทธิมีค่าเท่ากับ 7.48 MJ/ลิตร เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพเชิงพลังงานในรูปอัตราพลังงานของการผลิตเอทานอลมีค่าเท่ากับ 1.55

S. Khan และคณะ (2009) ได้ทำการศึกษาผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการเจริญเติบโตของประชากรอย่างรวดเร็ว โดยอาศัยหลักการของการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์และเอ็นเนอร์จีฟุตพริ้นท์ เพื่อวิเคราะห์การใช้น้ำและการใช้พลังงานในระบบการผลิตอาหาร ซึ่งวัตถุประสงค์หลักคือ การนำเสนอการประยุกต์ใช้ที่สามารถช่วยระบุแนวทางหลักที่จะลดปริมาณของการใช้น้ำและพลังงานในระบบการเกษตรของการผลิตข้าวข้าวสาลีและข้าวบาร์เลย์ โดยพื้นที่ที่ทำการศึกษาคือ เขตพื้นที่ภาคใต้ แถบลุ่มน้ำเมอเรย์ ในประเทศออสเตรเลีย โดยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตการเกษตรคิดจากปริมาณการใช้น้ำที่มาจากระบบชลประทาน และเอ็นเนอร์จีฟุตพริ้นท์ของการผลิตการเกษตรถูกประเมินให้อยู่ในรูปของตัวชี้วัดค่าพลังงานที่เฉพาะเจาะจง โดยคิดจากประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ซึ่งถือตัวชี้วัดบูรณาการของผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้นจากการผลิตพืช สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 1.3

ตารางที่ 1.3 การวิเคราะห์วอเตอร์และเอ็นเนอร์จีฟุตพริ้นท์ของข้าวสาลี ข้าว และข้าวบาร์เลย์

Variables Units	**ข้าวสาลี**	**ข้าว**	**ข้าวบาร์เลย์**
Total energy inputs (kW h/ha)	3,028	6,699	2,175
Water used (m^3/ha)	2,852	17,754	856
Total energy outputs (kW h/ha)	27,874	44,885	17,865
Yield (kg/ha)	4,868	9,896	2,800
Energy productivity (kg/kW h)	1.61	1.48	1.29
Water productivity (kg/m^3)	1.71	0.56	3.27

เมื่อทำการวิเคราะห์เพื่อประเมินค่าผลรวมของอัตราส่วนน้ำและพลังงาน พบว่า ข้าวบาร์เลย์มีค่าสูงที่สุด ดังนั้นการปลูกพืชข้าวบาร์เลย์จึงมีประสิทธิภาพสูงสุดในแง่ของการใช้พลังงานและน้ำใช้ร่วมกัน อย่างไรก็ตามข้าวบาร์เลย์ที่ผลิตภายใต้เงื่อนไขที่ขาดแคลนน้ำเป็นพืชคลุมเพื่อลดความเสี่ยง ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า การใช้น้ำอย่างเหมาะสมและการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในการดำเนินงานการผลิตพืชเป็นสองอย่างที่สามารถลดการใช้ทรัพยากรทางด้าน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สิ่งแวดล้อมของน้ำและปัจจัยการผลิตพลังงานในการผลิตอาหาร ซึ่งข้อสรุปจะส่งผลต่อการผลักดันนโยบายน้ำอาหารและสิ่งแวดล้อม

