วว.

โครงการวิจัยที่ ภ. 49-20 / ย. 3 / รายงานฉบับที่ 1 (ฉบับสมบูรณ์)

การศึกษาความคุ้มค่าในการใช้ประโยชน์จากชีวมวล

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

โครงการวิจัยที่ ภ. 49-20
แผนแม่บทการพัฒนาชีวมวลของประเทศ

โครงการย่อยที่ 13
การศึกษาความคุ้มค่าในการใช้ประโยชน์จากชีวมวล

รายงานฉบับที่ 1 (ฉบับสมบูรณ์)
การศึกษาความคุ้มค่าในการใช้ประโยชน์จากชีวมวล

โดย
บุณณนิดา โสดา
สุวิทย์ อัจริยะเมต
โสภาพรรณ สัญญาณเสนาะ

บรรณาธิการ
ลิขิต หาญจางสิทธิ์
บุญเรียม น้อยชุมแพ
พิสุทธิ์ พลับสวาท

วว., กรุงเทพฯ 2554

สงวนลิขสิทธิ์

รายงานฉบับนี้ได้รับการอนุมัติให้พิมพ์โดย
ผู้ว่าการสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

(นางเกษมศรี หอมชื่น)
ผู้ว่าการ

กิตติกรรมประกาศ

โครงการแผนแม่บทการพัฒนาชีวมวลของประเทศ ขอขอบคุณ บริษัท ฟอร์ด โอเปอเรชั่น (ประเทศไทย) จำกัด, บริษัท ไทยแอลกอฮอล์ จำกัด, บริษัท ชุมพรอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม จำกัด (มหาชน), โรงงานผลิตปุ๋ยอินทรีย์และพลังงาน จังหวัดระยอง (ภายใต้การกำกับดูแลของเทศบาลระยอง) และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จังหวัดระยอง ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลด้านการพัฒนาพลังงานชีวมวล ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการดำเนินโครงการวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่าน ณ โอกาสนี้.

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ	ก
สารบัญตาราง	ค
สารบัญรูป	จ
ABSTRACT	1
บทคัดย่อ	2
1. บทนำ	3
2. ภาพรวมพลังงานและสถานภาพชีวมวลในประเทศไทย	5
3. การวัดผลกระทบที่มีต่อเศรษฐกิจในการใช้ประโยชน์จากชีวมวล	27
4. ผลการศึกษาความคุ้มค่าในการใช้ประโยชน์จากชีวมวล	60
5. สรุปและข้อเสนอแนะ	63
6. เอกสารอ้างอิง	66

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.	ข้อมูลการนำเข้าน้ำมันดิบ ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหินในปี พ.ศ. 2547	8
ตารางที่ 2.	ผลผลิตชีวมวลที่เกิดจากปาล์มน้ำมันมีการนำไปใช้ประโยชน์	11
ตารางที่ 3.	ผลผลิตชีวมวลที่เกิดจากอ้อยมีการนำไปใช้ประโยชน์	11
ตารางที่ 4.	ผลผลิตชีวมวลที่เกิดจากมันสำปะหลังมีการนำไปใช้ประโยชน์	12
ตารางที่ 5.	ผลผลิตชีวมวลที่เกิดจากข้าวมีการนำไปใช้ประโยชน์	12
ตารางที่ 6.	ผลผลิตชีวมวลที่เกิดจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีการนำไปใช้ประโยชน์	13
ตารางที่ 7.	ผลผลิตชีวมวลที่เกิดจากถั่วเหลืองมีการนำไปใช้ประโยชน์	13
ตารางที่ 8.	ผลผลิตชีวมวลที่เกิดจากสับปะรดมีการนำไปใช้ประโยชน์	13
ตารางที่ 9.	ผลผลิตชีวมวลที่เกิดจากมะพร้าวมีการนำไปใช้ประโยชน์	14
ตารางที่ 10.	ผลผลิตชีวมวลที่เกิดจากไม้มีการนำไปใช้ประโยชน์	14
ตารางที่ 11.	ปริมาณชีวมวลจากพืช 9 ชนิด	15
ตารางที่ 12.	ปริมาณน้ำเสียในแต่ละอุตสาหกรรมปี 2548	17
ตารางที่ 13.	ปริมาณมูลสัตว์แต่ละประเภท ปี 2548	18
ตารางที่ 14.	การผลิตเอทานอลในประเทศต่างๆ	19
ตารางที่ 15.	การผลิตไบโอดีเซลในประเทศต่างๆ	21
ตารางที่ 16.	ค่า BOD ที่ได้จากน้ำเสียของอุตสาหกรรมต่างๆ	24
ตารางที่ 17.	ปริมาณ-มูลค่าการส่งออกน้ำมันปาล์มของไทย ปี 2545-2548	28
ตารางที่ 18.	มูลค่าผลผลิตที่ได้จากปาล์มน้ำมัน	29
ตารางที่ 19.	ปริมาณ-มูลค่าการส่งออกน้ำตาลของไทย ปี 2545-2548	30
ตารางที่ 20.	มูลค่าผลผลิตที่ได้จากอ้อย	32
ตารางที่ 21.	ปริมาณ-มูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลังของไทย ปี 2547-2548	33
ตารางที่ 22.	มูลค่าผลผลิตที่ได้จากมันสำปะหลัง	34
ตารางที่ 23.	การเปรียบเทียบต้นทุนในการแปรรูปขยะมูลฝอย	35
ตารางที่ 24.	มูลค่าผลผลิตที่ได้จากการแปรรูปมูลสัตว์	37
ตารางที่ 25.	ข้อได้เปรียบและข้อจำกัดของเทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศ	37

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 26.	การไหลเวียนของระบบเศรษฐกิจ (flow table)	41
ตารางที่ 27.	มูลค่าผลผลิตขั้นกลางในสาขาการผลิตที่นำน้ำมันปาล์มไปใช้ประโยชน์	47
ตารางที่ 28.	มูลค่าผลผลิตขั้นกลางในสาขาการผลิตที่นำกากน้ำตาลไปใช้ประโยชน์	47
ตารางที่ 29.	มูลค่าผลผลิตขั้นกลางในสาขาการผลิตที่นำมันสำปะหลังไปใช้ประโยชน์	47
ตารางที่ 30.	โครงสร้างการผลิตไบโอดีเซล จากน้ำมันปาล์มดิบจำนวน 1,000 ตัน	49
ตารางที่ 31.	โครงสร้างการผลิตน้ำมันปาล์มสำหรับบริโภคจากน้ำมันปาล์มดิบจำนวน 1,000 ตัน	49
ตารางที่ 32.	โครงสร้างการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล จำนวน 1,000 ตัน	50
ตารางที่ 33.	โครงสร้างการผลิตกากน้ำตาลเพื่อส่งออกจำนวน 1,000 ตัน	51
ตารางที่ 34.	โครงสร้างการผลิตเอทานอล จากมันสำปะหลังจำนวน 1,000 ตัน	51
ตารางที่ 35.	โครงสร้างการผลิตแป้งมัน จากมันสำปะหลังจำนวน 1,000 ตัน	52
ตารางที่ 36.	มูลค่าปัจจัยการผลิตขั้นต้นในสาขาการผลิตที่นำน้ำมันปาล์มไปใช้ประโยชน์	53
ตารางที่ 37.	มูลค่าปัจจัยการผลิตขั้นต้นในสาขาการผลิตที่นำกากน้ำตาลไปใช้ประโยชน์	53
ตารางที่ 38.	มูลค่าปัจจัยการผลิตขั้นต้นในสาขาการผลิตที่นำมันสำปะหลังไปใช้ประโยชน์	54
ตารางที่ 39.	ผลกระทบจากการนำปาล์มน้ำมันไปใช้ประโยชน์ที่มีต่อระบบเศรษฐกิจ	55
ตารางที่ 40.	ผลกระทบจากการนำกากน้ำตาลไปใช้ประโยชน์ที่มีต่อระบบเศรษฐกิจ	55
ตารางที่ 41.	ผลกระทบจากการการนำมันสำปะหลังไปใช้ประโยชน์ที่มีต่อระบบเศรษฐกิจ	56
ตารางที่ 42.	มูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์จากชีวมวลปี 2548	59
ตารางที่ 43.	สรุปผลการศึกษาความคุ้มค่าในการใช้ประโยชน์จากชีวมวล	62

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1. การใช้ประโยชน์จากปาล์มน้ำมัน 28

รูปที่ 2. การใช้ประโยชน์จากอ้อย 30

รูปที่ 3. การใช้ประโยชน์จากมันสำปะหลัง 33

รูปที่ 4. ผลกระทบของการนำชีวมวลไปใช้ประโยชน์ที่มีต่อระบบเศรษฐกิจ 38

FEASIBILITY STUDY ON BIOMASS UTILISATION

Boonnanida Sodha, Suwit Auchariyamet and Sophapan Sunyansanoa

ABSTRACT

This biomass studied in this research is defined specifically to those in the group of palm oil, sugar cane, cassava, rubbish, animal droppings and waste water by compare with the advantage of these biomass in term of value – add and macro impact. This study has shown that using biomass as energy has to be done because they give value and also creating the energy stability for the country. Therefore government, private sector and agriculture must realize to define the target and the way of development including suggest each other for achieve the objective of using biomass energy.

การศึกษาความคุ้มค่าในการใช้ประโยชน์จากชีวมวล

บุณณนิดา โสดา[1], สุวิทย์ อัจริยะเมต[2] และ โสภาพรรณ สัญญาณเสนาะ[3]

บทคัดย่อ

รายงานวิจัยฉบับนี้ได้กำหนดขอบเขตการศึกษาชีวมวลเฉพาะในส่วนของปาล์มน้ำมัน, อ้อย, มันสำปะหลัง, ขยะมูลฝอย, มูลสัตว์, และน้ำเสีย โดยเปรียบเทียบแนวทางการใช้ประโยชน์จากชีวมวลดังกล่าวทั้งในด้านการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มและผลที่ได้รับในระดับมหภาค. ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การนำชีวมวลไปใช้ประโชน์ด้านพลังงานเป็นสิ่งที่ควรดำเนินการ เนื่องจากให้ความคุ้มค่าและยังเป็นการสร้างความมั่นคงด้านพลังงานให้กับประเทศ. ดังนั้น ทุกฝ่ายไม่ว่าจะเป็นภาครัฐ, ภาคเอกชน และเกษตรกร จึงต้องตระหนักถึงความสำคัญ โดยมีการกำหนดเป้าหมายและแนวทางการพัฒนา รวมทั้งสนับสนุนส่งเสริมซึ่งกันและกัน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์การใช้ชีวมวลเป็นพลังงาน.

---

[1] สำนักนโยบายและแผน, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

[2] ฝ่ายวิศวกรรม, (วว.)

[3] กองพัฒนาธุรกิจและการตลาด, (วว.)

1. บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

การใช้ประโยชน์จากชีวมวล (biomass) สามารถทำได้หลายรูปแบบ อาทิเช่น การแปรรูปเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่สร้างมูลค่า และการนำไปผลิตเป็นพลังงาน. ประโยชน์ที่ได้จากการใช้งานชีวมวล มีทั้งการสร้างรายได้ (กรณีแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์) หรือลดการนำเข้าเชื้อเพลิงจากต่างประเทศและลดการเกิดมลภาวะ (กรณีนำไปใช้ผลิตพลังงาน). แนวทางการใช้ประโยชน์จากชีวมวลมีอยู่หลายรูปแบบ, ดังนั้นสิ่งที่ต้องพิจารณาต่อไป คือ ปริมาณชีวมวลนั้นมีเพียงพอต่อการใช้งานหรือไม่ และการใช้ประโยชน์ในรูปแบบใดที่ทำให้เกิดความคุ้มค่ามากที่สุด.

รายงานฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสถานภาพของชีวมวลประเภทต่างๆ ในประเทศไทย และศึกษาความคุ้มค่าในการนำชีวมวลไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ. ผลการศึกษานำมาพิจารณาหาทางเลือกที่เหมาะสมในการใช้ประโยชน์จากชีวมวล, เพื่อทำให้เกิดความคุ้มค่าและเกิดประโยชน์ต่อประเทศมากที่สุด นอกจากนี้ ยังได้เสนอแนะแนวทางการพัฒนาชีวมวล เพื่อให้ผู้สนใจได้ใช้เป็นข้อมูลประกอบต่อไป.

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. ศึกษาสถานภาพของชีวมวลประเภทต่างๆ ในประเทศไทย.
2. ศึกษาความคุ้มค่าในการใช้ประโยชน์จากชีวมวล.
3. ศึกษาทางเลือกที่เหมาะสมในการใช้ประโยชน์จากชีวมวล และเสนอแนวทางการพัฒนาชีวมวลในอนาคต.

1.3 ขอบเขตการศึกษา

ขอบเขตการศึกษาของรายงานฉบับนี้ได้กำหนดชีวมวล และรูปแบบพลังงานที่จะทำการศึกษา ดังนี้ :

1. ชีวมวลประเภทพืชผลทางการเกษตร ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน, อ้อย และมันสำปะหลัง ซึ่งจะวิเคราะห์ในฐานะเป็นชีวมวลที่สามารถนำมาผ่านกระบวนการแปรรูปเพื่อผลิตเป็นเชื้อเพลิงเหลว ได้แก่ เอทานอล และไบโอดีเซล.
2. ชีวมวลประเภทของเสียจากอุตสาหกรรมและชุมชน ได้แก่ ขยะมูลฝอย, มูลสัตว์, น้ำเสีย ซึ่งจะวิเคราะห์ในฐานะเป็นชีวมวลที่สามารถนำไปผ่านกระบวนการเพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงาน.

เหตุผลในการกำหนดขอบเขตการศึกษาข้างต้น เนื่องจากเห็นว่าชีวมวล และรูปแบบพลังงานดังกล่าวมีแผนการสนับสนุนเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน รวมถึงมีการดำเนินงานในทางปฏิบัติทั้งในระดับพาณิชย์และระดับชุมชน.

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. รวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ และทุติยภูมิเพื่อประกอบการศึกษา, โดย**ข้อมูลทุติยภูมิ**เป็นการรวบรวมข้อมูลจากงานวิจัย และเอกสารที่เกี่ยวข้องต่างๆ. สำหรับ**ข้อมูลปฐมภูมิ**เป็นการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการที่เกี่ยวข้องกับการผลิต และการใช้พลังงานจากชีวมวล.

2. ศึกษาสถานภาพของชีวมวลในด้านการผลิต และการใช้จากข้อมูลที่รวบรวมได้**.**

3. ศึกษาความคุ้มค่าในการใช้ประโยชน์จากชีวมวล โดยวัดจากผลกระทบที่มีต่อเศรษฐกิจ ทั้งนี้ได้กำหนดเกณฑ์การพิจารณาเป็น 3 ด้าน คือ :

- การนำไปใช้ประโยชน์ และมูลค่าผลผลิต.
- การวัดผลกระทบที่มีต่อเศรษฐกิจ โดยใช้ตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตปี 2543 (Input - Output Table : Domestic' Price) ซึ่งจัดทำโดยสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เป็นเครื่องมือในการศึกษา.
- ผลกระทบระดับมหภาคที่เกิดขึ้น.

4. กำหนดทางเลือกที่เหมาะสมในการใช้ประโยชน์จากชีวมวล และเสนอแนวทางการพัฒนาชีวมวลในอนาคต.

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

แนวทางในการนำชีวมวลไปใช้ประโยชน์ เพื่อให้เกิดความคุ้มค่ามากที่สุด ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางกำหนดการพัฒนาและทางเลือกที่เหมาะสมในการใช้ประโยชน์จากชีวมวลได้.

2. ภาพรวมพลังงานและสถานภาพชีวมวลในประเทศไทย

2.1 ความหมายของชีวมวล

ชีวมวล คือ สิ่งที่ได้จากสิ่งมีชีวิตทุกรูปแบบ, ทั้งนี้รวมถึงผลิตผลจากการเกษตรและป่าไม้ ของเสียจากสัตว์, เช่น มูลสัตว์, และของเสียจากโรงงานแปรรูปทางการเกษตร, ขยะ และน้ำเสียจากชุมชน โดยสามารถแบ่งประเภทของชีวมวลตามแหล่งที่มาได้ดังนี้ :

1. พืชผลทางการเกษตร (agricultural crops) เช่น อ้อย, มันสำปะหลัง, ข้าวโพด, ข้าวฟ่าง หวาน, ที่เป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต, แป้ง และน้ำตาล รวมถึงพืชน้ำมันต่างๆ ที่สามารถนำน้ำมันมาใช้เป็นพลังงานได้.

2. เศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร (agricultural residues) เช่น ฟางข้าว, เศษลำต้น, ข้าวโพด ซังข้าวโพด, และเหง้ามันสำปะหลัง.

3. ไม้และเศษไม้ (wood and wood residues) เช่น เศษไม้, ยางพารา, ยูคาลิปตัส, กระถินณรงค์, จากโรงงานผลิตเครื่องเรือนและโรงงานผลิตเยื่อกระดาษ เป็นต้น.

4. ของเหลือจากอุตสาหกรรมและชุมชน (waste streams) เช่น กากน้ำตาลและชานอ้อย จากโรงงานน้ำตาล, แกลบจากโรงสีข้าว, ขี้เลื่อยจากโรงงานแปรรูปไม้, เส้นใยปาล์มและกะลาปาล์ม จากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม. นอกจากนั้นยังรวมถึงน้ำเสีย ขยะอินทรีย์จากชุมชนหรืออุตสาหกรรมเกษตรที่สามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานได้ด้วย.

ชีวมวลชนิดต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้น ก่อให้เกิดพลังงานชีวมวล (bio-energy) โดยมีกระบวนการแปรรูปไปเป็นพลังงานในรูปต่างๆ ดังนี้คือ :

1. การเผาไหม้โดยตรง (combustion) เมื่อนำชีวมวลมาเผา จะได้ความร้อนออกมาตามค่าความร้อนของชีวมวลนั้นๆ ความร้อนที่ได้สามารถนำไปใช้ในการผลิตไอน้ำที่มีอุณหภูมิและความดันสูงไอน้ำนี้ จะถูกนำไปใช้ในกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม หรือขับกังหันไอน้ำเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าต่อไป.

2. การผลิตก๊าซ (gasification) การผลิตก๊าซเป็นกระบวนการเปลี่ยนเชื้อเพลิงแข็ง หรือชีวมวลให้เป็นก๊าซเชื้อเพลิง. ก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้นี้ เรียกว่า ก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ (Synthetic Gas หรือ Syngas). ในปัจจุบันมีการใช้คำว่าก๊าซชีวมวล (biomass gas) เรียกก๊าซที่ได้จากกระบวนการ gasification ซึ่งประกอบด้วย ก๊าซมีเทน (CH_4), ก๊าซไฮโดรเจน (H_2), ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2), และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซชีวมวล สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับขับเคลื่อน

กังหันก๊าซ (gas turbine) เครื่องยนต์สำหรับผลิตไฟฟ้า, รถยนต์, หรือใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการหุงต้มอาหาร.

3. การหมัก (fermentation) เมื่อนำชีวมวลหมักด้วยแบคทีเรียในสภาวะไม่ใช้อากาศ,ชีวมวลจะถูกย่อยสลายและแตกตัว เกิดเป็นก๊าซชีวภาพ (biogas) ที่มีองค์ประกอบของก๊าซมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทนใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์สำหรับผลิตไฟฟ้า นอกจากนี้ยังสามารถใช้ขยะอินทรีย์ชุมชน, มูลสัตว์, น้ำเสียจากชุมชนหรืออุตสาหกรรมเกษตร เป็นวัตถุดิบชีวมวลในการหมักได้.

4. การผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากพืช มีกระบวนการดังนี้ :

- กระบวนการทางชีวภาพ : ทำการย่อยสลายแป้ง, น้ำตาล, และเซลลูโลสจากพืชผลทางการเกษตร เช่น อ้อย, มันสำปะหลัง, ข้าวโพด, ข้าวฟ่างหวาน, กากน้ำตาลและเศษลำต้นอ้อยให้เป็นเอทานอล (ethanol) เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงเหลวในเครื่องยนต์เบนซิน.

- กระบวนการทางฟิสิกส์และเคมี : โดยสกัดน้ำมันออกจากพืชน้ำมัน จากนั้นนำน้ำมันที่ได้ไปผ่านกระบวนการทรานเอสเทอริฟิเคชัน (tranesterification) เพื่อผลิตเป็นไบโอดีเซล (biodiesel).

- กระบวนการใช้ความร้อนสูง : เช่น กระบวนการไพโรไลซิส (pyrolysis), เมื่อวัสดุทางการเกษตรได้รับความร้อนสูงในสภาพไร้ออกซิเจน จะเกิดการสลายตัว เกิดเป็นเชื้อเพลิงในรูปของเหลวและก๊าซผสมกัน.

2.2 ภาพรวมพลังงานของประเทศไทย

พลังงาน เป็นปัจจัยสำคัญต่อการดำเนินการต่างๆ ในภาคอุตสาหกรรม, ภาคการคมนาคมและขนส่ง, ภาคธุรกิจและการพาณิชย์, รวมทั้งบ้านเรือนที่อยู่อาศัย. สำหรับประเทศไทย ปี พ.ศ. 2547 มีการใช้พลังงานรวมทั้งสิ้น 61,262 พันตัน เทียบเท่าน้ำมันดิบ, เพิ่มขึ้นจากปริมาณการใช้ในปี พ.ศ. 2546 ถึงร้อยละ 8.8, ซึ่งนับเป็นอัตราการเพิ่มที่ค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับอัตราการเพิ่มร้อยละ 6.25 ในปี พ.ศ. 2546, ร้อยละ 6.94 ในปี พ.ศ. 2545 และร้อยละ 3.63 ในปี พ.ศ. 2544 (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2547).

เมื่อพิจารณาในรายละเอียด พบว่า ปริมาณการใช้พลังงานของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2547 เป็นการใช้ในสาขาการขนส่งร้อยละ 37.2, ใช้ในสาขาอุตสาหกรรมการผลิตร้อยละ 35.9, ใช้ในบ้านอยู่อาศัยร้อยละ 14.4, ส่วนที่เหลืออีกประมาณร้อยละ 12.5 ถูกใช้ในสาขาธุรกิจการค้า, สาขาเกษตรกรรม, สาขาการก่อสร้าง, และสาขาเหมืองแร่.

หากพิจารณาประเภทของพลังงานที่ใช้ในปี พ.ศ. 2547 พบว่า ร้อยละ 82.8 เป็นพลังงานเชิงพาณิชย์, ได้แก่ ถ่านหิน, น้ำมันสำเร็จรูป, ก๊าซธรรมชาติ และไฟฟ้า, ร้อยละ 17.2 เป็นพลังงานใหม่และพลังงานหมุนเวียน จากฟืน, ถ่าน, แกลบ และกากอ้อย. ทั้งนี้ชนิดของพลังงานที่มีการใช้มากที่สุด คือ น้ำมันสำเร็จรูป คิดเป็นร้อยละ 53.4 (ประมาณ 32,684 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ), รองลงมา คือ ไฟฟ้า คิดเป็นร้อยละ 16 (9,803 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ) และถ่านหินคิดเป็นร้อยละ 9.7 (5,918 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ).

ข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นว่า มากกว่าร้อยละ 79 ของปริมาณพลังงานที่ใช้ในประเทศไทยเมื่อปี พ.ศ. 2547 มาจากน้ำมันสำเร็จรูป, ไฟฟ้า และถ่านหิน. โดยรายละเอียดบางประการเกี่ยวกับแหล่งที่มาของพลังงานทั้งสามชนิด มีดังต่อไปนี้

น้ำมันสำเร็จรูป

ประเทศไทยมีปริมาณการใช้งานน้ำมันสำเร็จรูปในปี พ.ศ. 2547 เท่ากับ 32,684 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ. โดยนำเข้าในรูปของน้ำมันสำเร็จรูปเพียง 1,511 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ, ส่วนที่เหลือจะได้จากการแปรรูปน้ำมันดิบประมาณ 47,832 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ, ประเด็นที่น่าสนใจ คือ น้ำมันดิบที่ใช้ในการแปรรูปมาจากการนำเข้าถึง 43,535 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบเพิ่มขึ้นร้อยละ 12.4 จากปี พ.ศ. 2546 และคิดเป็นมูลค่าการนำเข้า 486,656 ล้านบาท. โดยปริมาณการนำเข้าน้ำมันดิบดังกล่าว คิดเป็นร้อยละ 75.4 ของปริมาณการนำเข้าพลังงานทั้งหมดในปี พ.ศ. 2547.

ไฟฟ้า

ปี พ.ศ. 2547 ประเทศไทยใช้พลังงานจากไฟฟ้า 9,803 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบหรือคิดเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้าผ่านระบบสายส่งของประเทศรวม 115,044 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง, ซึ่งเพิ่มขึ้นร้อยละ 7.6 จากปี พ.ศ. 2546 (รายงานพลังงานของประเทศไทยปี 2547). ประเด็นที่น่าสนใจ คือ การผลิตไฟฟ้าในปี พ.ศ. 2547 ใช้เชื้อเพลิงจำนวน 27,328 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบแบ่งเป็นผลิตจากก๊าซธรรมชาติร้อยละ 72.9 (19,923 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ), ผลิตจากถ่านหินและลิกไนต์ร้อยละ 17 (4,646 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ), ผลิตจากน้ำมันเตาร้อยละ 5.9 (1,612 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ), ที่เหลือเป็นการใช้เชื้อเพลิงอื่นๆ. ดังนั้นการใช้ไฟฟ้าเป็นพลังงานจึงเทียบเท่ากับการใช้เชื้อเพลิงที่ผลิตไฟฟ้าเป็นพลังงานด้วย. โดยในส่วนของก๊าซธรรมชาติปี พ.ศ. 2547, ประเทศไทยมีการนำเข้าจำนวน 7,607 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นร้อยละ 8.6 จากปี พ.ศ. 2546, คิดเป็นมูลค่าการนำเข้าประมาณ 40,449 ล้านบาท.