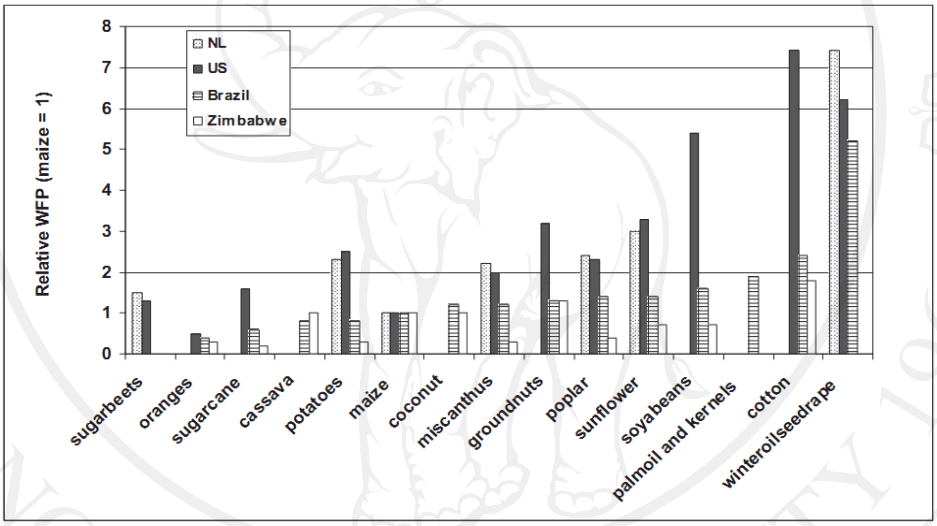
Chapagain, A.K. และคณะ (2006) ได้ทำการศึกษาผลกระทบจากการบริโภคผ้าฝ้ายในแหล่งน้ำประเทศผู้ผลิตผ้าฝ้ายทั่วโลกในช่วงปี 1997-2001 โดยใช้แนวทางในการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ตามหลักการของ Hoekstra และ Chapagain ที่ทำการศึกษาปริมาณการใช้น้ำทั้ง 3 ประเภท คือ กรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ จากการวิเคราะห์ผลกระทบจากการใช้น้ำทำให้รู้ผลที่เกิดขึ้น โดยส่วนใหญ่น้ำที่ใช้ในการผลิตซึ่งเป็นน้ำที่ได้จากการชลประทาน ปริมาณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ผ้าฝ้ายทั่วโลกมีค่าเท่ากับ 256 จิกะลูกบาศก์เมตรต่อปี โดยแบ่งออกเป็นปริมาณบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 42% กรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 39% และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 19% ซึ่งในการวิเคราะห์ปริมาณเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตผ้าฝ้าย เป็นการวิเคราะห์ใช้น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว โดยคิดจากค่าคุณภาพของน้ำที่วัดได้จากปริมาณของบีโอดีและซีโอดีสุดท้าย นอกจากนั้นเมื่อพิจาณาถึงการบริโภคน้ำสำหรับการผลิตผ้าฝ้ายของแต่ละประเทศพบว่า การใช้น้ำในการผลิตผ้าฝ้ายส่วนใหญ่อยู่นอกเขตประเทศแถบยุโรปถึง 84% เกิดมากในประเทศอินเดียและอุสเบกิสถาน

Gerbens-Leenes P.W. และคณะ (2009) ได้ทำการศึกษาปริมาณการใช้น้ำของพืชพลังงานชีวมวล ซึ่งพิจารณาในประเทศเนเธอร์แลนด์ สหรัฐอเมริกา บราซิล และซิมบับเว ซึ่งทำการศึกษาปริมาณการใช้น้ำตามประเภทของแหล่งน้ำและปริมาณน้ำเสียตามประเภทของแหล่งของเสีย เทียบกับค่าพลังงานความร้อนของพืชแต่ละชนิด แสดงอยู่ในหน่วยของปริมาณน้ำที่ใช้ในการผลิตต่อหน่วยของค่าพลังงาน (Energy content) คือ ลูกบาศก์เมตรต่อจิกะจูล (m^3/GJ) โดยเป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานและน้ำ จากผลการวิเคราะห์การใช้น้ำสำหรับพืชพลังงานชีวมวลเฉลี่ยของประเทศเนเธอร์แลนด์เท่ากับ 24 m^3/GJ สหรัฐอเมริกาเท่ากับ 58 m^3/GJ บราซิลเท่ากับ 61 m^3/GJ และซิมบับเวเท่ากับ 143 m^3/GJ และสำหรับการใช้น้ำจากพืชพลังงานชีวมวลมีค่ามากกว่าพลังงานฟอสซิล โดยการใช้น้ำของพลังงานฟอสซิลแบ่งออกเป็นจากยูเรเนียมเท่ากับ 0.1 m^3/GJ ก๊าซธรรมชาติเท่ากับ 0.1 m^3/GJ ถ่านหินเท่ากับ 0.2 m^3/GJ และน้ำมันดิบเท่ากับ 1.1 m^3/GJ การใช้น้ำจากพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ 0.3 m^3/GJ สำหรับโรงไฟฟ้าพลังน้ำ 22 m^3/GJ

เมื่อพิจารณาตามชนิดของพืช พบว่า การใช้น้ำของพืชที่มีค่าแตกต่างกันมากที่สุดคือ ข้าวโพดจากประเทศเนเธอร์แลนด์ มีค่าเท่ากับ 9.1 m^3/GJ และฝ้ายจากประเทศซิมบับเว มีค่าเท่ากับ 355.6 m^3/GJ แล้วทำการเปรียบเทียบการใช้น้ำของพืชดังรูปที่ 1.2 ที่มีการกำหนดค่า โดยตั้งให้ค่าข้าวโพดมีค่าเท่ากับ 1 ซึ่งในประเทศนเธอร์แลนด์พืชที่ใช้น้ำน้อยที่สุดคือ ข้าวโพด ใช้น้ำเท่ากับ 9.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

m^3/GJ และพืชที่ใช้น้ำมากที่สุดคือ Winteroilseedrape ใช้น้ำเท่ากับ 67.3 m^3/GJ ส่วนในประเทศสหรัฐอเมริกา พืชที่ใช้น้ำน้อยที่สุดคือ ส้ม ใช้น้ำเท่ากับ 9.8 m^3/GJ และพืชที่ใช้น้ำมากที่สุดคือ ฝ้าย ใช้น้ำเท่ากับ 135.0 m^3/GJ ในประเทศบราซิล พืชที่ใช้น้ำน้อยที่สุดคือ ส้ม ใช้น้ำเท่ากับ 16.3 m^3/GJ และพืชที่ใช้น้ำมากที่สุดคือ Winteroilseedrape ใช้น้ำเท่ากับ 205.2 m^3/GJ และประเทศซิมบับเว พืชที่ใช้น้ำน้อยที่สุดคือ อ้อย ใช้น้ำเท่ากับ 31.4 m^3/GJ และพืชที่ใช้น้ำมากที่สุดคือ ฝ้าย ใช้น้ำเท่ากับ 355.6 m^3/GJ ซึ่งทำให้ทราบว่า พืชพลังงานมีการใช้น้ำน้อยกว่าพืชอาหาร เป็นผลมาจาก ลักษณะของพืช ระบบการปลูก สภาพภูมิอากาศ และปัจจัยภายในที่เกี่ยวข้อง และยังแสดงว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของพืชแต่ละชนิดเป็นค่าที่จำเพาะสำหรับพื้นที่ต่างๆ



รูปที่ 1.2 ปริมาณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของพืชพลังงานชีวมวล 16 ชนิด
ที่มา: Gerbens-Leenes P.W. และคณะ (2009)

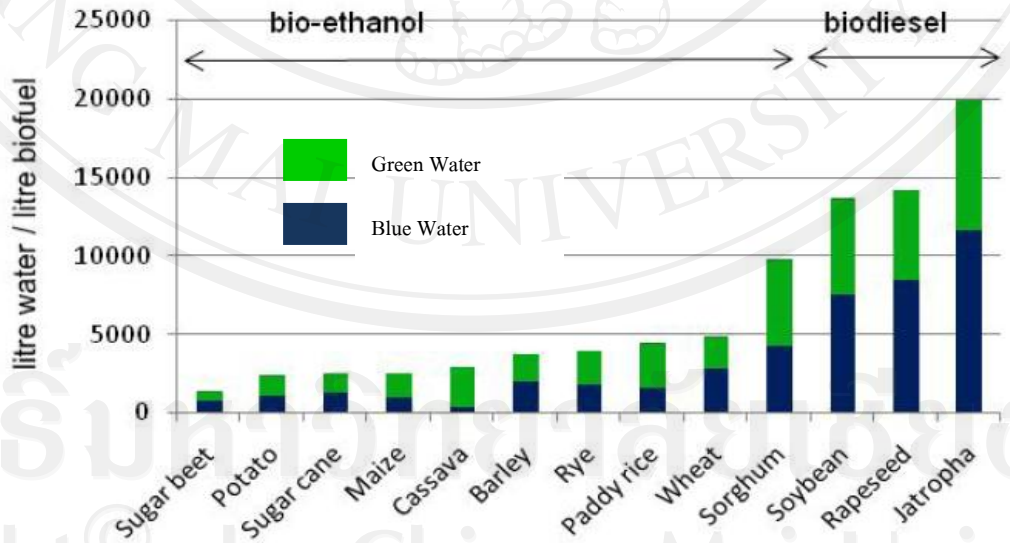
นอกจากนั้นในการงานวิจัยนี้ได้อภิปรายถึงความพยายามในการลดการใช้พลังงานจากฟอสซิลและส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนจากพืช ซึ่งอาจทำให้ต้องหันกลับมาพิจารณาถึงการใช้น้ำอย่างยั่งยืนและการตระหนักถึงปัญหาที่อาจตามมา ได้แก่ ความขัดแย้งระหว่างความต้องการน้ำเพื่อผลิตพืชอาหารกับความต้องการน้ำเพื่อผลิตพืชพลังงาน