ถ่านหิน

ในปี พ.ศ. 2547 ประเทศไทยมีการใช้ถ่านหิน เพื่อเป็นพลังงานคิดเป็นปริมาณ 5,918 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ใช้เพื่อผลิตไฟฟ้า 4,646 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ. โดยมีการนำเข้าถ่านหินจำนวน 4,749 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นร้อยละ 5.5 จากปี พ.ศ. 2546, มูลค่าการนำเข้าประมาณ 12,181 ล้านบาท. สาเหตุที่มีการนำเข้าสูงขึ้น มาจากความต้องการใช้ในภาคอุตสาหกรรมการผลิตที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง.

ข้อมูลข้างต้นชี้ให้เห็นว่า เมื่อพิจารณาในรูปของเชื้อเพลิงที่ใช้ผลิตพลังงาน เกือบร้อยละ 80 ของพลังงานที่ใช้ในประเทศไทย มีต้นกำเนิดจากน้ำมันดิบ, ก๊าซธรรมชาติ, และถ่านหิน. น้ำมันดิบต้องพึ่งพาการนำเข้าในสัดส่วนค่อนข้างสูง, ขณะที่ก๊าซธรรมชาติและถ่านหิน สามารถผลิตได้ในประเทศแต่ยังไม่เพียงพอ ต้องมีการนำเข้าเพิ่มเติม. มูลค่าการนำเข้าของเชื้อเพลิงทั้ง 3 ชนิด ในปี พ.ศ. 2547 เท่ากับ 539,286 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 14 ของมูลค่าการนำเข้าสินค้าทั้งหมดของประเทศไทย, ดังรายละเอียดที่สรุปไว้ในตารางที่ 1.

ตารางที่ 1. ข้อมูลการนำเข้าน้ำมันดิบ ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหินในปี พ.ศ. 2547

	ปริมาณการนำเข้า (พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ)	เพิ่มขึ้น/ลดลง จากปี พ.ศ. 2546 (ร้อยละ)	มูลค่าการนำเข้า (พันล้านบาท)	เพิ่มขึ้น/ลดลง จากปี พ.ศ. 2546 (ร้อยละ)
น้ำมันดิบ	43,535	12.4	486.7	40.8
ก๊าซธรรมชาติ	7,607	8.6	40.4	1.9
ถ่านหิน	4,749	5.5	12.2	31.0
รวมมูลค่าการนำเข้าเชื้อเพลิงทั้ง 3 ชนิด			539.3	
มูลค่าการนำเข้ารวมสินค้าทุกประเภท			3,840	

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2547.

การที่ประเทศไทยต้องพึ่งพาการนำเข้าเชื้อเพลิงค่อนข้างมาก ทำให้ได้รับผลกระทบเมื่อมีเหตุการณ์ใดๆ เกิดขึ้นกับเชื้อเพลิงดังกล่าว โดยเฉพาะน้ำมันดิบ. ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546 เป็นต้นมาราคาน้ำมันดิบในตลาดโลกได้ปรับตัวสูงขึ้นโดยตลอด จนมาอยู่ที่ประมาณ 60 – 70 เหรียญสหรัฐต่อบาร์เรล, ส่งผลให้ประเทศไทยต้องใช้เงินในการนำเข้าสูงขึ้น และมีผลต่อเนื่องทั้งในแง่ของการ

ขาดดุลการค้า, สภาวะเงินเฟ้อ, ต้นทุนการดำเนินการต่างๆ ที่เพิ่มขึ้น, ทำให้สภาพเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศไม่มั่นคงและมีการชะลอตัว.

นอกจากนี้ เชื้อเพลิงทั้งสามชนิดที่เป็นแหล่งผลิตพลังงานหลักของประเทศ เป็นเชื้อเพลิงประเภทฟอสซิลซึ่งมีปริมาณจำกัด เมื่อนำไปใช้งานก็จะลดจำนวนลงเรื่อยๆ. อีกทั้งการใช้งานยังก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas), ซึ่งมีพันธะตามพิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) ในการลดก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น. ถึงแม้ปัจจุบันประเทศไทยยังเป็นประเทศในกลุ่มที่ยังไม่ต้องลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก. แต่ผู้เชี่ยวชาญคาดการณ์ว่า หากประเทศไทยยังมีการพัฒนาด้านอุตสาหกรรมและการใช้พลังงานในลักษณะที่เพิ่มขึ้นดังเช่นในรอบ 5 ปีที่ผ่านมา เมื่อถึงปี พ.ศ. 2558 ประเทศไทยอาจต้องเข้าสู่เกณฑ์บังคับของการลดก๊าซเรือนกระจก ตามพิธีสารเกียวโต, ซึ่งจำเป็นต้องเตรียมการในเรื่องต่างๆ และลงทุนเพิ่มเติมด้านเทคโนโลยี เพื่อควบคุมปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น.

ปัจจัยข้างต้นเกี่ยวกับเศรษฐกิจ, ความยั่งยืนของปริมาณเชื้อเพลิง, และสิ่งแวดล้อม, ทำให้ประเทศไทยจำเป็นต้องปรับแนวทางการใช้พลังงานของประเทศ, ให้มีการใช้พลังงานทดแทนมากขึ้น. การที่ประเทศไทยเป็นประเทศกสิกรรม จึงทำให้มีวัตถุดิบด้านชีวมวลมาผลิตเป็นพลังงานได้, อาทิเช่น ใช้ปาล์มน้ำมันผลิตเป็นไบโอดีเซล, ใช้อ้อยและมันสำปะหลังผลิตเป็นเอทานอล เพื่อลดการใช้งานน้ำมันดีเซลและน้ำมันเบนซิน, ใช้เศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร, ขยะมูลฝอย มาผลิตไฟฟ้าหรือให้ความร้อน เพื่อลดการใช้ก๊าซธรรมชาติและถ่านหิน. ด้วยเหตุนี้ ชีวมวลจึงเป็นทางเลือกที่ดีอีกทางหนึ่งของประเทศไทยในการใช้ทดแทนเชื้อเพลิงหลัก.

จากแนวคิดดังกล่าว กระทรวงพลังงานจึงได้จัดทำยุทธศาสตร์พลังงานทดแทน เพื่อสร้างความมั่นคงด้านพลังงาน และเพื่อเพิ่มขีดความสามารถทางการแข่งขันของประเทศ, เสนอต่อคณะรัฐมนตรีเมื่อปี พ.ศ. 2547. โดยกำหนดเป้าหมายให้ภายในปี พ.ศ. 2554 จะต้องมีการใช้พลังงานทดแทนเป็นร้อยละ 8 ของการใช้พลังงานทั้งหมด หรือคิดเป็น 6,540 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ. ทั้งนี้เป้าหมายส่วนใหญ่จะเน้นไปที่ชีวมวลในการผลิตพลังงานในภาคต่างๆ ดังนี้ :

1. ภาคอุตสาหกรรรมและภาคเกษตรกรรม เพื่อเป็นแหล่งพลังงานความร้อน ในปริมาณร้อยละ 60 หรือจำนวน 3,970 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ, โดยใช้ขยะ, มูลสัตว์ และน้ำเสียอุตสาหกรรม เป็นวัตถุดิบในการผลิตพลังงาน.

2. ภาคการขนส่งเพื่อเป็นแหล่งเชื้อเพลิงเหลว ในปริมาณร้อยละ 24 หรือจำนวน 1,570 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ, โดยแบ่งเป็นเอทานอล 970 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ และไบโอดีเซล 600 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ.

3. ผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า ในปริมาณร้อยละ 16 หรือ จำนวน 1,060 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ, โดยต้องเป็นการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลจำนวน 1,040 เมกะวัตต์, ส่วนที่เหลือเป็นการผลิตจากแหล่งพลังงานอื่น.

อย่างไรก็ตาม วัสดุชีวมวลบางตัวสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่นได้ นอกเหนือจากการนำไปผลิตเป็นพลังงาน, ดังนั้น จึงจำเป็นต้องศึกษาและเปรียบเทียบความคุ้มค่าและความเหมาะสมในการใช้ประโยชน์จากชีวมวล, ดังรายละเอียดที่จะกล่าวต่อไป.

2.3 สถานภาพชีวมวลในประเทศไทย

การศึกษาสถานภาพชีวมวลในประเทศไทย ได้แบ่งชีวมวลออกเป็น 2 ประเภท คือ :

1. ชีวมวลประเภทพืชผลทางการเกษตร ประกอบด้วย ปาล์มน้ำมัน, อ้อย, มันสำปะหลัง, ข้าว, ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์, ถั่วเหลือง, สับปะรด, มะพร้าว และไม้.

2. ชีวมวลประเภทของเสียอุตสาหกรรมและชุมชน, ประกอบด้วย ขยะมูลฝอย, มูลสัตว์, น้ำเสีย. โดยชีวมวลแต่ละประเภทมีรายละเอียดด้านปริมาณและการนำไปใช้ประโยชน์ ดังนี้ :

2.3.1 ชีวมวลประเภทพืชผลทางการเกษตร

1) ปาล์มน้ำมัน

จากผลผลิตปาล์มน้ำมันในปี 2548 มีประมาณ 5.40 ล้านตัน มีผลผลิตชีวมวลที่เกิดจากปาล์มน้ำมัน 4 ประเภทคือ กากใยปาล์ม, ทะลายปาล์ม, ใบและก้านทาง, และกะลาปาล์ม, โดยมีปริมาณผลผลิต 0.80 ล้านตัน, 1.16 ล้านตัน, 1.47 ล้านตัน, และ 0.70 ล้านตัน ตามลำดับ. โดยสัดส่วนการเปลี่ยนเป็นชีวมวลของกากใยปาล์มเท่ากับ 0.149, ทะลายปาล์มเท่ากับ 0.215 ใบและก้านทางเท่ากับ 0.272 และกะลาปาล์มเท่ากับ 0.129. นอกจากเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรข้างต้น, ยังมีน้ำมันปาล์มเป็นผลผลิตชีวมวลที่สามารถผลิตเป็นไบโอดีเซลได้ด้วย.

ตารางที่ 2. ผลผลิตชีวมวลที่เกิดจากปาล์มน้ำมันมีการนำไปใช้ประโยชน์

ผลผลิตชีวมวล	การนำไปใช้ประโยชน์	สัดส่วนการนำไปใช้ (ร้อยละ)
ทาง/ใบปาล์ม	ใช้คลุมดินและย่อยสลายให้เป็นปุ๋ย	100%
ทะลายปาล์ม	ทำปุ๋ย เพาะเห็ด	50-60%
กากใย	ทำเชื้อเพลิงและปุ๋ย	100%
กะลา	ทำเชื้อเพลิงภายในโรงงานหรือขายเพื่อนำไปผลิตเป็นเชื้อเพลิง	70-80%

2) อ้อย

จากผลผลิตอ้อยในปี 2548 ประมาณ 49.57 ล้านตัน, มีผลผลิตชีวมวลที่เกิดจากอ้อย 2 ประเภท คือ ยอดและใบอ้อย และกากอ้อย, โดยมีปริมาณผลผลิต 9.97 ล้านตัน และ 15.02 ล้านตัน, ตามลำดับ. โดยสัดส่วนการเปลี่ยนเป็นชีวมวลของยอดและใบอ้อยเท่ากับ 0.201 และของกากอ้อย เท่ากับ 0.303. นอกจากเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรข้างต้น ผลผลิตอ้อยยังสามารถนำไปผลิตเอทานอลได้ด้วย.

ตารางที่ 3. ผลผลิตชีวมวลที่เกิดจากอ้อยมีการนำไปใช้ประโยชน์

ผลผลิตชีวมวล	การนำไปใช้ประโยชน์	สัดส่วนการนำไปใช้ (ร้อยละ)
ยอดและใบต้นอ้อย	อาหารสัตว์ ปุ๋ย และใช้คลุมดิน	10-30%
กากอ้อย	ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไอน้ำ ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าขายเข้าระบบของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ผลิตกระดาษและพาร์ทิเคิลบอร์ด	100

3) มันสำปะหลัง

จากผลผลิตมันสำปะหลังในปี 2548 มีประมาณ 16.94 ล้านตัน, มีผลผลิตชีวมวลที่เกิดจากมันสำปะหลัง 2 ประเภท คือ ลำต้น และเหง้า, โดยมีปริมาณผลผลิต 2.05 ล้านตัน และ 1.54 ล้านตัน, ตามลำดับ โดยสัดส่วนการเปลี่ยนเป็นชีวมวลของลำต้นมันสำปะหลังเท่ากับ 0.121, และของเหง้ามันสำปะหลังเท่ากับ 0.091. นอกจากเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรข้างต้น, ผลผลิตมันสำปะหลังยังสามารถนำไปผลิตเอทานอลได้ด้วย.

ตารางที่ 4. ผลผลิตชีวมวลที่เกิดจากมันสำปะหลังมีการนำไปใช้ประโยชน์

ผลผลิตชีวมวล	การนำไปใช้ประโยชน์	สัดส่วนการนำไปใช้ (ร้อยละ)
ลำต้น ยอด ใบ	การทำพันธุ์	60-80%
เหง้ามันสำปะหลัง	ไม่มีการนำมาใช้ประโยชน์ ถูกทำลายโดยการเผาและไถกลบ	-

4) ข้าว

จากผลผลิตข้าวในปี 2547 ประมาณ 24.64 ล้านตัน, มีผลผลิตชีวมวลที่เกิดจากข้าว 2 ประเภท คือ แกลบและฟางข้าว, โดยมีปริมาณผลผลิต 5.57 ล้านตัน และ 29.31 ล้านตัน, ตามลำดับ. โดยสัดส่วนการเปลี่ยนเป็นชีวมวลของแกลบเท่ากับ 0.226 และฟางข้าวเท่ากับ 1.190.

ตารางที่ 5. ผลผลิตชีวมวลที่เกิดจากข้าวมีการนำไปใช้ประโยชน์

ผลผลิตชีวมวล	การนำไปใช้ประโยชน์	สัดส่วนการนำไปใช้ (ร้อยละ)
แกลบ	ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการอบข้าวและผลิตเป็นพลังงานในโรงสี ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าชีวมวล ขายออกไปเป็นเชื้อเพลิงให้โรงงานประเภทต่างๆ	70-80%
ฟางข้าว	ใช้เป็นอาหารสัตว์ ปุ๋ยคลุมดินและเพาะเห็ด	50%

5) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในปี 2547 ประมาณ 4.22 ล้านตัน, มีผลผลิตชีวมวลที่เกิดจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 2 ประเภท คือ ลำต้น และซัง, โดยมีปริมาณผลผลิต 3.76 ล้านตัน และ 0.80 ล้านตัน ตามลำดับ โดยสัดส่วนการเปลี่ยนเป็นชีวมวลของลำต้นเท่ากับ 0.892 และของซังข้าวโพดเท่ากับ 0.189.

ตารางที่ 6. ผลผลิตชีวมวลที่เกิดจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีการนำไปใช้ประโยชน์

ผลผลิตชีวมวล	การนำไปใช้ประโยชน์	สัดส่วนการนำไปใช้ (ร้อยละ)
ลำต้น	ใช้เป็นปุ๋ย ใช้เป็นเชื้อเพลิง และใช้ทำอาหาร	10%
ซังข้าวโพด	ใช้เป็นเชื้อเพลิง	20-45%
	ใช้เป็นอาหารสัตว์	20-25%
	นำไปขายพร้อมกับเมล็ดข้าวโพด หรือ ถูกกำจัดโดยการเผา	30%

6) ถั่วเหลือง

ผลผลิตถั่วเหลืองในปี 2547 ประมาณ 0.24 ล้านตัน, มีผลผลิตชีวมวลที่เกิดจากถั่วเหลือง คือ ลำตัน, เปลือกและใบถั่วเหลือง, โดยมีปริมาณผลผลิต 0.28 ล้านตัน. มีการนำมาใช้ประโยชน์หลายด้าน เช่น ทำปุ๋ยและอาหารสัตว์, โดยมีการนำไปใช้คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 50-60 ของปริมาณผลผลิต, ส่วนที่เหลือจะถูกทำลายโดยการเผาหรือไถกลบ.

ตารางที่ 7. ผลผลิตชีวมวลที่เกิดจากถั่วเหลืองมีการนำไปใช้ประโยชน์

ผลผลิตชีวมวล	การนำไปใช้ประโยชน์	สัดส่วนการนำไปใช้ (ร้อยละ)
ลำตัน เปลือกและใบถั่วเหลือง	ทำปุ๋ยและอาหารสัตว์	50-60%

7) สับปะรด

จากผลผลิตสับปะรดในปี 2547 ประมาณ 1.99 ล้านตัน, มีผลผลิตชีวมวลที่เกิดจากสับปะรด คือ ตอซัง, โดยมีปริมาณผลผลิต 1.17 ล้านตัน (สัดส่วนการเปลี่ยนเป็นชีวมวลของตอซังเท่ากับ 0.588) ส่วนใหญ่จะถูกปั่นและทิ้งให้ย่อยสลายเป็นปุ๋ย.

ตารางที่ 8. ผลผลิตชีวมวลที่เกิดจากสับปะรดมีการนำไปใช้ประโยชน์

ผลผลิตชีวมวล	การนำไปใช้ประโยชน์	สัดส่วนการนำไปใช้ (ร้อยละ)
ตอซัง	ไม่มีการนำมาใช้ประโยชน์ ส่วนใหญ่จะถูกปั่นและทิ้งให้ย่อยสลายเป็นปุ๋ย	-

8) มะพร้าว

จากผลผลิตมะพร้าวในปี 2547 ประมาณ 1.50 ล้านตัน, มีผลผลิตชีวมวลที่เกิดจากมะพร้าว 3 ประเภท คือ กะลา, เปลือกและกาบ, ทางก้านใบ จั่น และทะลาย, โดยมีปริมาณผลผลิต 0.37 ล้านตัน, 0.85 ล้านตัน และ 0.84 ล้านตัน ตามลำดับ. โดยสัดส่วนการเปลี่ยนเป็นชีวมวลของกะลามะพร้าวเท่ากับ 0.247, เปลือกและกาบมะพร้าวเท่ากับ 0.565 และของทางใบและจั่นทะลายเท่ากับ 0.563.

ตารางที่ 9. ผลผลิตชีวมวลที่เกิดจากมะพร้าวมีการนำไปใช้ประโยชน์

ผลผลิตชีวมวล	การนำไปใช้ประโยชน์	สัดส่วนการนำไปใช้ (ร้อยละ)
ทางก้านใบ จั่น และทะลาย	ถูกทิ้งไว้ในไร่	-
เปลือก	ทำวัสดุสำหรับเครื่องนอน	20%
กะลามะพร้าว	นำมาเผาเป็นถ่านและบางส่วนนำไปใช้เป็นสารดูดซับกลิ่น	50-70%

9) ไม้

จากผลผลิตไม้ในปี 2546 ประมาณ 5.12 ล้านตัน, มีผลผลิตชีวมวลที่เกิดจากไม้ 4 ประเภท คือ ไม้ฟืน, เศษไม้, ถ่านไม้ และขี้เลื่อย, โดยมีปริมาณผลผลิต 1.27 ล้านตัน, 0.52 ล้านตัน, 1.38 ล้านตัน, และ 0.17 ล้านตัน ตามลำดับ. โดยสัดส่วนการเปลี่ยนเป็นชีวมวลของไม้ฟืนเท่ากับ 0.248, เศษไม้เท่ากับ 0.101, ถ่านไม้เท่ากับ 0.270 และของขี้เลื่อยเท่ากับ 0.034.

ตารางที่ 10. ผลผลิตชีวมวลที่เกิดจากไม้มีการนำไปใช้ประโยชน์

ผลผลิตชีวมวล	การนำไปใช้ประโยชน์	สัดส่วนการนำไปใช้ (ร้อยละ)
ถ่านไม้ และไม้ฟืน	ใช้ในภาคที่อยู่อาศัยและอุตสาหกรรมขนาดเล็ก มีปริมาณคงเหลือน้อยมากและมีแนวโน้มจะขาดแคลนในอนาคตเนื่องจากมีราคาสูง	100
เศษไม้	ใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อการหุงต้มในที่อยู่อาศัย	20%
ขี้เลื่อย	ใช้เป็นเชื้อเพลิง ใช้คลุมดิน ทำเชื้อเห็ดและทำปุ๋ย	100%

ตารางที่ 11. ปริมาณชีวมวลจากพืช 9 ชนิด

ชนิดของพืช	ผลผลิต (พันตัน/ปี)[1]	ชนิดของชีวมวล [2]	สัดส่วนชีวมวลต่อปริมาณผลผลิต [2]	ปริมาณชีวมวล (พันตัน/ปี)	การนำไปใช้ประโยชน์ (ร้อยละ) [2]
ปาล์มน้ำมัน	5,405	กากใย	0.149	805	100
		ทะลาย	0.215	1,162	50-60
		ทางใบ	0.272	1,470	100
		กะลา	0.129	697	70-80
อ้อย	49,572	ยอดและใบอ้อย	0.201	9,964	10-30
		กากอ้อย	0.303	15,020	100
มันสำปะหลัง	16,938	ลำต้น ยอดและใบ	0.121	2,049	60-80
		เหง้า	0.091	1,541	-
ข้าว	24,636	แกลบ	0.226	5,568	70-80
		ฟางข้าว	1.190	29,317	50
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	4,216	ลำต้น	0.892	3,761	10
		ซังข้าวโพด	0.189	797	70
ถั่วเหลือง	240	ลำต้น เปลือก ใบ	1.177	282	50-60
สับปะรด	1,997	ตอซังสับปะรด	0.588	1,174	-
มะพร้าว	1,499	กะลา	0.247	370	50-70
		เปลือกและกาบ	0.565	847	20
		ทางก้านใบ จั่น ทะลาย	0.563	844	-
ไม้ยูคาลิปตัส	5,124	ไม้ฟืน	0.248	1,270	100
และไม้ยางพารา		เศษไม้	0.101	517	20
		ถ่านไม้	0.270	1,383	100
		ขี้เลื่อย	0.034	174	100

หมายเหตุ : 1. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปี 2546 – 2548. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ปาล์ม, อ้อย และมันสำปะหลัง ใช้ข้อมูลสถิติผลผลิตปี 2548 ข้าว, ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์, ถั่วเหลือง, สับปะรด, มะพร้าว ใช้ข้อมูลสถิติผลผลิตปี 2547 ไม้ยูคาลิปตัส, แลไม้ยางพารา ใช้ข้อมูลสถิติผลผลิตปี 2546

2. อ้างอิงจากรายงานการศึกษาและประเมินศักยภาพแหล่งชีวมวล, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2548.

2.3.2 ชีวมวลประเภทของเสียอุตสาหกรรมและชุมชน

1) ขยะมูลฝอย

จากข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษ พบว่า ในปี 2546 มีปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั่วประเทศถึงประมาณ 40,000 ตัน/วัน, เป็นขยะจากกรุงเทพมหานครประมาณ 9,430 ตัน/วัน, ขยะจากเขตเทศบาลและเมืองพัทยา 12,100 ตัน/วัน และนอกเขตเทศบาลอีกประมาณ 17,800 ตัน/วัน. ทั้งนี้การจัดการขยะมูลฝอยในกรุงเทพมหานครและของเทศบาลมีวิธีการจัดการแตกต่างกัน. ขยะมูลฝอยของกรุงเทพมหานครที่รวบรวมได้ทั้งหมดจะถูกส่งไปยังสถานขนถ่ายมูลฝอยเพื่อส่งไปกำจัดแบบฝังกลบยังที่ต่างๆ โดยว่าจ้างเอกชนดำเนินการ. ในส่วนของเทศบาลนั้นมีวิธีการจัดการขยะมูลฝอย 3 วิธี คือ เทกองบนพื้น/ฝังในหลุม/เผากลางแจ้ง, ฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล และเผาในเตาเผา.

ในส่วนของการนำขยะมูลฝอยไปผลิตเป็นพลังงาน ได้เริ่มดำเนินการบ้างแล้วในบางแห่ง เช่น โรงเผาขยะของเทศบาลนครภูเก็ต, โรงงานผลิตปุ๋ยอินทรีย์และพลังงาน จังหวัดระยอง, โครงการศูนย์กำจัดมูลฝอยรวม จังหวัดชลบุรี, โครงการกำจัดขยะเกาะช้าง จังหวัดตราด เหตุผลที่การนำขยะมูลฝอยไปผลิตเป็นพลังงานยังไม่เป็นที่แพร่หลาย เนื่องจากต้องใช้งบประมาณลงทุนที่ค่อนข้างสูง.

2) น้ำเสีย

ในปัจจุบัน อุตสาหกรรมในประเทศไทยก่อให้เกิดน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตและการใช้น้ำในกิจกรรมประจำวันเป็นปริมาณมากมาย. ที่ผ่านมาผู้ประกอบการภาคอุตสาหกรรมมักบำบัดน้ำเสีย เพียงเพื่อให้สามารถปล่อยน้ำทิ้งออกจากโรงงานได้อย่างไม่ผิดกฎหมายเท่านั้น. แต่ปัจจุบันเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาททำให้การจัดการน้ำเสียเป็นไปอย่างมีระบบ และประสิทธิภาพสูง. ดังนั้น นอกจากจะได้น้ำทิ้งที่มีคุณภาพสูงเกินกว่าที่กฎหมายกำหนดแล้ว, ผู้ประกอบการยังสามารถลดกลิ่นจากการบำบัดและได้ก๊าซชีวภาพหรือผลพลอยได้ที่สามารถนำไปใช้เป็นพลังงานได้อีกด้วย.

ทั้งนี้ โรงงานอุตสาหกรรมที่มีปริมาณน้ำเสียในกระบวนการผลิตมากที่สุด คือ โรงงานน้ำตาล โดยมีปริมาณน้ำเสียเฉลี่ยประมาณ 76,203,540 ลบ.ม./ปี, รองลงมาคือโรงงานแป้งมันสำปะหลัง มีปริมาณน้ำเสียเฉลี่ยประมาณ 55,005,090 ลบ.ม./ปี (ตารางที่ 12.).

ตารางที่ 12. ปริมาณน้ำเสียในแต่ละอุตสาหกรรมปี 2548

ประเภทโรงงานอุตสาหกรรม	ปริมาณผลผลิตต่อปี	หน่วย	ปริมาณน้ำเสีย(ลบ.ม.)/หน่วยผลผลิต	ปริมาณน้ำเสีย(ลบ.ม./ปี)
1. น้ำตาล	6,447,000	ตัน	11.82	76,203,540
2. แป้งมันสำปะหลัง	2,225,125	ตัน	24.72	55,005,090
3. อาหารทะเลกระป๋อง	558,297	ตัน	31.14	17,385,369
4. โรงฆ่าสัตว์	225,846	ตัน	74.54	16,834,561
5. อาหารทะเลแช่แข็ง	495,174	ตัน	31.14	15,419,718
6. โซดาและน้ำอัดลม	1,381,000	ตัน	9.30	12,843,300
7. เบียร์	1,165,000	พันลิตร	4.12	4,799,800
8. น้ำมันปาล์ม	3,256,000	ตัน	1.00	3,256,000
9. น้ำนมดิบ	491,370	ตัน	4.05	1,990,049
10. สับปะรดกระป๋อง	391,282	ตัน	4.98	1,948,584
11. สุรา	75,380	พันลิตร	3.40	256,292

ที่มา : กระทรวงพลังงาน

3) มูลสัตว์

ปริมาณมูลสัตว์ที่มีจำนวนมากขึ้นทุกวัน ก่อให้เกิดมลภาวะทางอากาศ, ทางดินและน้ำ จากการสะสมหรือตกค้างของมูลสัตว์ และน้ำเสียอันเกิดจากการชำระล้างมูลสัตว์ปล่อยลงแม่น้ำ ลำคลอง, อีกทั้งยังเป็นแหล่งเพาะพันธุ์เชื้อโรค และรบกวนการดำรงชีวิตของชุมชนใกล้เคียง.

จากข้อมูลของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ปริมาณมูลสัตว์มีประมาณ 34,000 ตัน/ วัน (ตารางที่ 13.) การนำมูลสัตว์ไปใช้ประโยชน์มีหลายวิธี เช่น :

- ขายสด : ให้แก่เกษตรกรที่ต้องการ.
- ทำปุ๋ยคอก : ตากให้แห้งแล้วนำไปใช้เป็นปุ๋ยสำหรับการเกษตร.
- เป็นอาหารปลา **:** นำมูลสัตว์ที่ตากแห้ง หรือมูลสดให้เป็นอาหารโดยตรง หรือผสมในสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงปลา ส่วนใหญ่นิยมใช้กับมูลสุกร แต่ในขณะเดียวกันต้องคำนึงถึงปริมาณที่ใช้ ไม่ควรมากเกินไป เพราะจะทำให้น้ำเน่าและปลาตายได้.
- ผลิตก๊าซชีวภาพ : โดยการนำมูลสัตว์และน้ำเสียไปหมักในสภาพไร้อากาศในบ่อบำบัด ที่ได้รับการออกแบบให้เหมาะสมกับขนาด และปริมาณทำให้เกิดก๊าซชีวภาพจากกระบวนการ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายรูปแบบ เช่น เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้ม จุดตะเกียง หรือผลิตกระแสไฟฟ้า สำหรับมูลสัตว์ที่ผ่านการหมักแล้วนำไปเป็นปุ๋ยสำหรับปลูกพืชได้เป็นอย่างดี.

ตารางที่ 13. ปริมาณมูลสัตว์แต่ละประเภท ปี 2548

ชนิด	จำนวน (ตัว)	ปริมาณมูลสด (กก./ตัว/วัน)	อัตราส่วนมูลที่เก็บได้ (สัดส่วน)	ปริมาณมูลสดที่เก็บได้ (กก./วัน)
1.โค				
- โคเนื้อ	4,900,614	5.00	0.5	12,251,535
- โคนม	307,927	15.00	0.8	3,695,124
2. กระบือ	1,702,223	8.00	0.5	6,808,892
3.สุกร				-
- สุกรแม่พันธุ์	791,024	2.00	0.8	1,265,638
- สุกรพ่อพันธุ์	120,903	2.00	0.8	193,445
- ลูกสุกร	2,123,663	0.50	0.8	849,465
- สุกรขุน	4,400,326	1.20	0.8	4,224,313
- สุกรพื้นเมือง	325,140	1.20	0.8	312,134
4. ไก่	172,247,561	0.03	0.8	4,133,941
5. เป็ด	27,884,041	0.03	0.4	334,608
รวมทั้งหมด	**214,803,422**			**34,069,097**

ที่มา : กระทรวงพลังงาน

2.4 พลังงานที่ได้จากชีวมวล

พลังงานที่ได้จากชีวมวลตามกรอบที่กำหนดไว้ในขอบเขตการศึกษาของรายงานฉบับนี้มีดังต่อไปนี้

1. เอทานอล จากอ้อยและมันสำปะหลัง.
2. ไบโอดีเซล จากปาล์มน้ำมัน.
3. พลังงานที่ได้จากของเสียอุตสาหกรรมและชุมชน ได้แก่ ขยะมูลฝอย, มูลสัตว์ และน้ำเสีย ซึ่งพลังงานแต่ละประเภทมีรายละเอียดโดยสังเขปดังนี้ :

2.4.1 เอทานอล

เอทานอลเป็นแอลกอฮอล์ชนิดหนึ่งซึ่งได้จากกระบวนการหมัก โดยต้องเปลี่ยนแป้งจากพืชเป็นน้ำตาลก่อน แล้วจึงเปลี่ยนจากน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์, ทำให้เป็นแอลกอฮอล์บริสุทธิ์ 95% โดยการกลั่น. เอทานอลที่นำไปผสมในน้ำมันเพื่อใช้เติมเครื่องยนต์เป็นแอลกอฮอล์ที่มีความบริสุทธิ์ตั้งแต่ 99.5% โดยปริมาตร, ซึ่งสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้.

วัตถุดิบที่ใช้ผลิตเอทานอล สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ดังนี้ :

1. วัตถุดิบประเภทแป้ง ได้แก่ ผลผลิตทางการเกษตรพวกธัญพืช เช่น ข้าวเจ้า, ข้าวสาลี, ข้าวโพด, ข้าวบาร์เลย์, ข้าวฟ่าง และพวกพืชหัว เช่น มันสำปะหลัง, มันฝรั่ง, มันเทศ เป็นต้น.

2. วัตถุดิบประเภทน้ำตาล เช่น อ้อย, กากน้ำตาล, บีตรูต, ข้าวฟ่างหวาน เป็นต้น.

3. วัตถุดิบประเภทเส้นใย ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผลพลอยได้จากผลผลิตทางการเกษตร ได้แก่ ฟางข้าว, ชานอ้อย, ซังข้าวโพด, รำข้าว, เศษไม้, เศษกระดาษ, ขี้เลื่อย, วัชพืช, รวมทั้งของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานกระดาษ เป็นต้น.

ถึงแม้เอทานอลจะสามารถผลิตได้จากวัตถุดิบหลายชนิด แต่เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาความเหมาะสมของการเลือกวัตถุดิบ ประกอบด้วย :

- ความง่ายในการจัดหา, ราคา และปริมาณความเพียงพอ.
- ประสิทธิภาพในการผลิต (Production yield) และปริมาณเอทานอลที่ได้เมื่อเทียบกับปริมาณวัตถุดิบจากการเพาะปลูก.
- วัตถุดิบนั้นไม่ควรเป็นอาหารของมนุษย์.

จากเกณฑ์การเลือกวัตถุดิบข้างต้น ทำให้แต่ละประเทศผลิตเอทานอลด้วยวัตถุดิบที่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 14.

ตารางที่ 14. การผลิตเอทานอลในประเทศต่างๆ

บราซิล	มีการผลิตเชื้อเพลิงเอทานอลจากอ้อยและกากน้ำตาล วันละกว่า 220,000 บาร์เรล หรือประมาณ 35 ล้านลิตรต่อวัน ผลผลิตได้ของเอทานอลนอกจากใช้เป็นเชื้อเพลิงแล้วยังใช้เป็นกลไกในการกำหนดราคาอ้อยและน้ำตาลอีกด้วย
สหรัฐอเมริกา	มีการผลิตเชื้อเพลิงเอทานอลจากข้าวโพด ข้าวบาร์เล่ย์ หรือ หัวบีตรูต วันละกว่า 107,000 บาร์เรล หรือประมาณ 17 ล้านลิตรต่อวัน โดยนำไปผสมร่วมกับน้ำมันในสัดส่วน 10%
ฝรั่งเศส	มีการผลิตเชื้อเพลิงเอทานอลจากข้าวบาร์เล่ย์ หรือ หัวบีตรูต วันละกว่า 8,000 บาร์เรล หรือประมาณ 1.3 ล้านลิตรต่อวัน โดยนำไปผลิตเป็นสารเพิ่มอ็อกเทน (Oxygenates) ในรูปของสาร ETBE (Ethyl Tertiary Butyl Ether) ในอัตราวันละประมาณ 3 ล้านลิตร
สวีเดน	มีการพัฒนาเชื้อเพลิงเอทานอลอย่างจริงจังและนำไปใช้ในยานยนต์ทั้งในรูปแบบของน้ำมันผสม และ FFV(Flexible Fuel Vehicle) และรถดีเซลของระบบขนส่งมวลชน

ที่มา : http://www.ethanol-thailand.com/project/intro6_new.htm

สำหรับประเทศไทยวัตถุดิบหลักทางการเกษตรที่นำมาใช้ผลิตเอทานอล คือ อ้อยและมันสำปะหลัง. ทั้งนี้ได้นำเอทานอลมาใช้เป็นสารเพิ่มค่าออกเทนในน้ำมันเบนซิน ที่เรียกว่า แก๊สโซฮอล์.

เอทานอลจากอ้อย

ในปี 2548 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกอ้อย 6.6 ล้านไร่, โดยมีผลผลิตจำนวน 49.5 ล้านตัน, ผลผลิตเฉลี่ย 7,434 กก.ต่อไร่, มีราคาขาย 520 บาท/ตัน. พื้นที่เพาะปลูกส่วนใหญ่อยู่ทางภาคเหนือ, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง พบว่า อ้อยเข้าหีบ 1,000 กิโลกรัม จะผลิตน้ำตาลได้ประมาณ 10%, ได้กากอ้อยประมาณ 25-30%, กากน้ำตาลประมาณ 5%. นำไปผลิตเอทานอล ได้แก่ กากน้ำตาล. ทั้งนี้จากข้อมูลของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย พบว่า ประสิทธิภาพในการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลเท่ากับ 250 ลิตร/ตัน.

ในปัจจุบัน พบว่า ปริมาณอ้อยเพื่อการผลิตเอทานอลมีไม่เพียงพอ, เนื่องจากผลผลิตอ้อยลดลงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2546, ส่งผลให้กากน้ำตาลซึ่งเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลลดลงด้วย. ประกอบกับกากน้ำตาลสามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมสุราและแอลกอฮอล์ และอุตสาหกรรมอื่นๆ ได้หลากหลาย, ทำให้มีความต้องการใช้กากน้ำตาลสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง.

เอทานอลจากมันสำปะหลัง

ในปี 2548 ประเทศไทยมีพื้นที่เก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง 6.1 ล้านไร่, โดยมีผลผลิตจำนวน 16.9 ล้านตัน, ผลผลิตเฉลี่ย 2,749 กก.ต่อไร่, มีราคาขาย 1.31 บาท/กก. หรือประมาณ 130 บาท/ตัน. พื้นที่เพาะปลูกส่วนใหญ่อยู่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ทั้งนี้ จากข้อมูลของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย พบว่า ประสิทธิภาพในการผลิตเอทานอลจากหัวมันสำปะหลังเท่ากับ 180 ลิตร/ตัน, แต่เมื่อนำมาแปรรูปเป็นมันเส้นจะผลิตเอทานอลได้ 380 ลิตร/ตัน

มันสำปะหลังเป็นพืชอีกประเภทหนึ่งของไทยที่มีศักยภาพในการนำมาผลิตเป็นเอทานอล โดยพบว่า มีปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบน้อยกว่า และมีต้นทุนการผลิตเป็นเอทานอลต่ำกว่าหากเปรียบเทียบกับกากน้ำตาล. อย่างไรก็ตาม โรงงานเอทานอลจากมันสำปะหลังมักจะประสบปัญหาขาดแคลนวัตถุดิบในช่วงที่มันสำปะหลังออกสู่ตลาดน้อย และเมื่อเกิดปัญหาภัยแล้ง.

นโยบายส่งเสริมการใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงของประเทศไทย

1. มาตรการยกเลิกการใช้สาร MTBE, (Methyl Terliary Butyl Ether) โดยใช้เอทานอลเพื่อทดแทน MTBE ในน้ำมันเบนซิน 95 และในวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 ให้ยกเลิกน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วออกเทน 95 แล้วใช้แก๊สโซฮอล์แทน และเพิ่มการใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิง 3 ล้านลิตร/วัน ภายในปี 2554.

2. มาตรการให้มีการก่อสร้างโรงงานผลิตเอทานอล รวม 24 โรงงาน มีกำลังการผลิตรวม 4.2 ล้านลิตรต่อวัน, โดยผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง, กากน้ำตาล และอ้อย.

2.4.2 ไบโอดีเซล

ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงที่ผลิตจากน้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์ โดยผ่านกระบวนการทางเคมีเพื่อเปลี่ยนโครงสร้างไขมันเป็นเอสเทอร์ (ester) ของกรดไขมันที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลหมุนเร็วและสามารถใช้งานเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลได้. ในการใช้งานนั้นสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงล้วนๆ หรือใช้ผสมกับน้ำมันดีเซล. ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงสะอาด ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม, สามารถเผาไหม้ได้อย่างสมบูรณ์ และไอเสียมีมลพิษต่ำกว่าน้ำมันดีเซล. โดยแต่ละประเทศที่ผลิตไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงนิยมใช้วัตถุดิบที่แตกต่างกัน, โดยสรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 15.

ตารางที่ 15. การผลิตไบโอดีเซลในประเทศต่างๆ

สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี	เป็นประเทศที่ผลิตไบโอดีเซลมากเป็นอันดับหนึ่งของโลก ในปี พ.ศ. 2546 มีบริษัทจำนวน 20 ราย ที่ผลิตไบโอดีเซล มีกำลังการผลิตรวม 715 พันตันต่อปี โดยใช้น้ำมันเมล็ดเรปเป็นวัตถุดิบหลัก นอกจากนั้นแล้วยังมีการใช้ไขสัตว์และน้ำมันใช้แล้วเป็นวัตถุดิบด้วย ในปี พ.ศ. 2548 มีรายงานว่าในเยอรมนีมีกำลังการผลิตไบโอดีเซลเพิ่มขึ้นเป็น 1,669 พันตันต่อไป
มาเลเซีย	ทำการพัฒนาและติดตั้งโรงงานนำทางผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบที่มีกำลังการผลิต 3,000 ตันต่อไป ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2528 การพัฒนาดำเนินการโดย MPOB: Malaysian Palm Oil Board ซึ่งเป็นหน่วยงานวิจัยและพัฒนาของรัฐ ต่อมาในปี พ.ศ. 2549 MPOB ได้นำเทคโนโลยีการผลิตที่ได้พัฒนาขึ้นให้แก่บริษัทเพื่อทำการผลิตไบโอดีเซลในเชิงอุตสาหกรรม
สหรัฐอเมริกา	มีบริษัทผลิตไบโอดีเซลจำนวน 6 ราย ทำการผลิตไบโอดีเซลโดยใช้ไขสัตว์ และน้ำมันพืชใช้แล้วเป็นวัตถุดิบหลัก นอกจากนั้นยังมีผู้ผลิตรายย่อยที่ทำการผลิตไบโอดีเซลเพื่อใช้เอง และใช้ในชุมชนอีกหลายราย

ที่มา : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2549.

สำหรับประเทศไทยวัตถุดิบหลักทางการเกษตรที่นำมาผลิตไบโอดีเซล คือ ปาล์มน้ำมัน

ไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน

ข้อดีของปาล์มน้ำมันที่ทำให้ได้รับการผลักดันสำหรับเป็นพืชพลังงานทดแทน คือ ปาล์มน้ำมันเป็นพืชยืนต้นที่มีอายุการให้ผลผลิตยาวนาน, ออกผลต่อเนื่องทั้งปี, ให้ผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยสูงกว่าพืชน้ำมันอื่น, ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยต่ำสุดเมื่อเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่น.

จากข้อมูลของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พบว่า ในระหว่างปี 2546 – 2548 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกปาล์มน้ำมันเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างต่อเนื่อง, โดยมีเนื้อที่ยืนต้นปาล์มน้ำมันในปี 2548 เท่ากับ 2.364 ล้านไร่ เพิ่มขึ้นจากเดิมในปี 2547 ซึ่งมีเนื้อที่ 2.188 ล้านไร่. ในปี 2548 ประเทศไทยมีผลผลิตปาล์มน้ำมันทั้งประเทศ 5.405 ล้านตัน โดยให้ผลผลิต 2,660 กิโลกรัมต่อไร่ และมีราคาขายผลปาล์มอยู่ที่ 2.81 บาทต่อกิโลกรัม. จังหวัดที่มีการปลูกปาล์มน้ำมันมากที่สุด คือ จังหวัดกระบี่ รองลงมา คือ สุราษฎร์ธานี และชุมพร. ทั้งนี้จากข้อมูลของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย พบว่า ประสิทธิภาพในการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ เท่ากับร้อยละ 90.

หากพิจารณาจากโครงสร้างอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน พบว่า ปาล์มน้ำมันสามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบได้ในหลายอุตสาหกรรม, หลายฝ่ายจึงให้ความสนใจว่าในอนาคตหากมีการผลิตไบโอดีเซลในระดับพาณิชย์ ปาล์มน้ำมันจะมีปริมาณเพียงพอสำหรับอุตสาหกรรมไบโอดีเซลหรือไม่ หรือควรพิจารณาพืชทางเลือกอื่นๆ เพื่อใช้ทดแทนปาล์มน้ำมันต่อไป.

นโยบายส่งเสริมการใช้ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงของประเทศไทย

1. มาตรการกำหนดเป้าหมายการผสมไบโอดีเซลร้อยละ 10 ในน้ำมันดีเซลทั่วทั้งประเทศในปี พ.ศ. 2555 ซึ่งต้องใช้ไบโอดีเซลจำนวน 8.5 ล้านลิตรต่อวัน, วัตถุดิบที่มีศักยภาพผลิตไบโอดีเซลในเชิงพาณิชย์ คือ น้ำมันปาล์ม และน้ำมันพืชใช้แล้ว.

2. มาตรการเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกปาล์มน้ำมัน เพื่อผลิตน้ำมันปาล์มดิบให้เพียงพอกับการบริโภคและใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซล, โดยกำหนดให้เพิ่มพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน 5 ล้านไร่, ปรับเปลี่ยนพื้นที่ปลูกปาล์มเดิมที่มีอายุมาก หรือใช้พันธุ์ไม่ดี จำนวน 1 ล้านไร่, โดยกระจายไปตามพื้นที่ต่างๆ ในภาคใต้, ตลอดจนส่งเสริมและพัฒนาสบู่ดำเพื่อเป็นวัตถุดิบอีกทางหนึ่งด้วย.

3. มาตรการห้ามนำน้ำมันพืชใช้แล้วมาบริโภคซ้ำ ตามแนวทางของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข, เพื่อนำน้ำมันพืชใช้แล้วมาผลิตไบโอดีเซล.

2.4.3 พลังงานที่ได้จากมูลสัตว์

การนำมูลสัตว์ไปผลิตเป็นพลังงาน คือ การแปรสภาพมูลสัตว์เป็นก๊าซชีวภาพ เพื่อใช้เป็นแหล่งความร้อนหรือผลิตไฟฟ้า. เทคโนโลยีที่ใช้ในการแปรสภาพ คือ เทคโนโลยีการบำบัดของเสียโดยวิธีไม่ใช้อากาศ ซึ่งให้ก๊าซชีวภาพที่มีก๊าซมีเทนเป็นองค์ประกอบหลักประมาณร้อยละ 50-80 นอกนั้นเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์, แอมโมเนีย (NH_3), ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) และไอน้ำ. ก๊าซมีเทนมีคุณสมบัติจุดไฟติดและให้พลังงานความร้อน จึงสามารถนำไปใช้ประโยชน์เป็นพลังงานได้ อาทิ ใช้เป็นก๊าซหุงต้มทดแทนก๊าซแอลพีจี (LPG) หรือใช้ทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงในการปั่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า.

การศึกษาของกระทรวงพลังงาน ในปี พ.ศ. 2544 พบว่าจากจำนวนสัตว์ 6 ชนิด ทั้งประเทศ ได้แก่ โค, กระบือ, สุกร, ไก่, เป็ด และช้าง สามารถผลิตก๊าซชีวภาพเป็นจำนวนรวม 560 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี คิดเทียบเท่าเป็นพลังงานประมาณ 11,750 เมกะจูล.

ทั้งนี้ เมื่อพิจาณาความสามารถในการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ พบว่า สุกร สามารถผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลได้สูงสุด คือ ประมาณ 340 ลิตรต่อกิโลกรัมของของแข็ง, รองลงมาคือ ไก่ สามารถผลิตก๊าซจากมูลได้ประมาณ 310 ลิตรต่อกิโลกรัมของของแข็ง. เมื่อประกอบกับในปัจจุบันมีจำนวนผู้เลี้ยงสุกรและไก่ทั่วประเทศมากกว่าสัตว์ประเภทอื่นและกระจายอยู่ทั่วประเทศ, มูลสัตว์จากสุกรและไก่ จึงเป็นชีวมวลที่มีศักยภาพในการนำมาผลิตเป็นพลังงาน.

จากศักยภาพด้านปริมาณมูลสัตว์ จากการที่ประเทศไทยเป็นประเทศกสิกรรม, มูลสัตว์จึงเป็นชีวมวลที่ควรได้รับการสนับสนุนและส่งเสริมเพื่อนำมาผลิตเป็นพลังงาน. โดยได้กำหนดเป้าหมาย ณ ปี พ.ศ. 2554, ให้มีมาตรการส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพในฟาร์มเลี้ยงสัตว์, โดยมีเป้าหมายในการจัดการของเสียจากฟาร์มสุกรประมาณ 4.3 ล้านตัว ให้สามารถผลิตก๊าซชีวภาพเป็นพลังงานทดแทนไฟฟ้าได้ 11 เมกะวัตต์ กระทรวงพลังงาน, 2548).

2.4.4 พลังงานที่ได้จากน้ำเสีย

ปัจจุบันอุตสาหกรรมในประเทศไทย ก่อให้เกิดน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตและการใช้น้ำในกิจกรรมประจำวันเป็นปริมาณมากมาย. ปัจจุบัน เทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาททำให้การจัดการน้ำเสียเป็นไปอย่างมีระบบและมีประสิทธิภาพสูง, โดยพัฒนาวิธีการบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศ (anaerobic digestion) ซึ่งนอกจากจะได้น้ำทิ้งที่มีคุณภาพสูงเกินกว่าที่กฎหมายกำหนดแล้ว

ผู้ประกอบการยังสามารถลดกลิ่นจากการบำบัด, ลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกสู่ชั้นบรรยากาศ และได้ก๊าซชีวภาพที่สามารถนำไปใช้เป็นพลังงานได้อีกด้วย.

ทั้งนี้ น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพสูงในการนำมาผลิตก๊าซชีวภาพ จะเป็นน้ำเสียจากอุตสาหกรรมแปรรูปการเกษตร เช่น โรงงานสุรา, โรงงานน้ำมันปาล์ม และโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง เป็นต้น ดังแสดงในตารางที่ 16. เนื่องจากมีค่าความเข้มข้นของสารอินทรีย์และค่า BOD ที่สูง, ซึ่งเป็นคุณลักษณะสำคัญของน้ำเสียที่เหมาะแก่การนำไปแปรสภาพเป็นก๊าซชีวภาพ, และหากมีปริมาณน้ำเสียมากเพียงพอ ย่อมให้ผลคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์กับผู้ประกอบการด้วย.

ตารางที่ 16. ค่า BOD ที่ได้จากน้ำเสียของอุตสาหกรรมต่างๆ

ประเภทอุตสาหกรรม	BOD (mg/l)
โรงงานสุรา	30,000 – 50,000
โรงงานน้ำมันปาล์ม	10,000-47,000
โรงงานผลิตเยื่อกระดาษ	8,000-10,000
โรงงานผลิตวุ้นเส้น	20,000
โรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง	1,500-15,000
โรงงานผลิตซอส และซีอิ๊ว	3,000-8,000
โรงงานผลิตแลกโทส	50,000
โรงงานผลิตกะทิกระป๋อง	4,000-8,000

ที่มา : กระทรวงพลังงาน, 2548

การผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียนั้น นอกจากจะต้องพิจารณาคุณสมบัติของน้ำเสียว่าเหมาะสมกับการผลิตก๊าซชีวภาพแล้ว, จำเป็นต้องพิจารณาด้วยว่าโรงงานมีความต้องการพลังงานในกระบวนการผลิตมากน้อยเพียงใด. ก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ สามารถนำไปทดแทนสารเชื้อเพลิงได้หรือไม่. ทั้งนี้การนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์โดยตรงและง่ายที่สุด คือ การนำไปเผาให้ความร้อนเพื่อผลิตไอน้ำ หรือนำไปผลิตไฟฟ้า.

การพัฒนาพลังงานก๊าซชีวภาพในประเทศไทย กำหนดเป้าหมาย ณ ปี พ.ศ. 2554, ให้มีมาตรการส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรมเกษตรและฟาร์มเลี้ยงสัตว์,

ให้สามารถผลิตก๊าซชีวภาพทดแทนน้ำมันเตา 220 ล้านลิตรต่อปี และทดแทนแก๊สแอลพีจี 2,700 ตันต่อปี คิดเป็นพลังงาน 202.78 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (กระทรวงพลังงาน 2548).

2.4.5 พลังงานขยะ

ด้วยปริมาณขยะมูลฝอยที่มากมายก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ และเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม, การกำจัดขยะมูลฝอยเพื่อผลิตเป็นพลังงานจึงเป็นทางเลือกในการแก้ไขปัญหาขยะมูลฝอย, เป็นแนวทางในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม, ลดปัญหาสุขภาพ ชุมชนและสังคม.

ในปัจจุบันมีความชัดเจนเรื่องการนำขยะมาผลิตเป็นพลังงานมากขึ้น, โดยมีเป้าหมายในปี พ.ศ. 2554 ให้ต้องมีการติดตั้งระบบผลิตพลังงานในรูปไฟฟ้าจากขยะชุมชน เป็นจำนวน 100 เมกะวัตต์, และส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะชุมชนทดแทนน้ำมันเตาไฟฟ้า 40 เมกะวัตต์ คิดเป็นพลังงาน 29.57 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (กระทรวงพลังงาน, 2548).