Gerbens-Leenes P.W. และคณะ (2009) ได้ทำการศึกษาค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ต่อหน่วยพลังงานชีวมวล (m^3/GJ) ของพืช 3 ประเภท ใน 4 ประเทศ คือ เนเธอร์แลนด์ สหรัฐอเมริกา บราซิล และซิมบับเว ผลจากการศึกษาเมื่อพิจารณาภาพรวมของค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ตามชนิดของพืช พบว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้าวสาลีเป็นพืชที่มีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์น้อยที่สุด ส่วน Oilseedrape และฝ้ายเป็นพืชพลังงานชีวมวลที่มีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์มากสุด และเมื่อเปรียบเทียบค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในประเทศผู้ผลิตพลังงานชีวมวล พบว่า ซิมบับเวมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์มากที่สุดคือ 143 m^3/GJ รองลงมาคือ บราซิล สหรัฐอเมริกา และเนเธอร์แลนด์ มีค่าเท่ากับ 61 m^3/GJ, 58 m^3/GJ และ 24 m^3/GJ ตามลำดับ

นอกจากนี้ได้ทำการศึกษาค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของเชื้อเพลิงชีวมวลจากพืชชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในการผลิตไบโอเอทานอล 10 ชนิด และพืชที่ใช้ในการผลิตไบโอดีเซล 3 ชนิด ในหน่วยลิตรของน้ำต่อลิตรของเชื้อเพลิงชีวมวล ดังแสดงในรูปที่ 1.3 พบว่า โดยค่าเฉลี่ยในการผลิตเอทานอล 1 ลิตร จากหัวบีทใช้น้ำประมาณ 1,400 ลิตร จากมันฝรั่งใช้น้ำประมาณ 2,400 ลิตร จากอ้อยใช้น้ำประมาณ 2,500 ลิตร จากข้าวโพดใช้น้ำประมาณ 2,600 ลิตร และจาก Sorghum ซึ่งเป็นพืชที่ต้องการน้ำมากที่สุดประมาณ 9,800 ลิตร สำหรับใช้ในการผลิตเอทานอล 1 ลิตร โดยพืชที่มีการใช้น้ำชลประทานน้อยที่สุดคือ มันสำปะหลัง 400 ลิตร หัวบีท 800 ลิตร และข้าวโพด 1,000 ลิตร โดย Sorghum เป็นพืชที่ใช้น้ำชลประทานมากสุด สำหรับพืชที่ใช้ในการผลิตไบโอดีเซลมีการใช้น้ำปริมาณที่มากกว่าพืชผลิตเอทานอล ซึ่ง สบู่ดำเป็นพืชที่ใช้น้ำมากที่สุดเท่ากับ 20,000 ลิตร รองลงมาคือ Rapeseed เท่ากับ 14,201 ลิตรและ ถั่วเหลืองเท่ากับ 13,676 ลิตร ดังนั้นความจำเป็นของการศึกษาการจัดการการใช้น้ำในการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลให้มีความเหมาะสมจึงมุ่งเน้นการใช้น้ำในด้านเกษตรกรรม เพราะมีปริมาณการใช้น้ำมากกว่าในกระบวนการผลิต



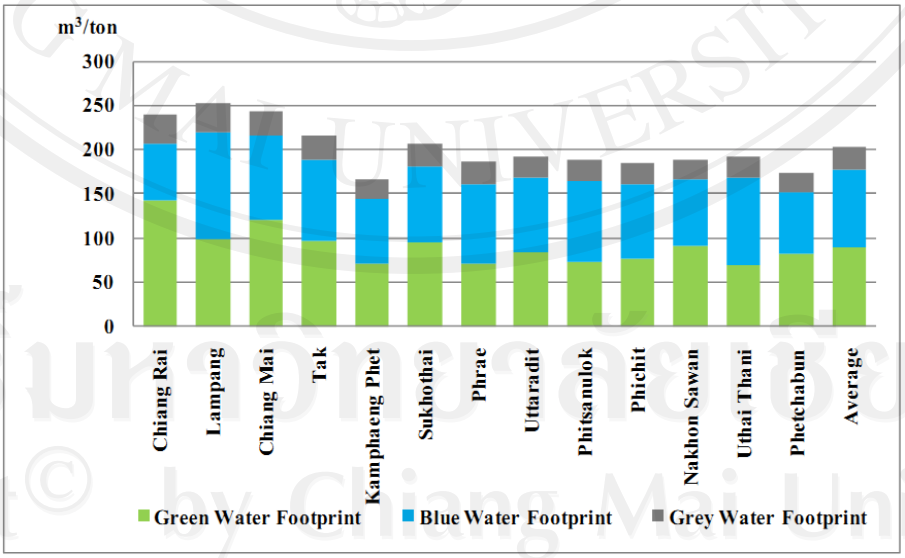
รูปที่ 1.3 ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของเชื้อเพลิงชีวมวลจากพืชชนิดต่าง ๆ