โดยทั่วไปเทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากขยะมีหลายวิธี เช่น การเผาในเตาเผา, การย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน, การผลิตก๊าซชีวภาพจากระบบฝังกลบ, การผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากขยะ, การผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง เป็นต้น โดยแต่ละเทคโนโลยีมีรายละเอียด ดังนี้ :

1) เทคโนโลยีการเผาขยะ (incineration technology)

ระบบเตาเผาสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ระบบการเผาไหม้ชีวมวล ได้แก่ การเผาไหม้ในเตาเผาแบบตะกรับที่เคลื่อนที่ได้และระบบเตาเผาแบบฟลูอิไดเบดซ์หมุน

2. ระบบที่ต้องมีการจัดการขยะเบื้องต้น โดยการลดขนาดและการคัดแยก จะได้ก๊าซความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ขยะในเตาเผา

เทคโนโลยีผลิตพลังงานโดยใช้เตาเผาขยะเป็นเทคโนโลยีที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายที่สุดเมื่อเทียบกับเทคโนโลยีอื่นๆ. สำหรับประเทศไทยมีการนำเตาเผามาใช้ผลิตพลังงานจากขยะแล้วในโรงเผาขยะของเทศบาลนครภูเก็ต.

2) เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic digestion technology)

เป็นกระบวนการหมักของเสียในสภาวะที่ไม่ใช้อากาศ เพื่อให้จุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์ให้กลายเป็นก๊าซชีวภาพสำหรับใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้า/ความร้อน และได้ผลพลอยได้เป็นปุ๋ยสำหรับปรับสภาพดินที่สามารถนำมาใช้ในการเพาะปลูกพืชได้อย่างปลอดภัย.

เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน มีการใช้งานในปัจจุบันมากกว่า 160 แห่ง ทั่วโลก. ในประเทศไทยมีการนำเทคโนโลยีนี้มาใช้งานในโรงงานผลิตปุ๋ยอินทรีย์และพลังงาน จังหวัดระยอง, โครงการศูนย์กำจัดมูลฝอยรวม จังหวัดชลบุรี และโครงการกำจัดขยะเกาะช้าง จังหวัดตราด.

3) เทคโนโลยีผลิตพลังงานโดยใช้ก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ

เป็นการพัฒนาและปรับปรุงระบบฝังกลบขยะเพื่อลดการปล่อยออก และกู้คืนก๊าซมีเทนจากหลุมฝังกลบขยะ เพื่อนำมาใช้ในการผลิตพลังงานทดแทนการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล. เทคโนโลยีประเภทนี้มีการใช้กันมากในประเทศแถบอเมริกาเหนือ. สำหรับประเทศไทยมีการนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาใช้งานในโครงการผลิตไฟฟ้าโดยใช้ก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม และโครงการผลิตไฟฟ้าราชาเทวะ.

4) เทคโนโลยีผลิตก๊าซเชื้อเพลิง (gasification technology)

การผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากขยะชุมชน (MSW gasification) เป็นกระบวนการทำให้ขยะกลายเป็นก๊าซโดยการทำปฏิกิริยาสันดาปแบบไม่สมบูรณ์ (partial combustion). ก๊าซเชื้อเพลิงที่ผลิตได้สามารถใช้งานได้หลายรูปแบบ เช่น การให้ความร้อน. เป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตไฟฟ้าโดยใช้กังหันก๊าซ, เครื่องยนต์สันดาปภายในหรือหม้อไอน้ำ, และใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับยานพาหนะเป็นต้น. ปัจจุบัน ได้มีการนำเทคโนโลยีผลิตก๊าซเชื้อเพลิงมาใช้ในการบำบัดและผลิตพลังงานจากขยะชุมชนมากขึ้น, โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศแถบยุโรปและญี่ปุ่น. สำหรับประเทศไทย ยังไม่มีการใช้เทคโนโลยีนี้ในการบำบัดและผลิตพลังงานจากขยะชุมชน.

5) เทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิงขยะ

เทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิงขยะ เป็นการนำขยะมาผ่านกระบวนการจัดการต่างๆ ได้แก่ การคัดแยกด้วยมือหรือเครื่องจักร, การลดขนาม, การผสม, การทำให้แห้ง, การอัดแท่ง, การบรรจุ, และการเก็บ. เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีให้กลายเป็นเชื้อเพลิงขยะ (refused derived fuel : RDF) ที่มีค่าความร้อนสูง, สามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงานและสะดวกต่อการจัดเก็บ และขนส่ง. สำหรับประเทศไทยเริ่มนำเทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิงขยะมาใช้งานในโครงการจัดการขยะของเทศบาลนครเชียงใหม่.

3. การวัดผลกระทบที่มีต่อเศรษฐกิจในการใช้ประโยชน์จากชีวมวล

การวัดผลกระทบในการใช้ประโยชน์จากชีวมวลที่มีต่อเศรษฐกิจ เป็นการวัดประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากชีวมวลในรูปของการนำไปใช้ประโยชน์, มูลค่าผลผลิต, ผลกระทบที่มีต่อเศรษฐกิจ และผลกระทบในระดับมหภาค, ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางกำหนดการพัฒนาและทางเลือกที่เหมาะสมในการใช้ประโยชน์จากชีวมวลได้.

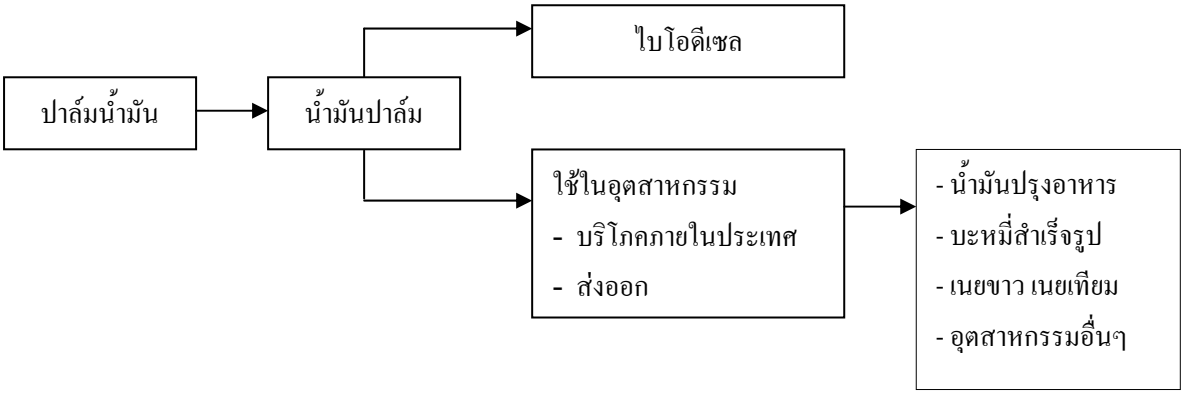
3.1 การใช้ประโยชน์ชีวมวลและมูลค่าผลผลิตที่ได้จากชีวมวล

การศึกษาการใช้ประโยชน์จากชีวมวลและมูลค่าผลผลิต กำหนดขอบเขตการศึกษาไว้ดังนี้ :

1. ชีวมวลประเภทพืชผลทางเกษตร ประกอบด้วย :
   - ปาล์มน้ำมัน
   - อ้อย
   - มันสำปะหลัง
2. ชีวมวลประเภทของเสียจากอุตสาหกรรมและชุมชน ประกอบด้วย **:**
   - ขยะมูลฝอย
   - มูลสัตว์
   - น้ำเสีย

3.1.1 การใช้ประโยชน์จากปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ให้ผลผลิตน้ำมันสูง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายเพื่อผลิตเป็นสินค้าอุปโภคและบริโภค. มูลค่าเพิ่มของปาล์มน้ำมันเกิดขึ้นเมื่อมีการแปรรูปทะลายปาล์มสดเป็นน้ำมันปาล์มดิบและน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์, ซึ่งจะถูกนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอาหารเป็นหลัก โดยใช้ผลิตเป็นน้ำมันปรุงอาหารมากที่สุด รองลงมา คือ ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมบะหมี่สำเร็จรูป, เนย, ครีมเทียม. นอกจากนั้นยังมีการส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ (ตารางที่ 17.) ปัจจุบันปาล์มน้ำมันมีบทบาทสำคัญต่อสถานการณ์พลังงานของประเทศ, จากการที่ยุทธศาสตร์การพัฒนาและส่งเสริมไบโอดีเซลได้กำหนดให้ปาล์มน้ำมันเป็นพืชน้ำมันหลักในการผลิตไบโอดีเซล เนื่องจากมีปริมาณมากและต้นทุนการผลิตต่ำกว่าพืชน้ำมันชนิดอื่น, ทั้งนี้ได้แสดงการนำปาล์มน้ำมันไปใช้ประโยชน์ในรูปที่ 1.



รูปที่ 1. การใช้ประโยชน์จากปาล์มน้ำมัน

ตารางที่ 17. ปริมาณ-มูลค่าการส่งออกน้ำมันปาล์มของไทย ปี 2545-2548

ปี	ปริมาณส่งออก (ตัน)	มูลค่าส่งออก (ล้านบาท)
2545	173,766	2,687
2546	223,896	4,001
2547	254,848	5,702
2548	195,590	4,085

ที่มา : ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กระทรวงพานิชย์

การเปรียบเทียบมูลค่าผลผลิตที่ได้จากปาล์มน้ำมัน เป็นการเปรียบเทียบระหว่าง

1. มูลค่าผลผลิตเมื่อนำไปใช้ในภาคอุตสาหกรรม คือ ผลิตเป็นน้ำมันสำหรับบริโภค
2. มูลค่าผลผลิตเมื่อนำไปผลิตเป็นพลังงาน คือ ผลิตเป็นไบโอดีเซล

เนื่องจาก การนำปาล์มน้ำมันไปผลิตเป็นสินค้าชนิดต่างๆ ทั้งน้ำมันสำหรับบริโภค หรือผลิตเป็นไบโอดีเซล จะต้องแปรรูปปาล์มน้ำมันให้เป็นน้ำมันปาล์มดิบสำหรับเป็นวัตถุดิบตั้งต้น. ดังนั้นการเปรียบเทียบมูลค่าผลผลิตที่ได้จากปาล์มน้ำมัน จึงสมมติให้มีน้ำมันปาล์มดิบจำนวน 1,000 ตัน เพื่อความสะดวกในการเปรียบเทียบและอธิบายผล, ทั้งนี้ได้สมมติปริมาณวัตถุดิบกับการวิเคราะห์ชีวมวลประเภทอื่นเช่นกัน.

จากผลการคำนวณ พบว่า ด้วยปริมาณน้ำมันปาล์มดิบจำนวน 1,000 ตัน เมื่อนำไปกลั่นเป็นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์เพื่อใช้บริโภคแล้วจะได้ปริมาณเท่ากับ 930,000 กิโลกรัม, ในขณะที่หากนำไปผลิตเป็นไบโอดีเซลจะได้ปริมาณเท่ากับ 1,034,483 ลิตร (ตารางที่ 18.)

จากตารางที่ 2 การหามูลค่าผลผลิตของสินค้าแต่และชนิด ทำได้โดยการนำปริมาณสินค้าที่ผลิตได้ คูณด้วยราคาสินค้าในปัจจุบัน, โดยพบว่าการนำปาล์มน้ำมันไปผลิตเป็นน้ำมันบริโภคทำให้ได้มูลค่าผลผลิตเท่ากับ 25,482,000 บาท, ในขณะที่เมื่อนำไปผลิตไบโอดีเซลทำให้ได้มูลค่าผลผลิตเท่ากับ 25,862,069 บาท. ดังนั้น การนำปาล์มน้ำมันไปผลิตไบโอดีเซลจะสร้างมูลค่าได้มากกว่า.

ตารางที่ 18. มูลค่าผลผลิตที่ได้จากปาล์มน้ำมัน

การใช้ประโยชน์	น้ำมันปาล์มดิบ 1,000 ตัน	
	ผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์	ผลิตไบโอดีเซล
ปริมาณผลผลิต (หน่วย)	930,000 กก. [1]	1,034,483 ลิตร [3]
ราคาผลผลิต (บาท/หน่วย)	27.40 บาท/กก. [2]	25.00 บาท/ลิตร [4]
มูลค่าผลผลิต (บาท)	**25,482,000**	**25,862,069**

หมายเหตุ : 1. Production Yield = 93% (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2548)

2. ราคาเฉลี่ยน้ำมันปาล์มสำเร็จรูปเฉลี่ย ม.ค.-พ.ค. 49 (กระทรวงพาณิชย์, 2549)

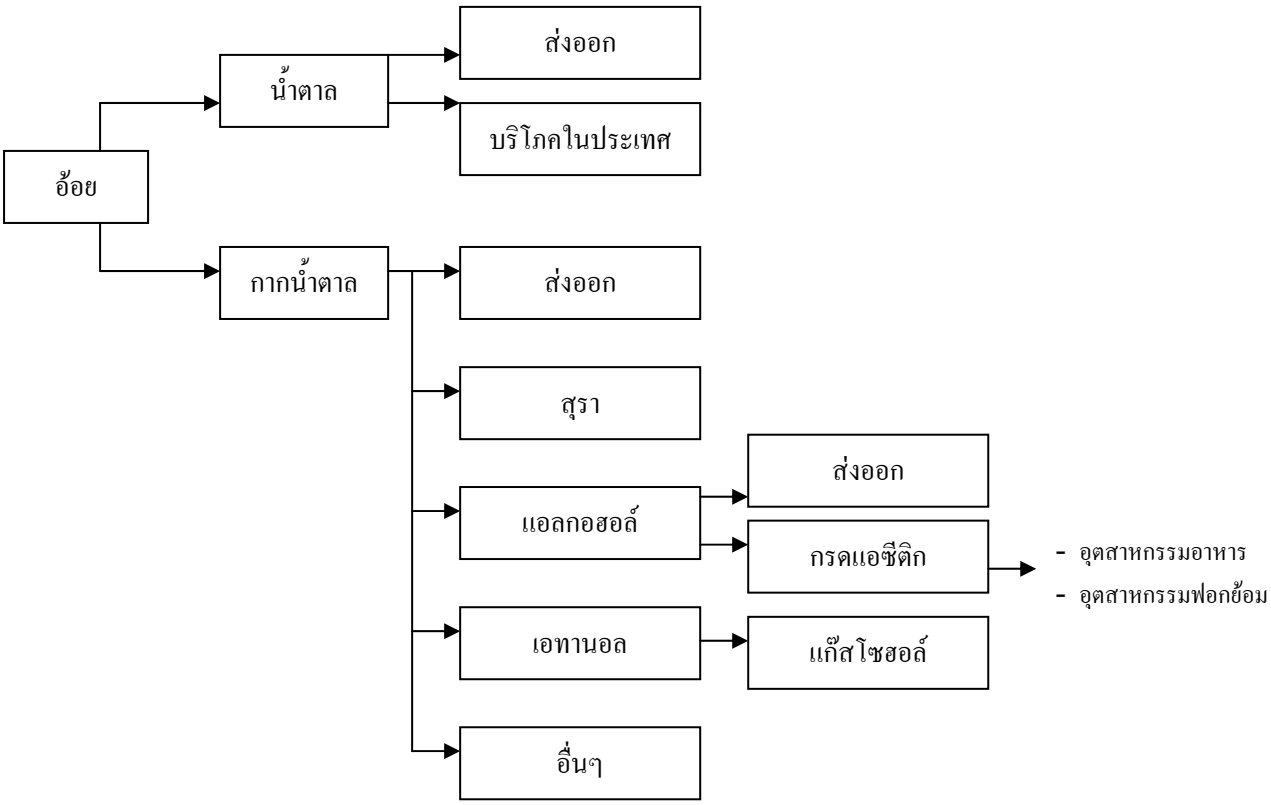
3. Production Yield = 90% ความหนาแน่นไบโอดีเซล = 0.87 กก. /ลิตร (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2548)

4. ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2549.

3.1.2 การใช้ประโยชน์จากอ้อย

อ้อยเป็นพืชทางเกษตรที่ใช้ในการผลิตน้ำตาล, โดยในปี 2548 มีปริมาณผลผลิตอ้อยจำนวน 49.5 ล้านตัน และมีปริมาณผลผลิตน้ำตาลประมาณ 5.19 ล้านตัน, ซึ่งถูกใช้สำหรับการบริโภคภายในประเทศและการส่งออก (ตารางที่ 3). ในกระบวนการผลิตน้ำตาลจะได้กากน้ำตาลเป็นผลพลอยได้, โดยมีปริมาณผลผลิตในปี 2548 ประมาณ 2.26 ล้านตัน. โดยส่วนใหญ่จะส่งออกไปต่างประเทศและบางส่วนจะใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมสุรา หรือผลิตเป็นเอทิลแอลกอฮอล์เพื่อส่งออกไปต่างประเทศ เช่น ประเทศญี่ปุ่น เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง อาหาร และการแพทย์. แต่หากมีส่วนที่เหลือจะนำไปใช้ผลิตกรดแอซีติกเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมฟอกย้อมและอุตสาหกรรมอาหารในต่างประเทศ. ปัจจุบันกากน้ำตาลมีบทบาทสำคัญต่อสถานการณ์พลังงานของประเทศ ในฐานะเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเอทานอล.

ทั้งนี้ได้แสดงการนำอ้อยไปใช้ประโยชน์ในรูปที่ 2.



รูปที่ 2. การใช้ประโยชน์จากอ้อย.

ตารางที่ 19. ปริมาณ-มูลค่าการส่งออกน้ำตาลของไทย ปี 2545-2548

ปี	น้ำตาลทราย		กากน้ำตาล	
	ปริมาณส่งออก (ตัน)	มูลค่าส่งออก (ล้านบาท)	ปริมาณส่งออก (ตัน)	มูลค่าส่งออก (ล้านบาท)
2545	4,032,001	29,375	1,358,075	2,668
2546	5,126,018	38,429	1,326,026	1,934
2547	4,587,1722	32,455	1,499,505	1,664
2548	3,012,117	28,114	1,159,492	2,590

ที่มา : ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กระทรวงพานิชย์

การเปรียบเทียบมูลค่าผลผลิตที่ได้จากอ้อย เป็นการเปรียบเทียบระหว่าง

1. มูลค่าผลผลิตเมื่อนำไปใช้ในภาคอุตสาหกรรม
2. มูลค่าผลผลิตเมื่อนำไปใช้ผลิตเป็นพลังงาน ได้แก่ เอทานอล.

การเปรียบเทียบมูลค่าผลผลิตที่ได้จากอ้อย เป็นการพิจารณามูลค่าผลผลิตที่ได้จากอ้อย จำนวน 1,000 ตัน ซึ่งเมื่อนำไปผลิตเป็นน้ำตาลจะได้ปริมาณผลผลิต 100 ตัน หรือ 100,000 กก. โดยมีมูลค่าผลผลิตเท่ากับ 1,725,000 บาท.

นอกจากผลผลิตน้ำตาลจำนวน 100 ตัน ที่ได้แล้ว, ยังได้กากน้ำตาลซึ่งเป็นผลพลอยได้ในปริมาณ 50 ตัน ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งภาคอุตสาหกรรมและผลิตเอทานอล. การเลือกนำกากน้ำตาลไปใช้ประโยชน์ในทางใดทางหนึ่ง ทำให้มูลค่าผลผลิตที่ได้มีความแตกต่างกัน. จากตารางที่ 20 ได้กำหนดทางเลือกในการนำกากน้ำตาลไปใช้ประโยชน์ไว้ 4 ทาง ได้แก่ การส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ, การนำไปผลิตเป็นเอทิลแอลกอฮอล์ การผลิตเป็นกรดแอซีติก และการผลิตเป็นเอทานอล.

พบว่า หากนำกากน้ำตาลจำนวน 50 ตัน หรือ 50,000 กิโลกรัมไปส่งออกจะสร้างมูลค่าได้เท่ากับ 263,000 บาท. หากนำไปผลิตเป็นเอทิลแอลกอฮอล์สำหรับใช้ในอุตสาหกรรมจะได้ปริมาณผลผลิต 14,500 ลิตร คิดเป็นมูลค่าผลผลิต 154,425 บาท. หากนำไปผ่านกระบวนการผลิตเป็นกรดแอซีติกจะได้ปริมาณผลผลิต 125 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่าผลผลิต 3,259 บาท.

ในขณะเดียวกันหากนำกากน้ำตาลจำนวน 50,000 กิโลกรัม ไปผลิตเป็นเอทานอลจะได้ปริมาณผลผลิต 12,500 ลิตร คิดเป็นมูลค่าผลผลิต 340,375 บาท. ดังนั้น การผลิตเอทานอลจะสร้างมูลค่าให้กากน้ำตาลได้มากกว่า.

ตารางที่ 20. มูลค่าผลผลิตที่ได้จากอ้อย

การใช้ประโยชน์		อ้อย 1,000 ตัน		
ผลิตน้ำตาล (หน่วย)		**100,000 กก.**[1]		
ราคาน้ำตาล (บาท/ หน่วย)		17.25 บาท/กก.[2]		
มูลค่าผลผลิต (บาท)		1,725,000		
ผลพลอยได้ คือ กากน้ำตาล (หน่วย)		**50,000 กก.**[3]		
การใช้ประโยชน์จากกากน้ำตาล	**ส่งออก**	**ผลิตเอทิลแอลกอฮอล์**	**ผลิตกรดแอซีติก**	**ผลิตเอทานอล**
ปริมาณผลผลิต(หน่วย)	50,000 กก.	14,500 ลิตร [5]	125 กก.[7]	12,500 ลิตร [9]
ราคาผลผลิต(บาท/หน่วย)	5.26 บาท/กก.[4]	10.65 บาท/ลิตร [6]	26.07 บาท/กก. [8]	27.23 บาท/ลิตร [10]
มูลค่าผลผลิตจากกากน้ำตาล (บาท)	**263,000**	**154,425**	**3,259**	**340,375**

หมายเหตุ : 1. Production Yield = 10% (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2548)

2. ราคาน้ำตาลทรายขาวธรรมดาเฉลี่ย ม.ค.-มิ.ย.49 (กระทรวงพาณิชย์, 2549)

3. Production Yield = 5 % (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2549)

4. ราคากากน้ำตาลเฉลี่ย ม.ค.-มิ.ย.49 (กระทรวงพาณิชย์, 2549)

5. Production Yield = 29% (คำนวณจากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์แอลกอฮอล์)

6. คำนวณจากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์แอลกอฮอล์

7. กระบวนการหมักแอลกอฮอลล์ในระดับอุตสาหกรรมจะได้กรดแอซีติกสูงสุดที่ระดับ 0.25% (คำนวณจากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์แอลกอฮอล์)

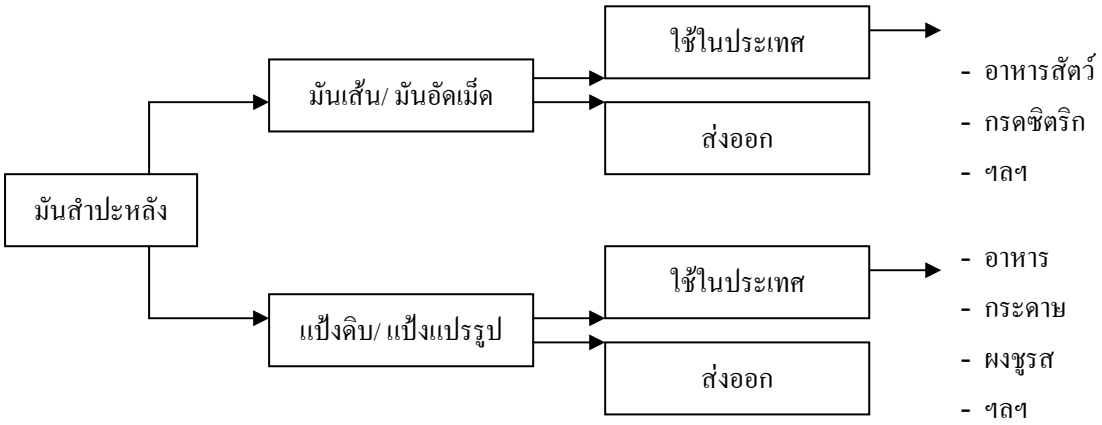
8. คำนวณจากมูลค่าการส่งออกกรดแอซีติกเฉลี่ยหารด้วยปริมาณการส่งออกกรดแอซีติก เฉลี่ยปี 2546 – 2548 (กระทรวงพาณิชย์, 2548)

9. ผลผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล = 250 ลิตร/ตัน (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2549)

10. ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2549

3.1.3 การใช้ประโยชน์จากมันสำปะหลัง

มันสำปะหลังเป็นพืชทางเกษตรที่ใช้เป็นวัตถุดิบหลักในอุตสาหกรรมแป้ง ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมแปรรูปทางเกษตรกรรมหลักของประเทศ, บางส่วนของมันสำปะหลังจะถูกแปรรูปเป็นมันเส้น, มันอัดเม็ด, เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ และอุตสาหกรรมแอลกอฮอล์. ในปี 2548 มีปริมาณผลผลิตหัวมันสด 16.94 ล้านตัน, ร้อยละ 55 ถูกนำไปแปรรูปเป็นแป้งมัน, ที่เหลืออีกร้อยละ 45 ถูกนำไปแปรรูปเป็นมันเส้น/มันอัดเม็ด. ผลผลิตจากมันสำปะหลังที่ได้ส่วนใหญ่จะส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ (ตารางที่ 21). ในปัจจุบันมันสำปะหลังมีบทบาทสำคัญต่อสถานการณ์พลังงานของประเทศ ในฐานะที่เป็นวัตถุดิบซึ่งใช้ในการผลิตเอทานอล ทั้งนี้ได้แสดงการนำมันสำปะหลังไปใช้ประโยชน์ในรูปที่ 3.



รูปที่ 3. การใช้ประโยชน์จากมันสำปะหลัง.

ตารางที่ 21. ปริมาณ-มูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลังของไทย ปี 2547-2548

ประเภทผลิตภัณฑ์	2547		2548	
	ปริมาณส่งออก (ตัน)	มูลค่าส่งออก (ล้านบาท)	ปริมาณส่งออก (ตัน)	มูลค่าส่งออก (ล้านบาท)
แป้งมันสำปะหลัง	1,113,633	8,196	1,012,678	9,395
มันเส้น	2,805,988	8,640	2,772,944	11,938
มันอัดเม็ด	2,212,948	6,391	258,294	837
กากมันสำปะหลัง	194,267	479	319,521	754

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

การเปรียบเทียบมูลค่าผลผลิตที่ได้จากมันสำปะหลัง เป็นการเปรียบเทียบระหว่าง

1. มูลค่าผลผลิตเมื่อนำไปใช้ในภาคอุตสาหกรรม คือ ผลิตเป็นแป้งมันและมันเส้น
2. มูลค่าผลผลิตเมื่อนำไปใช้ผลิตเป็นพลังงาน ได้แก่ เอทานอล.

การเปรียบเทียบมูลค่าผลผลิตที่ได้จากมันสำปะหลัง เป็นการพิจารณามูลค่าผลผลิตที่ได้จากมันสำปะหลังจำนวน 1,000 ตัน เมื่อนำไปผลิตเป็นแป้งมันจะได้ปริมาณผลผลิต 250,000 กก.

คิดเป็นมูลค่าผลผลิตเท่ากับ 2,150,000 บาท, หากนำผลิตเป็นมันเส้นจะได้ปริมาณผลผลิต 450,000 กก. คิดเป็นมูลค่าผลผลิต 1,800,000 บาท.

ในขณะเดียวกันหากนำมันสำปะหลังจำนวน 1,000 ตัน ไปผลิตเป็นเอทานอลจะได้ปริมาณผลผลิต 180,000 ลิตร คิดเป็นมูลค่าผลผลิต 2,642,400 บาท ดังนั้น การผลิตเอทานอลจะสร้างมูลค่าให้มันสำปะหลังได้มากกว่า ดังแสดงในตารางที่ 22.

ตารางที่ 22. มูลค่าผลผลิตที่ได้จากมันสำปะหลัง

การใช้ประโยชน์	หัวมันสด 1,000 ตัน		
	ผลิตแป้งมัน	ผลิตมันเส้น	ผลิตเอทานอล
ปริมาณผลผลิต (หน่วย)	250,000 กก. [1]	450,000 กก. [3]	180,000 ลิตร [5]
ราคาผลผลิต (บาท/หน่วย)	8.60 บาท/ กก. [2]	4.00 บาท/ กก. [4]	14.68 บาท/ลิตร [6]
มูลค่าผลผลิต (บาท)	**2,150,000**	**1,800,000**	**2,642,400**

หมายเหตุ : 1. Production Yield = 25% (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2548)

2. ราคาเฉลี่ยแป้งมัน ม.ค.-พ.ค.49 (กระทรวงพาณิชย์, 2549)

3. Production Yield = 45% (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2548)

4. ราคาเฉลี่ยมันเส้น ม.ค.-พ.ค.49 (กระทรวงพาณิชย์, 2549)

5. ผลผลิตเอทานอลจากหัวมันสำปะหลัง = 180 ลิตร/ตัน (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2549)

6. ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2549

3.1.4 การใช้ประโยชน์จากชีวมวลประเภทของเสียจากอุตสาหกรรมและชุมชน

การศึกษาการใช้ประโยชน์จากชีวมวลประเภทของเสียจากอุตสาหกรรมและชุมชนมีวิธีการวิเคราะห์แตกต่างจากการศึกษาชีวมวลประเภทพืชผลทางการเกษตรที่เน้นการเปรียบเทียบมูลค่าผลผลิต เนื่องจากในปัจจุบันยังไม่มีการนำชีวมวลประเภทของเสียไปใช้ผลิตสินค้าในระดับอุตสาหกรรมอย่างแพร่หลาย, ดังนั้น การวิเคราะห์จึงมุ่งเปรียบเทียบระหว่างผลได้จากการนำของเสียไปผลิตเป็นพลังงาน และการกำจัดหรือการใช้ประโยชน์อื่นๆ.

1) ขยะมูลฝอย

ด้วยปริมาณขยะมูลฝอยที่เพิ่มมากขึ้นทุกปี สร้างผลกระทบมากมายต่อสภาพความเป็นอยู่และคุณภาพชีวิต, ทำให้ภาครัฐต้องออกมาตรการและแผนงานเพื่อจัดการกับขยะเหล่านั้น, ทั้งการแปรสภาพขยะเพื่อเป็นพลังงาน หรือการกำจัดขยะด้วยวิธีการที่เหมาะสม.

จากตารางที่ 23 เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบต้นทุนการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีการต่างๆอย่างชัดเจน ได้กำหนดให้ขยะมูลฝอยมีปริมาณ 100 ตัน. ทั้งนี้เมื่อนำขยะมูลฝอยไปผ่านกระบวนการกำจัดด้วยวิธีต่างๆ พบว่า ต้นทุนการนำขยะมูลฝอยไปผลิตเป็นพลังงานสูงกว่าต้นทุนการกำจัดขยะมูลฝอยแบบฝังกลบ. โดยการผลิตไฟฟ้าจากขยะมูลฝอยด้วยเทคโนโลยีเตาเผาขยะจะทำให้ได้พลังงานไฟฟ้าออกมามากที่สุดเท่ากับ 29 เมกะวัตต์ชั่วโมง, แต่มีต้นทุนรวมเท่ากับ 407,740 บาท. รองลงมา คือ การผลิตไฟฟ้าจากขยะด้วยเทคโนโลยีการผลิตก๊าซเชื้อเพลิง gasification ที่ได้พลังงานไฟฟ้าในระดับรองลงมาเท่ากับ 25 เมกะวัตต์ชั่วโมง, โดยมีต้นทุน 221,750 บาท การผลิตไฟฟ้าจากขยะด้วยวิธีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน ที่ได้พลังงานไฟฟ้าน้อยที่สุดเท่ากับ 15 เมกะวัตต์ชั่วโมง, โดยมีต้นทุน 152,400 บาท. ในขณะที่การกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีการฝังกลบมีต้นทุนเพียง 100,000 บาท.

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้การนำขยะมูลฝอยไปผลิตเป็นพลังงานจะมีต้นทุนสูงกว่าการกำจัดขยะมูลฝอยแบบฝังกลบค่อนข้างสูง, แต่ถ้าคำนึงถึงองค์ประกอบด้านอื่นพบว่าการกำจัดขยะมูลฝอยโดยการนำไปผลิตเป็นพลังงานให้ประสิทธิภาพในการกำจัดที่ดีกว่า, ใช้พื้นที่น้อยกว่า และมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่า, รวมทั้งยังได้ผลพลอยได้ในรูปของปุ๋ย และพลังงานอื่นๆ. ในขณะที่การกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีการฝังกลบต้องใช้พื้นที่เป็นบริเวณกว้าง, มีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและคุณภาพชีวิตของชุมชนหากขาดการดำเนินงานที่ดีและการจัดการที่ถูกต้อง. ดังนั้น ในระยะยาวการกำจัดขยะมูลฝอยโดยการนำไปผลิตเป็นพลังงานถือว่าคุ้มค่าที่สุด.

ตารางที่ 23. การเปรียบเทียบต้นทุนในการแปรรูปขยะมูลฝอย

การแปรรูป	กำจัดแบบฝังกลบ	การผลิตก๊าซเชื้อเพลิง Gasification	การย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน	ใช้เตาเผา Incineration
ปริมาณขยะ(ตัน)	100	100	100	100
พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้(MWh) [1]	-	25	15	29
ต้นทุนค่าไฟฟ้า (บาท/ kWh) [1]	-	8.87	10.16	14.06
ต้นทุนกำจัดขยะ (บาท/ตัน) [2]	1,000	-	-	-
ต้นทุนรวม (บาท)	100,000	221,750	152,400	407,740

หมายเหตุ : 1. ทองสถิต, 2544.

2. การสำรวจ

2) มูลสัตว์

ปริมาณสัตว์เศรษฐกิจที่เพิ่มขึ้นช่วยสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกร, แต่อีกด้านหนึ่งกลับสร้างปัญหาที่ตามมา คือ มลภาวะทางอากาศอันเนื่องมาจากกลิ่นของมูลสัตว์, มลภาวะทางดินและน้ำจากการสะสมหรือตกค้างของมูลสัตว์บนดิน, การชำระล้างมูลสัตว์ปล่อยลงแม่น้ำลำคลองทำให้เกิดน้ำเสีย และรบกวนการดำรงชีวิตของชุมชนใกล้เคียง. ในปัจจุบันการกำจัดมูลสัตว์ทำได้หลายวิธี เช่น การจำหน่ายเพื่อทำปุ๋ยคอก, การผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า เป็นต้น.

จากตารางที่ 24. หากกำหนดให้มูลสัตว์มีปริมาณเท่ากับ 100 ตัน พบว่า เมื่อนำไปผ่านกระบวนการเพื่อผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า จะได้พลังงานไฟฟ้า 9,956 กิโลวัตต์ชั่วโมง (ใช้การหมักในสภาพไม่ใช้อากาศให้เกิดเป็นก๊าซและเปลี่ยนเป็นกระแสไฟฟ้า). ไฟฟ้าที่ผลิตได้หากนำไปส่งขายให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จะได้ราคาหน่วยละประมาณ 2.695 บาท (ราคารับซื้อในช่วง Peak 9.00 -22.00 น.) คิดเป็นมูลค่ารวมเท่ากับ 26,830 บาท. ในขณะเดียวกันหากนำมูลสัตว์ไปจำหน่ายเพื่อทำปุ๋ยคอก จะจำหน่ายได้ในราคา 250 บาท/ตัน คิดเป็นมูลค่า 25,000 บาท. ดังนั้นการนำมูลสัตว์ไปผลิตเป็นพลังงานจะสร้างมูลค่าได้มากกว่าการจำหน่ายเพื่อทำปุ๋ยคอก.

อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติต้นทุนการผลิตไฟฟ้าจากมูลสัตว์ย่อมสูงกว่าต้นทุนการทำปุ๋ย เนื่องจากผู้ประกอบการต้องทำการลงทุนเพื่อติดตั้งระบบ, ซึ่งส่งผลให้ต้นทุนการผลิตอาจสูงกว่าราคารับซื้อพลังงานไฟฟ้าของการไฟฟ้าฯ. แต่หากพิจารณาถึงผลได้ในระยะยาว, การผลิตพลังงานจากมูลสัตว์นอกจากทำให้ผู้ประกอบการมีพลังงานไว้ใช้เองแล้ว ยังลดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากมูลสัตว์ อาทิเช่น เรื่องกลิ่น, แหล่งเพาะพันธุ์เชื้อโรค. เมื่อเปรียบเทียบกับต้นทุนการผลิตพลังงานจากของเสียประเภทอื่นๆ ต้นทุนการผลิตพลังงานจากมูลสัตว์มีต้นทุนต่ำกว่า. ดังนั้น การนำมูลสัตว์ไปผลิตเป็นพลังงานย่อมมีความคุ้มค่า.

3) น้ำเสีย

การบำบัดน้ำเสียในปัจจุบัน นอกจากช่วยลดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม, ยังสามารถได้พลังงานไว้ใช้ประโยชน์, ทั้งนี้ต้องอาศัยเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศ ที่สามารถผลิตก๊าซชีวภาพและนำไปใช้เป็นพลังงานในอุตสาหกรรมได้โดยตรง หรือนำไปเปลี่ยนรูปเป็นไฟฟ้า. เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศมีข้อได้เปรียบ และข้อจำกัดเมื่อเปรียบเทียบกับเทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียแบบใช้อากาศ (ไม่ได้พลังงานเป็นผลพลอยได้), ดังแสดงในตารางที่ 25.

ตารางที่ 24. มูลค่าผลผลิตที่ได้จากการแปรรูปมูลสัตว์

การแปรรูป	มูลสัตว์ 100 ตัน	
	จำหน่ายเพื่อทำเป็นปุ๋ยคอก	ผลิตพลังงานไฟฟ้า
ปริมาณผลผลิต (หน่วย)	100 ตัน	9,956 kWh [2]
ราคาขายต่อหน่วย	250 บาท/ตัน [1]	2.695 [3]
มูลค่าผลผลิต (บาท)	25,000	26,830

หมายเหตุ : 1. การสำรวจ

2. การคำนวณ ; พลังงานไฟฟ้า = ปริมาณมูลสัตว์ x ร้อยละค่าเฉลี่ยของแข็งระเหยได้ในมูลสัตว์ x ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ x ร้อยละของก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพ x Heating value ของก๊าซมีเทน (BTU/m^3) x ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า x ค่าคงที่การแปลงหน่วย (kWh/MBTU) โดย

- ปริมาณมูลสัตว์ = 100 ตัน = 100 x 1,000 = 100,000 kg
- ร้อยละค่าเฉลี่ยของแข็งระเหยได้ในมูลสัตว์ = 18.33 %
- ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ = 0.25 (m^3/kg ของแข็งระเหยได้ในมูลสัตว์)
- ร้อยละของก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพ = 60%
- Heating value ของก๊าซมีเทน = 35,315 BTU/m^3
- ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า = 35%
- ค่าคงที่การแปลงหน่วย = 293 kWh/MBTU

3. ราคารับซื้อไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ในช่วง peak (9.00 -22.00 น.)

ตารางที่ 25. ข้อได้เปรียบและข้อจำกัดของเทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศ

ข้อได้เปรียบ	ข้อจำกัด
- ผลิตพลังงานในรูปของก๊าซชีวภาพได้ โดยสามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิง หรือใช้เดินเครื่องจักร - สามารถทำงานที่ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ (Organic Loading) ได้สูงกว่าเทคโนโลยีใช้อากาศ 5 -10 เท่า - ผลิตสลัดจ์ส่วนเกินเพียง 5-20 % ของเทคโนโลยีใช้อากาศ ซึ่งการบำบัดสลัดจ์ต้องเสียค่าใช้จ่ายประมาณ 5,000 บาท/ตัน และยังช่วยลดปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเป็นสัดส่วนตามปริมาณสลัดจ์ที่ลดลงด้วย - สามารถพักการใช้งานของระบบฯ ได้นานโดยไม่เกิดความเสียหายต่อระบบ - ประหยัดค่าพลังงานในการเติมอากาศ	- ไม่สามารถบำบัดน้ำเสียให้ได้คุณภาพสูงเหมือนระบบใช้อากาศ

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2545.

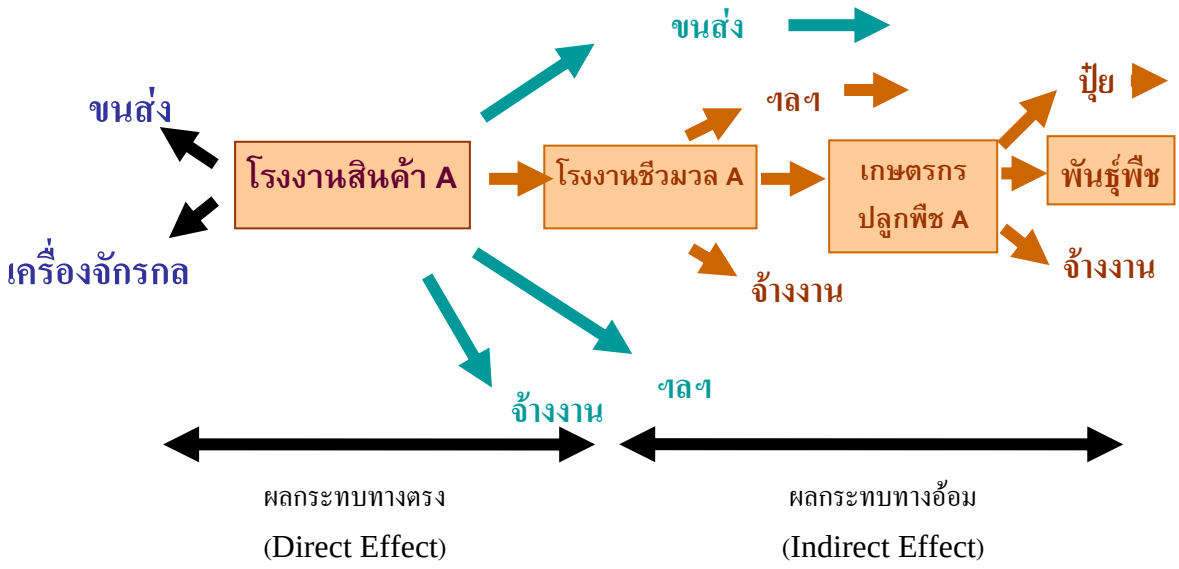
อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติการตัดสินใจว่าเทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียแบบใดมีความคุ้มค่ามากกว่ากันนั้น ต้องขึ้นกับว่ากิจการนั้นมีค่าซีโอดี (COD) ที่ได้จากน้ำเสียเป็นเท่าไร. น้ำเสียที่มีความเหมาะสมในการผลิตพลังงานต้องมีค่าซีโอดีสูง เช่น น้ำเสียที่ได้จากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม เป็นต้น ทั้งนี้งบประมาณค่าก่อสร้างระบบผลิตก๊าซชีวภาพจะขึ้นกับระบบที่ติดตั้ง และประเภทของน้ำเสีย. ดังนั้น เมื่อพิจารณาในระยะยาวหากกิจการใดมีน้ำเสียที่มีค่าซีโอดีสูง การใช้เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศเพื่อผลิตพลังงานอาจนับว่ามีความคุ้มค่า. แต่ควรอาศัยระบบใช้อากาศร่วมด้วย ทั้งนี้เพื่อให้สามารถผลิตน้ำทิ้งสุดท้ายที่มีคุณภาพตามข้อกำหนดคุณภาพน้ำทิ้ง.

3.2 การวัดผลกระทบที่มีต่อเศรษฐกิจในการใช้ประโยชน์จากชีวมวล

3.2.1 แนวความคิดพื้นฐาน

ความจำเป็นที่ต้องวัดผลกระทบที่มีต่อเศรษฐกิจในการใช้ประโยชน์จากชีวมวล เนื่องจากในการผลิตสินค้าประเภทใดก็ตาม นอกจากทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มในอุตสาหกรรมประเภทนั้นแล้ว, ยังทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มขึ้นในอุตสาหกรรมต่อเนื่องด้วย, ซึ่งเป็นผลจากการทำงานของตัวทวี (multiplier).

จากหลักการข้างต้น สามารถนำมาใช้อธิบายผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการนำชีวมวลไปใช้ประโยชน์ได้ดังนี้



รูปที่ 4. ผลกระทบของการนำชีวมวลไปใช้ประโยชน์ที่มีต่อระบบเศรษฐกิจ.

ในการผลิตสินค้าจากชีวมวลไม่ว่าเป็นประเภทใดก็ตาม มูลค่าของผลผลิตที่เกิดขึ้นจะถูกนำไปใช้จ่ายเป็นผลตอบแทนให้แก่สาขาการผลิตต่างๆ. ในที่นี้จะขอยกตัวอย่างมูลค่าเพิ่มที่เกิดขึ้นเมื่อมีการผลิตสินค้า A, จากรูปที่ 4 ในการผลิตสินค้า A โรงงานต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซื้อชีวมวล A เพื่อนำมาใช้ในการผลิต รวมทั้งต้องเสียค่าใช้จ่ายให้ผู้ป้อนวัตถุดิบรายอื่น เช่น บริษัทขนส่ง แรงงาน, ผลตอบแทนที่ผู้ป้อนวัตถุดิบให้แก่โรงงาน A ได้รับ เรียกว่าผลกระทบทางตรง (direct impact) ของสินค้า A ที่มีต่อระบบเศรษฐกิจ.

นอกจากนั้น ในการผลิตสินค้า A ยังทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มขึ้นกับอุตสาหกรรมต่อเนื่องด้วย ยกตัวอย่างเช่น เมื่อโรงงานชีวมวล A ได้ค่าตอบแทนจากการขายชีวมวล, ต้องนำผลตอบแทนที่ได้ไปจ่ายให้กับเกษตรกรผู้ปลูกพืช A. ในทำนองเดียวกันเกษตรกรผู้ปลูกพืช A ก็ต้องจ่ายผลตอบแทนที่ได้ในการซื้อพันธุ์พืช, ซื้อปุ๋ย และใช้จ่ายอื่นๆ. ผลกระทบที่เกิดขึ้นเป็นลูกโซ่นี้ เรียกว่าผลกระทบทางอ้อม (indirect impact) ที่มีต่อระบบเศรษฐกิจ, โดยจะมีปริมาณมากน้อยเท่าใดนั้นขึ้นกับการทำงานของตัวทวี (multiplier).

3.2.2 ขอบเขตการศึกษา

การวัดผลกระทบที่มีต่อเศรษฐกิจในการใช้ประโยชน์จากชีวมวลนั้น ได้กำหนดขอบเขตการศึกษา ดังนี้ :

1. การวัดผลกระทบที่มีต่อเศรษฐกิจในการใช้ประโยชน์จากน้ำมันปาล์มดิบจำนวน 1,000 ตัน เปรียบเทียบการผลิตระหว่างสินค้า 2 ชนิด ได้แก่ :
   1) น้ำมันสำหรับบริโภค
   2) ไบโอดีเซล
2. การวัดผลกระทบที่มีต่อเศรษฐกิจในการใช้ประโยชน์จากกากน้ำตาลจำนวน 1,000 ตัน เปรียบเทียบการผลิตระหว่างสินค้า 2 ชนิด ได้แก่ :
   1) กากน้ำตาลเพื่อส่งออก
   2) เอทานอล
3. การวัดผลกระทบที่มีต่อเศรษฐกิจในการใช้ประโยชน์จากมันสำปะหลังจำนวน 1,000 ตัน เปรียบเทียบการผลิตระหว่างสินค้า 2 ชนิด ได้แก่ :
   1) แป้งมัน
   2) เอทานอล

เหตุผลที่ต้องกำหนดปริมาณชีวมวล เพื่อความสะดวกในการเปรียบเทียบและอธิบายผล

3.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องมือที่มีความเหมาะสมในการนำมาวิเคราะห์ผลกระทบที่มีต่อระบบเศรษฐกิจ คือ ตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตปี 2543 (input - output table : domestic' price) จัดทำโดย สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.

ทั้งนี้ จะได้วัดผลกระทบของการนำชีวมวลไปใช้ประโยชน์ที่มีต่อระบบเศรษฐกิจในรูปของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (gross domestic product: GDP) ซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญในระบบเศรษฐกิจ.

3.2.4 กรอบแนวคิดพื้นฐานของตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต

แบบจำลองปัจจัยการผลิตผลผลิตเป็นแบบจำลองที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ทางเศรษฐกิจของสาขาเศรษฐกิจต่าง ๆ ในระบบเศรษฐกิจ ณ ช่วงเวลาหนึ่ง. แบบจำลองนี้เป็นวิธีหนึ่งที่ได้รวมกิจกรรมทางเศรษฐกิจของประเทศให้เป็นระบบ โดยแบ่งกลุ่มสาขาเศรษฐกิจหรือสาขาการผลิตให้เป็นหมวดหมู่ตามประเภทการผลิต, แต่ละสาขาเศรษฐกิจจะผลิตผลผลิตประเภทเดียวกันและมีโครงสร้างการผลิตเดียวกัน. แนวคิดนี้สามารถใช้อธิบายการจัดสร้างตารางแสดงความสัมพันธ์ของการผลิตและการแจกแจงผลผลิตของสินค้าและบริการของประเทศในช่วงเวลาหนึ่งอย่างเป็นระบบ. ในแบบจำลองปัจจัยการผลิตผลผลิตจะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ :

1) การไหลเวียนของระบบเศรษฐกิจ

ตารางที่ 26 แสดงการเคลื่อนย้ายของปัจจัยการผลิตและผลผลิตของสาขาเศรษฐกิจต่างๆ โดยมีรูปแบบในด้านของการกระจายผลผลิตของสาขาเศรษฐกิจใดสาขาเศรษฐกิจหนึ่ง และด้านของโครงสร้างการผลิตของสาขาเศรษฐกิจใดสาขาเศรษฐกิจหนึ่งในระบบเศรษฐกิจ. โดยประกอบด้วย 4 ส่วน คือ :

ส่วนที่ 1 แสดงถึงการเคลื่อนย้ายระหว่างปัจจัยการผลิตกับผลผลิตหรือมูลค่าความต้องการสินค้าขั้นกลาง เพื่อใช้ในการผลิตสินค้าของแต่ละสาขาเศรษฐกิจหรือแต่ละสาขาอุตสาหกรรม (transaction table: Xij).

ส่วนที่ 2 แสดงถึงมูลค่าเพิ่มของแต่ละสาขาเศรษฐกิจ (value added : Vj) โดยค่าของมูลค่าเพิ่มประกอบด้วย ค่าเช่า, ค่าจ้างแรงงาน, ดอกเบี้ย และกำไร, ซึ่งมีค่าเทียบเท่ากับผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (gross domestic product : GDP).

ส่วนที่ 3 แสดงถึงมูลค่าของอุปสงค์ขั้นสุดท้ายของแต่ละสาขาเศรษฐกิจ (final demand : Fi) ประกอบด้วย การบริโภคของครัวเรือน, การลงทุน, การใช้จ่ายของรัฐบาล และการส่งออก.

ส่วนที่ 4 แสดงถึงมูลค่ารวมของผลผลิตของแต่ละสาขาเศรษฐกิจในแบบจำลอง, ปัจจัยการผลิตผลผลิต (total output : Xj หรือ Xi).