ที่มา: Gerbens-Leenes P.W. และคณะ (2009)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

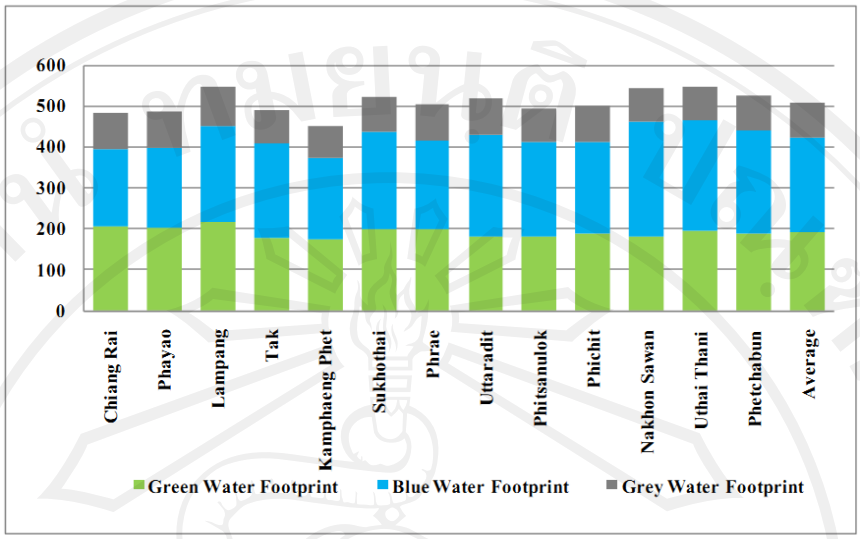
Kongboon และคณะ (2011) ได้ทำการศึกษาปริมาณการใช้น้ำของอ้อยและมันสำปะหลังสำหรับผลิตเอทานอลในเขตพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย โดยทำการประมาณค่าปริมาณการใช้น้ำตามประเภทของแหล่งน้ำและปริมาณน้ำเสียตามประเภทของแหล่งของเสีย โดยใช้แนวทางการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ตามหลักการของ Hoekstra และ Chapagain ซึ่งแบ่งเป็นการใช้น้ำทั้ง 3 ประเภทคือ น้ำเงิน เขียว และเทา โดยเริ่มจากการหาค่าการคายระเหยน้ำของพืชตลอดช่วงการเพาะปลูกพืชด้วยโปรแกรม CROPWAT 8.0 โดยมีการป้อนข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ปริมาณน้ำฝน ข้อมูลพืช ข้อมูลดิน เข้าสู่โปรแกรม ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรมคือ ค่าการสะสมการคายระเหยน้ำของพืช สามารถนำไปหาค่าความต้องการน้ำของพืชต่อปริมาณผลผลิตเฉลี่ย และพิจารณาเฉพาะผลกระทบที่เกิดจากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่มีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำโดยตรง

โดยค่าผลรวมการใช้น้ำของพืชเป็นการคิดแบบรายจังหวัด พบว่า การปลูกอ้อย จังหวัดที่มีค่าการใช้น้ำมากที่สุด คือ ลำปาง มีค่าการใช้น้ำเท่ากับ 252 m^3/ton แสดงดังรูปที่ 1.4 ส่วนการปลูกมันสำปะหลังจังหวัดที่มีค่าการใช้น้ำมากที่สุดเท่ากัน 2 จังหวัด คือ ลำปางและอุทัยธานี มีค่าการใช้น้ำเท่ากับ 547 m^3/ton แสดงดังรูปที่ 1.5 หากเมื่อเปรียบเทียบค่าการใช้น้ำระหว่างอ้อยและมันสำปะหลังพบว่า อ้อยมีค่าน้อยกว่ามันสำปะหลัง โดยค่าปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยของอ้อยเท่ากับ 202 m^3/ton และมันสำปะหลังเท่ากับ 509 m^3/ton ดังนั้นสรุปได้ว่า การปลูกอ้อยมีประสิทธิภาพการใช้น้ำที่ดีกว่า เนื่องจากมีผลผลิตต่อพื้นที่เพาะปลูกมากว่า ดังนั้นสิ่งที่ควรวางแผนควบคู่ไปกับแผนพัฒนาพลังงานทดแทนคือ การเพิ่มผลผลิตต่อไร่ และการวางแผนการจัดการน้ำที่เหมาะสมของแต่ละพื้นที่