ตารางที่ 26. การไหลเวียนของระบบเศรษฐกิจ (flow table)

สาขาอุตสาหกรรม	1 2 3 ... 4	อุปสงค์ขั้นสุดท้าย	ผลผลิต
1	X_{11} X_{12} X_{13} ... X_{1n}	f_1	X_1
2	X_{21} X_{22} X_{23} ... X_{2n}	F_2	X_2
.	. . . .	.	.
.	. . . .	.	.
n	X_{n1} X_{n2} X_{n3} ... X_{nn}	F_n	X_n
มูลค่าเพิ่ม	V_1 V_2 V_3 ... V_n		
ผลผลิต	X_1 X_2 X_3 ... X_n		

การพิจารณาแบบจำลองปัจจัยการผลิตผลผลิตในแนวตั้ง (column) แสดงถึง มูลค่าของโครงสร้างการใช้ปัจจัยการผลิตหรือโครงสร้างการผลิตของแต่ละสาขาเศรษฐกิจประกอบด้วยวัตถุดิบที่เป็นผลผลิตของสาขาเศรษฐกิจต่างๆ ที่อยู่ในส่วนของความต้องการสินค้าและบริการขั้นกลางในการผลิต และค่าตอบแทนปัจจัยการผลิตขั้นต้น เช่น ในแนวตั้งที่ 1 หมายถึง การผลิตของสาขาเศรษฐกิจที่ 1 จะต้องใช้ปัจจัยการผลิตจากสาขาเศรษฐกิจที่ 1 ในการผลิตมูลค่า X_{11} หน่วย, ใช้ปัจจัยการผลิตจากสาขาที่ 2 ในการผลิตมูลค่า X_{21} หน่วย, จนถึงการใช้ปัจจัยการผลิตที่เป็นผลผลิตของสาขาเศรษฐกิจที่ n ในการผลิตมูลค่า X_{n1} หน่วย. นอกจากนี้การผลิตของสาขาเศรษฐกิจที่ 1 ยังก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มจากการผลิตมูลค่า V_1 หน่วย.

การพิจารณาแบบจำลองปัจจัยการผลิตผลผลิตในแนวนอน (row) แสดงถึง มูลค่าการกระจายผลผลิตของแต่ละสาขาเศรษฐกิจไปยังสาขาเศรษฐกิจต่างๆ, โดยการกระจายผลผลิตเป็นการขายผลผลิตให้กับสาขาการผลิตหรือสาขาอุตสาหกรรมต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นปัจจัยการผลิต, โดยอยู่ในส่วนของความต้องการปัจจัยการผลิตขั้นกลางของแต่ละสาขาเศรษฐกิจเพื่อผลิต, ตลอดจนขายให้กับผู้บริโภคขั้นสุดท้าย ดังเช่น ในกรณีของแนวนอนที่ 1 แสดงถึง ผลผลิตของสาขาเศรษฐกิจที่ 1 ถูกกระจายไปยังสาขาเศรษฐกิจที่ 1 เพื่อใช้ผลิตผลผลิตของสาขาเศรษฐกิจที่ 1 มูลค่า X_{11}, ถูกกระจาย

ไปยังสาขาเศรษฐกิจที่ 2 เพื่อใช้ผลิตผลผลิตของสาขาเศรษฐกิจที่ 2 มูลค่า X_{12} หน่วย, จนถึงการกระจายผลผลิตของสาขาเศรษฐกิจที่ 1 ไปยังสาขาเศรษฐกิจที่ n, เพื่อใช้ผลิตผลผลิตของสาขาเศรษฐกิจที่ n มูลค่า X_{1n} หน่วย. นอกจากนี้ ผลผลิตของสาขาเศรษฐกิจที่ 1 ในส่วนที่เหลือจะถูกใช้ในส่วนของอุปสงค์ขั้นสุดท้ายที่ประกอบด้วยการบริโภคของครัวเรือน, การลงทุน, การใช้จ่ายของรัฐบาล และการส่งออก มูลค่า F_1 หน่วย.

มูลค่าผลผลิตในแต่ละสาขาในส่วนที่เป็นแนวตั้งซึ่งแสดงถึงโครงสร้างการผลิตหรืออุปสงค์ของสาขาเศรษฐกิจใดสาขาเศรษฐกิจหนึ่ง จำเป็นต้องมีค่าเท่ากับผลรวมของมูลค่าผลผลิตในแนวนอนหรืออุปทานในสาขาเศรษฐกิจนั้น ดังเช่น ในกรณีของสาขาเศรษฐกิจที่ 1 มูลค่าการใช้ปัจจัยการผลิตในการผลิตผลผลิตของสาขาเศรษฐกิจที่ 1 และมูลค่าเพิ่มของสาขาเศรษฐกิจที่ 1, ต้องมีค่าเท่ากับมูลค่าของผลผลิตของสาขาเศรษฐกิจที่ 1 ที่กระจายไปยังสาขาเศรษฐกิจต่างๆ รวมกับมูลค่าของอุปสงค์ขั้นสุดท้ายของสาขาเศรษฐกิจที่ 1.

จากความสัมพันธ์ของแบบจำลองปัจจัยการผลิตผลผลิตขั้นต้น หากเขียนสมการความสัมพันธ์ในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ในแนวนอนหรือด้านการกระจายผลผลิตในแต่ละสาขาเศรษฐกิจ, ได้ดังต่อไปนี้ :

$$
\begin{aligned}
X_1 &= X_{11} + X_{12} + X_{13} + \ldots\ldots\ldots + X_{1n} + f_1 \\
X_2 &= X_{21} + X_{22} + X_{23} + \ldots\ldots\ldots + X_{2n} + f_2 \\
&\vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \ldots\ldots\ldots \quad \vdots \quad \vdots \\
X_n &= X_{n1} + X_{n2} + X_{n3} + \ldots\ldots\ldots + X_{nn} + f_n
\end{aligned}
$$

หรือเขียนในรูปของสมการโดยรวมได้ว่า

$$
\mathbf{Xi} = \sum_{j=1}^{n} xij + \mathbf{F_i} \qquad \mathbf{(i = 1, 2, \ldots., n)} \qquad \mathbf{(1)}
$$

หรือ $Xi = \sum_{j=1}^{n} xij + (C_i + I_i + G_i + E_i)^{1/} \qquad (i = 1, 2, \ldots., n)$

กำหนดให้ X_i คือ มูลค่าของผลผลิตทั้งหมดของสาขาเศรษฐกิจที่ i ที่แสดงในรูปของอุปทาน

X_{ij} คือ มูลค่าการหมุนเวียนของผลผลิตของสาขาเศรษฐกิจที่ i ที่ใช้ผลิตผลผลิตของสาขาเศรษฐกิจที่ j

F_i คือ มูลค่ารวมของอุปสงค์ขั้นสุดท้ายที่มีต่อผลผลิตสาขาเศรษฐกิจที่ i

C_i คือ มูลค่าการบริโภคของภาคเอกชนและครัวเรือนที่มีต่อผลผลิตสาขาเศรษฐกิจที่ i

I_i คือ มูลค่าการลงทุนที่มีต่อผลผลิตสาขาเศรษฐกิจที่ i

G_i คือ มูลค่าการใช้จ่ายของภาครัฐที่มีต่อผลผลิตสาขาเศรษฐกิจที่ i

E_i คือ มูลค่าการส่งออกของสาขาเศรษฐกิจที่ i

ในกรณีของความสัมพันธ์ในด้านแนวตั้งที่แสดงโครงสร้างการผลิตหรือโครงสร้างค่าใช้จ่ายผลิตสินค้าและบริการของแต่ละสาขาเศรษฐกิจสามารถแสดงสมการความสัมพันธ์ในรูปคณิตศาสตร์ได้เช่นเดียวกัน กล่าวคือ :

$$
\begin{aligned}
X_1 &= X_{11} + X_{12} + X_{13} + \ldots\ldots\ldots + X_{1n} + v_1 \\
X_2 &= X_{21} + X_{22} + X_{23} + \ldots\ldots\ldots + X_{2n} + v_2 \\
&\vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \ldots\ldots\ldots \quad \vdots \quad \vdots \\
X_n &= X_{n1} + X_{n2} + X_{n3} + \ldots\ldots\ldots + X_{nn} + v_n
\end{aligned}
$$

หรือได้ว่า

$$
\mathbf{Xi} = \sum_{i=1}^{n} xij + \mathbf{V_i} \qquad \mathbf{(j = 1, 2, \ldots., n)} \qquad \mathbf{(2)}
$$

กำหนดให้ X_i คือ มูลค่าของผลผลิตทั้งหมดของสาขาเศรษฐกิจที่ j ในรูปของอุปสงค์ของปัจจัยการผลิตที่สาขาเศรษฐกิจที่ j มีต่อสาขาเศรษฐกิจอื่น ๆ

V_i คือ มูลค่าเพิ่มของสาขาเศรษฐกิจที่ j ประกอบด้วย ค่าเช่า ค่าจ้างแรงงาน กำไร และดอกเบี้ย

ทั้งนี้ $\sum_{i=1}^{n} xj = \sum_{j=1}^{n} xi$ 2/

2) ค่าสัมประสิทธิ์ทางตรง (direct coefficients : a_{ij})

ข้อสมมติของแบบจำลองปัจจัยการผลิตผลผลิตกำหนดให้ การใช้ปัจจัยการผลิตของแต่ละสาขาเศรษฐกิจเป็นสัดส่วนโดยตรงกับมูลค่าผลผลิต. จากนั้น จึงนำข้อสมมติดังกล่าวมาหาค่าสัมประสิทธิ์ทางตรงของแบบจำลองปัจจัยการผลิตผลผลิต (a_{ij}). ค่าสัมประสิทธิ์ทางตรงของแบบจำลองปัจจัยการผลิตผลผลิตเป็นค่าที่แสดงถึงสัดส่วนของมูลค่าผลผลิตของสาขาเศรษฐกิจต่างๆ ที่ถูกใช้เป็นปัจจัยการผลิตขั้นกลางในการผลิตผลผลิตของสาขาเศรษฐกิจหนึ่งต่อมูลค่าผลิตผลผลิตทั้งหมดของสาขาเศรษฐกิจนั้น ในมูลค่า 1 หน่วย, ในระบบเศรษฐกิจหนึ่ง.

จากแนวความคิดพื้นฐานข้างต้น สามารถคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ทางตรงได้ดังนี้ :

$$a_{ij} = x_{ij} / X_j \qquad (3)$$

กำหนดให้ x_{ij} คือ มูลค่าการใช้ผลผลิตของสาขาเศรษฐกิจที่ i เป็นปัจจัยการผลิตของ สาขาเศรษฐกิจที่ j มูลค่า X_{ij} หน่วย

โดยที่ aij คือ ค่าสัมประสิทธิ์ทางตรง หรือค่าสัมประสิทธิ์ปัจจัยการผลิต (Input or Technical Coefficients) ซึ่งหมายถึง สัดส่วนการใช้ปัจจัยการผลิต สินค้าของสาขาเศรษฐกิจที่ j

Xj คือ มูลค่าผลผลิตของสาขาเศรษฐกิจที่ j

ค่าสัมประสิทธิ์ปัจจัยการผลิตทางตรงที่คำนวณได้ แสดงให้เห็นการซื้อปัจจัยการผลิตโดยตรงโดยอุตสาหกรรมใดอุตสาหกรรมหนึ่งจากอุตสาหกรรมอื่นๆ, สำหรับใช้ในการผลิตผลผลิตของอุตสาหกรรมนั้น 1 หน่วย. แต่ค่าสัมประสิทธิ์ปัจจัยการผลิตโดยตรงยังไม่สามารถวัดผลการเปลี่ยนแปลงในผลผลิตที่เกิดขึ้นทั้งหมด ซึ่งเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นในความต้องการขั้นสุดท้ายที่มีต่อสินค้าและบริการของอุตสาหกรรมที่อยู่ภายในสาขาการผลิตใดสาขาการผลิตหนึ่ง, โดยจะนำไปสู่การเพิ่มขึ้นทั้งทางตรงและทางอ้อมในผลผลิตของทุกอุตสาหกรรมในสาขาการผลิตทั้งหมดได้.

ค่าสัมประสิทธิ์ปัจจัยการผลิตที่สามารถวัดได้ทั้งผลกระทบโดยตรงและโดยอ้อม หรือผลกระทบโดยรวมของการเปลี่ยนแปลงในความต้องการขั้นสุดท้าย มีชื่อว่า สัมประสิทธิ์การพึ่งพาซึ่งกันและกัน (interdependence coefficient) หรือสัมประสิทธิ์ปัจจัยการผลิตโดยตรงและโดยอ้อม (direct and indirect coefficient), ซึ่งคำนวณมาจากเมทริกซ์สัมประสิทธิ์เทคนิคการผลิต หรือสัมประสิทธิ์ปัจจัยการผลิตทางตรง (ซึ่งมักจะเรียกชื่อย่อว่า เมทริกซ์ A) และนำไปลบออกจากไอเดนทิตีเมทริกซ์ (identity matrix) ที่มีขนาดเท่ากัน, เพื่อที่จะได้เมทริกซ์ปัจจัยการผลิตผลผลิตของลีอองทีฟ (Leontief I – O matrix) หรือเมทริกซ์ (I – A). ขั้นต่อไปนำเมทริกซ์ปัจจัยการผลิตผลผลิตของลีอองทีฟ ไปทำการอินเวอร์ต (invert) ก็จะได้อินเวอร์สเมทริกซ์ (inverse matrix) หรือเมทริกซ์ $(I – A)^{-1}$ หรือมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าสัมประสิทธิ์ปัจจัยการผลิตโดยตรงและโดยอ้อม.

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถเขียนเมทริกซ์ความสัมพันธ์ของค่าสัมประสิทธิ์เทคนิคการผลิตกับมูลค่าของผลผลิตได้ดังนี้ :

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} f_1 \\ f_2 \\ \vdots \\ f_n \end{bmatrix}$$

$$x = Ax + F$$

หรือ $$x = (I - A)^{-1} * F \qquad (4)$$

กำหนดให้ x คือ เวกเตอร์ในแนวตั้งของมูลค่าของผลผลิตที่แสดงถึงมูลค่าของผลผลิตในแต่ละสาขาเศรษฐกิจของแบบจำลองปัจจัยการผลิตผลผลิตระดับประเทศ

F คือ เวกเตอร์ในแนวตั้งของมูลค่าของอุปสงค์ขั้นสุดท้ายในแต่ละสาขาเศรษฐกิจของแบบจำลองปัจจัยการผลิตผลผลิตระดับประเทศ

A คือ เมทริกซ์ค่าสัมประสิทธิ์ทางตรงของแบบจำลองปัจจัยการผลิตผลผลิตระดับประเทศ

$(I - A)^{-1}$ เรียกว่า Leontief Inverse Matrix หรือ Inverse Matrix ซึ่งตั้งชื่อให้ตาม Prof. Wassily Leontief ผู้คิดค้นทฤษฎี Inverse Matrix, ซึ่งนับเป็นหัวใจสำคัญในการใช้วิเคราะห์ระบบเศรษฐกิจด้วยตารางปัจจัยการผลิตผลผลิต.

3) ข้อสมมติของแบบจำลองปัจจัยการผลิตผลผลิต

จากข้อมูล ทำให้ทราบถึงโครงสร้างของแบบจำลองปัจจัยการผลิตผลผลิต, แต่ยังจำเป็นต้องทราบถึงข้อสมมติของแบบจำลองปัจจัยการผลิตผลผลิต เพื่อให้เกิดความเข้าใจและสามารถนำแบบจำลองปัจจัยการผลิตผลผลิตมาใช้ได้อย่างถูกต้อง.

ข้อสมมติประการแรก ค่าสัมประสิทธิ์ทางตรงของแบบจำลองปัจจัยการผลิตผลผลิตมีค่าคงที่เสมอ กล่าวคือ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในเทคโนโลยีของฟังก์ชันการผลิตของแต่ละสาขาการผลิตโดยมีคุณสมบัติของการมีผลตอบแทนคงที่จากขนาดการผลิต (Constant Return to Scale), ตลอดจนไม่มีการประหยัดและการไม่ประหยัดจากภายนอก (External economies and Diseconomies) และไม่มีการทดแทนกันของปัจจัยการผลิตเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงในราคาเปรียบเทียบของปัจจัยการผลิต.

ข้อสมมติประการที่สอง เพื่อให้ค่าสัมประสิทธิ์ทางตรงของแต่ละสาขาเศรษฐกิจเป็นตัวแทนหรือค่าเฉลี่ยของอุตสาหกรรมทุกอุตสาหกรรมที่ถูกรวมอยู่ในสาขาเศรษฐกิจเดียวกัน. ดังนั้น

การแบ่งกิจกรรมทางเศรษฐกิจของระบบเศรษฐกิจออกเป็นสาขาเศรษฐกิจต่างๆ จะต้องเป็นการรวมอุตสาหกรรมที่มีความเหมือนกัน (Homogeneous) หรือมีความเกี่ยวข้องกันเข้ามาไว้ในสาขาเศรษฐกิจเดียวกัน. กล่าวคือ ผลผลิตแต่ละชนิดถูกผลิตโดยสาขาการผลิตเดียวเท่านั้น และไม่มีการผลิตผลผลิตที่เป็นผลผลิตร่วมระหว่างสาขาเศรษฐกิจ (Joint Product).

3.2.5 วิธีการคำนวณ

จากแนวคิดของตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต พบว่า เมทริกซ์ความสัมพันธ์ของค่าสัมประสิทธิ์เทคนิคการผลิตกับมูลค่าของผลผลิต $(I - A)^{-1} * F$ ในสมการที่ (4) เป็นหัวใจสำคัญในการใช้วิเคราะห์ผลกระทบในระบบเศรษฐกิจ. ทั้งนี้ อาศัยหลักการที่เชื่อว่าผลผลิตเป็นตัวขับเคลื่อนให้เกิดมูลค่าเพิ่มและการจ้างงาน, โดยมีอินเวอร์สเมทริกซ์ (Inverse matrix) หรือสัมประสิทธิ์ปัจจัยการผลิตโดยตรงและโดยอ้อม $(I–A)^{-1}$ ทำหน้าที่เป็นตัวทวี,โดยมีสูตรในการคำนวณผลกระทบที่อยู่ในรูปเมทริกซ์ ดังนี้ :

สูตรการคำนวณผลกระทบที่มีต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ

$$V = \hat{V} (I - A)^{-1} * F \qquad (5)$$

V = เวกเตอร์ในแนวตั้งของมูลค่าเพิ่ม(GDP)ที่เกิดขึ้นทั้งหมดในแต่ละสาขา

$\hat{V}$ = เมทริกซ์สัมประสิทธิ์ทางตรงของการใช้ปัจจัยการผลิตขั้นต้นต่อ 1 หน่วยการผลิต (ขนาด nxn)

A = เมทริกซ์ค่าสัมประสิทธิ์ทางตรงของแบบจำลองปัจจัยการผลิตผลผลิตระดับประเทศ (ขนาด nxn)

F = เวกเตอร์ในแนวตั้งของมูลค่าอุปสงค์ขั้นสุดท้ายในแต่ละสาขาเศรษฐกิจ

หมายเหตุ : n คือจำนวนสาขาการผลิต โดยกำหนดให้มีจำนวน 2 สาขา ได้แก่ สาขาของชีวมวล และสาขาอื่นๆ

ผลการคำนวณที่ได้จากสูตรข้างต้นจะแสดงผลกระทบทั้งหมดที่มีต่อระบบเศรษฐกิจ

3.2.6 การจัดเตรียมข้อมูลสำหรับการคำนวณ

การเตรียมเมทริกซ์ A

1. นำข้อมูลจากตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตปี 2543 (Input - Output Table : Domestic' Price)[1] ขนาด 180x180 สาขาการผลิต มายุบข้อมูลให้ได้ 2 สาขา ตามที่กำหนด(ตามประเภทของชีวมวล), จะได้เมทริกซ์แสดงมูลค่าผลผลิตขั้นกลางที่ใช้ในการผลิตในแต่ละสาขาการผลิต โดยมีข้อมูลตามตารางที่ 27, 28 และ 29.

[1] ที่มา : www.nesdb.go.th. สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.

ตารางที่ 27. มูลค่าผลผลิตขั้นกลางในสาขาการผลิตที่นำน้ำมันปาล์มไปใช้ประโยชน์

(หน่วย: พันบาท)

สาขาการผลิต	น้ำมันปาล์มดิบ (x1)	อื่นๆ (x2)
น้ำมันปาล์มดิบ (x1)	5,786,921	5,675,021
อื่นๆ (x2)	9,218,566	4,282,761,760
มูลค่าผลผลิตรวม (X)	**21,271,683**	**11,671,302,747**

ที่มา : ตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตปี 2543(Input - Output Table : Domestic' Price), สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

1. ข้อมูล x1 เป็นมูลค่าผลผลิตสินค้าและบริการขั้นกลางในสาขา 047
2. ข้อมูล x2 เป็นผลรวมมูลค่าผลผลิตสินค้าและบริการขั้นกลางในสาขา 001-046 และ 048-180
3. ข้อมูล X เป็นข้อมูลในหมวด 210 ในแต่ละสาขา

ตารางที่ 28. มูลค่าผลผลิตขั้นกลางในสาขาการผลิตที่นำกากน้ำตาลไปใช้ประโยชน์

(หน่วย: พันบาท)

สาขาการผลิต	กากน้ำตาล (x1)	อื่นๆ (x2)
กากน้ำตาล (x1)	1,208,817	19,296,123
อื่นๆ (x2)	34,170,491	4,248,766,837
มูลค่าผลผลิตรวม (X)	**64,534,625**	**11,628,039,805**

ที่มา : ตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตปี 2543(Input - Output Table : Domestic' Price), สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

1. ข้อมูล x1 เป็นมูลค่าผลผลิตสินค้าและบริการขั้นกลางในสาขา 055
2. ข้อมูล x2 เป็นผลรวมมูลค่าผลผลิตสินค้าและบริการขั้นกลางในสาขา 001-054 และ 056-180
3. ข้อมูล X เป็นข้อมูลในหมวด 210 ในแต่ละสาขา

ตารางที่ 29. มูลค่าผลผลิตขั้นกลางในสาขาการผลิตที่นำมันสำปะหลังไปใช้ประโยชน์

(หน่วย : พันบาท)

สาขาการผลิต	ผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลัง (x1)	อื่นๆ (x2)
ผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลัง (x1)	6,644,644	7,153,899
อื่นๆ (x2)	11,853,746	4,277,789,979
มูลค่าผลผลิตรวม (X)	**22,442,717**	**11,670,131,713**

ที่มา : ตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตปี 2543(Input - Output Table : Domestic' Price), สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.

1. ข้อมูล x1 เป็นมูลค่าผลผลิตสินค้าและบริการขั้นกลางในสาขา 050
2. ข้อมูล x2 เป็นผลรวมมูลค่าผลผลิตสินค้าและบริการขั้นกลางในสาขา 001-049 และ 051-180
3. ข้อมูล X เป็นข้อมูลในหมวด 210 ในแต่ละสาขา

2. นำมูลค่าผลผลิตสินค้าและบริการขั้นกลางที่ใช้ในการผลิตในแต่ละสาขาการผลิต (x_n) มาหารด้วยมูลค่าผลผลิตทั้งหมดในแต่ละสาขา (X) เพื่อให้ได้สัมประสิทธิ์ปัจจัยการผลิตทางตรง ที่แสดงสัดส่วนการใช้ปัจจัยการผลิตขั้นกลางในแต่ละสาขาการผลิต ตามสมการ (3) $a_{ij} = x_{ij} / X_j$ โดยจะได้เมทริกซ์ A ดังนี้ :

เมทริกซ์ A สำหรับการคำนวณผลกระทบจากการนำน้ำมันปาล์มไปใช้ประโยชน์

$$A = \begin{bmatrix} 0.2720 & 0.0005 \\ 0.4334 & 0.3669 \end{bmatrix}$$

เมทริกซ์ A สำหรับการคำนวณผลกระทบจากการนำกากน้ำตาลไปใช้ประโยชน์

$$A = \begin{bmatrix} 0.0187 & 0.0017 \\ 0.5295 & 0.3654 \end{bmatrix}$$

เมทริกซ์ A สำหรับการคำนวณผลกระทบจากการนำมันสำปะหลังไปใช้ประโยชน์

$$A = \begin{bmatrix} 0.2961 & 0.0006 \\ 0.5282 & 0.3666 \end{bmatrix}$$

3. นำเมตริก A ที่ได้มาคำนวณตามสูตร $(I-A)^{-1}$ จะได้

เมทริกซ์ $(I-A)^{-1}$ สำหรับการคำนวณผลกระทบจากการนำน้ำมันปาล์มไปใช้ประโยชน์

$$(I-A)^{-1} = \begin{bmatrix} 1.3743 & 0.0011 \\ 0.9408 & 1.5804 \end{bmatrix}$$

เมทริกซ์ $(I-A)^{-1}$ สำหรับการคำนวณผลกระทบจากการนำกากน้ำตาลไปใช้ประโยชน์

$$(I-A)^{-1} = \begin{bmatrix} 1.0205 & 0.0027 \\ 0.8515 & 1.5780 \end{bmatrix}$$

เมทริกซ์ $(I-A)^{-1}$ สำหรับการคำนวณผลกระทบจากการนำมันสำปะหลังไปใช้ประโยชน์

$$(I-A)^{-1} = \begin{bmatrix} 1.4216 & 0.0014 \\ 1.1854 & 1.5798 \end{bmatrix}$$

การเตรียมเมทริกซ์ F

เมทริกซ์ F คือ เมทริกซ์ที่แสดงมูลค่าผลผลิตขั้นสุดท้ายในแต่ละสาขาการผลิต โดยในการศึกษาครั้งนี้จะคำนวณเมทริกซ์ F ด้วยการนำข้อมูลโครงสร้างการผลิตของสินค้าแต่ละประเภทตามตารางที่ 30 – 35 มาทำการยุบข้อมูลในรายการที่เป็นสินค้าและบริการขั้นกลางให้ได้ 2 สาขา ซึ่งจะได้เมทริกซ์ F ดังนี้ :

ตารางที่ 30. โครงสร้างการผลิตไบโอดีเซล จากน้ำมันปาล์มดิบจำนวน 1,000 ตัน

โครงสร้างต้นทุน	สัดส่วนต้นทุน [1] (1)	บาท/ลิตร [2] (2)	บาท [3] (3)
ต้นทุนน้ำมันปาล์มดิบ	0.72	18.04	18,662,069
ต้นทุนปัจจัยการผลิตขั้นกลางอื่นๆ	0.24	6.08	6,287,069
ปัจจัยการผลิตขั้นกลาง	**0.96**	**24.12**	**24,949,138**
ปัจจัยการผลิตขั้นต้น	0.04	0.88	912,931
ปัจจัยการผลิตขั้นต้น	**0.04**	**0.88**	**912,931**
ราคาผลผลิต	**1.00**	**25.00**	**25,862,069**

หมายเหตุ : 1. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2547.
2. คำนวณจาก (1) คูณด้วยราคาไบโอดีเซล 25 บาทต่อลิตร (ที่มา : ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2549)
3. คำนวณจาก (2) x ปริมาณไบโอดีเซลที่ผลิตได้ 1,034,483 ลิตร (ตารางที่ 18)

เมทริกซ์ F สำหรับการคำนวณผลกระทบจากการผลิตไบโอดีเซล

$$F = \begin{bmatrix} 18{,}662 \\ 6{,}287 \end{bmatrix}$$

F1 = น้ำมันปาล์มดิบ

F2 = สาขาอื่นๆ

หน่วย : พันบาท

ตารางที่ 31. โครงสร้างการผลิตน้ำมันปาล์มสำหรับบริโภค จากน้ำมันปาล์มดิบจำนวน 1,000 ตัน

โครงสร้างต้นทุน	สัดส่วนต้นทุน [1] (1)	บาท/กก. [2] (2)	บาท [3] (3)
ต้นทุนน้ำมันปาล์มดิบ	0.27	7.40	6,880,140
ต้นทุนปัจจัยการผลิตขั้นกลางอื่นๆ	0.43	11.78	10,957,260
ปัจจัยการผลิตขั้นกลาง	**0.70**	**19.18**	**17,837,400**
ปัจจัยการผลิตขั้นต้น	0.30	8.22	7,644,600
ปัจจัยการผลิตขั้นต้น	**0.30**	**8.22**	**7,644,600**
ราคาผลผลิต	**1.00**	**27.40**	**25,482,000**

หมายเหตุ : 1. คำนวณจากตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตปี 2543(Input - Output Table : Domestic' Price), สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.
2. คำนวณจาก (1) คูณด้วยราคาเฉลี่ยน้ำมันปาล์มสำเร็จรูป ม.ค.-พ.ค. 49, 27.40 บาทต่อกก. (ที่มา: กระทรวงพาณิชย์, 2549)
3. คำนวณจาก (2) x ปริมาณน้ำมันปาล์มสำหรับบริโภคที่ผลิตได้ 930, 000 กก. (ตารางที่ 18).

เมทริกซ์ F สำหรับการคำนวณผลกระทบจากการผลิตน้ำมันปาล์มบริโภค

$$F = \begin{bmatrix} 6{,}880 \\ 10{,}957 \end{bmatrix}$$

F1 = น้ำมันปาล์มดิบ

F2 = สาขาอื่นๆ

หน่วย : พันบาท

ตารางที่ 32. โครงสร้างการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล จำนวน 1,000 ตัน

โครงสร้างต้นทุน	สัดส่วนต้นทุน [1] (1)	บาท/ลิตร [2] (2)	บาท [3] (3)
ต้นทุนกากน้ำตาล	0.74	20.23	5,057,500
ต้นทุนปัจจัยการผลิตขั้นกลางอื่นๆ	0.22	6.00	1,500,000
ปัจจัยการผลิตขั้นกลาง	**0.96**	**26.23**	**6,557,500**
ปัจจัยการผลิตขั้นต้น	0.04	1	250,000
ปัจจัยการผลิตขั้นต้น	**0.04**	**1.00**	**250,000**
ราคาผลผลิต	**1.00**	**27.23**	**6,807,500**

หมายเหตุ : 1. ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2549.

2. คำนวณจาก (1) คูณด้วยราคาเอทานอลจากกากน้ำตาล 27.23 บาทต่อลิตร (ที่มา: ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2549).

3. คำนวณจาก (2) x ปริมาณเอทานอลที่ผลิตได้ 250, 000 ลิตร (ตารางที่ 20).

เมทริกซ์ F สำหรับการคำนวณผลกระทบจากการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล

$$F = \begin{bmatrix} 5{,}058 \\ 1{,}500 \end{bmatrix}$$

F1 = กากน้ำตาล

F2 = สาขาอื่นๆ

หน่วย : พันบาท

ตารางที่ 33. โครงสร้างการผลิตกากน้ำตาลเพื่อส่งออกจำนวน 1,000 ตัน

โครงสร้างต้นทุน	สัดส่วนต้นทุน [1]	บาท/กก. [2]	บาท [3]
	(1)	(2)	(3)
ต้นทุนกากน้ำตาล	0.02	0.10	98,362
ต้นทุนปัจจัยการผลิตขั้นกลางอื่นๆ	0.53	2.79	2,785,170
ปัจจัยการผลิตขั้นกลาง	**0.55**	**2.88**	**2,883,532**
ปัจจัยการผลิตขั้นต้น	0.45	2.38	2,376,468
ปัจจัยการผลิตขั้นต้น	**0.45**	**2.38**	**2,376,468**
ราคาผลผลิต	**1.00**	**5.26**	**5,260,000**

หมายเหตุ : 1. คำนวณจากตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตปี 2543 (Input - Output Table : Domestic' Price), สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.

2. คำนวณจาก (1) คูณด้วยราคาเฉลี่ยกากน้ำตาล ม.ค.-มิ.ย. 49, 5.26 บาทต่อกก. (กระทรวงพาณิชย์, 2549).

3. คำนวณจาก (2) x ปริมาณกากน้ำตาลที่ส่งออก 1,000 ตัน (ตารางที่ 20).

เมทริกซ์ F สำหรับการคำนวณผลกระทบจากการผลิตกากน้ำตาลเพื่อส่งออก

$$F = \begin{bmatrix} 98 \\ 2{,}785 \end{bmatrix}$$

F1 = กากน้ำตาล

F2 = สาขาอื่นๆ

หน่วย : พันบาท

ตารางที่ 34. โครงสร้างการผลิตเอทานอล จากมันสำปะหลังจำนวน 1,000 ตัน

โครงสร้างต้นทุน	สัดส่วนต้นทุน [1]	บาท/ลิตร [2]	บาท [3]
	(1)	(2)	(3)
ต้นทุนมันสำปะหลัง	0.46	6.68	1,202,400
ต้นทุนปัจจัยการผลิตขั้นกลางอื่นๆ	0.48	7.00	1,260,000
ปัจจัยการผลิตขั้นกลาง	**0.93**	**13.68**	**2,462,400**
ปัจจัยการผลิตขั้นต้น	0.07	1.00	180,000
ปัจจัยการผลิตขั้นต้น	0.07	1.00	180,000
ราคาผลผลิต	**1.00**	**14.68**	**2,642,400**

หมายเหตุ : 1. ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2549.

2. คำนวณจาก (1) คูณด้วยราคาเอทานอลจากมันสำปะหลัง 14.68 บาทต่อลิตร (ที่มา: ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2549).

3. คำนวณจาก (2) x ปริมาณเอทานอลที่ผลิตได้ 180, 000 ลิตร (ตารางที่ 22).

เมทริกซ์ F สำหรับการคำนวณผลกระทบจากการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง

$$F = \begin{bmatrix} 1{,}202 \\ 1{,}260 \end{bmatrix}$$

F1 = ผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลัง

F2 = สาขาอื่นๆ

หน่วย : พันบาท

ตารางที่ 35. โครงสร้างการผลิตแป้งมัน จากมันสำปะหลังจำนวน 1,000 ตัน

โครงสร้างต้นทุน	สัดส่วนต้นทุน [1] (1)	บาท/กก. [2] (2)	บาท [3] (3)
ต้นทุนมันสำปะหลัง	0.30	2.55	636,615
ต้นทุนปัจจัยการผลิตขั้นกลางอื่นๆ	0.53	4.54	1,135,630
ปัจจัยการผลิตขั้นกลาง	**0.82**	**7.09**	**1,772,245**
ปัจจัยการผลิตขั้นต้น	0.18	1.51	377,755
ปัจจัยการผลิตขั้นต้น	**0.18**	**1.51**	**377,755**
ราคาผลผลิต	**1.00**	**8.60**	**2,150,000**

หมายเหตุ : 1. คำนวณจากตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตปี 2543(Input - Output Table : Domestic' Price), สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.

2. คำนวณจาก (1) คูณด้วยราคาเฉลี่ยแป้งมัน ม.ค.-พ.ค.49, 8.60 บาทต่อกก. (กระทรวงพาณิชย์, 2549).

3. คำนวณจาก (2) x ปริมาณแป้งมันที่ผลิตได้ 250, 000 กก. (ตารางที่ 22).

เมทริกซ์ F สำหรับการคำนวณผลกระทบจากการผลิตแป้งมัน

$$F = \begin{bmatrix} 637 \\ 1{,}136 \end{bmatrix}$$

F1 = แป้งมัน

F2 = สาขาอื่นๆ

หน่วย : พันบาท

การเตรียมเมทริกซ์ $\hat{v}$

เมทริกซ์ $\hat{v}$ คือ เมทริกซ์สัมประสิทธิ์ทางตรงของการใช้ปัจจัยการผลิตขั้นต้น, ซึ่งหาได้จากการนำมูลค่าปัจจัยการผลิตขั้นต้น หรือมูลค่าเพิ่มในแต่ละสาขาการผลิตที่ได้จากการยุบสาขาตามที่กำหนดมาหารด้วยมูลค่าผลผลิตในแต่ละสาขา ซึ่งจะได้เมทริกซ์ $\hat{v}$ ที่อยู่ในรูป Diagonal Matrix, ดังแสดงในตารางที่ 36-38.

ตารางที่ 36. มูลค่าปัจจัยการผลิตขั้นต้นในสาขาการผลิตที่นำน้ำมันปาล์มไปใช้ประโยชน์ (หน่วย: พันบาท)

สาขาการผลิต	น้ำมันปาล์มดิบ (v1)	อื่นๆ (v2)
มูลค่าปัจจัยการผลิตขั้นต้น (V)	5,574,560	5,215,290,627
มูลค่าผลผลิตรวม (X)	21,271,683	11,671,302,747

ที่มา : ตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตปี 2543 (Input - Output Table : Domestic' Price).

1. ข้อมูล v1 เป็นมูลค่าปัจจัยการผลิตขั้นต้นในสาขา 047
2. ข้อมูล v2 เป็นผลรวมมูลค่าปัจจัยการผลิตขั้นต้นในสาขา 001-046 และ 048-180
3. ข้อมูล X เป็นข้อมูลในหมวด 210 ในแต่ละสาขา

เมทริกซ์ V สำหรับการคำนวณผลกระทบจากการนำน้ำมันปาล์มไปใช้ประโยชน์

$$\hat{V} = \begin{bmatrix} 0.2621 & - \\ - & 0.4468 \end{bmatrix}$$

ตารางที่ 37. มูลค่าปัจจัยการผลิตขั้นต้นในสาขาการผลิตที่นำกากน้ำตาลไปใช้ประโยชน์ (หน่วย: พันบาท)

สาขาการผลิต	กากน้ำตาล (v1)	อื่นๆ (v2)
มูลค่าปัจจัยการผลิตขั้นต้น (V)	27,863,686	5,193,001,501
มูลค่าผลผลิตรวม (X)	64,534,625	11,628,039,805

ที่มา : ตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตปี 2543 (Input - Output Table : Domestic' Price)

1. ข้อมูล v1 เป็นมูลค่าปัจจัยการผลิตขั้นต้นในสาขา 055
2. ข้อมูล v2 เป็นผลรวมมูลค่าปัจจัยการผลิตขั้นต้นในสาขา 001-054 และ 056-180
3. ข้อมูล X เป็นข้อมูลในหมวด 210 ในแต่ละสาขา

เมทริกซ์ V สำหรับการคำนวณผลกระทบจากการนำกากน้ำตาลไปใช้ประโยชน์

$$\hat{V} = \begin{bmatrix} 0.4318 & - \\ - & 0.4466 \end{bmatrix}$$

ตารางที่ 38. มูลค่าปัจจัยการผลิตขั้นต้นในสาขาการผลิตที่นำมันสำปะหลังไปใช้ประโยชน์ (หน่วย : พันบาท)

สาขาการผลิต	ผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลัง (v1)	อื่นๆ (v2)
มูลค่าปัจจัยการผลิตขั้นต้น (V)	3,788,200	5,217,076,987
มูลค่าผลผลิตรวม (X)	22,442,717	11,670,131,713

ที่มา : ตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตปี 2543 (Input - Output Table : Domestic' Price)

1. ข้อมูล v1 เป็นมูลค่าปัจจัยการผลิตขั้นต้นในสาขา 050
2. ข้อมูล v2 เป็นผลรวมมูลค่าปัจจัยการผลิตขั้นต้นในสาขา 001-049 และ 051-180
3. ข้อมูล X เป็นข้อมูลในหมวด 210 ในแต่ละสาขา

เมทริกซ์ V สำหรับการคำนวณผลกระทบจากการนำมันสำปะหลังไปใช้ประโยชน์

$$\hat{V} = \begin{bmatrix} 0.1688 & - \\ - & 0.4470 \end{bmatrix}$$

เมื่อได้จัดเตรียมข้อมูลทั้งหมด จึงนำข้อมูลเมทริกซ์ที่เตรียมไว้มาคำนวณผลกระทบโดยใช้สูตรคำนวณผลกระทบตามสมการ (5)

$$V = \hat{V}\,(I - A)^{-1} * F \qquad (5)$$

3.2.7 ผลการศึกษา

1. ผลกระทบจากการนำปาล์มน้ำมันไปใช้ประโยชน์ที่มีต่อระบบเศรษฐกิจ

การคำนวณผลกระทบจากการนำปาล์มน้ำมันไปใช้ประโยชน์ที่มีต่อระบบเศรษฐกิจ พบว่าด้วยปริมาณน้ำมันปาล์มดิบจำนวน 1,000 ตัน ซึ่งผลิตน้ำมันสำหรับบริโภคได้ 930,000 กิโลกรัม ในราคา 27.40 บาท/กก. จะก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจในรูปของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (Gross Domestic Product : GDP) เป็นมูลค่า 13,111,395 บาท, โดยทุก 1 กิโลกรัมของการผลิตน้ำมันปาล์มสำหรับบริโภคจะก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ 14.10 บาท.

ในขณะเดียวกัน หากนำน้ำมันปาล์มดิบจำนวน 1,000 ตัน ไปผลิตไบโอดีเซลจะได้ปริมาณผลผลิต 1,034,483 ลิตร ในราคา 25 บาท/ ลิตร, ซึ่งจะก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์มวลรวม

ภายในประเทศในระบบเศรษฐกิจเป็นมูลค่า 19,008,843 บาท, โดยทุก 1 ลิตรของการผลิตไบโอดีเซลจะก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ 18.38 บาท ดังแสดงในตารางที่ 39.

ตารางที่ 39. ผลกระทบจากการนำปาล์มน้ำมันไปใช้ประโยชน์ที่มีต่อระบบเศรษฐกิจ

ผลกระทบทางเศรษฐกิจ	การนำปาล์มน้ำมันไปใช้ประโยชน์	
	ผลิตน้ำมันสำหรับบริโภค	ผลิตไบโอดีเซล
ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (บาท)	13,111,395	19,008,843
ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศต่อหน่วย	14.10 บาทต่อกิโลกรัม	18.38 บาทต่อลิตร

หมายเหตุ : การคำนวณ

2. ผลกระทบจากการนำกากน้ำตาลไปใช้ประโยชน์ที่มีต่อระบบเศรษฐกิจ

การคำนวณผลกระทบจากการนำกากน้ำตาลไปใช้ประโยชน์ที่มีต่อระบบเศรษฐกิจ พบว่าด้วยปริมาณกากน้ำตาลจำนวน 1,000 ตัน หากส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศในราคา 5.26 บาท/กก. จะก่อให้มูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจในรูปของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (gross domestic product: GDP) เป็นมูลค่า 2,046,726 บาท, โดยทุก 1 กิโลกรัม ของการส่งออกกากน้ำตาลจะก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ 2.05 บาท.

ในขณะเดียวกัน หากนำกากน้ำตาลจำนวน 1,000 ตัน ไปผลิตเอทานอลจะได้ปริมาณผลผลิต 250,000 ลิตร ในราคา 27.23 บาท/ ลิตร ซึ่งจะก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศในระบบเศรษฐกิจเป็นมูลค่า 5,210,483 บาท โดยทุก 1 ลิตรของการผลิตเอทานอลจะก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ 20.84 บาท ดังแสดงในตารางที่ 40.

ตารางที่ 40. ผลกระทบจากการนำกากน้ำตาลไปใช้ประโยชน์ที่มีต่อระบบเศรษฐกิจ

ผลกระทบทางเศรษฐกิจ	การนำกากน้ำตาลไปใช้ประโยชน์	
	ส่งออก	เอทานอล
ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (บาท)	2,046,726	5,210,483
ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศต่อหน่วย	2.05 บาทต่อกิโลกรัม	20.84 บาทต่อลิตร

หมายเหตุ : การคำนวณ

3. ผลกระทบจากการนำมันสำปะหลังไปใช้ประโยชน์ที่มีต่อระบบเศรษฐกิจ

การคำนวณผลกระทบจากการนำมันสำปะหลังไปใช้ประโยชน์ที่มีต่อระบบเศรษฐกิจ พบว่าด้วยปริมาณมันสำปะหลังจำนวน 1,000 ตัน ซึ่งผลิตแป้งมันได้ 250,000 กิโลกรัม ในราคา 8.60 บาท/กก. จะก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจในเทอมของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (Gross Domestic Product: GDP) เป็นมูลค่า 1,292,427 บาท, โดยทุก 1 กิโลกรัม ของการผลิตแป้งมันจะก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ 5.17 บาท.

ในขณะเดียวกัน หากนำมันสำปะหลังจำนวน 1,000 ตัน ไปผลิตเอทานอลจะได้ปริมาณผลผลิต 180,000 ลิตร ในราคา 14.68 บาท/ ลิตร ซึ่งจะก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศในระบบเศรษฐกิจเป็นมูลค่า 1,815,882 บาท, โดยทุก 1 ลิตรของการผลิตเอทานอลจะก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ 10.09 บาท. ดังแสดงในตารางที่ 41.

ตารางที่ 41. ผลกระทบจากการการนำมันสำปะหลังไปใช้ประโยชน์ที่มีต่อระบบเศรษฐกิจ

ผลกระทบทางเศรษฐกิจ	การนำมันสำปะหลังไปใช้ประโยชน์	
	แป้งมัน	ผลิตเอทานอล
ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (บาท)	1,292,427	1,815,882
ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศต่อหน่วย	5.17 บาทต่อกิโลกรัม	10.09 บาทต่อลิตร

หมายเหตุ : การคำนวณ

3.3 ผลกระทบระดับมหภาคในการใช้ประโยชน์จากชีวมวล

การศึกษาผลกระทบระดับมหภาคในการใช้ประโยชน์จากชีวมวลเป็นการวิเคราะห์ผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้น หากมีการนำชีวมวลไปผลิตเป็นพลังงาน และนำไปผลิตสินค้าอื่นๆ เพื่อพิจารณาว่าในท้ายที่สุดแล้ว ควรนำชีวมวลไปใช้ในด้านใด เพื่อให้เกิดประโยชน์ในระดับมหภาคได้มากที่สุด.

3.3.1 ผลกระทบระดับมหภาคในการนำชีวมวลไปผลิตเป็นพลังงาน

ในปัจจุบันประเทศไทยมีการพึ่งพิงพลังงานจากต่างประเทศค่อนข้างสูง ซึ่งมีผลต่อเสถียรภาพทางเศรษฐกิจของประเทศโดยตรง ซึ่งจะแสดงได้จากข้อมูลต่อไปนี้ :

- พลังงานที่ใช้ในประเทศไทย ณ ปัจจุบัน มีมูลค่าการนำเข้าคิดเป็นร้อยละ 16 ของมูลค่าการนำเข้ารวมของประเทศ.

- ร้อยละ 63 ของพลังงานเชิงพาณิชย์ที่ใช้ต่อวันเป็นพลังงานที่ได้จากการนำเข้า, โดยอยู่ที่ระดับ 969 เทียบเท่าพันบาร์เรลน้ำมันดิบต่อวัน.
- ร้อยละ 88 ของน้ำมันดิบที่ได้มาเพื่อใช้ในประเทศเป็นการนำเข้าจากต่างประเทศ, โดยอยู่ที่ระดับ 811,000 บาร์เรลต่อวัน.
- ผลจากราคาน้ำมันดิบในตลาดโลกในช่วง 6 เดือนแรกของปี 2548 ที่เพิ่มขึ้น จากระดับราคา 41.9 เหรียญสหรัฐฯ ต่อบาร์เรล ในเดือนมกราคม เป็น 51.15 เหรียญสหรัฐฯ ต่อบาร์เรล ในเดือนพฤษภาคม, เป็นผลให้มูลค่าน้ำมันดิบเพิ่มสูงถึงร้อยละ 37.6 ส่งผลให้ดุลการค้าของประเทศไทยขาดดุล ถึง 315,326.7 ล้านบาท จากที่เคยเกินดุลอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2541.
- จากข้อมูลของธนาคารแห่งประเทศ เกี่ยวกับการวิเคราะห์ผลกระทบของราคาน้ำมันดิบ พบว่า หากราคาน้ำมันดิบ (ดูไบ - เหรียญสหรัฐต่อบาร์เรล) เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะมีผลให้เศรษฐกิจไทยลดการเติบโตลงถึงร้อยละ 0.02.

จากการพึ่งพิงพลังงานต่างประเทศซึ่งมีผลต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า เพื่อสร้างความมั่นคงทางเศรษฐกิจได้อย่างแท้จริง ประเทศไทยต้องมีความสามารถในการผลิตพลังงานเพื่อใช้ในประเทศ, ซึ่งการนำชีวมวลไปใช้ผลิตเป็นพลังงานทดแทน เป็นทางออกสำคัญที่ช่วยลดการพึ่งพิงพลังงานจากต่างประเทศ และช่วยบรรเทาผลกระทบที่เกิดจากความผันผวนของราคาน้ำมันในตลาดโลกที่มีต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจได้ในระดับหนึ่ง.

ถึงแม้ว่า ปัจจุบันการนำชีวมวลมาใช้ผลิตเป็นพลังงานอาจต้องใช้เงินลงทุนสูง และทำให้สูญเสียรายได้จากผลผลิต, แต่ถ้ามองในระยะยาวหากไม่เร่งดำเนินการพัฒนาพลังงานชีวมวล ประเทศไทยคงต้องเข้าสู่ภาวะพลังงานขาดแคลน และเศรษฐกิจถดถอยอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้.

อย่างไรก็ตาม เมื่อเริ่มมีการจัดสรรชีวมวลบางส่วนมาใช้ในการผลิตเป็นพลังงานทดแทน ทำให้หลายฝ่ายมีความกังวลในเรื่องรายได้ที่ต้องสูญเสียไป, ทั้งนี้ เนื่องจากปริมาณชีวมวลมีไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด. โดยผลกระทบที่เกิดขึ้นกับชีวมวลที่เป็นพืชพลังงานทดแทนที่สำคัญ สรุปได้ดังนี้ :

- **ผลกระทบจากการนำปาล์มน้ำมันไปผลิตเป็นไบโอดีเซล**

ในปัจจุบันยังไม่พบปัญหาที่เกิดขึ้นจากการนำปาล์มน้ำมันไปผลิตไบโอดีเซล เนื่องจากยังไม่มีการนำไปผลิตเชิงพาณิชย์อย่างจริงจัง อีกทั้งยังมีปริมาณน้ำมันปาล์มที่เหลือในสต็อก แต่สำหรับการผลิตเพื่อใช้ในระดับพาณิชย์ ซึ่งมีเป้าหมายต้องผลิตไบโอดีเซลให้ได้ 8.5 ล้านลิตรต่อวัน

เพื่อมาผสมกับน้ำมันดีเซลให้ได้ร้อยละ 10 หรือ B10 ในปี 2555 หลายฝ่ายต่างกังวลว่า ปริมาณปาล์มน้ำมันอาจไม่เพียงพอ สาเหตุจากปาล์มน้ำมันเป็นวัตถุดิบหลักที่สำคัญในหลายอุตสาหกรรม.

- ผลกระทบจากการนำอ้อยไปผลิตเป็นเอทานอล

ส่วนที่ได้จากอ้อยที่นำมาผลิตเป็นพลังงานที่สำคัญ คือ กากน้ำตาลที่ใช้ผลิตเป็นเอทานอล, โดยพบว่า ในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมา ผลจากปัญหาภัยแล้งประกอบกับราคาอ้อยที่เกษตรกรได้รับไม่สอดคล้องกับต้นทุนการผลิต, ส่งผลให้เกษตรกรชาวไร่อ้อยบางส่วนหันไปเพาะปลูกพืชประเภทอื่นที่ให้ผลตอบแทนดีกว่า ทำให้ปริมาณอ้อยลดลงและส่งผลให้ปริมาณกากน้ำตาลลดลงตามไปด้วย. ถึงแม้ในขณะนี้ปริมาณกากน้ำตาลจะเพียงพอสำหรับใช้ในประเทศ, แต่สิ่งที่หลายฝ่ายกังวล คือ หากต้องใช้กากน้ำตาลในการผลิตเอทานอล ปริมาณกากน้ำตาลจะไม่เพียงพอสำหรับความต้องการใช้ในประเทศ, ซึ่งย่อมส่งผลต่อปริมาณกากน้ำตาลสำหรับส่งออกและอุตสาหกรรมที่ต้องใช้กากน้ำตาลสำหรับเป็นวัตถุดิบ, โดยเฉพาะอุตสาหกรรมสุราซึ่งมีสัดส่วนการใช้กากน้ำตาลถึงเกือบร้อยละ 50 ของผลผลิตกากน้ำตาลที่ใช้ในประเทศ.

- ผลกระทบจากการนำมันสำปะหลังไปผลิตเป็นเอทานอล

หากเปรียบเทียบกับกากน้ำตาล พบว่า มันสำปะหลังมีปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบน้อยกว่า โดยปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบมักอยู่ในช่วงที่มันสำปะหลังออกสู่ตลาดน้อย และช่วงเกิดปัญหาภัยแล้ง. อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันยังไม่พบปัญหาจากการนำมันสำปะหลังมาผลิตเป็นเอทานอล.

3.3.2 ผลกระทบระดับมหภาคในการนำชีวมวลไปผลิตสินค้าอื่น

ผลกระทบด้านบวกในการนำชีวมวลไปผลิตเป็นสินค้าที่เห็นได้ชัดเจนที่สุด คือ การสร้างรายได้ให้แก่ประเทศในรูปของการส่งออก. หากพิจารณาเฉพาะชีวมวลประเภทพืชผลทางการเกษตรที่ทำการศึกษา ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน, อ้อย, มันสำปะหลัง, พบว่า ในปี 2548 ประเทศไทยมีรายได้จากผลิตภัณฑ์ดังกล่าว รวมทั้งสิ้นประมาณ 57,713 ล้านบาท (ตารางที่ 42).

ตารางที่ 42. มูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์จากชีวมวลปี 2548

ชีวมวล	ประเภทผลิตภัณฑ์	ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)
ปาล์มน้ำมัน	น้ำมันปาล์ม	195,590	4,085
อ้อย	น้ำตาลทราย	3,012,117	28,114
	กากน้ำตาล	1,159,492	2,590
มันสำปะหลัง	แป้งมันสำปะหลัง	1,012,678	9,395
	มันเส้น	2,772,944	11,938
	มันอัดเม็ด	258,294	837
	กากมันสำปะหลัง	319,521	754

ที่มา : ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กระทรวงพานิชย์.

จากมูลค่าการส่งออกข้างต้น ทำให้หลายฝ่ายมีความกังวลในเรื่องรายได้ที่ต้องสูญเสียไป อันเนื่องจากต้องจัดสรรวัตถุดิบชีวมวลบางส่วนมาใช้ในการผลิตเป็นพลังงานทดแทน. นอกจากรายได้ที่สูญเสียไปแล้ว, อุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่นๆ เริ่มมีความกังวลเรื่องต้นทุนวัตถุดิบที่มีราคาสูงขึ้น เนื่องจากปริมาณชีวมวลที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด.

อย่างไรก็ตาม หากนำชีวมวลไปผลิตสินค้าเพื่อใช้ในภาคอุตสาหกรรมเพียงอย่างเดียว โดยไม่มีการนำมาจัดสรรเพื่อผลิตเป็นพลังงานทดแทน จะส่งผลให้ประเทศไทยต้องพึ่งพิงพลังงานจากต่างประเทศ ซึ่งจะกระทบต่อการเจริญโตของเศรษฐกิจ. โดยจะส่งผลกระทบมากหรือน้อยขึ้นกับความผันผวนของสถานการณ์พลังงานทั้งในด้านราคาและปริมาณ, ซึ่งสิ่งที่ปรากฏในปัจจุบัน คือ วิกฤติพลังงานที่สร้างความผันผวนได้เกิดขึ้นไปทั่วโลก ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นต่อไปในระยะยาว.

ผลกระทบจากการพึ่งพิงพลังงานจากต่างประเทศที่มีต่อเศรษฐกิจ เกิดขึ้นจาก 3 ช่องทางผ่านผลกระทบของอัตราเงินเฟ้อในประเทศ, ได้แก่ (ที่มา : รายงานแนวโน้มเงินเฟ้อ. ธนาคารแห่งประเทศไทย, กรกฎาคม 2549).

1. ผลกระทบทางตรง (Direct Effect) โดยราคาพลังงานที่สูงขึ้นจะทำให้ราคาสินค้าในหมวดพลังงานเพิ่มสูงขึ้นด้วย.

2. ผลกระทบทางอ้อม (Indirect Effect) ซึ่งเกิดจาการส่งผ่านต้นทุนด้านพลังงานที่สูงขึ้นไปยังราคาสินค้าและบริการอื่น ๆ เช่น การขนส่งและค่าโดยสาร เป็นต้น.

3. ช่องทางการส่งผ่านรอบที่สองของเงินเฟ้อ (Second Round Effect) อันเกิดจากการที่ค่าครองชีพเพิ่มขึ้น, แต่อุปสงค์ต่อสินค้าและบริการยังคงมีอยู่ ทำให้แรงงานสามารถเรียกร้องค่าจ้างเพิ่มขึ้น.

จากผลกระทบข้างต้น ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตยิ่งสูงขึ้น กดดันให้ผู้ผลิตผลักดันภาระต้นทุนไปสู่ประชาชน และส่งผลต่อการเจริญเติบโตของเศรษฐกิจในระยะยาว.

4. ผลการศึกษาความคุ้มค่าในการใช้ประโยชน์จากชีวมวล

ผลการศึกษาความคุ้มค่าในการใช้ประโยชน์จากชีวมวล โดยใช้เกณฑ์การวัดผลกระทบที่มีต่อเศรษฐกิจและการเพิ่มมูลค่า และผลกระทบที่เกิดขึ้นในระดับมหภาค, สรุปได้ว่า แนวทางการใช้ประโยชน์จากชีวมวลที่เหมาะสมที่สุด คือ การนำไปผลิตเป็นพลังงาน.

จากตารางที่ 43. ผลการศึกษาความคุ้มค่าในการใช้ประโยชน์จากชีวมวล ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน อ้อย และมันสำปะหลัง, โดยใช้เกณฑ์การวัดผลกระทบที่มีต่อเศรษฐกิจและการเพิ่มมูลค่า ซึ่งใช้ตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตปี 2543 (Input - Output Table : Domestic' Price) เป็นเครื่องมือในการศึกษา พบว่า ชีวมวลทั้ง 3 ประเภท มีความเหมาะสมในการนำไปผลิตเป็นพลังงาน เนื่องจากทำให้ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศเกิดขึ้นในระบบเศรษฐกิจได้มากกว่าการนำไปผลิตสินค้าอื่น.

การคำนวณผลกระทบจากการนำปาล์มน้ำมันไปใช้ประโยชน์ พบว่าเมื่อนำปาล์มน้ำมันไปแปรรูปเป็นน้ำมันปาล์มดิบจำนวน 1,000 ตัน เพื่อเป็นวัตถุดิบตั้งต้นสำหรับผลิตเป็นน้ำมันสำหรับบริโภค จะได้ปริมาณผลผลิตเป็นจำนวน 0.93 ล้านกิโลกรัม ก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ 13.11 ล้านบาท. ในขณะที่เมื่อนำไปผลิตเป็นไบโอดีเซล จะได้ปริมาณผลผลิตเป็นจำนวนเป็นจำนวน 1.03 ล้านลิตร ซึ่งทำให้เกิดผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศเป็นมูลค่าถึง 19.00 ล้านบาท.

การคำนวณผลกระทบจากการนำอ้อยไปใช้ประโยชน์ พบว่า เมื่อนำอ้อยไปแปรรูปเพื่อให้ได้กากน้ำตาลจำนวน 1,000 ตัน เพื่อเป็นวัตถุดิบตั้งต้นสำหรับผลิตเป็นเอทานอล จะได้ปริมาณผลผลิตเป็นจำนวน 0.25 ล้านลิตร ก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ 5.21 ล้านบาท. ในขณะที่เมื่อนำไปจำหน่ายเพื่อส่งออกต่างประเทศ จะทำให้เกิดผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศน้อยกว่า คิดเป็นมูลค่า 2.04 ล้านบาท.

การคำนวณผลกระทบจากการนำมันสำปะหลังไปใช้ประโยชน์ที่มีต่อระบบเศรษฐกิจ พบว่า เมื่อนำมันสำปะหลังจำนวน 1,000 ตัน ใช้เป็นวัตถุดิบตั้งต้นสำหรับผลิตเป็นแป้งมัน จะได้ปริมาณผลผลิตเป็นจำนวน 0.25 ล้านกิโลกรัม ก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ

1.29 ล้านบาท. ในขณะที่เมื่อนำไปผลิตเอทานอล จะได้ปริมาณผลผลิต 0.18 ล้านลิตร ก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศสูงกว่า คิดเป็นมูลค่า 1.81 ล้านบาท.

สำหรับผลการศึกษาความคุ้มค่าในการใช้ประโยชน์ชีวมวลประเภทของเสียจากอุตสาหกรรมและชุมชนได้แก่ ขยะมูลฝอย มูลสัตว์ และน้ำเสีย พบว่า การนำชีวมวลเหล่านี้ไปผลิตเป็นพลังงานจะมีต้นทุนสูงกว่าการกำจัดด้วยวิธีการอื่นๆ ที่ไม่ได้พลังงานกลับคืนมา. แต่หากพิจารณาถึงความคุ้มค่าในระยะยาว, ผลดีที่มีต่อสิ่งแวดล้อม และประโยชน์จากการที่มีพลังงานไว้ใช้ในสถานประกอบการ, การลงทุนนำชีวมวลเหล่านี้ไปผลิตเป็นพลังงานถือว่ามีความคุ้มค่า.

จากการศึกษาผลกระทบระดับมหภาค พบว่า การนำชีวมวลไปผลิตเป็นพลังงานทำให้เกิดผลกระทบด้านบวกที่สำคัญ คือ ช่วยสร้างความมั่นคงด้านพลังงาน, ลดการพึ่งพิงพลังงานจากต่างประเทศที่มีความผันผวนด้านราคา, และเสี่ยงต่อการขาดแคลนในอนาคต, ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ล้วนมีผลต่อเสถียรภาพทางเศรษฐกิจของประเทศในระยะยาว. อย่างไรก็ตาม เมื่อเริ่มมีการจัดสรรชีวมวลบางประเภทไปผลิตเป็นพลังงาน, โดยเฉพาะอ้อย, กากน้ำตาล และปาล์มน้ำมัน, ทำให้เกิดปัญหาการแย่งวัตถุดิบจากภาคอุตสาหกรรม และผู้ประกอบการบางรายมีความกังวลเรื่องรายได้ที่ต้องสูญเสียไป เนื่องจากปริมาณผลผลิตชีวมวลมีไม่เพียงพอต่อความต้องการ.

ตารางที่ 43. สรุปผลการศึกษาความคุ้มค่าในการใช้ประโยชน์จากชีวมวล

เกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบ	วัตถุดิบตั้งต้นเพื่อนำไปใช้ประโยชน์	ผลที่เกิดขึ้นเมื่อนำชีวมวลไปผลิตเป็นสินค้าอื่น	ผลที่เกิดขึ้นเมื่อนำชีวมวลไปผลิตเป็นพลังงาน
<u>เศรษฐกิจและการเพิ่มมูลค่า</u>			
• **ปาล์มน้ำมัน**	**น้ำมันปาล์มดิบ** จำนวน 1,000 ตัน	**น้ำมันบริโภค 0.93 ล้านกิโลกรัม** ทำให้เกิด GDP = 13.11 ล้านบาท	**ไบโอดีเซล 1.03 ล้านลิตร** ทำให้เกิด GDP = 19.00 ล้านบาท
• **อ้อย**	**กากน้ำตาล** จำนวน 1,000 ตัน	**กากน้ำตาลส่งออก 1,000 ตัน** ทำให้เกิด GDP = 2.04 ล้านบาท	**เอทานอล 0.25 ล้านลิตร** ทำให้เกิด GDP = 5.21 ล้านบาท
• **มันสำปะหลัง**	**มันสำปะหลัง** จำนวน 1,000 ตัน	**แป้งมัน 0.25 ล้านกิโลกรัม** ทำให้เกิด GDP = 1.29 ล้านบาท	**เอทานอล 0.18 ล้านลิตร** ทำให้เกิด GDP = 1.81 ล้านบาท
• **ขยะมูลฝอย**	-	**การกำจัดแบบฝังกลบ** ต้นทุนต่ำ แต่ไม่เกิดผลพลอยได้ และหากขาดการจัดการที่ดีจะมีผลเสียต่อสภาพแวดล้อม	**ผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า** ต้นทุนสูง แต่ให้ประสิทธิภาพในการกำจัดขยะดีกว่า ได้พลังงานไว้ใช้ จึงมีความคุ้มค่าในระยะยาว
• **มูลสัตว์**	-	**จำหน่ายเพื่อทำปุ๋ยคอก** ง่าย สะดวก ต้นทุนต่ำ แต่สร้างมูลค่าผลผลิตได้น้อยกว่า	**ผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า** ต้นทุนสูง แต่ได้พลังงานไว้ใช้ จึงมีความคุ้มค่าในระยะยาว
• **น้ำเสีย**	-	**การบำบัดน้ำเสียแบบใช้อากาศ** ไม่ได้พลังงานกลับคืนมา แต่สามารถผลิตน้ำทิ้งสุดท้ายที่มีคุณภาพตามข้อกำหนด	**การบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศ** ได้พลังงานกลับคืนมา ประหยัดมากกว่า แต่ไม่สามารถผลิตน้ำทิ้งสุดท้ายที่มีคุณภาพตามข้อกำหนด
<u>ผลกระทบในระดับมหภาค</u>			
• **ผลกระทบด้าน +**		สร้างรายได้จากการขายสินค้า และมูลค่าการส่งออก	ลดการพึ่งพิงพลังงานจากต่างประเทศ และสร้างความมั่นคงด้านพลังงาน
• **ผลกระทบด้าน -**		ประเทศขาดความมั่นคงด้านพลังงาน กระทบต่อเสถียรภาพทางเศรษฐกิจในระยะยาว	ทำให้ปริมาณวัตถุดิบชีวมวลไม่เพียงพอสำหรับภาคอุตสาหกรรม โดยเฉพาะกากน้ำตาลและปาล์มน้ำมัน

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

รายงานฉบับนี้กำหนดขอบเขตชีวมวลที่ทำการศึกษา ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน, อ้อย, มันสำปะหลัง, ขยะมูลฝอย, มูลสัตว์ และน้ำเสีย, โดยเปรียบเทียบผลกระทบที่ได้รับจากการนำชีวมวลไปใช้ประโยชน์โดยใช้เกณฑ์การวัดผลกระทบที่มีต่อเศรษฐกิจและการเพิ่มมูลค่า และผลกระทบที่เกิดขึ้นในระดับมหภาค. ผลการศึกษาสรุปได้ว่า การนำชีวมวลไปใช้ประโยชน์ด้านพลังงานเป็นสิ่งที่ควรดำเนินการ เนื่องจากให้ความคุ้มค่าและยังเป็นการสร้างความมั่นคงด้านพลังงานให้กับประเทศ. ดังนั้น ทุกฝ่ายไม่ว่าจะเป็นภาครัฐ, ภาคเอกชน และเกษตรกรจึงต้องตระหนักถึงความสำคัญ, โดยกำหนดเป้าหมายและแนวทางการพัฒนา, รวมทั้งสนับสนุนส่งเสริมซึ่งกันและกัน เพื่อให้ชีวมวลถูกนำไปใช้ให้ได้ประโยชน์สูงสุด.

อย่างไรก็ตาม มีข้อสังเกตในส่วนของปาล์มน้ำมันและอ้อย ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่ต้องการของหลายอุตสาหกรรม ทำให้อาจมีปัญหาเรื่องปริมาณวัตถุดิบที่ไม่เพียงพอในอนาคต. ดังนั้น หน่วยงานที่เกี่ยวข้องต้องให้ความสำคัญกับชีวมวลทั้งสองประเภท ในการเพิ่มปริมาณวัตถุดิบ, การเพิ่มมูลค่าสินค้าและผลพลอยได้เมื่อนำไปผลิตเป็นพลังงาน, หรือการสรรหาชีวมวลประเภทใหม่เพื่อทดแทนชีวมวลทั้งสองประเภท ให้มีความคุ้มค่าในการผลิตเป็นพลังงาน.

อนึ่ง ผลการศึกษาในรายงานฉบับนี้ เป็นเพียงการวิเคราะห์ในภาพรวมเท่านั้น, หากต้องการจัดทำแผนปฏิบัติการที่ชัดเจน จำเป็นต้องศึกษารายละเอียดต่างๆ เพิ่มเติม อาทิเช่น เทคโนโลยีที่เหมาะสม, ปริมาณและการจัดหาวัตถุดิบ, การบริหารจัดการ และอื่นๆ เพื่อให้ได้แนวทางที่เหมาะสมต่อการนำไปปฏิบัติ.

5.2 ข้อเสนอแนะในการพัฒนาชีวมวล

จากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและการใช้พลังงานจากชีวมวล ได้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการพัฒนาชีวมวลในอนาคตว่าควรมีลักษณะ ดังนี้ :

- การพัฒนาชีวมวลควรมุ่งไปที่การผลิตเป็นพลังงานและต้องเกิดขึ้นโดยเร็ว, เพื่อทดแทนการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ และเพื่อพึ่งพาตนเองด้านพลังงานได้ทั้งด้านขนส่ง, อุตสาหกรรม และภาวะฉุกเฉินในยามขาดแคลนพลังงาน.

- การพัฒนาชีวมวลต้องมีการพัฒนาอุตสาหกรรมการเกษตร ที่ในท้ายที่สุดแล้วสามารถทำให้ประเทศ, เอกชน, เกษตรกร, ทุกฝ่ายได้รับผลประโยชน์อย่างยั่งยืน.
- การพัฒนาชีวมวลต้องเป็นการส่งเสริมให้เกษตรกรของประเทศมีฐานะดีขึ้น, ทำให้เกษตรกรมีบทบาทในฐานะเป็นเจ้าของทรัพยากรสำคัญของชาติในอนาคต, เป็นเจ้าของแหล่งพลังงานของประเทศ.
- การพัฒนาชีวมวลต้องมีส่วนช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม, ในฐานะที่ใช้ผลิตพลังงานที่ลดมลพิษทางอากาศ เพื่อสุขภาพของประชาชน ฯลฯ.
- ในอนาคตระยะยาว, การเร่งสร้างวัตถุดิบชีวมวลต้องมากเพียงพอ, เพื่อให้ชีวมวลสามารถเป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตภัณฑ์อื่นนอกเหนือจากอาหารและพลังงาน.

ทั้งนี้เพื่อให้การพัฒนาชีวมวลเป็นไปได้ดังเป้าหมายข้างต้น ต้องอาศัยแนวทางการพัฒนาเป็นลำดับขั้น ดังนี้ :

1) ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องจะต้องเข้าใจทิศทางการพัฒนาชีวมวลให้ตรงกัน, โดยในระยะแรกของการพัฒนาควรเริ่มต้นจากการเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม เพื่อให้ใช้ทรัพยากรน้อยที่สุดและคุ้มค่าที่สุด, โดยการใช้เทคโนโลยีที่ได้รับการพิสูจน์แล้วว่ามีระยะเวลาการคืนทุนสั้นที่สุด. ในขณะเดียวกันต้องทำการวิจัยเทคโนโลยีต่อยอดที่เหมาะสมกับประเทศไทยคู่ขนานกันไป เพื่อให้ระยะต่อไปสามารถใช้เทคโนโลยีในประเทศที่พัฒนาขึ้นมาได้เอง ควบคู่กับการติดตามความก้าวหน้าของเทคโนโลยีต่างประเทศอย่างใกล้ชิด, เพื่อนำมาปรับใช้และเตรียมต่อยอดในประเทศได้.

2) การลงทุนระบบสนับสนุนโดยรัฐ ด้วยการลงทุนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน (infra-structure) เพื่อรองรับวัตถุดิบและสินค้าจากอุตสาหกรรมต่อเนื่องทั้งหมด เช่น จัดระบบชลประทาน, จัดระบบโลจิสติก (logistic) ในการขนส่งผลิตภัณฑ์จากสวนเข้าสู่โรงงาน, การขนส่งผลิตภัณฑ์จากโรงงานไปยังท่าเรือ, คลังสินค้า, จัดระบบขนส่งพลังงาน (เอทานอลและไบโอดีเซล), รวมทั้งผลิตภัณฑ์ต่อเนื่องอื่นๆ ทั้งในและต่างประเทศ.

3) จัดให้มีองค์กรเพื่อทำงานและผลักดันให้ชีวมวลสามารถผลิตและขายได้ตามเป้าหมาย, โดยจุดมุ่งหมายในการจัดตั้งองค์กรเพื่อ

- กำหนดเป้าหมายการพัฒนาอุตสาหกรรมตามลำดับความสำคัญ และกระตุ้นส่งเสริมสนับสนุนพัฒนาอุตสาหกรรมทั้งระบบ เช่น การออกมาตรการจูงใจการลงทุนต้นน้ำถึงปลายน้ำ, การลงทุนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน, การต่อยอดงานวิจัยและพัฒนาที่สอดคล้องกันและกัน, โดยเฉพาะกับอุตสาหกรรมที่มีอยู่ของเอกชน.

- บริหารจัดการให้อุตสาหกรรมมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูง แข่งขันได้อย่างยั่งยืนในระยะยาว

4) รัฐชักชวน ส่งเสริมและออกมาตรการให้เอกชนลงทุนผลิตพลังงานชีวมวลให้เป็นแบบครบวงจรอย่างจริงจังและต่อเนื่อง, ในรูปแบบความร่วมมือระหว่างรัฐ เอกชนและเกษตรกร, เพื่อเร่งให้การพัฒนาพลังงานชีวมวลขยายตัวได้รวดเร็วและมั่นคง, โดยกำหนดบทบาทของรัฐ เอกชนและเกษตรกรให้ชัดเจน, คือ :

บทบาทของรัฐ

1. ส่งเสริมให้มีการร่วมลงทุนระหว่างองค์กรทั้งภายในและภายนอกประเทศ,

2. ปรับปรุง/จัดการ/สร้างโครงสร้างพื้นฐาน (ที่ดิน + แหล่งน้ำ + เครือข่ายระบบโลจิสติก), การวิจัยและพัฒนากระบวนการผลิตรวมทั้งผลิตภัณฑ์ที่จำเป็นต่อการพัฒนาชีวมวลให้มีประสิทธิ-ภาพสูง ต้นทุนต่ำตามความจำเป็น,

3. ออกกฎหมาย/มาตรการที่เอื้อต่อการพัฒนา บริหารจัดการโครงการร่วมลงทุนให้ประสบความสำเร็จ.

บทบาทของเอกชน

1. ร่วมลงทุน โดยใช้การบริหารจัดการและเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม คุ้มค่าต่อการลงทุน มีประสิทธิภาพสูง สร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ผลิตภัณฑ์พลอยได้ (By-products) โดยผสมผสานทั้งการนำเข้าเทคโนโลยี และการต่อยอดเทคโนโลยี,

2. การบริหารจัดการ ให้คำนึงถึงผลประโยชน์ของทุกฝ่ายที่ร่วมลงทุน ตั้งแต่เกษตรกรถึงประเทศชาติ โดยยึดหลักการที่ให้ทุกฝ่ายได้รับผลประโยชน์อย่างเป็นธรรม.

บทบาทของเกษตรกร

1. ร่วมมือในการเรียนรู้และรับการถ่ายทอดเทคโนโลยี,

2. ซื่อสัตย์ต่อสัญญาซื้อขาย,

3. บริหารจัดการวัตถุดิบให้มีประสิทธิภาพ เพื่อผลประโยชน์ของตนเองแบบยั่งยืน.

5) ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องต้องให้ความสำคัญในการสร้างมูลค่าเพิ่มจากชีวมวลให้ได้มากที่สุด

6. เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2543. รายงานสถานการณ์การจัดการขยะมูลฝอยติดเชื้อในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : กรมควบคุมมลพิษ.

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2547. คู่มือการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนอย่างครบวงจร สำหรับผู้บริหารองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2547. กรุงเทพฯ : กรมควบคุมมลพิษ.

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2547. รายงานขยะมูลฝอยชุมชนที่เกิดขึ้นในประเทศไทย พ.ศ.2536-2546. กรุงเทพฯ : กรมควบคุมมลพิษ.

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2547. รายงานปัญหาน้ำเสียจากการเกษตรกรรม. กรุงเทพฯ : กรมควบคุมมลพิษ.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2547. รายงานโครงการศึกษาและสาธิตการผลิตพลังงานไฟฟ้า/ความร้อนจากขยะชุมชน. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2547. รายงานพลังงานทดแทนของประเทศไทยปี 2547. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน.

กรมศุลกากร กระทรวงพาณิชย์. สถิติการค้าระหว่างประเทศปี 2546 - 2548. กรุงเทพฯ : กรมศุลกากร.

กระทรวงพลังงาน. 2548. รายงานประจำปีกระทรวงพลังงานปี 2548. กรุงเทพฯ : กระทรวงพลังงาน. กรุงเทพฯ : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

เกียรติภักดี, วีรพันธ์ 2545. โครงการส่งเสริมก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์เพื่อเป็นพลังงานทดแทนและปรับปรุงสิ่งแวดล้อม. เชียงใหม่ : สถานเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ทองสถิต, อำนวย 2544. รายงานการศึกษาส่วนบุคคลเรื่องการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนเพื่อผลิตพลังงาน. นนทบุรี : วิทยาลัยนักบริหาร สถาบันพัฒนาข้าราชการพลเรือน.

ธนาคารแห่งประเทศไทย. 2549. รายงานแนวโน้มเงินเฟ้อ เดือนกรกฎาคม 2549. กรุงเทพฯ : ธนาคารแห่งประเทศไทย.

ธนาคารแห่งประเทศไทย. 2549. เอกสารประกอบการบรรยาย เรื่อง “การสิ้นสุดของยุคราคาน้ำมันต่ำ : บทเรียนและความท้าทายสำหรับยุทธศาสตร์พลังงานของไทย” โดยนายยรรยง ไทยเจริญและคณะ. การประชุม BOT Symposium 2006 ประเทศไทยกับการเข้าสู่เศรษฐกิจเอเชียยุคใหม่. กรุงเทพฯ : ธนาคารแห่งประเทศไทย.

บริษัท แซน.อี.68 คอนซัลติ้ง เอ็นจิเนียรส์ จำกัด. 2545. การจัดทำแนวทางการออกแบบวิศวกรรมเพื่อปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรมให้มีประสิทธิภาพและประหยัดพลังงานโดยระบบไม่ใช้ออกซิเจน : กรุงเทพฯ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

บริษัท เอทีที คอนซัลแตนท์ จำกัด, บริษัท ที ไอ เอส คอนซัลแตนท์ จำกัด, บริษัท เอเบิล คอนซัลแตนท์ จำกัด. 2548. รายงานการศึกษาและประเมินศักยภาพแหล่งชีวมวล. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2547. รายงานโครงการการศึกษาออกแบบการจัดตั้งโรงงานผลิตไบโอดีเซลนำร่องระดับชุมชน. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2549. รอบรู้เรื่องราวไบโอดีเซล.

สันติโสภาศรี, วิไล และคณะ, 2546. สถานภาพของวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมเกษตรและการใช้ประโยชน์. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2548. รายงานสถานภาพผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กและผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กมาก ประจำเดือนธันวาคม 2548. กรุงเทพฯ : สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2548. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2546 - 2548. กรุงเทพฯ : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.