รูปที่ 1.4 ปริมาณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของอ้อยในพื้นที่ภาคเหนือของไทย
ที่มา: Kongboon และคณะ (2011)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 1.5 ปริมาณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของมันสำปะหลังในพื้นที่ภาคเหนือของไทย
ที่มา: Kongboon และคณะ (2011)

สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทำให้เกิดประเด็นที่นำไปสู่การศึกษาในงานวิจัย คือ ค่าเอ็นเนอร์จีฟุตพริ้นท์เป็นการหาค่าการใช้พลังงานสุทธิถือเป็นวิธีการตรวจสอบอย่างเป็นระบบของการถ่ายเทและไหลเวียนของพลังงานภายในกระบวนการผลิต เพื่อทราบปริมาณพลังงานทั้งหมดที่ต้องใช้เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์หนึ่งๆ โดยปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดต้องใช้พลังงานในรูปต่างๆ กัน ดังนั้นการวิเคราะห์ประสิทธิภาพพลังงานจึงเป็นการวิเคราะห์เปรียบเทียบพลังงานที่ใช้ในการผลิตได้อย่างดี ทำให้เราสามารถทราบถึงจุดสำคัญที่มีการใช้พลังงานมากที่สุดในกระบวนได้ เพื่อการพัฒนากระบวนการผลิตในอนาคต

ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เป็นค่าที่มีความสำคัญในการใช้ประกอบการพิจารณาการใช้น้ำตลอดกระบวนการและการจัดการสิ่งแวดล้อม ซึ่งในประเทศไทยยังไม่มีการวิจัยทางด้านนี้ออกมาอย่างแพร่หลาย ถึงแม้ว่าประเทศไทยจะเป็นประเทศเกษตรกรรมก็ตาม ดังนั้นหากมีการจัดการน้ำที่ไม่ดีอาจส่งผลกระทบทั้งต่อเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ค่าการใช้น้ำจากงานวิจัยที่ศึกษาเป็นค่าที่เฉพาะเจาะจงสำหรับพื้นที่ต่างๆ โดยพบว่า แม้พืชชนิดเดียวกันแต่เมื่อทำการปลูกคนละพื้นที่หรือคนละประเทศก็จะทำให้ค่าการใช้น้ำไม่เท่ากัน ซึ่งเชื่อมโยงให้มองเห็นถึงภาพรวมของการใช้พื้นที่ทางกายภาพทั้งดินและน้ำที่จำเป็นต่อการผลิต และนอกจากนั้นถ้าเป็นพืชต่างชนิดกันก็จะมีค่าการใช้น้ำที่ต่างกัน โดยส่วนใหญ่พืชที่มีการใช้น้ำมากจะเป็นพืชในกลุ่มของพืชน้ำมัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมานั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการวิเคราะห์หาค่าการใช้พลังงานและน้ำของไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมันสำหรับประเทศไทย โดยใช้หลักการของเอ็นเนอร์จีฟุตพริ้นท์และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ เพื่อวิเคราะห์ให้เห็นถึงปริมาณการใช้ทรัพยากรตลอดวัฏจักรชีวิต ซึ่งช่วยสะท้อนให้เห็นถึงความเป็นจริงมากขึ้น โดยพิจารณาถึงประสิทธิภาพในการใช้น้ำและพลังงานที่เกิดขึ้น ผลที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปพัฒนาเป็นแนวทางการประเมินเอ็นเนอร์จีฟุตพริ้นท์และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของไบโอดีเซลได้ รวมทั้งนำไปพัฒนาและจัดการทรัพยากรให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการผลิตไบโอดีเซล และการจัดสรรการบริโภคทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่อย่างจำกัด ให้สามารถรองรับความต้องของมนุษย์ซึ่งมีอยู่อย่างไม่จำกัดได้อย่างยั่งยืนมากขึ้น

1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.3.1 เพื่อวิเคราะห์ค่าเอ็นเนอร์จีฟุตพริ้นท์และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สำหรับไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน

1.3.2 เพื่อเสนอแนวทางในการจัดการพลังงานและน้ำที่เหมาะสมสำหรับการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ทราบค่าเอ็นเนอร์จีฟุตพริ้นท์และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สำหรับไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน

1.4.2 สามารถเปรียบเทียบค่าเอ็นเนอร์จีฟุตพริ้นท์และวอเตอร์ฟุตพริ้นสำหรับไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมันที่เกิดขึ้นในพื้นที่ภาคเหนือและภาคใต้ของประเทศไทย

1.4.3 ได้แนวทางในการจัดการพลังงานและน้ำที่เหมาะสมของการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน

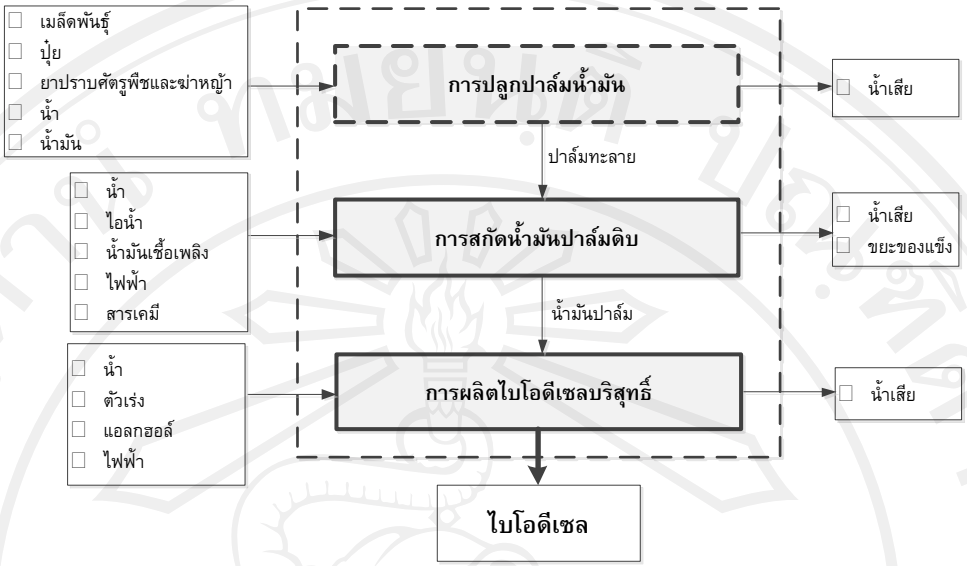
1.5 ขอบเขตการศึกษาวิจัย

เป้าหมายของการศึกษา: เพื่อวิเคราะห์ค่าเอ็นเนอร์จีฟุตพริ้นท์และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สำหรับไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน และเสนอแนวทางการจัดการการใช้พลังงานและน้ำที่เหมาะสมสำหรับการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมันที่มีประสิทธิภาพ

หน่วยของการทำงาน: ไบโอดีเซล 1 ลิตร

ขอบเขตของการศึกษา: วิเคราะห์ปริมาณเอ็นเนอร์จีฟุตพริ้นท์และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สำหรับไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน โดยพิจารณาตั้งแต่กระบวนการเพาะปลูก การสกัดน้ำมันปาล์มดิบ การผลิตไบโอดีเซล และการขนส่งที่เกิดขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 1.6 ขอบเขตของการศึกษา

ในงานวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์ปริมาณของเอ็นเนอร์จีฟุตพริ้นท์และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สำหรับไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน โดยมีขอบเขตการศึกษาของการวิจัย ดังนี้

1.5.1 ทำการวิเคราะห์ค่าเอ็นเนอร์จีฟุตพริ้นท์และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สำหรับไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน โดยพิจารณาตั้งแต่กระบวนการเพาะปลูก การขนส่ง การสกัดน้ำมัน และกระบวนการผลิตไบโอดีเซล ในเขตพื้นที่ภาคเหนือและภาคใต้ของประเทศไทย

1.5.2 ในขั้นตอนการเพาะปลูกปาล์มน้ำมันเป็นข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามที่ได้ทำการสัมภาษณ์เกษตรกรในเขตพื้นที่ภาคใต้และภาคเหนือเหนือ ซึ่งข้อมูลที่ต้องเก็บรวบรวมเพื่อใช้ในการคำนวณ มีรายละเอียดดังนี้

- ข้อมูลเชิงพื้นที่: พื้นที่เพาะปลูก ปริมาณผลผลิต หรือผลผลิตต่อไร่
- ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ: อุณหภูมิ ปริมาณแสงแดด ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์
- ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย
- ข้อมูลพืช : ชนิดของพืช ช่วงอายุการเจริญเติบโตของพืช
- เงื่อนไขหรือข้อกำหนดการให้ปุ๋ยเคมีแก่พืช
- พลังงานและเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเพาะปลูก

โดยในเขตพื้นที่ภาคใต้และภาคเหนือทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการเพาะปลูกจากพื้นที่เพาะปลูกจริง คือ จังหวัดกระบี่ และจังหวัดเชียงราย ส่วนจังหวัดอื่นเป็นการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เลือกใช้ข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลจากฐานข้อมูลบัญชีรายการของประเทศไทย งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และเอกสารคำแนะนำต่างๆ

1.5.3 ในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการผลิตจากโรงงานผู้ผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมันด้วยกระบวนการทรานเอสเทอริฟิเคชัน

1.5.4 ทำการวิเคราะห์ค่าเอ็นเนอร์จีฟุตพริ้นท์โดยใช้หลักการวิเคราะห์ประสิทธิภาพพลังงานสุทธิ ครอบคลุมตั้งแต่การเพาะปลูกไปจนถึงการผลิตไบโอดีเซล เป็นการพิจารณาเฉพาะการใช้พลังงานที่ใช้ในการผลิตทางตรง (Direct energy) และทางอ้อม (Indirect energy) โดยไม่รวมพลังงานต้นทุนและพลังงานจากแรงงานคนที่ใช้ในกระบวนการ

1.5.5 ทำการวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์โดยใช้หลักการตามแนวทางการประเมิน The water footprint assessment manual, 2011 โดยทำการวิเคราะห์ค่าการใช้น้ำทั้ง 3 ประเภท คือ กรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์

1.6 วิธีการดำเนินงานวิจัย

ตารางที่ 1.4 วิธีการดำเนินการวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ลำดับ	วิธีการวิจัย	หลักการ/ทฤษฎีที่ใช้อ้างอิง	ผลลัพธ์
1	ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยภายใต้หัวข้อวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์เอ็นเนอร์จีฟุตพริ้นท์และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สำหรับไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน	- กระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน - ทฤษฎีการวิเคราะห์เอ็นเนอร์จีฟุตพริ้นท์ - ทฤษฎีการวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ - บทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง	- องค์ความรู้ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทำการวิจัย และนำไปใช้ในการจัดทำแนวคิดและระเบียบวิธีของขั้นตอนในการวิจัย
2	ทำการกำหนดขอบเขตการศึกษา	- กำหนดขอบเขตการศึกษา หน่วยการทำงาน และเป้าหมายของการศึกษา	- ได้ทราบขอบเขตของการวิเคราะห์ค่าเอ็นเนอร์จีฟุตพริ้นท์และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลำดับ	วิธีการวิจัย	หลักการ/ทฤษฎีที่ใช้อ้างอิง	ผลลัพธ์
3	ออกแบบแบบสอบถามสำหรับใช้ในการเก็บข้อมูลการเพาะปลูกและการผลิต	- ใช้วิธีการเก็บข้อมูลตามกรอบการดำเนินงานของการประเมินวัฏจักรชีวิต	- ได้ทราบข้อมูลพลังงาน ทรัพยากร และวัตถุดิบในขั้นตอนการเพาะปลูกและการผลิตไบโอดีเซล - ได้รับข้อมูลปฐมภูมิในรูปแบบของข้อมูลเชิงปริมาณ และคุณภาพ
4	จัดทำฐานข้อมูลวัฏจักรชีวิตของการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน	- ใช้หลักการสมดุลมวลและสมดุลพลังงาน	- ได้รับข้อมูลปฐมภูมิในรูปแบบของข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเชิงคุณภาพ
5	ทำการวิเคราะห์ปริมาณเอ็นเนอร์จีฟุตพริ้นท์	- ใช้หลักการวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพเชิงพลังงานแบบผสมผสานในรูปของพลังงานสุทธิ - ความคุ้มค่าทางด้านพลังงาน	- ทราบปริมาณเอ็นเนอร์จีฟุตพริ้นท์ อยู่ในรูปแบบของข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเชิงคุณภาพ
6	ทำการวิเคราะห์ปริมาณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์	- ใช้หลักการวิเคราะห์ปริมาณวอเตอร์ฟรุตพริ้นท์	- ทราบปริมาณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ อยู่ในรูปแบบของข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเชิงคุณภาพ
7	วิเคราะห์หาแนวทางการจัดการพลังงานและน้ำ		- ได้แนวทางการลดปริมาณการใช้พลังงานและน้ำที่เหมาะสม
8	ตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้ แล้วสรุปผลการศึกษา	- ตรวจสอบและประเมินผลจากทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	- แก้ไข ปรับปรุงผลลัพธ์ที่ได้ให้ถูกต้อง และมีประสิทธิภาพมากขึ้น
9	จัดทำวิทยานิพนธ์ และการนำเสนอ		

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved