



การศึกษาศักยภาพและแนวทางพัฒนาพลังงานหมุนเวียนในจังหวัด
นครสวรรค์

วีระชาติ จิตงาม

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

2551

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์)



การศึกษาศักยภาพและแนวทางพัฒนาพลังงานหมุนเวียนในจังหวัด
นครสวรรค์

วีระชาติ จริตงาม

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

2551

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์)

การศึกษาศักยภาพและแนวทางพัฒนาพลังงานหมุนเวียนในจังหวัดนครสวรรค์ Studying potential and development renewable energy in nakhonsawan

นายวีระชาติ จริตงาม

Mr. Weerachat Jaritngam

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ เพื่อศึกษาข้อมูลพลังงานจากแหล่งพลังงานหมุนเวียน ประเมินศักยภาพพลังงานหมุนเวียน และหาแนวทางพัฒนาพลังงานหมุนเวียนในเขตจังหวัด นครสวรรค์ ในงานวิจัยครั้งนี้ศึกษาพลังงานหมุนเวียน คือพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานชีวมวล และก๊าซชีวภาพ ผลการวิจัยมีดังนี้ พลังงานแสงอาทิตย์ พบว่าจังหวัดนครสวรรค์มีศักยภาพเชิง พลังงานแสงอาทิตย์ช่วงประมาณ 7,048-14,095 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ และ มีค่าความเข้ม แสงอาทิตย์มากที่สุดอยู่ระหว่าง 20 – 22 MJ/m² ในช่วงเดือน เมษายน รองลงมาคือเดือน พฤษภาคม เนื่องจากเป็นช่วงฤดูร้อน และมุมตกกระทบของรังสีจากดวงอาทิตย์ ตั้งฉากกับพื้นที่ มากที่สุด ดังนั้นค่าความเข้มแสงอาทิตย์จึงมีค่อนข้างสูง จึงทำให้จังหวัดนครสวรรค์มีศักยภาพ ด้านพลังงานแสงอาทิตย์ที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้อีกมาก พลังงานชีวมวล จากการประเมิน ศักยภาพในปี พ.ศ.2548 พบว่า อ้อย ส่วนยอดและใบ มีศักยภาพด้านพลังงานมากที่สุด ประมาณ 431.34 Ktoe รองลงมาคือฟางข้าว ประมาณ 126.68 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ต่อมาคือ ชาน อ้อย แกลบ ชังข้าวโพด และลำต้นมันสำปะหลัง ตามลำดับ ส่วนพลังงานก๊าซชีวภาพ จากการ ประเมินศักยภาพพลังงานจากมูลสัตว์ ปี พ.ศ. 2547 พบว่า ไก่ มีศักยภาพด้านพลังงานมากที่สุด ประมาณ 24.53 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ รองลงมาคือเป็ด ประมาณ 14.25 พันตันเทียบเท่า น้ำมันดิบ ต่อมาคือ โคเนื้อ สุกร และกระบือ ตามลำดับ

คำหลัก : พลังงานหมุนเวียน

ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

Study Potential and Development Renewable energy in Nakhonsawan

Mr.Weerachat Jaritngam

Abstract

This is research has the aim for studying energy from renewable energy source. To evaluate renewable every potential and finding a trail to progress for it in Nakhonsawan. In the research has studied the renewable every such as such as Solar energy biological mass and biological gas. Result, first order Solar energy, Find that Nakhonsawan has Solar energy potential part about 7,048 – 14,095 K. ton equal to petroleum oil, It has content of maximum Solar lighten between 20 to 22 MJ/m² In period of April Secondary is May, As a result is Summer and in flvence angle of radial Sunlight to vertical with placious area. Accordingly, Content of light in nearly hight effect to Nakhonsawan has potential Solar energy more utilizing.

Biological mass energy from to evaluate potential in 2005 B.C. find that a peak cane and leat have supremely energy potential about 431.34 k ton. Next order is dim of rice about 126.68 k ton equal to petroleum oil. Next to among the order is trash is trash cane husk, corncob and truk of tapioca. Biological gas from to evaluate energy potential from dung in 2004 B.C. find that Chicken has extremely energy energy potential about 24.53 k. ton equal to petroleum oil next order is dung of duck about 14.25 k. ton equal to petroleum oil. Next Among the order I cattle, pig and buffalo

Renewable energy

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	๗
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	๘
กิตติกรรมประกาศ	๙
สารบัญ	๑
สารบัญตาราง	๗
สารบัญภาพ	๗
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 วิธีการวิจัย	2
1.5 ขอบเขตการวิจัย	3
1.6 ระยะเวลาทำการวิจัย	3
บทที่ 2 ข้อมูลทั่วไปจังหวัดนครสวรรค์	
2.1 ที่ตั้งและขนาด	4
2.2 อาณาเขต	4
2.3 ลักษณะภูมิประเทศ	5
2.4 ลักษณะภูมิอากาศ	5
2.5 เขตการปกครอง	6
2.6 ทรัพยากรป่าไม้และสัตว์ป่า	7
2.7 ทรัพยากรดิน	9
2.8 ทรัพยากรน้ำ	11
2.9 การเกษตรกรรม	14

	หน้า
บทที่ 3 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
3.1 ความหมายของพลังงาน	17
3.2 ความหมายพลังงานหมุนเวียน	
3.2.1 พลังงานแสงอาทิตย์	18
3.2.2 พลังงานชีวมวล	24
3.2.3 พลังงานแก๊สชีวภาพ	36
3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	44
บทที่ 4 วิธีการดำเนินการวิจัย	51
บทที่ 5 ศักยภาพและแนวทางการพัฒนาพลังงานหมุนเวียน	
5.1 ศักยภาพของพลังงานแสงอาทิตย์	52
5.2 ศักยภาพของพลังงานชีวมวล	56
5.3 ศักยภาพของพลังงานก๊าซชีวภาพ	67
5.4 แนวทางการพัฒนาพลังงานหมุนเวียน	71
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย	
6.1 สรุปผล	73
6.2 ข้อเสนอแนะ	74
บรรณานุกรม	75

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 เขตการปกครองส่วนภูมิภาคและส่วนท้องถิ่นนครสวรรค์	6
3.1 ปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพสำหรับวัตถุประสงค์ต่างๆ	39
5.1 ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงอาทิตย์รายเดือน จังหวัดนครสวรรค์ ปี พ.ศ. 2545 -2547	55
5.2 เนื้อที่ และผลผลิต ข้าวนาปี จังหวัดนครสวรรค์ ปี 2546-2548	57
5.3 เนื้อที่ และผลผลิต ข้าวนาปรัง จังหวัดนครสวรรค์ ปี 2546-2548	57
5.4 เนื้อที่ และผลผลิตอ้อยโรงงาน จังหวัดนครสวรรค์ ปี 2546-2548	58
5.5 เนื้อที่ และผลผลิต มันสำปะหลังจังหวัดนครสวรรค์ ปี 2546-2548	58
5.6 เนื้อที่ และผลผลิต ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จังหวัดนครสวรรค์ ปี 2546-2548	58
5.7 การประเมินศักยภาพพลังงานจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร พ.ศ. 2546	64
5.8 การประเมินศักยภาพพลังงานจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร พ.ศ. 2547	65
5.9 การประเมินศักยภาพพลังงานจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร พ.ศ. 2548	66
5.10 จำนวนโค กระบือ และสุกรใน จังหวัดนครสวรรค์ ปี 2546-2548	67
5.11 จำนวนไก่เนื้อ ไก่พื้นเมือง และเป็ด ใน จังหวัดนครสวรรค์ ปี 2546-2548	67
5.12 การประเมินศักยภาพพลังงานจากมูลสัตว์ พ.ศ. 2546	68
5.13 การประเมินศักยภาพพลังงานจากมูลสัตว์ พ.ศ. 2547	69
5.14 การประเมินศักยภาพพลังงานจากมูลสัตว์ พ.ศ. 2548	70

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
2.1 แผนที่อาณาเขตจังหวัดนครสวรรค์	4
3.1 ชีวมวลประเภทแกลบ	26
3.2 ชีวมวลประเภทฟางข้าว	26
3.3 ชีวมวลประเภทกากอ้อย	27
3.4 ชีวมวลประเภทใบอ้อยและยอดอ้อย	28
3.5 ชีวมวลประเภทเห้งน้ำมันสำปะหลัง	28
3.6 ชีวมวลประเภทเปลือกและกากมันสำปะหลัง	29
3.7 ชีวมวลประเภทซังข้าวโพดและลำต้น	30
5.1 ศักยภาพเชิงพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย	53
5.2 แผนที่ปลูกข้าวนาปีแต่ละอำเภอในจังหวัดนครสวรรค์	59
5.3 แผนที่ปลูกข้าวนาปรังแต่ละอำเภอในจังหวัดนครสวรรค์	60
5.4 แผนที่ปลูกอ้อยโรงงานแต่ละอำเภอในจังหวัดนครสวรรค์	61
5.5 แผนที่มันสำปะหลังแต่ละอำเภอในจังหวัดนครสวรรค์	62
5.6 เนื้อที่ และผลผลิต ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จังหวัดนครสวรรค์ ปี 2546-2548	63

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยนั้นอุดมสมบูรณ์ด้วยแหล่งทรัพยากรพลังงานหมุนเวียนต่าง ๆ โดยเฉพาะ ชีวมวล แสงอาทิตย์ และพลังงานน้ำ ซึ่งพบได้ทั่ว ๆ ไป ทั้งประเทศ และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในหลาย ๆ ทาง เช่น การผลิตไฟฟ้า ด้วยเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าและเหมาะสมจะทำให้เกิดประโยชน์จากพลังงานหมุนเวียน และมีประสิทธิภาพสูงสุด พลังงานหมุนเวียนเป็นพลังงานที่ได้มาจากกระแสพลังงานที่ต่อเนื่องและเกิดซ้ำ ๆ ในสิ่งแวดล้อม แหล่งของพลังงานหมุนเวียน คือ แหล่งพลังงานที่เกิดขึ้นอยู่ต่อเนื่องไม่หมดไป เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ ลม ชีวมวล หรือแม้แต่ขยะมูลฝอย เป็นต้น ประโยชน์ที่ได้จากพลังงานหมุนเวียนมีหลาย ๆ ด้าน ทั้งการรักษาสิ่งแวดล้อมลดมลพิษจากการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิล จำพวกผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมต่างๆ อีกทั้งลดการนำเข้าเชื้อเพลิงพวกนี้จากต่างประเทศ และพลังงานเชื้อเพลิงยังให้ผลตอบแทนการลงทุนที่น่าสนใจอีกด้วย เทคโนโลยีเกี่ยวกับพลังงานหมุนเวียนนี้ได้รับการพัฒนาไปอย่างมาก รวมถึงการเปลี่ยนรูปพลังงานหมุนเวียนเหล่านี้เป็นพลังงานไฟฟ้า ในอดีตการผลิตไฟฟ้าได้ถูกจำกัดสิทธิแก่เฉพาะการไฟฟ้าของประเทศไทยเท่านั้น แต่กฎระเบียบเหล่านี้ได้รับการพัฒนา จนเอกชนสามารถทำการผลิตไฟฟ้าได้ด้วยเช่นกัน ตลอดจนเอกชนรายเล็ก ๆ หรือชุมชนก็สามารถทำการผลิตไฟฟ้าแล้วส่งขายไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่ายได้ด้วย จึงเป็นโอกาสที่ดีที่ผู้สนใจในการรักษาสิ่งแวดล้อม และลดการพึ่งพาระบบไฟฟ้าจากการไฟฟ้าเพียงระบบเดียว หรือต้องการมีบ้านเรือนหรือโรงงานที่มีระบบไฟฟ้าเองเพื่อประสิทธิภาพหรือภาพลักษณ์ที่ดียิ่งขึ้น พลังงานหมุนเวียน ที่มีศักยภาพในประเทศไทย และได้มีการพัฒนาและทดลองติดตั้งอยู่แล้วในประเทศไทย มีหลายประเภท ดังนี้ ชีวมวล ประเทศไทยมีแหล่งของชีวมวล จำนวนมาก ซึ่งชีวมวลนั้นมาจากของเสียจากการเกษตรเป็นส่วนใหญ่ ชีวมวลที่สำคัญของประเทศไทย ได้แก่ แกลบ, ชานอ้อย, เศษปาล์มน้ำมัน และเศษไม้จากอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ โดยประมาณแล้ว ประเทศไทยมีของเสียเหล่านี้กว่า 60 ล้านตันในแต่ละปี หรือกากของเสียจากอุตสาหกรรมที่สามารถเผาไหม้ได้โดยตรงและให้พลังงานความร้อนออกมานำไปผลิตไฟฟ้าต่อไป ก๊าซชีวภาพ ซึ่งมีส่วนประกอบหลัก คือ ก๊าซมีเทน ซึ่งสามารถผลิตได้โดยตรงจากมูลสัตว์ในการประกอบการปศุสัตว์ และน้ำเสียจากกระบวนการแปรรูปอาหาร ก๊าซชีวภาพนี้สามารถนำมาเผาไหม้เพื่อให้ความร้อนในกระบวนการอุตสาหกรรมอื่น ๆ หรือนำมาผลิตไฟฟ้าได้ แสงอาทิตย์ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีปริมาณแสงแดดมาก โดยเฉพาะภาคเหนือ และบางส่วนของภาคกลาง ปัจจุบันมีกำลังการผลิตไฟฟ้าจาก เซลล์สุริยะ ในประเทศ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาข้อมูลพลังงานจากแหล่งพลังงานหมุนเวียน
2. เพื่อประเมินศักยภาพพลังงานหมุนเวียน
3. เพื่อหาแนวทางพัฒนาพลังงานหมุนเวียน

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. จังหวัดนครสวรรค์มีข้อมูลด้านพลังงานหมุนเวียน เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำแผนยุทธศาสตร์ด้านพลังงานในระดับจังหวัด
2. รู้แหล่งที่มาของพลังงาน ปริมาณของแหล่งพลังงาน เพื่อประเมินศักยภาพของพลังงานหมุนเวียนในแต่ละชนิด ให้เป็นพลังงานทดแทนอย่างยั่งยืน
3. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ สามารถให้บริการวิชาการสู่ชุมชน ในการพัฒนาและชี้แนะแนวทาง เพื่อนำพลังงานหมุนเวียนมาใช้ให้เป็นประโยชน์อย่างเต็มศักยภาพ

1.4 วิธีการวิจัย

1. ศึกษาข้อมูลพลังงานหมุนเวียน
 - จากเอกสาร บทความ หนังสือวิชาการ งานวิจัย และ ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
2. เก็บข้อมูล รวบรวมแหล่งพลังงานหมุนเวียน ในจังหวัดนครสวรรค์
3. รวบรวมข้อมูล สถิติต่างๆ ด้านพลังงานหมุนเวียน จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานปศุสัตว์ เป็นต้น
3. วิเคราะห์ผล
 - ประเมินศักยภาพพลังงานหมุนเวียน
 - แนวทางการพัฒนาพลังงานหมุนเวียน
4. จัดทำรายงานสรุปผลการวิจัย

1.5 ขอบเขตการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือแหล่งพลังงานหมุนเวียน จำนวน 15 อำเภอ ในเขตจังหวัดนครสวรรค์
2. ตัวแปรที่จะศึกษา มี ดังนี้
 - ตัวแปรอิสระ คือ แหล่งพลังงานหมุนเวียน แบ่งออกเป็น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานชีวมวล และพลังงานก๊าซชีวภาพ
 - ตัวแปรตาม คือ ศักยภาพในการพัฒนาพลังงานหมุนเวียน

1.6 ระยะเวลาทำการวิจัย

ตั้งแต่เดือนกันยายน 2549 - เดือนมีนาคม 2551

บทที่ 2

ข้อมูลทั่วไปจังหวัดนครสวรรค์

จังหวัดนครสวรรค์ มีพื้นที่ตั้งอยู่ระหว่างภาคเหนือกับภาคกลาง ซึ่งเรียกว่า ภาคเหนือตอนล่าง หรือภาคกลางตอนบน มีขนาดที่ตั้ง อาณาเขต ลักษณะภูมิประเทศ ภูมิอากาศ เขตการปกครอง ทรัพยากรและการประกอบอาชีพ ดังต่อไปนี้ [45]

2.1 ที่ตั้งและขนาด

- ระยะทางจากกรุงเทพฯ ถึงจังหวัดนครสวรรค์ 237 กิโลเมตร
- พื้นที่ของจังหวัด 9,597.677 ตารางกิโลเมตร หรือ 5,998,548 ไร่

2.2 อาณาเขต



รูปที่ 2.1 แผนที่อาณาเขตจังหวัดนครสวรรค์

ติดต่อกับจังหวัดต่างๆ ดังนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ จังหวัดพิจิตร และกำแพงเพชร
ทิศใต้	ติดต่อกับ จังหวัดลพบุรี, อุทัยธานี, ชัยนาท และสิงห์บุรี
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ จังหวัดเพชรบูรณ์
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ จังหวัดตาก

2.3 ลักษณะภูมิประเทศ

ตามลักษณะภูมิศาสตร์โดยทั่วไป ส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่มเหมาะแก่การเกษตร เป็นที่ราบประมาณ 3 ใน 4 ของพื้นที่จังหวัด มีแม่น้ำสายสำคัญคือ แม่น้ำปิง แม่น้ำยม และ แม่น้ำน่าน ไหลมารวมกันเป็น แม่น้ำเจ้าพระยา ไหลผ่านช่วงกลางของจังหวัด แม่น้ำที่กล่าวได้แบ่งพื้นที่ของจังหวัดออกเป็นด้านตะวันออกและตะวันตก และมีเพียง 6 อำเภอที่ตั้งอยู่บนแม่น้ำสายหลัก สภาพภูมิประเทศทางด้านทิศตะวันตกของจังหวัดมีภูเขาสลับซับซ้อนและเป็นป่าทึบในเขตอำเภอ ลาดยาว อำเภอแม่วงก์ กิ่งอำเภอแม่เปิน และกิ่งอำเภอชุมตาบง พื้นที่ป่าของจังหวัดเป็นสภาพป่าที่เชื่อมโยงติดต่อกับป่าห้วยขาแข้งของจังหวัดอุทัยธานีในเส้นทางใต้ของอำเภอแม่วงก์ ส่วนบนของอำเภอแม่วงก์และอำเภอลาดยาวเป็นส่วนติดต่อกับป่าทึบของจังหวัดตาก ที่เชื่อมโยงไปถึงป่าทุ่งใหญ่นเรศวรของจังหวัดกาญจนบุรี

สภาพพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัด เป็นที่ราบค่อนข้างเรียบแคบบริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำ โดยเฉพาะตอนกลางของจังหวัด ซึ่งอยู่ในเขตอำเภอเมืองฯ ,อำเภอบรรพตพิสัย, อำเภอชุมแสง , อำเภอท่าตะโก , อำเภอโกรกพระ และอำเภอพยุหะคีรี สภาพพื้นที่ทางทิศตะวันตก (เขตอำเภอ ลาดยาว ,อำเภอแม่วงก์ , กิ่งอำเภอแม่เปินและกิ่งอำเภอ ชุมตาบง) และทิศตะวันออก (เขตอำเภอ หนองบัว,อำเภอไพศาลี,อำเภอตากฟ้าและอำเภอตาคลี) มีลักษณะเป็นแบบลอนลูกคลื่น ยกตัวขึ้นจากตอนกลางของจังหวัด สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 50-150 เมตร

2.4 ลักษณะภูมิอากาศ

มีลักษณะร้อนชื้น มีช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งที่เห็นเด่นชัด ฤดูฝนได้รับอิทธิพลจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้อยู่ในช่วงเดือนตุลาคม ส่วนฤดูหนาวอยู่ในช่วงเดือนตุลาคมถึงมกราคมได้รับอิทธิพลความเย็นมาจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ สำหรับปี 2547 ช่วงเดือนมกราคมและธันวาคม มีอากาศหนาว อุณหภูมิต่ำสุด 15.3 องศาเซลเซียส และช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคม มีอากาศร้อนถึงร้อนจัด อุณหภูมิสูงสุด 41.5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ย 28.31 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนทั้งปี 929.0 มิลลิเมตร และมีฝนตกทั้งหมด 111 วัน

สภาพภูมิอากาศของจังหวัดนครสวรรค์ สัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนในแต่ละปี หากปีใดปริมาณน้ำฝนมากกว่า 1,200 มิลลิเมตรต่อปี จะเกิดปัญหาน้ำท่วม ถ้าปริมาณฝนต่ำกว่า 1,000 มิลลิเมตรต่อปี จะประสบปัญหาฝนแล้ง ทั้งนี้สืบเนื่องจากสภาพพื้นที่ของจังหวัดที่มีลักษณะคล้ายท้องกระทะ หรือฝั่เสื่อกางปักปัน

2.5 เขตการปกครอง

จังหวัดนครสวรรค์จัดรูปการปกครองตามลักษณะการปกครองส่วนภูมิภาคโดยแบ่งออกเป็น 13 อำเภอ 2 กิ่ง อำเภอได้แก่ อำเภอเมืองนครสวรรค์ อำเภอเก้าเลี้ยว อำเภอโกรกพระ อำเภอชุมแสง อำเภอลาดยาว อำเภอหนองบัว อำเภอบรรพตพิสัย อำเภอตากถ้ำ อำเภอท่าตะโก อำเภอไพศาลี อำเภอพยุหะคีรี อำเภอตากฟ้า อำเภอแม่วงก์ กิ่งอำเภอแม่เปิน และกิ่งอำเภอชุมตาบง และจัดรูปการปกครองตามลักษณะการปกครองส่วนท้องถิ่นประกอบด้วย องค์การบริหารส่วนจังหวัด 1 แห่ง เทศบาล 18 แห่ง และองค์การบริหารส่วนตำบล 127 แห่ง 1,433 หมู่บ้าน

ตารางที่ 2.1 เขตการปกครองส่วนภูมิภาคและส่วนท้องถิ่นจังหวัดนครสวรรค์

ที่	อำเภอ/กิ่งอำเภอ	พื้นที่ (ตร.กม.)	จำนวน หมู่บ้าน	จำนวน ตำบล	จำนวน เทศบาล	จำนวน อบต.
1.	เมืองนครสวรรค์	748.268	171	16	2	16
2.	โกรกพระ	298.194	65	9	2	8
3.	ชุมแสง	716.726	126	10	2	9
4.	หนองบัว	819.505	107	9	1	9
5.	บรรพตพิสัย	909.897	118	13	1	13
6.	เก้าเลี้ยว	256.713	43	5	1	4
7.	ตากถ้ำ	854.062	127	10	2	10
8.	ท่าตะโก	608.225	112	10	1	10
9.	พยุหะคีรี	740.794	125	11	2	11
10.	ไพศาลี	979.457	101	8	1	8
11.	ลาดยาว	691.096	149	12	2	12
12.	ตากฟ้า	570.692	76	7	1	7
13.	แม่วงก์	766.808	66	4	0	4
14.	กิ่ง อ.แม่เปิน	260.200	24	1	0	1
15.	กิ่ง อ.ชุมตาบง	379.040	23	2	0	2
รวม 13 อำเภอ 2 กิ่งอำเภอ		9,597.677	1,433	127	18	124

ข้อมูล: <http://61.19.192.250/intra/mis/main.php>, ระบบฐานข้อมูลจังหวัดนครสวรรค์ 25ต.ค.2551

2.6 ทรัพยากรป่าไม้และสัตว์ป่า

จังหวัดนครสวรรค์ พ.ศ. 2547 มีพื้นที่ป่าไม้ประมาณ 1,458,457 ไร่ หากพิจารณาเปรียบเทียบ พื้นที่ป่าไม้ของจังหวัดต่าง ๆ ทางภาคเหนือ 17 จังหวัด จังหวัดนครสวรรค์มีพื้นที่ป่าไม้ทั้งในด้านปริมาณ และสัดส่วนต่ำที่สุดในภาคเหนือยกเว้นจังหวัดพิจิตรที่ไม่ปรากฏว่ามีข้อมูลเนื้อที่ป่าไม้

2.6.1 ทรัพยากรป่าไม้

จังหวัดนครสวรรค์มีพื้นที่ที่ได้รับการคุ้มครองตามพระราชบัญญัติป่าสงวนแห่งชาติ พ.ศ. 2507 เป็นป่าสงวนแห่งชาติ จำนวน 6 ป่า เนื้อที่รวมทั้งสิ้น 1,319,293.25 ไร่ จากข้อมูลการแปรตีความภาพถ่ายดาวเทียม ของกรมป่าไม้ ปรากฏว่าเนื้อที่ป่าของจังหวัดนครสวรรค์ในปี พ.ศ. 2543 มีจำนวนประมาณ 894.92 ตารางกิโลเมตร หรือ 559,325 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 9.39 ของพื้นที่จังหวัด แต่เมื่อเปรียบเทียบพื้นที่ป่าในอดีตปรากฏว่ามีพื้นที่ป่า เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2541 ประมาณ 233 ตารางกิโลเมตร

สาเหตุของการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าไม้ อาจเนื่องมาจากการทดแทนของป่าไม้ตามธรรมชาติ การปลูกป่าทดแทนโดยภาครัฐ และเอกชน และความร่วมมือจากประชาชนในการป้องกันรักษาพื้นที่ป่าไม้ โดยลักษณะพื้นที่ป่าคงสภาพ ส่วนใหญ่เป็นป่าเบญจพรรณ ในท้องที่อำเภอไพศาลี อำเภอหนองบัว ส่วนทางด้านอำเภอแม่วงก์ กิ่งอำเภอชุมตาบง และกิ่งอำเภอแม่เปิน เป็นป่าเบญจพรรณที่มีไม้สักขึ้นอยู่ ชนิดไม้มีค่าทางเศรษฐกิจที่พบทั่วไป ได้แก่ แดง ยางนา ประดู่ มะค่าโมง เสลาฯลฯ

ชนิดป่าไม้ของจังหวัดนครสวรรค์ เป็นป่าเบญจพรรณ (Mixed Deciduous forest) ปาดงดิบ (Evergreen forest) และป่าเต็งรัง (Deciduous dipterocarp forest) พันธุ์ไม้มีค่าทางเศรษฐกิจที่สำคัญ ได้แก่ ไม้สัก (Tectona grandis) ที่มีอยู่ในป่าเบญจพรรณ ซึ่งอยู่ในท้องที่อำเภอแม่วงก์และกิ่งอำเภอ แม่เปิน นอกจากนี้ยังมีไม้ที่มีค่าทางเศรษฐกิจชนิดอื่นอีก เช่น ไม้ยาง มะค่าโมง ตะเคียนทองแดง ประดู่ เสลา กระบาก เต็ง รัง เหียง พลวง ฯลฯ

พืชพรรณไม้

พืชพรรณไม้ธรรมชาติในท้องที่จังหวัดนครสวรรค์ ประกอบด้วย สังคมพืชป่าที่ขึ้นอยู่ในป่าชนิดต่าง ๆ ดังนี้

(1) ปาดงดิบเขา พรรณไม้ที่พบได้ส่วนมากเป็นต้นไม้วงศ์ม้อ (Fagaceae) ได้แก่ กอเดือย (Castanopsis acuminatissima) ก่อลิ้น (C.indica) ก่อหนาม (C.castata) นอกจากนี้ ยังมีไม้

(2) ปาดงดิบแล้ง พรรณไม้ที่อยู่ในป่านชนิดนี้ที่เป็นไม้เรือนยอดเด่น ซึ่งเป็นไม้ในวงศ์ยาง (Dipterocarpaceae) ได้แก่ ยางแดง (*Dipterocarpus turbinatus*) ยางนา (*D. alatus*) กระบาก (Anisopteracostata) พะยอม (*Shorea talura*) มะหาด (*Artocarpus lakoocha*) กะบากลัก (*Hydnocarpus ilicjoli*) พลวง (*Mimocylon* spp.) และลำดวน (*Melodorum jruticosum*) สังคม ปาดงดิบแล้งมีไม้ให้ผลรับประทานได้หลายชนิด และเป็นอาหารของสัตว์ในพื้นที่ เช่น ลำไยป่า (*Paranephelium longifoliolatum*) คอแลน (*Nephelium hypoleucm*) มะหวด (*Lepisanthes rubiginosa*) ไทร (*Ficus* spp.) และมะไฟป่า (*Baccaurea sapida*) เป็นต้น

(3) ป่าเบญจพรรณ พรรณไม้ที่สำคัญที่พบในป่านชนิดนี้ เป็นไม้มีค่าทางเศรษฐกิจหลายชนิด ได้แก่ ไม้สัก (*Tectona grandis*) มะค่าโมง (*Azelia xylocarpa*) ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus*) ชิงชัน (*Dalbergia oliveri*) แดง (*Xylocarpus kerrii*) ไซ (*Gmelina arborea*) และเสลา (*Lagerstroemia loudonii*) และนอกจากนี้ ยังมีไม้พื้นล่างซึ่งเป็นไม้ชนิดต่าง ๆ ขึ้นอยู่ ได้แก่ ไม้ไผ่ (*Bambusa arundinaceae*) ไม้ไร่ (*Gigantochloa albociliata*) ไม้ชางนวล (*Dendrocalamus strictus*) และไผ่รวก (*Thysostachys siamensis*) เป็นต้น

(4) ป่าเต็งรัง พรรณไม้มีค่าที่พบในป่านชนิดนี้ได้แก่ เต็ง (*Shorea obtusa*) รัง (*S. siamensis*) ยางตราด (*Dipterocarpus intricatus*) ยางเหียง (*D. obtusifolius*) ยางพลวง (*D. tuereulatus*) ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus*) มะขามป้อม (*Phyllanthus emblica*) พะยอม (*Shorea talura*) สมอไทย (*Terminalia chebula*) ไม้พื้นล่าง ได้แก่ ปรง (*Cycas siensis*) ไม้แพ็ก (*Arundinaria pumilla*) เป็นต้น

2.6.2 สัตว์ป่า

สัตว์ป่าที่สำรวจพบ ได้แก่ เลียงผา (*Naemorhedus sumatraensis*) สมเสร็จ (*Tapirus indicus*) และ ซึ่งเป็นสัตว์ป่าสงวน นอกจากนี้ ยังมีสัตว์ป่าขนาดใหญ่ที่ใกล้จะสูญพันธุ์อีกหลายชนิด เช่น ช้างป่า กระทิง วัวแดง เสือโคร่ง เสือดาว หมี และพวก ลิง ค่าง ชะนี สัตว์จำพวกนก ได้แก่ นกเหยี่ยว และนกอินทรีบางชนิด นอกจากนี้ยังพบนกชนิดต่าง ๆ อีกมาก

2.7 ทรัพยากรดิน

พื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดนครสวรรค์เป็นแอ่งตรงกลาง ยกตัวสูงขึ้นไปทางทิศตะวันตก และทิศตะวันออกดินที่เกิดขึ้นจากวัสดุต้นกำเนิด ในลักษณะหรือสภาพพื้นที่ประเภท ต่างๆ กัน ซึ่งพอจะแบ่งออกได้เป็น 8 ประเภท คือ

2.7.1 ที่ราบน้ำท่วมถึง (Flood Plain) เป็นพื้นที่ส่วนใหญ่ทางตอนกลางของพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ เป็นผลจากการไหลของน้ำตะกอน ที่มีเนื้อมหาบจะอยู่ใกล้ลำน้ำทำให้เกิดสันริมน้ำ ตะกอนเนื้อละเอียดถูกพัดพาไปในที่ลุ่ม (River Basin) ความอุดมสมบูรณ์ของดินปานกลาง ส่วนใหญ่จะใช้ประโยชน์ในการทำนาและปลูกไม้ผลต่าง ๆ ในบริเวณสันริมน้ำ

2.7.2 ลานตะพักลำน้ำกลางเก่ากลางใหม่ (Semi-Recent Terrace) เป็นพื้นที่ที่มีอายุมากกว่า อยู่สูงกว่าและไกลจากแม่น้ำมากกว่าบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึง น้ำจากแม่น้ำท่วมไม่ถึง พบเป็นบริเวณกว้างทางตอนเหนือของอำเภอบรรพตพิสัย อำเภอท่าตะโก ทางทิศตะวันออกของอำเภอหนองบัวและบริเวณตอนกลางของอำเภอลาดยาวดินบริเวณนี้จึงมีวัสดุต้นกำเนิดมาจากตะกอนที่มีเนื้อละเอียด หรือปานกลางพื้นที่บริเวณนี้ใช้ประโยชน์ในการทำนาในที่ลุ่มและปลูกพืชไร่บนที่ดอน

2.7.3 ลานตะพักลำน้ำระดับต่ำ (Low Terrace) เป็นบริเวณที่มีอายุมากกว่าที่ราบน้ำท่วมถึงและลานตะพักน้ำกลางเก่ากลางใหม่ ปัจจุบันใช้ประโยชน์ในการทำนา ซึ่งบางบริเวณเปลี่ยนสภาพมาจากป่าแดง และบางส่วนของ 38 ไร่สภาพป่าแดง ที่เสื่อมโทรมอยู่ พบในเขตอำเภอหนองบัว อำเภอไพศาลี

2.7.4 ลานตะพักน้ำระดับสูง (High Terrace) เป็นบริเวณที่เกิดจากการทับถมของตะกอนจาก ลำน้ำเก่า ที่มีอายุมากที่สุดส่วนใหญ่ อยู่ในเขตอำเภอหนองบัว และอำเภอไพศาลี การระบายน้ำอยู่ในระดับดีถึงดีมากความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ในปัจจุบันถูกใช้ประโยชน์ในการปลูกพืชไร่เป็นป่าเสื่อมโทรมและที่รกร้างว่างเปล่า

2.7.5 เนินตะกอนรูปพัดติดต่อกัน (Coalescing Fans) เกิดจากน้ำของลำห้วย และลำธารต่าง ๆ ที่พัดพาเอาตะกอนมาทับถม ในบริเวณปากทางของหุบเขาต่าง ๆ พบเป็นบริเวณกว้างทางด้านทิศตะวันตกของอำเภอลาดยาว ซึ่งมีเทือกเขาสูงและลำห้วยมาก ลักษณะของดินส่วนใหญ่เนื้อดินเป็น ดินร่วนปนทราย ดินร่วนเหนียวปนทราย ดินร่วนเหนียวปนกรวด มีการระบายน้ำดี ความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ ปัจจุบันถูกใช้ประโยชน์ในการปลูกพืชไร่และบางส่วนเป็นป่า

2.7.6 ลานตะพักปูนมาร์ล (Marl Terrace) พบเป็นบริเวณกว้าง อยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของจังหวัดนครสวรรค์ บริเวณเขตอำเภอตากฟ้า อำเภอตากฟ้า ลักษณะดินมีเนื้อดินเป็นดิน

2.7.7 พื้นที่ผิวที่เหลือน้ำจากการกัดกร่อน (Dissected Erosion Surface) บริเวณนี้มีการปรับพื้นที่ ให้ราบเรียบลงโดยการชะล้างพังทลายของหินพื้นฐานต่าง ๆ ลักษณะของดินมีเนื้อดินเป็นดินเหนียว ดินร่วนเหนียว ดินร่วนดินเหนียว ปนกรวดหิน การระบายน้ำดี ความอุดมสมบูรณ์ของดินปานกลางถึงสูง ปัจจุบันถูกใช้ประโยชน์ในการปลูกพืชไร่

2.7.8 ภูเขา (Mountain) เป็นบริเวณที่มีความลาดชันมากกว่าร้อยละ 35 พบมากทางด้านทิศตะวันตกของจังหวัด เขตติดต่อกับจังหวัดอุทัยธานีและจังหวัดตาก ทางด้านทิศตะวันออก ซึ่งส่วนใหญ่ดินบริเวณนี้เนื้อดินมีลักษณะเป็นดินร่วน ดินเหนียวและดินเหนียวที่มีการระบายน้ำดี ในปัจจุบันมีบางส่วนยังคงสภาพเป็นป่าไม้ ซึ่งมีลักษณะหินโผล่อยู่โดยทั่วไปและบางส่วนถูกบุกรุกทำลายใช้เพาะปลูกพืชไร่

แร่ธาตุ จากสภาพธรณีวิทยาที่พบบริเวณที่มีหินมีอายุเก่าแก่มากของจังหวัดนครสวรรค์ จะเป็นหินเวกส่วนใหญ่ของทิศตะวันตก แร่ธาตุต่าง ๆ ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจส่วนใหญ่จะจำกัดอยู่เฉพาะในหินเวกทางทิศตะวันตกของจังหวัด และมีแร่กระจายอยู่ทางตอนกลาง และทิศตะวันออกบ้าง แหล่งแร่เศรษฐกิจที่พบแล้วในจังหวัดนครสวรรค์ มีดังนี้

(1) แร่ยิปซัม (Gypsum) พบที่อำเภอหนองบัว มีปริมาณการผลิตถึงร้อยละ 69.2 ของภาคเหนือ หรือร้อยละ 22.5 ของประเทศ ลักษณะการใช้แร่ยิปซัมถูกนำไปใช้เพื่อการผลิตปูนซีเมนต์ (Portland Cement) เป็นส่วนใหญ่แผ่นยิปซัมอัด (Gypsum Board)

(2) แร่เหล็ก (Iron) พบที่ตำบลหัวหวาย อำเภอตาคลี (ทำการผลิตแล้ว) และเขاب่อเหล็ก -เขاب่อแก้ว อำเภอพยุหะคีรี การผลิตแร่เหล็กในจังหวัดมีปริมาณลดลงในปัจจุบัน

(3) หินอ่อน (Marble) พบที่อำเภอบรรพตพิสัย การผลิตหินอ่อนเพิ่งเริ่มดำเนินการผลิตใน พ.ศ. 2523 เพียง 100 ตัน ปริมาณการผลิตหินอ่อนเพิ่มขึ้นทุกปี เพราะมีความนิยมนำหินอ่อนไปประดับ ที่อยู่อาศัยและอาคารสำนักงานเพิ่มมากขึ้น ขนาดการผลิตในจังหวัดยังคงเป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็ก มีโรงงานผลิตหินอ่อนและหินแกรนิต 3 แห่ง ขนาดเงินทุนรวม 176.8 ล้านบาท

(4)หินแกรนิต (Granite) พบที่อำเภอบรรพตพิสัย การผลิตหินแกรนิตในจังหวัดนครสวรรค์ มีการผลิตครั้งแรกใน พ.ศ. 2534 ปริมาณผลผลิต 500 ตัน ลักษณะการใช้เช่นเดียวกับหินอ่อน คือนำไปใช้ประดับอาคารและที่อยู่อาศัย

(5)ดินมาร์ล (Marl) หรือดินสอพอง พบที่อำเภอตาคลี

(6)หินปูน (Limestone) กระจายอยู่ทั่วไปในจังหวัด จังหวัดนครสวรรค์เป็นแหล่ง ผลิต

หินปูนแหล่งเดียวของภาคเหนือ ลักษณะการใช้ส่วนใหญ่หินปูนถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ สำหรับอุตสาหกรรมอื่นๆที่นำแร่หินปูนไปใช้ คือ อุตสาหกรรมน้ำตาล อุตสาหกรรมแคลเซียม คาร์ไบด์อุตสาหกรรมเครื่องหนัง และอุตสาหกรรมปูนขาว

(7)ทราย (Sand) มีอยู่ทั่วไปตามบริเวณลุ่มแม่น้ำปิง

จากลักษณะทางธรณีของจังหวัดนครสวรรค์ พบว่าโอกาสที่จะพบแหล่งแร่เศรษฐกิจ ยังมีโอกาสเกิดขึ้นได้ในที่เป็นภูเขาทางทิศตะวันตกหากได้มีการสำรวจอย่างจริงจัง

2.8 ทรัพยากรน้ำ

ทรัพยากรน้ำของจังหวัดนครสวรรค์ ได้มาจากแหล่งที่สำคัญ ๓ แหล่ง คือ แหล่งน้ำผิวดิน แหล่งน้ำใต้ดิน และแหล่งน้ำชลประทาน ดังนี้

2.8.1 แหล่งน้ำผิวดิน

แหล่งน้ำผิวดิน ได้แก่ น้ำในแม่น้ำและลำห้วยลำคลองสายต่าง ๆ ซึ่งมีต้นกำเนิดจากภูเขาทางด้านทิศตะวันออก และทิศตะวันตกของจังหวัด มีต้นกำเนิดจากที่อื่นแล้วไหลผ่านจังหวัดนครสวรรค์แม่น้ำสายใหญ่ที่มีประโยชน์ และมีความสำคัญต่อความเป็นอยู่และเศรษฐกิจของประชากร ได้แก่ แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำปิง แม่น้ำยม และแม่น้ำน่าน นอกนั้นเป็นลำน้ำสายเล็กซึ่งส่วนใหญ่จะไหลลงสู่แม่น้ำดังกล่าวเกือบทั้งสิ้น ดังนั้น แหล่งน้ำผิวดินในจังหวัดนครสวรรค์ที่สำคัญ ๆ จึงได้แก่

(1) แม่น้ำเจ้าพระยา เกิดจากการไหลมารวมกันของแม่น้ำปิง และแม่น้ำน่านที่บริเวณปากน้ำโพ ในเขตเทศบาลนครนครสวรรค์ แล้วไหลลงทางทิศใต้สู่ที่ราบลุ่มภาคกลางตอนใต้ และออกสู่ทะเลที่อ่าวไทยเป็นแม่น้ำสายสำคัญที่มีประโยชน์ทั้งทางด้านการเกษตร การคมนาคม การอุตสาหกรรม การอุปโภคบริโภคของบริเวณริมสองฝั่งแม่น้ำมาเป็นเวลาช้านานแล้ว และยังเป็นแหล่ง ประมงน้ำจืด ที่สำคัญอีกด้วย

(2) แม่น้ำปิง เป็นลำน้ำสายใหญ่ที่มีต้นกำเนิดมาจากเทือกเขาภาคเหนือ ไหลผ่านท้องที่อำเภอบรรพตพิสัย อำเภอเก้าเลี้ยว มาบรรจบกับแม่น้ำน่านเป็นแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณตำบลปากน้ำโพเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติที่สำคัญอีกสายหนึ่ง ทั้งในด้านการเกษตรอุตสาหกรรม การอุปโภคบริโภค ของประชากรบริเวณสองฝั่งแม่น้ำ

(3) แม่น้ำน่าน เป็นลำน้ำสายใหญ่ มีต้นกำเนิดมาจากเทือกเขาผีปันน้ำ จังหวัดน่าน

ไหลผ่านจังหวัดสำคัญ คือ พิษณุโลก พิจิตร และผ่านท้องที่อำเภอชุมแสงเข้าอำเภอเมือง นครสวรรค์ก่อนมาบรรจบกับแม่น้ำปิงที่ตำบลปากน้ำโพ เป็นแหล่งน้ำที่ใช้ประโยชน์ทั้งด้านการเกษตร การคมนาคม การอุปโภคบริโภค เช่นเดียวเป็นลำน้ำที่มีน้ำไหลกัน

(4) แม่น้ำยม ต้นกำเนิดเกิดจากเทือกเขาในจังหวัดแพร่ ไหลผ่านจังหวัดสุโขทัยและจังหวัดกำแพงเพชรในภาคเหนือลงมาจนบรรจบกับแม่น้ำน่านที่ตำบลเกยไชย อำเภอชุมแสง สามารถใช้ประโยชน์ในด้านการเกษตร และการอุปโภคบริโภคของประชากรบริเวณสองฝั่งแม่น้ำได้เป็นอย่างดีอีกส่วนหนึ่ง

(5) ลำน้ำแม่วังค์ ต้นกำเนิดจากเทือกเขาสูงในเขตจังหวัดตาก ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของจังหวัดนครสวรรค์ ไหลผ่านท้องที่อำเภอลาดยาว เป็นแม่น้ำวังมาแล้วไหลลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยา ที่จังหวัดอุทัยธานี ผ่านตลอดทั้งปี สามารถให้ประโยชน์ในด้านการเพาะปลูกได้ดีและอาจมีปริมาณน้ำเกินความต้องการในฤดูฝน ซึ่งทำให้เกิดน้ำท่วมได้

(6) คลองโพธิ์ ต้นกำเนิดจากเทือกเขาสูงในท้องที่อำเภอลาดยาวทางด้านทิศตะวันตกของจังหวัดแล้วไหลเลียบเขตจังหวัดมารวมกับลำน้ำแม่วังค์ ในเขตบริเวณอำเภอสว่างอารมณ์ จังหวัดอุทัยธานีเป็นลำน้ำที่มีน้ำไหลผ่านตลอดทั้งปี ใช้ประโยชน์ในด้านการเพาะปลูกและการอุปโภคบริโภค

(7) คลองบางไผ่-บางประมุง แยกจากแม่น้ำปิงที่อำเภอบรรพตพิสัย ผ่านตำบลท่าซุดออกแม่น้ำเจ้าพระยาที่ตำบลบางมะฝ่อ อำเภอโกรกพระ

(8) บึงบอระเพ็ด เป็นบึงที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในประเทศไทย มีอาณาเขตครอบคลุม 3 อำเภอ ของจังหวัดนครสวรรค์ คือ อำเภอเมืองนครสวรรค์ อำเภอชุมแสง และอำเภอท่าตะโก มีเนื้อที่ประมาณ 132,737 ไร่ 56 ตารางวา

สำหรับคลองอื่น ๆ ที่มีน้ำไหลตลอดปี น้ำจะมีมากเกินไปจนเกิดความเสียหายในฤดูฝน และน้ำน้อยเกินไปในฤดูแล้งจนไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ ได้แก่ คลองเกรียงไกรและคลองเกษม ในท้องที่อำเภอเมืองนครสวรรค์ และอำเภอชุมแสงซึ่งไหลลงสู่แม่น้ำน่าน คลองบอน คลองท่าตะโก และคลองเจ็ดดง ในท้องที่อำเภอท่าตะโก ไหลลงสู่บึงบอระเพ็ด เป็นต้น แต่ทั้งนี้ลำคลองต่างๆ เหล่านี้จะให้ประโยชน์ในด้านเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ปลาที่สำคัญในจังหวัดนครสวรรค์

นอกจากลำน้ำสายต่าง ๆ ดังกล่าวแล้ว ในท้องที่จังหวัดนครสวรรค์ยังมีแหล่งน้ำผิวดินในลักษณะเป็นบึงและหนองน้ำอีกหลายแห่ง ในบริเวณที่ราบลุ่มต่ำตอนกลางของจังหวัด ที่มีขนาดใหญ่ได้แก่ บึงเสนา แหล่งน้ำ ดังกล่าว มีคุณประโยชน์ในด้านการเพาะปลูกน้อย ส่วนใหญ่ใช้ในการด้านการอุปโภคบริโภค การเลี้ยงสัตว์ และเป็นแหล่งเพาะพันธุ์สัตว์น้ำในธรรมชาติที่สำคัญ

2.8.2 แหล่งน้ำใต้ดิน

การพิจารณาแหล่งน้ำใต้ดิน ของจังหวัดนครสวรรค์ ต้องดูจากข้อมูลแหล่งน้ำบาดาลใน กรวดทรายที่ราบลุ่ม หรือที่ลุ่มหลากตะกอนของภาคเหนือ ประกอบด้วยชั้นดินเหนียวสลับดิน ทรายจากแม่น้ำปิง แม่น้ำน่าน ในลุ่มน้ำแคบ ๆ ขนานไปกับสายลำน้ำกว้างไม่เกิน 30 กิโลเมตร แบ่งออกได้เป็นสองส่วน คือ

ส่วนแรกอยู่ทางตอนเหนือของแม่น้ำเจ้าพระยา ซึ่งพบชั้นของน้ำ น้ำชั้นแรกอยู่ลึกประมาณ 20 เมตร จากผิวดินชั้นที่สอง 30-40 เมตร ชั้นสาม 60-70 เมตร จากผิวดิน และอาจพบอยู่ลึกถึง 120 เมตร จากผิวดิน ชั้นหินที่รองรับข้างใต้เป็นหินพวก Andesite , Limestone , Phyllite , Rhyolite

ส่วนที่สองอยู่ใต้บึงบอระเพ็ด หรือบริเวณตั้งแต่ตำบลปากน้ำโพในเขตอำเภอเมือง นครสวรรค์ลงมาพบชั้นน้ำชั้นแรกอยู่ลึกประมาณ 15 เมตร จากผิวดิน ชั้นที่สองประมาณ 33 เมตร จากผิวดิน หินที่รองรับข้างใต้ ได้แก่ หินแปร เช่น หินชนวน (Slate) พบความเค็มของน้ำที่อำเภอ ชุมแสง ซึ่งทางกรมพัฒนาที่ดินคาดคะเนว่าอาจเกิดจากการทำเหมืองแร่ยับยั้ง

แหล่งน้ำบาดาลในภาคเหนือ เป็นแหล่งน้ำบาดาลที่เป็นหินร่วนโดยเฉพาะที่ดินแถบ บริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำยม และแม่น้ำน่าน (อุดรดิตถ์-นครสวรรค์ ตามลักษณะของธรณีวิทยา จัด อยู่ในแอ่งเจ้าพระยาตอนบน สภาพแหล่งน้ำบาดาลที่เป็นหินร่วน บริเวณดังกล่าวให้น้ำมาก)

คุณภาพน้ำส่วนใหญ่เป็นน้ำจืด แต่บริเวณนี้มีปริมาณของสารละลายเกลืออยู่สูง ถ้าจะ นำไปใช้บริโภคจำเป็นต้องมีวิธีจัดเกลือออกเสียก่อน

แหล่งน้ำใต้ดินในจังหวัดนครสวรรค์ ไม่สามารถระบุข้อมูลที่ถูกต้องได้ว่ามีจำนวนมาก น้อยเพียงใด เพราะไม่มีการสำรวจอย่างจริงจัง มีหน่วยงานต่างๆ ดำเนินการขุดเจาะเพื่อแก้ไข ปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภค ตลอดจนการใช้เพื่อการเกษตร ขณะเดียวกันก็ มีการขุดเจาะเพื่อการเกษตรโดยเกษตรกรอีกด้วย และล่าสุดก็มีการขุดเจาะบ่อบาดาลระดับต้น (บ่อดอก) โดยความรับผิดชอบของกรมส่งเสริมการเกษตรอีก 2,900 บ่อ ในเขตอำเภอต่าง ๆ ของ จังหวัดนครสวรรค์ตามนโยบายการรณรงค์ลดพื้นที่ปลูกข้าวนาปรัง เพื่อลดปัญหาด้านตลาดข้าว และปัญหาการขาดแคลนน้ำ

2.8.3 แหล่งน้ำชลประทาน (อยู่ในด้านโครงสร้างพื้นฐาน)

2.9. การเกษตรกรรม

2.9.1 พืชเศรษฐกิจหลัก

พืชเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดนครสวรรค์ คือ ข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ถั่วเขียว ถั่วเหลือง ถั่วลิสง อ้อย ฝ้าย งา และมันสำปะหลัง โดยเป็นแหล่งปลูกข้าวที่ใหญ่ที่สุดในภาคเหนือ เป็นแหล่ง ปลูกข้าวโพดที่ใหญ่เป็นที่สองในภาคเหนือ รองจากจังหวัดเพชรบูรณ์ และเป็นแหล่ง ปลูกอ้อยมาใน ภาคเหนือ รองจากจังหวัดกำแพงเพชร

ข้าว เป็นพืชเศรษฐกิจที่นำรายได้เข้าสู่จังหวัดเป็นอันดับหนึ่งมาตลอดทุกปี เมื่อเปรียบเทียบกับพืชเศรษฐกิจชนิดอื่น โดยเป็นพืชที่มีพื้นที่ เพาะปลูกมาก ที่สุดเป็นอันดับหนึ่งของ จังหวัด ใน พ.ศ. 2547 มีพื้นที่เพาะปลูกทั้งสิ้น 2,800,063 ไร่ มีผลผลิตข้าวนาปีและข้าวนาปรังในปี 2546 รวม 2,976,245 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย ประมาณ 12,693 กิโลกรัม ต่อไร่ อำเภอที่มีการเพาะปลูก มากที่สุด ได้แก่ อำเภอบรรพตพิสัย มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปีถึง 467,540 ไร่ พื้นที่เพาะปลูกข้าวนา ปรัง 218,849 ไร่

(1) ข้าวนาปี เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดนครสวรรค์ อำเภอ ที่มีเนื้อที่ทำนามาก ที่สุดได้แก่ อำเภอบรรพตพิสัย ไพศาลี วิธีการเพาะปลูกของจังหวัดมีแบบปักดำ หว่านน้ำ ตม หว่านสำรวย แต่ปัจจุบันเกษตรกรรมไม่นิยม เพาะปลูกแบบปักดำ เพราะขาดแคลนแรงงาน ทำ ให้ต้นทุนการผลิตสูง ช่วงฤดูการเพาะปลูกเริ่มเดือนพฤษภาคม พื้นที่การเพาะปลูกส่วนใหญ่เป็น นาข้าวฝน ดังนั้น ผลผลิตจึงขึ้นอยู่กับอิทธิพลของสภาวะแวดล้อมทางธรรมชาติเป็นส่วนใหญ่ เช่น ฝนแล้ง ฝนทิ้งช่วงหรือภาวะน้ำท่วม เป็นต้น

(2) ข้าวนาปรัง ในจังหวัดนครสวรรค์มีแหล่งปลูกข้าวที่สำคัญที่สุด คืออำเภอบรรพต พิสัย อำเภอ ตาคลีสำหรับการเพาะปลูกใน พ.ศ. 2547 มีการจำกัดพื้นที่เพาะปลูก เนื่องจากน้ำไม่ พอเพียง จากการที่มีการผลิตในสาขาเกษตรกรรมเป็นสาขาหลัก จึงทำให้มีแหล่งรองรับสินค้า การเกษตรหลายแหล่ง โดยเฉพาะข้าวมีตลาด กลางข้าว 8 แห่ง ที่อำเภอเมืองนคร สวรรค์ อำเภอพยุหะคีรี และอำเภอเก้าเลี้ยวโดยมีตลาดกลางข้าว "ท่าข้าวกำนันทรง " ได้ชื่อว่า เป็นตลาดกลาง ข้าวเปลือกที่ใหญ่และมีชื่อ เสียงที่สุดของประเทศ นอกจากนี้เพื่อส่งเสริมการ ส่งออกข้าวออกสู่ตลาดต่างประเทศ ได้จัดตั้งศูนย์ส่งออกข้าวแบบเบ็ดเสร็จที่ท่าข้าวกำนันทรง และ ศูนย์ส่งเสริมการส่งออกที่ศาลากลางจังหวัดนครสวรรค์ชั้นล่าง

จังหวัดนครสวรรค์ร่วมกับ จังหวัดในกลุ่มจังหวัดภาคเหนือตอนล่าง อีก 3 จังหวัด ได้แก่ กำแพงเพชร พิจิตร และอุทัยธานี ได้กำหนดวิสัยทัศน์ว่า "ศูนย์ธุรกิจข้าวชั้นนำของประเทศไทย" และแบ่งความรับผิดชอบออกเป็น

ด้านการผลิต	- จังหวัดกำแพงเพชร
ด้านการตลาด	- จังหวัดนครสวรรค์
ด้านวิจัยพัฒนา - เพิ่มมูลค่า	- จังหวัดพิจิตร
ด้านการท่องเที่ยว	- จังหวัดอุทัยธานี

(3) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดนครสวรรค์

(4) อ้อย เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดนครสวรรค์ซึ่งมีทั้งอ้อยโรงงาน และอ้อยเคี้ยว

(5) มันสำปะหลัง เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งของจังหวัดนครสวรรค์มีพื้นที่ปลูก อันดับ 6 รองจากข้าว ข้าวโพด อ้อย ข้าวฟ่าง และถั่วเขียว

(6) ฝ้าย ปลูกมากที่สุดที่อำเภอไพศาลี อำเภอตากถ้ำ อำเภอตากฟ้า อำเภอพยุหะคีรี อำเภอเมืองนครสวรรค์ และอำเภอโกรกพระ

2.9.2 การปศุสัตว์

นครสวรรค์เป็นแหล่งเลี้ยงสัตว์หลายประเภท ดังนี้

- (1) โคเนื้อ แหล่งเลี้ยงใหญ่ที่สุด คือ อำเภอไพศาลี และอำเภอพยุหะคีรี
- (2) กระบือ แหล่งเลี้ยงใหญ่ที่สุด คือ อำเภอลาดยาว และกิ่งอำเภอชุมตาบง
- (3) สุกร แหล่งเลี้ยงใหญ่ที่สุด คือ อำเภอตากถ้ำ และอำเภอชุมแสง
- (4) ไก่ไข่ แหล่งเลี้ยงใหญ่ที่สุด คือ อำเภอเมือง
- (5) ไก่เนื้อ แหล่งเลี้ยงใหญ่ที่สุด คือ อำเภอตากฟ้า และอำเภอไพศาลี
- (6) ไก่พื้นเมือง แหล่งเลี้ยงใหญ่ที่สุดคืออำเภอบรรพตพิสัยและอำเภอไพศาลี
- (7) ไก่วง แหล่งเลี้ยงใหญ่ที่สุด คือ อำเภอตากถ้ำ
- (8) น่าน แหล่งเลี้ยงใหญ่ที่สุด คือ อำเภอลาดยาวและอำเภอบรรพตพิสัย
- (9) แพะ แหล่งเลี้ยงใหญ่ที่สุดคือ อำเภอพยุหะคีรี
- (10) แกะ แหล่งเลี้ยงใหญ่ที่สุด คือ อำเภอเมือง
- (11) นกกระเจือกเทศ แหล่งเลี้ยงใหญ่ที่สุด คือ อำเภอโกรกพระ และอำเภอตากฟ้า

- (12) นกกระทา แหล่งเลี้ยงที่ใหญ่ที่สุด คือ อำเภอตากฟ้า และอำเภอไพศาลี
- (13) เป็ดไข่ แหล่งเลี้ยงที่ใหญ่ที่สุด คือ อำเภอโกรกพระ และอำเภอชุมแสง
- (14) เป็ดเนื้อ แหล่งเลี้ยงที่ใหญ่ที่สุด คือ อำเภอตากถ้ำ
- (15) เป็ดเทศ แหล่งเลี้ยงที่ใหญ่ที่สุด คือ อำเภอเก้าเลี้ยว และอำเภอตากถ้ำ

บทที่ 3

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 ความหมายของพลังงาน

พลังงาน (Energy) [1] หมายถึง สิ่งที่ทำให้สิ่งต่างๆเกิดการเคลื่อนที่ เปลี่ยนแปลง เจริญเติบโตหรือทำให้เกิดเป็นงาน พลังงานสามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่ไม่สามารถถูกทำลายได้ เพียงแต่ถูกเปลี่ยนจากรูปหนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่งได้ เช่น ไฟฟ้า น้ำมัน ถ่าน ฟืน แก๊สธรรมชาติ และ ยังรวมไปถึงสิ่งอื่นๆที่ทำให้เกิดงานได้อีก เช่น ลม (เอามาหมุนกังหันวิดน้ำเข้านา หรือ เอามาปั่นไฟ) หรือแสงอาทิตย์ (เอามาต้มน้ำร้อน หรือเอามาผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยตรง) เป็นต้น พลังงานแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆคือ

1) พลังงานปฐมภูมิ(Primary Energy) ซึ่งหมายถึง พลังงานที่ยังไม่ผ่านการแปรรูปไปเป็น พลังงานอีกรูปแบบหนึ่ง เช่น น้ำมันดิบแก๊สธรรมชาติและถ่านหินที่จะใช้ผลิตไฟฟ้า หรือ ลิกไนต์ที่จะใช้ผลิตไฟฟ้าเช่นกัน

2) พลังงานขั้นสุดท้าย(Final Energy) หมายถึง พลังงานขั้นสุดท้ายที่ผู้บริโภคใช้โดยไม่รวมพลังงานที่นำไปผลิตพลังงานอื่นๆ เช่นถ่านหินที่ใช้ในโรงงานปูนซีเมนต์ หรือน้ำมันเบนซิน หรือ ดีเซล เป็นต้น โดยพลังงานทั้ง 2 ประเภทนี้จะนับแยกออกจากกัน และพลังงานปฐมภูมินั้นจะมีการใช้ที่มากกว่าพลังงานขั้นสุดท้ายสูงมาก พลังงานยังแบ่งตามแหล่งกำเนิดพลังงาน ออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ 2 ประเภท [6] คือ

1) แหล่งพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป (Non-renewable Energy) หรือเรียกว่า พลังงาน สิ้นเปลือง(Conventional Energy) ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของพลังงานจากซากดึกดำบรรพ์ (Fossil Energy) ซึ่งเป็นพลังงานจากแหล่งพลังงานที่สะสมอยู่ในธรรมชาติ ได้พื้นผิวโลก โดยเมื่อนำมาใช้ ประโยชน์แล้วจะหมดไปเอง เนื่องจากธรรมชาติต้องใช้ระยะเวลาอันมากสำหรับกระบวนการ สร้างแหล่งพลังงานขึ้นมาทดแทนส่วนที่ถูกใช้ประโยชน์ดังกล่าว เช่น พลังงานจากน้ำมันดิบ ถ่าน หิน และ แก๊สธรรมชาติ เป็นต้น

2) พลังงานหมุนเวียน(Renewable Energy) เป็นพลังงานที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ แล้วสามารถทดแทนใหม่ได้ เช่น พลังงานจากฟืน ลม แสงอาทิตย์ แก๊สชีวมวล แก๊สชีวภาพ พลัง ความร้อนใต้พิภพ และ พลังน้ำ เป็นต้น

สรุปได้ว่า พลังงานหมายถึงความสามารถของวัตถุในการทำงานได้

3.2 ความหมายพลังงานหมุนเวียน

พลังงานหมุนเวียน [2] (renewable energy) หมายถึง พลังงานที่ใช้แล้วไม่หมดไป โดยจะได้รับพลังงานอย่างต่อเนื่องหรือซ้ำๆ กันจากสภาพแวดล้อมธรรมชาติ ดังเช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานชีวมวล เป็นต้น

ในงานวิจัยครั้งนี้ศึกษาพลังงานหมุนเวียน คือพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานชีวมวล และก๊าซชีวภาพ

3.2.1 พลังงานแสงอาทิตย์ [7]

พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นพลังงานทดแทนประเภทหมุนเวียนที่ใช้แล้วเกิดขึ้นใหม่ได้ตามธรรมชาติ เป็นพลังงานที่สะอาด ปราศจากมลพิษ และเป็นพลังงานที่มีศักยภาพสูง ในการใช้พลังงานแสงอาทิตย์สามารถจำแนกออกเป็น 2 รูปแบบคือ การใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าและการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตความร้อน

-การใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า

ระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยแสงอาทิตย์ ด้วยกระบวนการความร้อนอาจแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ระบบกระจายด้วยแสง และระบบหอคอยกลม จากการศึกษาเปรียบเทียบพบว่าถ้าต้องการกำลังการผลิตระหว่าง 10 กิโลวัตต์ ถึง 10 เมกะวัตต์ ระบบกระจายตัวรับแสงจะมีความเหมาะสมกว่าระบบเซลล์แสงอาทิตย์ และระบบหอคอยกลม แต่ถ้าต้องการกำลังการผลิตเกินกว่าค่าดังกล่าวระบบหอคอยกลมจะมีความเหมาะสมมากกว่า

ระบบผลิตไฟฟ้าแบบกระจายตัวรับแสง มีหลายแบบด้วยกัน อาทิ แบบรางและแบบจานพาราโบลิค ซึ่งเคลื่อนที่ได้ผิวสะท้อนแสงอาจเป็นกระจก อะลูมิเนียม หรือโลหะไร้สนิมการผลิตกระจกโค้งที่มีสภาพการสะท้อนแสงสูงและทนทานต่อสภาพแวดล้อมนั้น ต้องใช้เทคโนโลยีที่สูง ส่วนการผลิตอลูมิเนียม หรือโลหะไร้สนิมผิวโค้งนั้น อาจทำได้ไม่ยาก แต่สภาพการสะท้อนแสงของผิวต่ำกว่ากระจกที่มีลักษณะเป็นบั่วรวมแสงซึ่งเคลือบด้วยผิวเลือกรังสี การผลิตไฟฟ้าระบบกระจายตัวรับแสงเหมาะกับระบบไฟฟ้าชนบท ซึ่งไม่ต้องใช้เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องสูงมากนัก

ระบบผลิตไฟฟ้าแบบหอคอยกลม จะใช้ฮีลิโอสแตทจำนวนมากสะท้อนแสงมาเข้าบั่วรับแสง ซึ่งตั้งอยู่บนหอคอยสูง การเคลื่อนที่ของฮีลิโอสแตทต้องการความเที่ยงตรงมากจึงจำเป็นต้องควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์

เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ได้แก่ ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบ่งออกเป็น 3 ระบบ คือ

1) เซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ (PV Stand alone system) เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ได้รับการออกแบบสำหรับใช้งานในพื้นที่ชนบทที่ไม่มีระบบสายส่งไฟฟ้า อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วย

2) เซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย (PV Grid connected system) เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ถูกออกแบบสำหรับผลิตไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับเข้าสู่ระบบสายส่งไฟฟ้าโดยตรง ใช้ผลิตไฟฟ้าในเขตเมือง หรือพื้นที่ที่มีระบบจำหน่ายไฟฟ้าเข้าถึง อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับชนิดต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า

3) เซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน (PV Hybrid system) เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ถูกออกแบบสำหรับทำงานร่วมกับอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าอื่นๆ เช่น ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลม และเครื่องยนต์ดีเซล ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลม และไฟฟ้าพลังน้ำ เป็นต้น โดยรูปแบบระบบจะขึ้นอยู่กับวิธีการออกแบบตามวัตถุประสงค์โครงการเป็นกรณีเฉพาะ

-การใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตความร้อน

เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตความร้อน ได้แก่ การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ และ การผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ปัจจุบันมีการยอมรับใช้งาน 3 ลักษณะ คือ

1) การอบแห้งระบบ Passive เป็นระบบที่เครื่องอบแห้งทำงานโดยอาศัยพลังงานแสงอาทิตย์และกระแสลมที่พัดผ่าน

2) การอบแห้งระบบ Active เป็นระบบอบแห้งที่มีเครื่องช่วยให้อากาศไหลเวียนในทิศทางที่ต้องการ เช่น มีพัดลมติดตั้งในระบบเพื่อบังคับให้มีการไหลของอากาศผ่านระบบ

3) การอบแห้งระบบ Hybrid เป็นระบบอบแห้งที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ และยังคงอาศัยพลังงานในรูปแบบอื่นๆ ช่วยในเวลาที่มีแสงอาทิตย์ไม่สม่ำเสมอ หรือต้องการให้ผลิตผลทางการเกษตรแห้งเร็วขึ้น

-การผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ [23]

เทคโนโลยีการผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ การผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ แบ่งออกเป็น 2 แบบคือ

1) การผลิตน้ำร้อนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์จากแผงรับความร้อน (Solar Collector) ระบบจะประกอบด้วยสองส่วนหลักๆ คือ ถังเก็บน้ำร้อน และแผงรับความร้อนแสงอาทิตย์ซึ่งปัจจุบันมีจำหน่ายในท้องตลาด 2 ชนิดคือ ชนิดแผ่นเรียบ (Flat Plate Collector) และ ชนิด

2) การผลิตน้ำร้อนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสาน เป็นการนำเทคโนโลยีการผลิตน้ำร้อนจากแสงอาทิตย์มาผสมผสานกับความร้อนเหลือทิ้งจากการระบายความร้อนของเครื่องทำความเย็นหรือเครื่องปรับอากาศ โดยผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger) เพื่อลดขนาดพื้นที่แผงรับรังสีความร้อน และใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า

ลักษณะการผลิตน้ำร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์มี 3 ลักษณะ คือ

- 1) การผลิตน้ำร้อนชนิดไหลเวียนตามธรรมชาติ เป็นการผลิตน้ำร้อนชนิดที่มีถังเก็บอยู่สูงกว่าแผงรับแสงอาทิตย์ ใช้หลักการหมุนเวียนตามธรรมชาติ
- 2) การผลิตน้ำร้อนชนิดใช้ปั๊มน้ำหมุนเวียน เหมาะสำหรับการใช้ผลิตน้ำร้อนจำนวนมาก และมีการใช้อย่างต่อเนื่อง
- 3) การผลิตน้ำร้อนชนิดผสมผสาน เป็นการนำเทคโนโลยีการผลิตน้ำร้อนจากแสงอาทิตย์มาผสมผสานกับความร้อนเหลือทิ้งจากการระบายความร้อนของเครื่องทำความเย็นหรือเครื่องปรับอากาศ โดยผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน

การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการผลิตน้ำร้อน เพื่อใช้ตามอาคารบ้านเรือนอุตสาหกรรม บางประเภทที่ใช้น้ำร้อนซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเดือด ปัจจุบันได้กำหนดงานมีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจในหลายประเทศได้มีการผลิตเครื่องทำน้ำร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นเองแล้วและรวมทั้งประเทศด้วย

ในประเทศที่กำลังพัฒนาแผงรับแสงอาทิตย์ที่ผลิตขึ้น ส่วนมากจะมีแผ่นดูดแสงเป็นท่อทองแดงที่มีครีบทองแดง หรืออลูมิเนียมใช้การเคลือบผิวเลือกรังสีอย่างง่าย อาทิ คอปเปอร์ออกไซด์ อโนไดซ์อะลูมิเนียม เป็นต้น มีฝาปิดที่เป็นกระจกชั้นเดียวที่มีเหล็กเจือปน คุณภาพของเครื่องทำน้ำร้อนด้วยแสงอาทิตย์ที่ผลิตในประเทศที่กำลังพัฒนามักขาดความแน่นอนทั้งนี้เพราะยังไม่มีมาตรฐานอุตสาหกรรมควบคุม

แผงรับแสงอาทิตย์ที่ผลิตในประเทศที่กำลังพัฒนาทางอุตสาหกรรม มักจะมีประสิทธิภาพสูงและทนทาน เพราะผลิตได้มาตรฐาน มีการใช้ผิวเลือกรังสีที่ดี อาทิ โคโรมด้าเคลือบแผ่นดูดแสง บางครั้งผู้ผลิตใช้แผ่นดูดแสงที่ทำด้วยพลาสติกสีดำซึ่งสังเคราะห์ขึ้นเป็นพิเศษเพื่อให้ดูดแสงได้ดี และมีความทนทานสูง ฝาที่ปิดแผงรับแสงอาทิตย์ที่ทำด้วยกระจกขาวใสและไม่แตกที่อุณหภูมิสูงก็หาว่าไม่ยาก นอกจากนี้ก็ยังมีฝาปิดที่เป็นพลาสติกใสซึ่งพัฒนาขึ้นเพื่อให้ทนต่อแสงอาทิตย์ให้

นอกจากแผงรับแสงแผ่นเรียบที่ผลิตเป็นอุตสาหกรรมแล้ว อุปกรณ์รับแสงที่ทันสมัยยิ่งขึ้น อาทิ ประเภทท่อสุญญากาศ คอมปาวนด์พาราโบリック เป็นต้น ยังได้มีการผลิตออกสู่ตลาดในประเทศอุตสาหกรรม อาทิ สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น เป็นต้น

การพัฒนาอุปกรณ์รับแสงอาทิตย์ ปัจจุบันส่วนใหญ่มุ่งที่จะผลิตความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า 100 องศา ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เพื่อที่จะนำไปใช้ในอุตสาหกรรมหลายประเภท อาทิ การผลิตอาหาร อุตสาหกรรมสิ่งทอ สี เป็นต้น

นอกจากนี้เรายังได้ใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์ในด้านอื่นๆ ดังนี้ [24]

-การกลั่นน้ำด้วยแสงอาทิตย์ แบบอ่าง ได้รับการพัฒนามาเป็นเวลากว่า 100 ปีแล้ว ขนาดใหญ่ที่สุดสร้างมาแล้วมีพื้นที่กว่า 9,000 ตารางเมตร ปัจจุบันได้มีการออกแบบและใช้วัสดุต่าง ๆ กัน ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพการใช้งาน อาทิ ใช้แผ่นกระจกใสเป็นฝาปิดที่มีประสิทธิภาพสูง แต่แตกง่าย หรือใช้แผ่นพลาสติกใสซึ่งจะมีความเหนียวกว่า แต่อัตราการันตัวของหยดน้ำต่ำกว่า เนื่องจากความตึงผิวระหว่างแผ่นพลาสติกกับหยดน้ำมีค่าสูง หรืออาจจะใช้เป็นยางแอสฟัลต์ทำให้การดูดแสงได้ดีแต่ทำให้น้ำที่กลั่นได้มีกลิ่น

ประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำด้วยแสงอาทิตย์แบบอ่าง ปกติแล้วจะถูกจำกัดด้วยอัตราการสูญเสียความร้อน เนื่องจากการกลั่นตัวของไอน้ำในเครื่อง ปัจจุบันได้มีการวิจัยและพัฒนาเครื่องกลั่น ด้วยการนำเอาความร้อนแก่น้ำดิบก่อนเข้าเครื่องกลั่นที่มีผิวดูดแสงในแนวตั้ง เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

-การประกอบอาหาร เตาประกอบอาหารด้วยแสงอาทิตย์อาจแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ประเภทแรกจะมีตัวรับแสงแผ่นราบเป็นกระจกสองชั้น เพื่อผลิตไอน้ำหรือของเหลวร้อน สำหรับการต้มและนึ่งเท่านั้น เตาประเภทนี้ไม่ต้องมีอุปกรณ์เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์จึงไม่ต้องดูแลอยู่ตลอดเวลา และนำความร้อนมาใช้ในการหุงต้มได้ด้วย ประเภทที่สองจะมีแผ่นกระจกราบสะท้อนแสงเพื่อเพิ่มอัตราส่วนการรวมแสง จึงให้อุณหภูมิสูงกว่าประเภทแรก สามารถใช้ในการต้ม นึ่ง หรืออบอาหารได้ โดยจะต้องปรับตำแหน่งของกระจกเป็นครั้งคราวระหว่างการใช้งาน เตาประเภทสุดท้ายจะมีการรวมแสงเป็นจุดโดยใช้ผิวสะท้อนรูปทรงโค้งแบบพาราโบลิก จึงสามารถให้อุณหภูมิสูงกว่า 300 องศา ซึ่งจะต้องมีอุปกรณ์เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ตลอดเวลา

ข้อด้อยของเตาประกอบอาหารทั้งสาม คือไม่สามารถประกอบอาหารในช่วงเวลาที่มีแสงอาทิตย์อ่อน ๆ ได้ อาทิ ตอนเช้าและตอนเย็นจึงต้องมีการพัฒนาระบบสะสมความร้อนที่มีประสิทธิภาพ และเหมาะสมกับการนำไปใช้ได้ต่อไป

-การทำความเย็นและการปรับอากาศ

เนื่องจากเราสามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าการผลิตพลังงานไฟฟ้าหรือพลังงานกล ระบบทำความเย็นแบบระเหยและแบบดูดซึม จึงเหมาะสำหรับการทำความเย็นด้วยแสงอาทิตย์มากกว่าระบบทำความเย็นด้วยการอัดเชิงกล

เครื่องทำความเย็นแบบระเหยนั่น ประกอบด้วยภาชนะที่หุ้มด้วยผ้าตอนล่างของภาชนะจะถูกจุ่มอยู่ในอ่าง ในบรรยากาศที่ร้อนและแห้งการระเหยจากผ้าชิ้น ๆ รอบ ๆ ภาชนะที่จะทำให้อุณหภูมิภายในภาชนะลดต่ำกว่าอุณหภูมิแวดล้อมมาก เครื่องทำความเย็นแบบนี้เหมาะสำหรับเก็บรักษาอาหารจำนวนไม่มากนัก จากหลักการเดียวกันนี้เราสามารถใช้ในการปรับอากาศภายในอาคารได้โดยการฉีดน้ำเป็นฝอยบนหลังคา เมื่อน้ำระเหยก็จะทำให้อุณหภูมิในห้องลดลงจุดอ่อนของระบบประเภทนี้ คือ ประสิทธิภาพในการใช้งานต่ำไม่ค่อยได้ผลนักถ้าความชื้นในบรรยากาศสูง

ระบบทำความเย็นแบบดูดซึม จะใช้ตัวดูดซึม เจนเนอเรเตอร์ และเครื่องสูบน้ำวนเครื่องอัดแก๊ส ตัวเย็นขนาดเล็กที่ทำงานด้วยหลักการนี้โดยใช้แสงอาทิตย์ให้ความร้อนจะมีความเหมาะสมสำหรับการใช้งานในชนบท เพื่อเก็บรักษาอาหาร เป็นต้น ระบบปรับอากาศแบบดูดซึมที่ทำงานต่อเนื่องและเหมาะสมสำหรับการใช้งานในเมืองนั้นประกอบด้วย ตัวดูดซึม เจนเนอเรเตอร์ คอนเดนเซอร์ และอีแวปเตออร์ เช่นเดียวกันระบบนี้ได้รับการออกแบบผลิตออกสู่ท้องตลาดแล้วแต่มีราคาสูง ระบบนี้ยังต้องการตัวให้ความร้อนสำรองและกำลังงานจากภายนอกเพื่อขับเคลื่อนเครื่องสูบน้ำวนทำงานที่ใช้ได้ดีในปัจจุบันสำหรับระบบปิดมีสองชนิดคือของผสมแอมโมเนียกับน้ำ และน้ำกับลิเทียม โบรไมด์

สำหรับระบบเปิดใช้หลักการปรับอากาศ ด้วยการระเหยร่วมกับการลดความชื้น และการเพิ่มความชื้นของอากาศ การลดความชื้นซึ่งสำคัญสำหรับอากาศร้อนนั้นสามารถทำได้ง่ายกว่าการลดอุณหภูมิอากาศด้วยสารดูดความชื้น อาทิ ซิลิกาเจล และลิเทียมคลอไรด์ การทำให้อากาศภายในอาคารบ้านเรือนเย็น อาจทำได้โดยใช้วัสดุผิวดำแผ่รังสีความร้อนออกจากตัวบ้านให้แก่บรรยากาศในเวลากลางวัน

-การสูบน้ำ

การสูบน้ำไม่จำเป็นต้องใช้พลังงานต่อเนื่องกัน เหมือนกับการใช้พลังงานในอีกหลายลักษณะ ในสถานการณ์ปัจจุบันถ้าการสูบน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้กำลังงานต่ำกว่า 10 กิโลวัตต์ การใช้เซลล์แสงอาทิตย์จะมีความคุ้มค่ากว่าการใช้กระบวนการความร้อน การสูบน้ำด้วยแสงอาทิตย์อาจแบ่งประเภทตามช่วงอุณหภูมิที่ใช้งาน อาทิ อุณหภูมิต่ำ ปานกลาง และสูง หรืออาจแบ่งตามวัฏจักร

ในระบบที่มีอุณหภูมิสูง ใช้ตัวรวมแสงประเภทจานพาราโบลิค มีไอน้ำหรืออากาศเป็นสารทำงานตามวัฏจักรแรงคิน หรือวัฏจักรเบรตัน อาจให้ประสิทธิภาพสูงถึงร้อยละ 20 แต่ต้องใช้เทคโนโลยีที่สูงและมีราคาต้นทุนสูง เนื่องจากต้องมีระบบติดตามดวงอาทิตย์อย่างเที่ยงตรงระบบที่มีอุณหภูมิปานกลาง จะใช้ตัวรวมแสงแบบพาราโบลิค จะให้ประสิทธิภาพประมาณร้อยละ 6-10 โดยที่สารทำงานจะมีอุณหภูมิสูงประมาณ 300 องศา

ในระบบที่มีอุณหภูมิสูง ใช้ตัวรวมแสงประเภทจานพาราโบลิค มีไอน้ำหรืออากาศเป็นสารทำงานตามวัฏจักรแรงคิน หรือวัฏจักรเบรตัน อาจให้ประสิทธิภาพสูงขึ้นร้อยละ 20 แต่ต้องใช้เทคโนโลยีที่ต้นทุนสูง เนื่องจากต้องมีระบบติดตามดวงอาทิตย์อย่างเที่ยงตรงระบบที่มีอุณหภูมิปานกลาง จะใช้ตัวรวมแสงแบบพาราโบลิค จะให้ประสิทธิภาพประมาณร้อยละ 6-10 โดยที่สารทำงานจะมีอุณหภูมิสูงประมาณ 300 องศา

ในระบบที่มีอุณหภูมิต่ำ ใช้ตัวรับแสงแผ่นราบนั้นจะให้กำลังการผลิต 10-30 กิโลวัตต์ มีประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำประมาณร้อยละ 2-3 แต่เนื่องจากเทคโนโลยีไม่สูงนักจึงมีความเหมาะสมกับประเทศที่กำลังพัฒนา โดยเฉพาะถ้ารังสีกระจายในอัตราส่วนค่อนข้างสูง

ระบบสูบน้ำที่กำลังได้รับการศึกษาอีกลักษณะหนึ่ง คือ การอาศัยความแตกต่างของปริมาณจำเพาะ ของสารที่ทำงานเมื่อเปลี่ยนสถานะระหว่างของเหลวและไอ ระบบลักษณะเช่นนี้มี 2 ประเภท คือ หลอ่เย็นด้วยอากาศ และหลอ่เย็นด้วยน้ำ เมื่อสารทำงานชั้นที่สองถูกทำให้เปลี่ยนสถานะในแต่ละวัฏจักร ปริมาณน้ำที่สูบได้จะมีค่าเท่ากับ ความแตกต่างของปริมาตรซึ่งเกิดจากสถานะ การสูบน้ำด้วยแสงอาทิตย์มีศักยภาพสูงโดยใช้เฉพาะอย่างยิ่งในประเทศเกษตรกรรม แต่ยังคงต้องการได้รับการพัฒนาและวิจัยอยู่อีกมาก

-สระแสงอาทิตย์

สระหรือบ่อที่มีน้ำเกลือเข้มข้นอยู่ที่ก้นบ่อลึกประมาณ 1-2 เมตร อาจรับแสงอาทิตย์และผลิตอุณหภูมิน้ำเกลือบริเวณก้นบ่อได้กว่า 70 องศา ทั้งนี้เกลือที่ใช้จะต้องละลายน้ำได้ดีขึ้นเมื่อน้ำเกลือสูงขึ้น สระแสงอาทิตย์ที่ดีจะต้องมีความเข้มข้นสูงสุดที่ก้นบ่อ เนื่องจากไม่มีการพา

3.2.2 พลังงานชีวมวล [4]

ชีวมวลจัดเป็นแหล่งพลังงานเก่าแก่ที่มีการนำมาใช้ตั้งแต่สมัยโบราณ ปัจจุบันชีวมวลเป็นแหล่งพลังงานที่มีความสำคัญเป็นอันดับ 4 ของโลก ต่อจาก น้ำมัน ถ่านหิน และก๊าซธรรมชาติซึ่งมีสัดส่วน 5% ของพลังงานทั้งหมดที่โลกใช้ การนำชีวมวลมาใช้ผลิตพลังงานนั้นก่อให้เกิดประโยชน์มากมายหลายด้านทั้งเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม กล่าวคือ

-ประโยชน์ด้านเศรษฐกิจ คือ การใช้ชีวมวลเป็นการใช้ทรัพยากรภายในประเทศซึ่งสามารถปลูกทดแทนหรือเพิ่มปริมาณได้ มีวงจรชีวิตสั้นกว่าพลังงานฟอสซิล ซึ่งเป็นการลดอิทธิพลจากกลุ่มผู้ค้าน้ำมันจากต่างประเทศทำให้เกิดเสถียรภาพด้านพลังงาน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการจัดหาพลังงานสำรองและการพึ่งพาพลังงานภายในประเทศได้อย่างมาก และเป็นการสงวนเงินตราต่างประเทศ อีกทั้งชีวมวลยังมีราคาต่ำกว่าพลังงานเชิงพาณิชย์อื่นเมื่อคิดราคาต่อหน่วยความร้อนที่เท่ากัน และเมื่อมีการนำชีวมวลมาใช้ร่วมกับเทคโนโลยีที่ทันสมัยจะทำให้การใช้ชีวมวลมีประสิทธิภาพมากขึ้น

-ประโยชน์ต่อสังคม คือ ความต้องการใช้ชีวมวลจะก่อให้เกิดอาชีพการค้าขายผลิตภัณฑ์ประเภทชีวมวลให้แก่ประชาชนท้องถิ่น และถ้ามีการสร้างโรงไฟฟ้าจากชีวมวลก็จะก่อให้เกิดการจ้างงานและสามารถกระจายอยู่ตามชนบททำให้เกิดการพัฒนาชนบทขึ้น

-ประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม คือ ในขั้นตอนการเพาะปลูกชีวมวลเหล่านี้ พืชจะดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จากบรรยากาศเพื่อการเจริญเติบโตหรือการเพิ่มมวลสารให้ตนเองผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสงเท่ากับปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ที่เกิดขึ้นเมื่อเผาชีวมวลจำนวนเดียวกัน ทำให้การใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงไม่มีผลกระทบต่อปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ในบรรยากาศซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกที่มีผลต่ออุณหภูมิของโลกที่กำลังเพิ่มสูงขึ้นจึงถือว่าชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงสะอาด นอกจากนี้การเผาชีวมวลยังทำให้เกิดก๊าซ

ความหมายชีวมวล

ชีวมวล (Biomass) [2] หมายถึง สิ่งที่ได้จากสิ่งมีชีวิตหรือองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตหรืออินทรีย์สารต่างๆ เช่น ไม้ยืนต้น พืชที่มีส่วนประกอบเป็นแป้งและน้ำตาล วัชพืชบกและน้ำ ของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร มูลสัตว์ ตลอดจนขยะที่มีอยู่ทั่วไป

แหล่งที่มาของชีวมวล สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1.พืชผลทางการเกษตร (agricultural crops) เช่น อ้อย มันสำปะหลัง ข้าวโพด ข้าวฟ่างหวาน ที่เป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต แป้งและน้ำตาล รวมถึงพืชน้ำมันต่างๆ ที่สามารถนำน้ำมันมาใช้เป็นพลังงานได้

2.เศษวัสดุเหลือทิ้งการเกษตร (agricultural residues) เช่น ฟางข้าว เศษลำต้นข้าวโพด ชังข้าวโพด เหง้ามันสำปะหลัง

3.ไม้และเศษไม้ (wood and wood residues) เช่น ไม้โตเร็ว ยูคาลิปตัส กระถินณรงค์ เศษไม้จากโรงงานผลิตเครื่องเรือน และโรงงานผลิตเยื่อกระดาษ เป็นต้น

4.ของเหลือจากจากอุตสาหกรรมและชุมชน (waste streams) เช่น กากน้ำตาล และขานอ้อยจากโรงงานน้ำตาล แกลบ ชี้เลื่อย เส้นใยปาล์ม และกะลาปาล์ม ตลอดจนของเสียจากปศุสัตว์ (Animal wastes) ซึ่งได้จากการขับถ่ายของสัตว์

พลังงานชีวมวล หมายถึง พลังงานที่ได้มาจากชีวมวลโดยอาศัยกระบวนการที่ทำให้เกิดการแตกตัวของอินทรีย์สารที่อยู่ในชีวมวลและผลิตพลังงานออกมา พลังงานชีวมวลจัดเป็นพลังงานหมุนเวียนประเภทหนึ่งโดยเป็นการใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ทางอ้อม พืชที่มีคลอโรฟิลล์จับพลังงานจากแสงอาทิตย์แล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมีเพื่อไปใช้ในการสร้างอาหารจากคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ กระบวนการดังกล่าวเรียกว่า การสังเคราะห์แสง วัฏจักรของการผลิตพืชหรือชีวมวลเป็นวัฏจักรหมุนเวียน

ประเภทของชีวมวล

แกลบ



รูปที่ 3.1 ชีวมวลประเภทแกลบ

- ลักษณะทั่วไป มีขนาดเล็ก ยาวไม่เกิน 5 มิลลิเมตร และหนาไม่เกิน 2 มิลลิเมตร สีเหลือง แกลบได้มาจากการสีข้าวเปลือก ซึ่งต้องมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 15 ก่อนสี
- แหล่งที่มา ส่วนใหญ่มาจากโรงสีข้าว
- การนำไปใช้งาน แกลบสามารถนำไปใช้งานได้หลายอย่าง เช่น เป็นเชื้อเพลิง ผสมลงในดินเพื่อปรับสภาพดินก่อนเพาะปลูก และใช้โปรยใต้โรงเลี้ยงไก่เพื่อรองรับมูลไก่ เป็นต้น
- จุดเด่น มีความชื้นต่ำและขนาดเล็ก เหมาะเป็นเชื้อเพลิง นอกจากนี้ี้แกลบมีมูลค่าสูงถ้าสามารถควบคุมคุณสมบัติ ให้ได้ตามที่ผู้ซื้อกำหนด
- จุดด้อย มีปริมาณชี้ไ้ต่ำร้อยละ 16-18 โดยน้ำหนัก ดังนั้นใน การเผาไหม้ควรคำนึงถึงจุดนี้ อีกประการหนึ่งเนื่องจากแกลบมีน้ำหนักเบา (1 ลูกบาศก์เมตร หนัก 123 กิโลกรัม) ควรวางแผนในการขนส่งให้ดี

ฟางข้าว



รูปที่ 3.2 ชีวมวลประเภทฟางข้าว

- ลักษณะทั่วไป ขนาดเล็กยาวแต่กลวง ได้มาหลังการเกี่ยวข้าว
- แหล่งที่มา ถ้าเกี่ยวข้าวด้วยแรงคน ฟางข้าวจะกองอยู่บริเวณลานตากข้าวตามหมู่บ้าน ถ้าเกี่ยวข้าวด้วยเครื่องจักร ฟางข้าวจะถูกทิ้งไว้ในนาข้าว

- การนำไปใช้งาน ฟางข้าวมีประโยชน์หลายอย่าง เช่น เป็นอาหารสัตว์ คูลุมดิน เพาะเห็ดฟาง ทำโครงพวงหรีดดอกไม้ และใช้ในอุตสาหกรรมทำกระดาษ เป็นต้น แต่ยังมีฟางข้าวอีกมากที่ไม่ได้นำไปใช้ คาดว่าประมาณ 1 ใน 3 ของส่วนที่เหลือถูกเผาทิ้ง
- จุดเด่น ยังมีฟางข้าวอีกมากที่ไม่ได้นำไปใช้ให้เป็นประโยชน์
- จุดด้อย รวบรวมได้ยากถ้าใช้แรงคน เพราะอยู่กระจัดกระจาย ต้อง ใช้เครื่องทุ่นแรง (Straw baler) มาช่วยในการรวบรวม

กากอ้อย



รูปที่ 3.3 ชีวมวลประเภทกากอ้อย

- ลักษณะทั่วไป
มีลักษณะเป็นขุย ได้จากการผลิตน้ำตาลดิบ โดยนำอ้อยมาคั้นน้ำออก ส่วนที่เป็นน้ำนำไปผลิตเป็นน้ำตาลดิบ ส่วนที่เหลือคือกากอ้อย
- แหล่งที่มา เป็นส่วนของขานอ้อยที่ได้จากขบวนการหีบอ้อยจากชุดลูกหีบชุดสุดท้าย โดยปัจจุบันบริษัทใช้กากอ้อยส่วนหนึ่งเป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตไฟฟ้า และไอน้ำเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตน้ำตาล ส่วนกากอ้อยที่เหลืออีกส่วนหนึ่งยังคงอยู่ในลานเก็บของ โรงงานน้ำตาล
- การนำไปใช้งาน ส่วนใหญ่ใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิต น้ำตาลดิบประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 20 นำไปเป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตกระดาษ และ Medium density board
- จุดเด่น ยังมีกากอ้อยเหลืออีกส่วนหนึ่งที่ยังไม่ได้นำไปใช้งาน
- จุดด้อย น้ำหนักเบา และความชื้นสูง

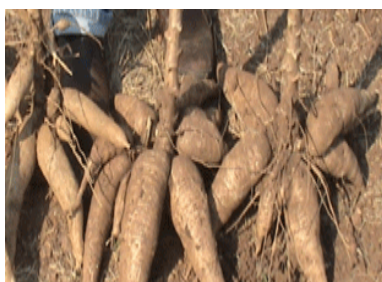
ใบอ้อยและยอดอ้อย



รูปที่ 3.4 ซึ่มวลประเภทใบอ้อยและยอดอ้อย

- ลักษณะทั่วไป มีลักษณะเรียวยาว จะถูกตัดออกจากลำต้นอ้อยก่อนส่งไปโรงงาน ช่วงเดือนธันวาคมถึงเมษายน ดังนั้นใบอ้อยและยอดอ้อยจะกระจายไปทั่วไร่อ้อย แต่บางครั้งชาวไร่อ้อยจะใช้วิธีการเผาแทนการตัด ซึ่งจะทำให้ไม่มีใบอ้อยและยอดอ้อยหลงเหลืออยู่
- การนำไปใช้งาน ยอดอ้อยสามารถนำมาเป็นอาหารสัตว์
- จุดเด่น ใบอ้อยและยอดอ้อยส่วนใหญ่จะถูกเผาทิ้งในไร่ ยังไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์
- จุดด้อย มีเฉพาะเดือนธันวาคมถึงเมษายนของทุกปี และการรวบรวมเก็บ ค่อนข้างใช้แรงงานมาก จำเป็นต้องหาเครื่องทุ่นแรงมาช่วย

เหง้ามันสำปะหลัง



รูปที่ 3.5 ซึ่มวลประเภทเหง้ามันสำปะหลัง

- ลักษณะทั่วไป เหง้ามันเป็นส่วนที่ถูกตัดออกจากหัวมัน ด้านบนมีลักษณะเป็นลำต้นค่อนข้างกลม เส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 15 มิลลิเมตร ยาวประมาณ 30 เซนติเมตร ส่วนอีกด้านหนึ่งมีรูปร่างไม่แน่นอน

- แหล่ง ที่มาตามไร่มันสำปะหลัง
- การนำไปใช้งาน ปัจจุบันยังไม่ค่อยนำไปใช้งาน จึงมักถูกเผาทิ้งตามไร่
- จุดเด่น เนื่องจากส่วนมากยังไม่ได้นำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ จึงไม่มีคู่แข่งในการจัดหา
- จุดด้อย ความชื้นโดยเฉลี่ย 40 เปอร์เซ็นต์ และมีขนาดรูปทรงไม่แน่นอน จึงต้องมีการทำให้เล็กลง ก่อนนำไปเป็นเชื้อเพลิง

เปลือกและกากมันสำปะหลัง



รูปที่ 3.6 ชีวมวลประเภทเปลือกและกากมันสำปะหลัง

- ลักษณะทั่วไป เปลือกมีลักษณะเป็นขุย สีน้ำตาล กากมันมีลักษณะละเอียด สีขาว ความชื้นสูง ประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์
- แหล่ง ที่มาเป็นเศษที่เหลือจากการผลิตแป้งมันสำปะหลัง
- การนำไปใช้งาน นำไปใช้ผสมอาหารสัตว์ในมันเส้น ทำปุ๋ย
- จุดเด่น เนื่องจากส่วนยังมีส่วนหนึ่งที่ขายไม่ได้ ทางโรงงานต้องนำไปฝังกลบ เพราะยังไม่ได้ศึกษา นำไปใช้ให้เป็นประโยชน์อย่างอื่น
- จุดด้อย ความชื้นสูง จึงต้องมีการลดความชื้น ถ้าต้องการนำไปเป็นเชื้อเพลิง

ซังข้าวโพดและลำต้น



รูปที่ 3.7 ซังมวลประเภทซังข้าวโพดและลำต้น

- ลักษณะทั่วไปซังข้าวโพดได้จากการสีข้าวโพดเพื่อนำ เมล็ดมาใช้งาน ส่วนใหญ่เป็นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในส่วนของลำต้นจะถูกตัดหลังจากการเก็บเกี่ยวแล้ว
- แหล่งที่มาปัจจุบันการสีข้าวโพดจะใช้เครื่องจักรที่สามารถ เคลื่อนที่ไปตามไร่ข้าวโพด ดังนั้นจะสามารถหาซังข้าวโพดและต้นข้าวโพด ได้ตามไร่ ข้าวโพดทั่วไป
- การนำไปใช้งาน ซังข้าวโพดมีประโยชน์หลายอย่าง นำไปเป็นวัตถุดิบผลิตแอลกอฮอล์ เป็นเชื้อเพลิง ผสมกับโมลาสเพื่อเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น ส่วนลำต้น นำไปเลี้ยงสัตว์ได้เช่นกัน
- จุดเด่น ซังข้าวโพดมีค่าความร้อนสูง เมื่อเทียบกับชีวมวลอื่นๆ ส่วนลำต้นข้าวโพดมีส่วนหนึ่งที่ไม่ได้นำไปใช้งาน ชาวไร่ข้าวโพดจะไถฝังกลบในไร่
- จุดด้อย ซังข้าวโพดมีการนำไปใช้ประโยชน์หลายอย่าง ดังนั้นต้องพิจารณาถึงแหล่งที่มีการนำไปใช้งานน้อยที่สุด เพื่อไม่ให้มีการแย่งแย่งกันซื้อ ส่วนลำต้น ข้าวโพดจะเก็บรวบรวมลำบาก ต้องใช้แรงงานมาก

เทคโนโลยีกระบวนการแปรรูปชีวมวล (Biomass Conversion Processes) [3]

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ซึ่งในกระบวนการทางการเกษตรที่ต่อเนื่องด้วยการแปรรูปของอุตสาหกรรมเกษตรทำให้เกิดของเหลือทิ้งซึ่งเป็นอินทรีย์สาร หรือที่เรียกว่า “ชีวมวล” (Biomass) เช่น แกลบได้จากการสีข้าวเปลือก ชานอ้อยได้จากการผลิตน้ำตาลทราย เศษไม้ได้จากการแปรรูปไม้ยางพาราหรือไม้ยูคาลิปตัสเป็นส่วนใหญ่และบางส่วนได้จากสวนป่าที่ปลูกไว้ กากปาล์มได้จากการสกัดน้ำมันปาล์มดิบออกจากผลปาล์มสด กากมันสำปะหลังได้จากการผลิตแป้งมันสำปะหลัง ซังข้าวโพดได้จากการสีข้าวโพดเพื่อนำเมล็ดออก กาบและกะลามะพร้าว ได้จากการนำมะพร้าวมาปอกเปลือกออกเพื่อนำเนื้อมะพร้าวไปผลิตกะทิและน้ำมันมะพร้าว ส่าเหล้าได้จากการผลิตแอลกอฮอล์ เป็นต้น เทคโนโลยีกระบวนการแปรรูปชีวมวลมีดังนี้

กระบวนการทางด้านการความร้อน (Thermal Conversion Processes) แบ่งออกเป็น 3 ชนิด

1. การเผาไหม้โดยตรง (Direct Combustion) การเผาไหม้เป็นวิธีที่ใช้กันมากในการนำเชื้อเพลิงชีวมวลมาใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยการเผาให้ความร้อนเพื่อเอา ก๊าซร้อนไปใช้ในกระบวนการผลิต เช่น การอบแห้ง หรือการนำความร้อนที่ได้ไปผลิตไอน้ำร้อนที่มีความดันสูงเพื่อใช้ในการผลิตไฟฟ้า สำหรับเทคโนโลยีการเผาไหม้โดยตรงที่ใช้ในอุตสาหกรรมสามารถแบ่งออกได้หลายแบบ ขึ้นอยู่กับลักษณะของเชื้อเพลิงที่ใช้ [8] ได้แก่

- ระบบสโตเกอร์ (Stoker System) เป็นระบบแรกที่มีการป้อนเชื้อเพลิงเข้าสู่เตาโดยอาศัยเครื่องกลแทนแรงงานคน เชื้อเพลิงจะถูกป้อนกองอยู่บนตะแกรง แล้วอากาศส่วนแรกถูกป้อนเข้าทางด้านล่างของตะแกรงผ่านขึ้นมาเผาไหม้เชื้อเพลิงบนตะแกรง อากาศอีกส่วนจะถูกป้อนเข้าทางส่วนบนของตะแกรงเพื่อช่วยในการเผาไหม้ให้สมบูรณ์ ก๊าซร้อนที่ได้จากการเผาไหม้จะนำไปผ่านส่วนแลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำและนำไปผลิตกระแสไฟฟ้าต่อไป ข้อดีของระบบ คือสามารถใช้กับเชื้อเพลิงได้ทุกขนาดและไม่จำกัดความชื้น การทำงานไม่ยุ่งยาก การเผาไหม้หมดจดดีเพราะสามารถควบคุมความเร็วของตะแกรงได้ ข้อเสียของระบบ คือ การควบคุมปริมาณของอากาศที่ป้อนเข้าใต้ตะแกรงนั้นทำได้ยาก เพราะจะขึ้นอยู่กับความสูง และความหนาของเชื้อเพลิงที่กองอยู่บนตะแกรง และนอกจากนี้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างฉนวนป้องกันการสูญเสียความร้อนออกจากผนังเตาเพื่อการเผาไหม้เกิดขึ้นอย่างคงที่

- ระบบพัลเวไรซ์ (Pulverized System) การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในเตาระบบพัลเวไรซ์จะเกิดขึ้นในลักษณะที่เชื้อเพลิงแขวนลอยอยู่ในอากาศภายในเตา อากาศส่วนแรกจะถูกอุ่นก่อนส่งเข้าเตา เพื่อใช้ในการอบแห้งเชื้อเพลิงในขณะ ที่อากาศส่วนที่สองถูกส่งเข้าเตาโดยตรง เพื่อช่วยในการเผาไหม้เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ ชี้อากาศที่ได้จากการเผาไหม้ จะถูกพัดพาออกจากเตาเผาติดมากับก๊าซร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ ข้อดีของระบบ คือ ให้ความร้อนในการเผาไหม้ได้สูงกว่า ข้อเสียของระบบพัลเวไรซ์คือ การควบคุมทำได้ยาก ดังนั้นจึงต้องมีระบบกำจัดเถ้าที่ดีซึ่งต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง เชื้อเพลิงที่ใช้จะต้องมีขนาดเล็กเพียงพอ ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการบดเชื้อเพลิงให้มีขนาดเล็กลง นอกจากนี้ การควบคุมอุณหภูมิภายในเตาเผาทำได้ยาก เพราะถ้าอุณหภูมิของการเผาไหม้สูงเกินไปจะทำให้เกิดการหลอมตัวของเถ้าเกาะกันเป็นก้อนใหญ่ ซึ่งจะทำให้เตาเผาเสียหายได้ และเชื้อเพลิงที่ใช้จะต้องแห้งเพียงพอจึงต้องมีการ อบแห้ง ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นการเพิ่มราคาต้นทุน และพลังงานที่ใช้

- ระบบฟลูอิดไดซ์เบด (Fluidized Bed) มีลักษณะการทำงาน คือ อากาศจะไหลผ่านชั้นของเชื้อเพลิงและเมื่อเพิ่มค่าความเร็วของอากาศ ถึงค่าหนึ่งเชื้อเพลิงจะลอยตัวขึ้นมีลักษณะคล้าย

2. การผลิตก๊าซชีววมวล (Gasification) เป็นการเปลี่ยนเชื้อเพลิงชีววมวล ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงแข็งให้เป็นเชื้อเพลิงก๊าซ โดยการเผาไหม้เชื้อเพลิงแข็งในที่ที่มีอากาศจำกัด โดยความร้อนที่เกิดขึ้นนี้จะเร่งปฏิกิริยาแบบต่อเนื่องกลายเป็นก๊าซชีววมวล ซึ่งมีองค์ประกอบหลักคือก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์(CO) ก๊าซมีเทน (CH₄) และก๊าซไฮโดรเจน (H₂) เตาผลิตก๊าซชีววมวลสามารถจำแนกตามลักษณะการไหลของ อากาศผ่านเตา ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท คือ

1) เตาผลิตก๊าซชีววมวลแบบอากาศไหลขึ้น (Updraft Gasifier) เชื้อเพลิงจะถูกป้อนเข้าทางส่วนบนของเตา อากาศจะถูกดูดผ่านตะแกรง เข้ามาทางด้านล่าง บริเวณเหนือตะแกรงขึ้นไป จะมีการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเกิดขึ้น ข้อดีของเตาผลิตก๊าซชีววมวลแบบอากาศไหลขึ้นนี้ คือเครื่องไม่ซับซ้อน เชื้อเพลิงเผาไหม้ได้มากและก๊าซที่ออกมา จากเครื่องจะมีอุณหภูมิไม่สูง ข้อเสียที่สำคัญของเตาผลิตก๊าซชีววมวลแบบอากาศไหลขึ้น คือก๊าซที่ผลิตได้จะมีคุณภาพต่ำ เนื่องจากมีน้ำมันดินและเขม่า ปะปนอยู่เป็นจำนวนมาก

2) เตาผลิตก๊าซชีววมวลแบบอากาศไหลลง (Downdraft Gasifier) เตาชนิดนี้ถูกออกแบบมาเพื่อขจัดปัญหา น้ำมันดินในก๊าซชีววมวล ก๊าซชีววมวลแบบอากาศไหลลง จะมีส่วนประกอบของน้ำมันดินและน้ำมัน ลดลงจนเหลือน้อยกว่า 10% ของน้ำมันดินและน้ำมันที่ได้จากเตาผลิตก๊าซชีววมวลแบบอากาศไหลขึ้น ดังนั้นก๊าซชีววมวลที่ได้จากเตาผลิตก๊าซชีววมวลแบบอากาศไหลลง จึงสะอาดกว่าก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จากเตาผลิตก๊าซชีววมวลแบบอากาศไหลขึ้น

3) เตาผลิตก๊าซชีววมวลแบบอากาศไหลตามขวาง (Crossdraft Gasifier) อากาศจะถูกดูดผ่านหัวฉีดซึ่งอยู่ในแนวราบ ก๊าซเชื้อเพลิง ที่ได้มีปริมาณน้ำมันและน้ำมันดินต่ำ

4) เตาผลิตก๊าซชีววมวลแบบฟลูอิดไดซ์เบด (Fluidized Bed Gasifier) เตาผลิตก๊าซชีววมวลแบบฟลูอิดไดซ์เบดนี้อากาศจะถูกดูดผ่านชั้นของเชื้อเพลิง เมื่อเพิ่มความเร็วของอากาศถึงค่าหนึ่ง ชั้นเชื้อเพลิงที่วางอยู่จะเริ่มลอยตัวขึ้นมีลักษณะคล้ายของไหล ในตอนเริ่มต้นเตานี้เบดจะได้รับความร้อนจากภายนอกจนอุณหภูมิสูงขึ้นถึงจุดติดไฟของเชื้อเพลิง หลังจากนั้นเชื้อเพลิงจะถูกป้อนเข้าไปอย่างสม่ำเสมอ การเผาไหม้จึงเกิดขึ้นทั่วทั้งบริเวณเตา ข้อได้เปรียบที่สำคัญของวิธีนี้คือการควบคุมอุณหภูมิในเตาผลิตก๊าซแบบนี้ทำได้ง่าย จึงรักษาอุณหภูมิให้ต่ำกว่าจุดหลอม เหลวของเถ้า ทำให้ไม่เกิดการจับตัวของซีโลหะ ดังนั้นเตาชนิดนี้สามารถใช้เชื้อเพลิงที่มีเถ้ามาก ซึ่งถ้านำไปใช้ใน เตาผลิตก๊าซแบบอื่นอาจเกิดปัญหามาก ข้อเสียของเตาผลิตก๊าซชนิดนี้ คือในก๊าซเชื้อเพลิงที่ออกจากเตาจะมีปริมาณเถ้าและฝุ่นออกมา เนื่องจากความเร็ว ของอากาศภายในเตาสูงจึงต้องแยกออกโดยใช้เครื่องดักฝุ่น (Cyclone หรือ Baghouse) และยังไม่สามารถปรับตัว ให้ตอบสนองกับภาระ (Load) ที่เปลี่ยนไปได้ดีนัก การควบคุมการทำงานของเตาค่อนข้างลำบาก และระบบอีกทั้งระบบ ยุ่งยากซับซ้อน อีกทั้งมีราคาแพง ดังนั้นจึงเหมาะสมที่จะใช้กับระบบขนาดใหญ่เท่านั้น

3. การไพโรไลซิส (Pyrolysis) หรือการเผาถ่าน [9] ซึ่งใช้ความร้อนในการแยกสลายชีววมวลออกเป็นแก๊ส น้ำมันดิน (Tar) และถ่าน) ปริมาณที่แยกสลายได้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความดัน เวลา อัตราการให้ความร้อน และชนิดของชีววมวล ถ้าอุณหภูมิสูงมากก็จะได้แก๊สเชื้อเพลิงจากกระบวนการ Gasification และหากอุณหภูมิต่ำ ($< 600^{\circ}\text{C}$) ก็จะได้ถ่านเป็นหลัก การทำเชื้อเพลิงเหลวจากชีววมวลต้องใช้เทคโนโลยีสูงขึ้น เช่น Catalytic Liquefaction หรือ Flash Pyrolysis ซึ่งเป็นการ Pyrolyze ชีววมวลโดยมี Heating Rate และ Residence Time ต่ำ

กระบวนการทางชีวเคมี (Biochemical Conversion Processes)

เทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซล ซึ่งหมายถึง เมทิลเอสเตอ์ (Methyl esters) หรือ เอทิลเอสเตอ์ (Ethylesters) ไบโอดีเซลเป็นสารประเภทโมโนแอลคิลเอสเตอ์ (Mono alkyl esters) ที่ผลิตได้จากน้ำมันพืช และไขมันสัตว์ มีคุณสมบัติเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงประเภทดีเซล เช่นเดียวกับน้ำมันปิโตรเลียม ไบโอดีเซลผลิตขึ้นโดยผ่านกระบวนการทรานเอสเตอริฟิเคชัน (Transesterification) [41] คือ การนำน้ำมันพืช หรือไขมันจากสัตว์มาผ่านการกรองก่อนที่จะถูกนำไปทำปฏิกิริยากับด่างเพื่อกำจัดอนุมูลไขมันอิสระ แล้วจึงผสมรวมกับเมทานอล (Methanol) และโซเดียมหรือโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (Sodium / potassium hydroxide) ที่เป็นตัวช่วยเร่งปฏิกิริยาให้สารไตรกลีเซอไรด์ (Triglycerides) ในน้ำมันถูกเปลี่ยนเป็นสารประเภทเอสเตอ์ (Esters) และกลีเซอริน (Glycerine) และเมื่อกลีเซอรินถูกแยกออกจากน้ำมันพืชแล้ว โมเลกุลที่เหลือจะมีคุณสมบัติคล้ายกับน้ำมันปิโตรเลียม

กระบวนการทางชีวภาพ (Biological Conversion Processes)

- เทคโนโลยีการผลิตเอทานอล โดยทั่วไปกระบวนการผลิตเอทานอลจากแป้งจะประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 2 ขั้นตอน [10] คือ

1) การย่อยแป้งเป็นน้ำตาลสามารถทำได้โดยใช้กรดหรือเอนไซม์ แต่ในปัจจุบันนิยมใช้เอนไซม์เนื่องจากสะดวกและควบคุมกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพได้ง่ายกว่า การย่อยแป้งเป็นเอนไซม์ประกอบด้วยกระบวนการย่อย 2 ครั้ง คือ

(1) การย่อยครั้งแรกหรือการทำให้เหลว (Liquefaction) สภาวะที่ใช้จะขึ้นอยู่กับแหล่งและชนิดของเอนไซม์ แต่โดยทั่วไปในการย่อยครั้งแรกมักจะมีอุณหภูมิสูงมาก

(2) การย่อยครั้งสุดท้ายหรือการทำให้หวาน (Saccharification) สภาวะที่ใช้จะขึ้นอยู่กับแหล่งและชนิดของเอนไซม์ แต่โดยทั่วไปเอนไซม์ที่ใช้ในการย่อยครั้งสุดท้ายจะมีอุณหภูมิสูงปานกลางถึงสูง และใช้เวลาในการย่อยค่อนข้างนานเพื่อให้เกิดการย่อยเป็นน้ำตาลกลูโคสที่สมบูรณ์

2) การหมักน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ (Fermentation) กระบวนการนี้จะใช้เชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่ ยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) ซึ่งจะเจริญได้ดีที่อุณหภูมิประมาณ 30 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการหมักจะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมในการหมัก แต่โดยทั่วไปจะใช้เวลาประมาณ 48-96 ชั่วโมง

คุณสมบัติของชีวมวล [12]

ชีวมวลแต่ละชนิดมีคุณสมบัติเฉพาะอย่าง คุณสมบัติบางอย่างถือเป็นจุดเด่น คุณสมบัติบางอย่างถือเป็นจุดด้อย เช่น การกระจายตัวของแหล่งชีวมวล - ขนาด - ความชื้น - สิ่งเจือปน - ปริมาณขี้เถ้า ดังนั้น ถ้านำชีวมวลใดมาผลิตไฟฟ้า ต้องออกแบบเครื่องจักรให้เหมาะสมกับชีวมวลนั้นๆ เพื่อ ประสิทธิภาพโดยรวมที่ดีที่สุด อย่างไรก็ตาม คุณสมบัติอย่างหนึ่งของชีวมวลที่เหมือนกันคือ มี น้ำหนักเบา เมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ โรงไฟฟ้าชีวมวลจึงควรอยู่ใกล้กับแหล่งผลิต ชีวมวลเพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านการขนส่งให้มากที่สุด

1) ขนาด

ขนาดของชีวมวล เป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งที่ต้อง พิจารณา ถ้าชีวมวลมีขนาดใหญ่ เช่น เศษไม้หรือปลายไม้ จากสวนปาล์มพารา และปึกไม้ที่ได้จากโรงเลื่อยไม้พารา เป็นต้น จะมีขนาดใหญ่เกินไปจึงไม่เหมาะที่จะนำมาเผาไหม้เป็น เชื้อเพลิงโดยตรง เพราะประสิทธิภาพการเผาไหม้จะต่ำ ดังนั้นควรจะนำมาตัดให้เป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดประมาณ 1 เซนติเมตร จะทำให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้ดีขึ้น แต่ก็มีค่าใช้จ่ายในการย่อยเพิ่มขึ้นเช่นกัน

2) ความชื้น

ความชื้นของชีวมวลเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการนำมาเป็นเชื้อเพลิง ถ้าชีวมวลมีความชื้นสูงมาก เช่น กากมันสำปะหลังหรือส่าเหล้า ซึ่งมีความชื้นประมาณร้อยละ 80-90 ไม่เหมาะที่จะนำมาเผาไหม้ แต่อาจจะนำมาผ่านกระบวนการบดอัด(Dewatering)เพื่อลดความชื้นก่อนนำไปเผา หรือนำมาผ่านกระบวนการบำบัดแบบไร้อากาศเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ ซึ่งสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้เช่นกัน ในกรณีของเศษไม้ มีความชื้นประมาณร้อยละ 50-60 ถ้านำมาเก็บไว้ล่วงหน้าระยะหนึ่ง ความชื้นจะลดลง แต่มีข้อเสียคือ เสียพื้นที่ในการจัดเก็บ และถ้าเก็บไว้นานไปไม่มีโอกาสใช้ได้

3) สิ่งเจือปน

สิ่งเจือปนในชีวมวลมีหลายอย่างเช่น เศษดิน หิน กรวดทราย และคราบน้ำมันปาล์ม เป็นต้น สิ่งเจือปนที่ต้องระมัดระวังให้มากคือ คราบน้ำมันปาล์มที่ติดอยู่ในทะลายปาล์ม และกะลาปาล์ม เพราะเมื่อคราบน้ำมันปาล์มถูกความร้อนจะกลายเป็นยางเหนียวเกาะติดในห้องเผาไหม้ ดังนั้นในการออกแบบห้องเผาไหม้ต้องพิจารณาจุดนี้เป็นพิเศษ

4) ปริมาณขี้เถ้า

ปริมาณขี้เถ้าของชีวมวล มีผลต่อการเผาไหม้เช่นกัน โดยเฉพาะแกลบจะมีปริมาณขี้เถ้าร้อยละ 16 โดยน้ำหนัก ดังนั้นการออกแบบห้องเผาไหม้จะต้องพิจารณาถึงการรวบรวมขี้เถ้าออกจากห้องเผาไหม้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.2.3 พลังงาน แก๊สชีวภาพ [29]

ปัจจุบันการเลี้ยงสัตว์ภายในประเทศเจริญเติบโตและพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว ผลจากการเลี้ยงสัตว์ได้ก่อให้เกิดปัญหาของเสียและน้ำเน่าจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์โดยเฉพาะอย่างยิ่ง จากฟาร์มสุกร กำลังเป็นปัญหาที่ทำให้สภาพแวดล้อมเสื่อมโทรม และปัญหานี้วันจะทวีความรุนแรงมากขึ้น แก๊สชีวภาพเป็นเทคโนโลยีรูปแบบหนึ่งซึ่งเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ ได้ประยุกต์นำไปใช้ประโยชน์ในฟาร์มเลี้ยงสัตว์เป็นเวลานานมาแล้ว โดยได้รับการส่งเสริมจากหน่วยงานราชการ หลายแห่ง แต่การใช้ประโยชน์ดังกล่าวยังมีปัญหาและข้อจำกัดอยู่ ทั้งนี้เพราะขาดการศึกษา วิจัยและส่งเสริมกันอย่างจริงจังและต่อเนื่อง อีกทั้งระบบแก๊สชีวภาพที่มีการก่อสร้าง ในอดีตเป็นชนิดที่ออกแบบเพื่อใช้ประโยชน์ของแก๊สโดยใช้มูลสัตว์เพียงส่วนหนึ่งของฟาร์มเท่านั้น รวมทั้งการทำงานของระบบยังมีปัญหาทางเทคนิคหลายด้าน ปัจจุบันจึงได้ มีการประยุกต์เทคโนโลยีแก๊สชีวภาพไปใช้ในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ โดยเน้นการบำบัดของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์และการรักษาสภาพแวดล้อม นอกเหนือไปจากการใช้ประโยชน์ของ ของเสียและแก๊สเพียงอย่างเดียวมูลสุกรเป็นของเสียที่เกิดจากการทำฟาร์มสุกร ซึ่งในแต่ละปีมีจำนวนมาก ส่วนใหญ่แล้วมูลสุกรที่ปล่อยทิ้งออกจากฟาร์มสุกรไม่ได้ถูกนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างเต็มที่ หากเกษตรกรนำมูลสุกรมาใช้ก็จะเกิดประโยชน์มากมายทีเดียว เช่น เป็นปุ๋ยใส่ต้นไม้ ปล่อยลงบ่อเลี้ยงปลาหรือนำมาหมักให้เกิดแก๊สมีเทน โดยวิธีแก๊สชีวภาพ บ่อแบบฟิสิกซ์โดม (โดมคงที่) ก็เป็นอีกบ่อแก๊สชีวภาพชนิดหนึ่งที่เหมาะสำหรับฟาร์มขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ มีค่าใช้จ่ายน้อยกว่าบ่อชนิดอื่น แต่ให้ประสิทธิภาพในการหมักแก๊สที่เท่าเทียมกัน

ความหมายของแก๊สชีวภาพ

แก๊สชีวภาพ หรือไบโอแก๊ส คือ แก๊สที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ จากการย่อยสลายอินทรีย์ โดยจุลินทรีย์ภายใต้สภาวะ ที่ปราศจากออกซิเจน แก๊สชีวภาพประกอบด้วยแก๊สหลายชนิด ส่วนใหญ่เป็นแก๊สมีเทน (CH_4) ประมาณ 50-70% และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ประมาณ 30-50% ส่วนที่เหลือเป็นแก๊สชนิดอื่น ๆ เช่น ไฮโดรเจน (H_2) ออกซิเจน (O_2) ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ไนโตรเจน (N_2) และไอน้ำ ขบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์สภาวะปราศจากออกซิเจน ขบวนการย่อยสลายประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการย่อยสลายสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ เช่น ไขมัน แป้ง และโปรตีน ซึ่งอยู่ในรูปสารละลายจนกลายเป็นกรดอินทรีย์ระเหยง่าย (volatile acids) โดยจุลินทรีย์กลุ่มสร้างกรด (acid-producing bacteria) และขั้นตอนการเปลี่ยนกรดอินทรีย์ให้เป็นแก๊สมีเทน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ โดยจุลินทรีย์กลุ่มสร้างมีเทน (methane-producing bacteria)

องค์ประกอบและคุณสมบัติของก๊าซชีวภาพ [25]

ก๊าซชีวภาพ biogas หรือ marsh gas เป็นผลพลอยได้จากการย่อยสลายสารอินทรีย์ ได้แก่ วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร มูลสัตว์ อุจจาระ น้ำทิ้งจากอุตสาหกรรม เป็นต้น โดยการย่อยของจุลินทรีย์กลุ่มหนึ่งในสภาพขาดออกซิเจน

ก๊าซชีวภาพประกอบด้วยก๊าซต่างๆ มากมาย ได้แก่ CH_4 , CO_2 , H_2S และอื่นๆ โดยก๊าซมีเทน(CH_4) เป็นองค์ประกอบสำคัญ ซึ่งค่าความร้อนของก๊าซชีวภาพขึ้นกับปริมาณของก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพนั้น ส่วนประกอบของก๊าซที่ได้จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของ Substrates, Organic loading, อุณหภูมิและเวลาในการย่อยสลาย แต่โดยทั่วไปส่วนประกอบสำคัญของก๊าซชีวภาพ คือ ก๊าซมีเทน เนื่องจากเป็นก๊าซที่มีค่าความร้อนสูงที่สามารถนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานได้ โดยปกติมีเทนบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิและความดันมาตรฐาน จะมีค่าความร้อนประมาณ 34,000 kJ/m³ สำหรับก๊าซชีวภาพที่มี CH_4 เป็นองค์ประกอบโดยเฉลี่ยประมาณ 40-80% จะให้ค่าความร้อนประมาณ 13,720-27,440 kJ/m³ นอกจากค่าความร้อนดังกล่าวจะเป็นเงื่อนไขสำคัญต่อการพิจารณาส่งเสริมเลือกเทคโนโลยีที่จะนำเอาก๊าซชีวภาพไปใช้เป็นพลังงานทดแทนแล้ว คุณสมบัติอื่นๆ ได้แก่ อัตราส่วนระหว่างเชื้อเพลิงต่ออากาศ Flame velocity และอุณหภูมิของเปลวไฟที่ได้จากการเผาไหม้ก็เป็นปัจจัยสำคัญต่อการนำ ก๊าซชีวภาพไปใช้ทดแทนเชื้อเพลิงอื่นด้วย ได้แก่ การใช้แทนน้ำมันดีเซลในการเดินเครื่องยนต์ การผลิตไฟฟ้า เป็นต้น

ลักษณะและมูลสัตว์ชนิดต่าง ๆ [11]

มูลสัตว์แต่ละชนิดนั้นก็จะมีลักษณะและส่วนประกอบทางเคมีแตกต่างกันไป ล้วนแล้วแต่เป็นประโยชน์ กล่าวคือส่วนใหญ่จะประกอบด้วย ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม นอกจากนี้ก็ยังมีพวกแร่ธาตุอื่น ๆ อีก เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม ทองแดง สังกะสี และเหล็ก เป็นต้น ส่วนปริมาณที่ขับถ่ายออกมาของมูลสัตว์แต่ละวันและคุณสมบัติของการย่อยสลายก็ขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์ ขนาด และอายุ รวมทั้งอาหารและน้ำที่ให้อาหารในแต่ละวันตลอดจนสภาวะแวดล้อมอีกด้วย

มูลสุกร

เนื่องจากสุกรเป็นสัตว์ที่สามารถกินอาหารได้หลายชนิด ดังนั้นคุณภาพของมูลสุกรจึงขึ้นอยู่กับอาหารที่สุกรกินเข้าไป โดยทั่วไปแล้วมูลสุกรจะมีธาตุ C:N = 14:1 ซึ่งง่ายต่อการย่อยสลายเหมาะแก่การจะนำไปใช้ประโยชน์ เช่น ก๊าซชีวภาพ ปุ๋ย และเป็นอาหารของปลาในแต่ละวันสุกร น้ำหนัก 54.6-72.5 กิโลกรัม จะให้ของเสียที่ขับออกมาประมาณ 6.76 กิโลกรัม มูลสุกรนั้นมีความชื้นมากปล่อยความร้อนที่ต่ำขณะที่เกิดการหมัก

มูลวัวและกระบือ

คล้ายกับมูลสุกร มีธาตุ C : N = 25 : 1 ง่ายต่อการนำไปทำก๊าซชีวภาพ เพราะเป็นสัตว์ที่ชอบกินหญ้ามีพวกเส้นใย (fiber) อยู่มาก จึงทำให้มีธาตุคาร์บอนมาก วัวและกระบือเป็นสัตว์ที่เคี้ยวเอื้องและดื่มน้ำมาก ดังนั้นมูลวัวจึงมีความชื้นมาก แต่สลายตัวช้าและให้ความร้อนต่ำขณะที่เกิดการหมัก (fermentation) ในแต่ละปีวัวและกระบือหนึ่งตัวจะให้มูลประมาณ 9,000 กิโลกรัม

มูลม้า

ต่างจากมูลวัว คือจะมีจำนวนอินทรีย์วัตถุ ไนโตรเจน และเซลลูโลส สูงกว่ามูลวัว และนอกจากนี้มูลม้ายังปล่อยความร้อนเป็นจำนวนมาก ขณะที่เกิดการหมัก

มูลแพะ

แพะเป็นสัตว์ที่กินน้ำน้อยความชื้นของมูลจึงต่ำ ความเร็วในการหมักและสลายตัวจึงไม่เร็วเท่ากับมูลม้า แต่เร็วกว่ามูลสุกรและมูลวัว เวลาหมักก็ให้ความร้อนเหมือนกัน เช่นเดียวกับมูลม้า

มูลของพวกสัตว์ปีก

ได้แก่ พวกเป็ด ไก่ ห่าน พวกนี้จะมีส่วนประกอบของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมสูง จึงเป็นปุ๋ยที่มีความสมบูรณ์ค่อนข้างสูง

ประโยชน์ของก๊าซชีวภาพ

ด้านพลังงานก๊าซชีวภาพจุดติดไฟ และให้ความร้อนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น ใช้หุงต้มอาหาร จุดตะเกียงให้แสงสว่าง ใช้กับเครื่องกลลูกหมู เครื่องทำน้ำอุ่น เตาอบ ผลิผลการศึกษา ใช้กับเครื่องยนต์ผสมอาหารสัตว์ เป็นต้น

ด้านการป้องกันและรักษาสิ่งแวดล้อม เช่น การนำมูลสัตว์ไปหมักในสภาพไร้อากาศในบ่อก๊าซชีวภาพมูลสัตว์ที่นำมาหมักจะถูกย่อยสลายทำให้กลิ่นและไข่แมลงต่างๆ ที่มีอยู่ในมูลสัตว์จะถูกทำลายลงไปในขณะที่มีการหมัก ซึ่งจะทำให้ลดมลภาวะการระบาดของแมลงและกลิ่นได้

ด้านการให้ปุ๋ยอินทรีย์ในการฟื้นฟูสภาพดินมูลสัตว์ที่ผ่านการหมักแล้วสามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตพืชและปรับปรุงบำรุงดินที่มีคุณภาพ จากกากบ่อล้นประกอบด้วยธาตุอาหารพืชพวกไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์กับพืชและอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ทันที อีกทั้งกากบ่อล้นยังทำให้โครงสร้างดินเกาะตัวกันได้ดีขึ้นมีผลทำให้อินทรีย์วัตถุคงสภาพในดินได้นาน ซึ่งดีกว่าการใช้อินทรีย์วัตถุในรูปอื่นๆ การหมักสภาพแบบไร้อากาศ ทำให้ปริมาณของเชื้อโรคที่เป็นสาเหตุของโรคพืชบางชนิดลดลงได้ และยังมีส่วนในการ

การนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ [25]

คุณสมบัติของก๊าซชีวภาพสามารถนำไปใช้เป็นพลังงานทดแทน หรือใช้แทนเชื้อเพลิงอื่นได้ โดยจากปริมาณก๊าซชีวภาพ 1 ลบ.ม. ที่มีองค์ประกอบของก๊าซมีเทน 60% มีค่าความร้อนอยู่ระหว่าง 18.84-26.38 MJ/m³ สามารถทดแทนเชื้อเพลิงหรือพลังงานต่างๆได้ [26,27] ดังนี้

ก๊าซ LPG ประมาณ 0.46 กก.

ไฟฟ้าประมาณ 1.2 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

น้ำมันเตา ประมาณ 0.55 ลิตร

น้ำมันดีเซล ประมาณ 0.4 กก.

น้ำมันเบนซิน ประมาณ 0.6 กก.

ถ่านหิน ประมาณ 0.8 กก.

ถ่านไม้ประมาณ 1.6 กก.

ก๊าซชีวภาพสามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงได้อย่างดีสำหรับหุงต้มอาหาร จุดตะเกียงเพื่อให้แสงสว่างและใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ หรือแทรกเตอร์สำหรับการเกษตร ปริมาณความต้องการใช้ก๊าซชีวภาพสำหรับเป็นเชื้อเพลิงต่างๆแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 3.1 ปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพสำหรับวัตถุประสงค์ต่างๆ [28]

ใช้เป็นเชื้อเพลิง	ข้อกำหนด	จำนวนก๊าซชีวภาพ (ลบ.ม.)
1. หุงอาหาร	ต่อคน	0.5 ต่อวัน
2. จุดตะเกียงเพื่อแสงสว่าง	200 แรงเทียน	0.10 ต่อชั่วโมง
	40 วัตต์	0.13 ต่อชั่วโมง
3. เครื่องยนต์เบนซิน	ต่อแรงแม้า	0.45
4. เครื่องยนต์ดีเซล	ต่อแรงแม้า	0.45
5. ตู้เย็น	ต่อ ลบ.ม.	1.2

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการผลิตแก๊สชีวภาพ [29]

การย่อยสลายสารอินทรีย์และการผลิตแก๊สมีปัจจัยต่าง ๆ เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. อุณหภูมิ (Temperature) การย่อยสลายอินทรีย์และการผลิตแก๊สในสภาพปราศจากออกซิเจน สามารถเกิดขึ้นในช่วงอุณหภูมิที่กว้างมากตั้งแต่ 4-60 องศาเซลเซียสขึ้นอยู่กับชนิดของกลุ่มจุลินทรีย์

2. ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ความเป็นกรด-ด่าง มีความสำคัญต่อการหมักมาก ช่วง pH ที่เหมาะสมอยู่ในระดับ 6.6-7.5 ถ้า pH ต่ำเกินไปจะเป็นอันตรายต่อแบคทีเรียที่สร้างแก๊สมีเทน

3. อัลคาลินิตี (Alkalinity) ค่าอัลคาลินิตี หมายถึง ความสามารถในการรักษาระดับความเป็นกรด-ด่าง ค่าอัลคาลินิตีที่เหมาะสมต่อการหมักมีค่าประมาณ 1,000 - 5,000 มิลลิกรัม/ลิตร ในรูปของแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3)

4. สารอาหาร (Nutrients) สารอินทรีย์ซึ่งมีความเหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ มีรายงานการศึกษาพบว่า มีสารอาหารในสัดส่วน C:N และ C:P ในอัตรา 25:1 และ 20:1 ตามลำดับ

5. สารยับยั้งและสารพิษ (Inhibiting and Toxic Materials) เช่น กรดไขมันระเหยได้ ไฮโดรเจน หรือแอมโมเนีย สามารถทำให้ขบวนการย่อยสลาย ในสภาพไร้ออกซิเจนหยุดชะงักได้

6. สารอินทรีย์และลักษณะของสารอินทรีย์สำหรับขบวนการย่อยสลาย ซึ่งมีความแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

7. ชนิดและแบบของบ่อแก๊สชีวภาพ (Biogas Plant) บ่อแก๊สชีวภาพ แบ่งตามลักษณะการทำงาน ลักษณะของของเสียที่เป็นวัตถุดิบ และประสิทธิภาพ การทำงานได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ ดังนี้

7.1 บ่อหมักช้าหรือบ่อหมักของแข็ง บ่อหมักช้าที่มีการสร้างให้ประโยชน์กันและกันและเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป มี 3 แบบหลักคือ

(1) แบบยอดโดม (fixed dome digester)

(2) แบบฟลोटดรัมลอย (floating drum digester) หรือแบบอินเดีย (Indian digester)

(3) แบบพลาสติกคลุมราง (plastic covered ditch) หรือแบบปลั๊กโฟลว์ (plug flow digester)

7.2 บ่อหมักเร็วหรือบ่อน้ำบำบัดน้ำเสีย แบ่งได้เป็น 2 แบบหลัก คือ

1) แบบบรรจุตัวกลางในสภาพไร้ออกซิเจน (Anaerobic Filter) หรืออาจเรียกตามชื่อย่อว่า แบบเอเอฟ (AF) ตัวกลางที่ทำได้จากวัสดุหลายชนิด เช่น ก้อนหิน กรวด พลาสติก

2) แบบยูเอเอสบี (UASB หรือ Upflow Anaerobic Sludge Blanket) บ่อหมัก เร็วแบบนี้ ใช้ตะกอนของสารอินทรีย์ (sludge) ที่เคลื่อนไหวภายในบ่อหมักเป็น ตัวกลางให้จุลินทรีย์เกาะ ลักษณะการทำงานของบ่อหมักเกิดขึ้น โดยการควบคุมความเร็วของน้ำเสียให้ไหลเข้าบ่อหมักจากด้านล่างขึ้นสู่ด้านบน ตะกอนส่วนที่เบาจะลอยตัว ไปพร้อมกับน้ำเสียที่ไหลล้นออกนอกบ่อ ตะกอนส่วนที่หนักจะจมลงก้นบ่อ

ประโยชน์ของบ่อแก๊สชีวภาพ [29]

1. ด้านพลังงาน เมื่อพิจารณาถึงด้านเศรษฐกิจแล้ว การลงทุนผลิตแก๊สชีวภาพจะลงทุนต่ำกว่าการผลิตเชื้อเพลิงชนิดอื่น ๆ สามารถนำมาใช้ทดแทนพลังงานเชื้อเพลิงจากแหล่งอื่น ๆ เช่น ฟืน ถ่าน น้ำมัน แก๊สหุงต้ม และไฟฟ้า แก๊สชีวภาพจำนวน 1 ลูกบาศก์เมตรสามารถนำไปใช้ได้ดังนี้

1) ให้ค่าความร้อน 3,000-5,000 กิโลแคลอรี ความร้อนนี้จะทำให้น้ำ 130 กิโลกรัม ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เดือดได้

2) ใช้กับตะเกียงแก๊สขนาด 60-100 วัตต์ ลูกไหม้ได้ 5-6 ชั่วโมง

3) ผลิตกระแสไฟฟ้า 1.25 กิโลวัตต์

4) ใช้กับเครื่องยนต์ 2 แรงม้า ได้นาน 1 ชั่วโมง

5) ถ้าใช้กับครอบครัวขนาด 4 คน สามารถหุงต้มได้ 3 มื้อ

2. ด้านปรับปรุงสภาพแวดล้อม

โดยการนำมูลสัตว์ และน้ำล้างคอกมาหมักในบ่อแก๊สชีวภาพ จะเป็นการช่วยกำจัดมูลในบริเวณที่เลี้ยงทำให้กลิ่นเหม็นและแมลงวันในบริเวณนั้นลดลงและผลจากการหมักมูลสัตว์ ในบ่อแก๊สชีวภาพที่ปราศจากออกซิเจนเป็นเวลานาน ๆ ทำให้ไข่พยาธิและเชื้อโรคส่วนใหญ่ในมูลสัตว์ตายด้วย ซึ่งเป็นการทำลายแหล่งเพาะเชื้อโรคบางชนิด เช่น โรคบิด อหิวาต์ และพยาธิที่อาจแพร่กระจายจากมูลสัตว์ด้วยกัน นอกจากนี้แล้วยังเป็นการป้องกันไม่ให้มูลสัตว์ถูกชะล้างลงไปในแหล่งน้ำตามธรรมชาติ

3. ด้านการเกษตร

3.1 การทำเป็นปุ๋ย ปากที่ได้จากการหมักแก๊สชีวภาพเราสามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยได้ดีกว่ามูลสัตว์สด ๆ และปุ๋ยคอก ทั้งนี้เนื่องจากในขณะที่มีการหมัก จะมีการเปลี่ยนแปลงสารประกอบไนโตรเจนในมูลสัตว์ ทำให้พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

3.2 การทำเป็นอาหารสัตว์ โดยนำส่วนที่เหลือจากการหมัก นำไปตากแห้ง แล้วนำไปผสมเป็นอาหารสัตว์ให้โคและสุกรกินได้ แต่ทั้งนี้ก็มีข้อจำกัด คือ ควรใส่ อยู่ระหว่าง 5-10 กิโลกรัม ต่อส่วนผสมทั้งหมด 100 กิโลกรัม จะทำให้สัตว์เจริญเติบโตตามปกติและเป็นการลดต้นทุนการผลิตอีกด้วย การใช้แก๊สชีวภาพผลิตกระแสไฟฟ้า ก่อนที่เราจะทำการผลิตกระแสไฟฟ้า เราจำเป็นต้องรู้ก่อนว่าขนาดบ่อหมักบรรจุแก๊สได้กี่ลูกบาศก์เมตร และจำนวนที่ใช้กระแสไฟฟ้าในฟาร์ม จากนั้นจึงคำนวณหาอุปกรณ์ที่จะใช้ ดังกรณีตัวอย่างบ่อแก๊สชีวภาพแบบปลั๊กโพลาร์ ขนาดบ่อหมักซึ่งมีปริมาตร 170 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งชุดของเครื่องยนต์ที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1) เครื่องยนต์ ใช้เครื่องยนต์เบนซิน 4 สูบ (เครื่องยนต์ใช้แล้ว) ความจุ กระบอกสูบ เท่ากับ 198 ลูกบาศก์เซนติเมตร สัดส่วนการอัดอากาศต่อแก๊สชีวภาพ 8.2:1 มีกำลัง 91 แรงม้า ที่ 4,800 รอบ/วินาที แรงบิดสูงสุด เท่ากับ 160 นิวตันเมตร ที่ 3,200 รอบ/นาที

2) เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ให้กำลังไฟฟ้าสูงสุด เท่ากับ 13 กิโลวัตต์ ใช้ไฟ 3 สาย แรงขับเคลื่อนไฟฟ้า 380 โวลท์ ปริมาณไฟฟ้า 30 แอมแปร์

3) เครื่องควบคุมวงจรไฟฟ้า วัตถุประสงค์ที่ติดตั้งเพื่อควบคุมกระแสไฟฟ้าตกหรือสูงเกินไปหรือในกรณีแรงเคลื่อนไฟฟ้าต่ำ หรือสูงไม่เป็นไปตามปกติ ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชุดนี้ได้ออกแบบมาเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าได้ประมาณ 30-50% ของปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ต้องการใช้โดยผลิตได้ 1.4 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมงต่อแก๊ส 1 ลูกบาศก์เมตร กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้สามารถนำไปใช้กับเครื่องสูบน้ำขนาด 15 แรงม้า เครื่องผสมอาหาร 5 แรงม้า เครื่องบดอาหารขนาด 20 แรงม้า ซึ่งโดยปกติจะทำงาน ไม่พร้อมกัน

การสร้างบ่อหมักแก๊สชีวภาพ [29]

1. การเลือกสถานที่ การเลือกสถานที่นั้น ควรอยู่ในที่มีแสงสว่างส่องถึง เพราะจะทำให้ระบบการหมักทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ควรเลือกสร้างที่ดอน น้ำท่วมไม่ถึง มีระดับน้ำใต้ดินลึก

2. การเลือกแบบบ่อหมักแก๊สชีวภาพ การพัฒนาแบบการสร้างบ่อแก๊สชีวภาพ ให้เหมาะสมกับสภาพของแต่ละพื้นที่ โดยยึดหลัก สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อย ง่ายแก่การปฏิบัติ มีประสิทธิภาพสูงเหมาะกับการใช้พลังงานประจำวัน ต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ คือ

2.1 สถานที่ที่จะสร้างบ่อแก๊สชีวภาพ

2.2 ขนาดของบ่อหมัก

2.3 ลักษณะของแบบ หรือรูปทรงของบ่อที่เหมาะสม

2.4 จำนวนสัตว์ที่เลี้ยงอยู่ในฟาร์มซึ่งจะสัมพันธ์กับมูลที่ถ่ายออกมา

2.5 เงินทุนที่ใช้ในการก่อสร้าง

2.6 การใช้กระแสไฟฟ้าภายในฟาร์ม

2.7 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ก่อสร้างบ่อแก๊สชีวภาพ

2.8 หน่วยงานทางราชการที่ให้คำปรึกษาเฉพาะด้านที่เกี่ยวข้องกับเรื่องแก๊สชีวภาพ

3. ขั้นตอนการสร้างบ่อแก๊สชีวภาพ

ขั้นตอนการสร้างบ่อแก๊สชีวภาพ เริ่มต้นจากการสำรวจพื้นที่และชนิดของดินบริเวณที่จะก่อสร้างบ่อก่อน ต่อมาให้วางผังโดยใช้ปูนขาวโรยบริเวณที่เราจะขุดบ่อ บ่อที่จะขุด มีทั้งหมด 3 บ่อ คือ บ่อเติม บ่อหมัก บ่อล้น แล้วจึงขุดบ่อตามแบบที่เราต้องการ โดยเริ่มต้นก่อสร้างบริเวณก้นบ่อ ก่อนทุกบ่อ แต่งรูปทรงบ่อให้ราบเรียบ จากนั้นจึงเริ่มก่อผนังของแต่ละบ่อ และสร้างที่เก็บกักแก๊สที่ได้จากการหมักและโรงผลิตกระแสไฟฟ้า

ประเภทของบ่อแก๊สชีวภาพ

1. แบบยอดโดมหรือแบบฟิซโดม (Fixed Dome) ลักษณะเป็นทรงกลมฝังอยู่ใต้ดิน ส่วนที่กักเก็บแก๊สมีลักษณะเป็นโดม แบบนี้เหมาะสำหรับฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ขนาดเล็ก มีข้อดี คือ ประหยัดพื้นที่บริเวณฟาร์ม ง่ายต่อการต่อวางระบายมูลสุกรจากโรงเรือนไปสู่บ่อหมัก

2. แบบรางขนานหรือแบบปลั๊กโฟลว์ (Plug flow) มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูฝังในดิน ส่วนที่ใช้เก็บแก๊สจะใช้ผ้าพลาสติกที่เรียกว่า red-mud-plastic ครอบคลุมของบ่อหมักไว้ ข้อดี

3. แบบไฮฟี (HIPHI) ระบบการกำจัดของเสียแบบไฮฟี (HYPHI) ระบบนี้ออกแบบขึ้นมาเพื่อกำจัดของเสียจากฟาร์มสุกรระดับกลางถึงระดับใหญ่หรือฟาร์มขนาด ประมาณ 1,500 ตัว โดยเฉพาะ โดยมุ่งกำจัดทิ้งของเสียที่เป็นของแข็งได้แก่มูลสุกรและส่วนที่เป็นของเหลว ได้แก่ ปัสสาวะและน้ำล้างคอก ระบบนี้ออกแบบมาเพื่อกำจัดของเสียที่มีความเข้มข้นต่ำ คำว่าไฮฟี (HYPHI) ย่อมาจากคำว่า Hybrid Plug - flow High-rate System ระบบนี้ประกอบด้วยถังหมักตะกอนแบบหมักช้า (Plug -flow) และถังหมักของเสียเป็นน้ำแบบหมักเร็ว (High-rate) เข้าด้วยเพื่อทำให้ระบบการกำจัดของเสียดังกล่าวสามารถกำจัดของเสียที่เป็นน้ำได้ปริมาณมาก

การบำรุงดูแลรักษา หมั่นตรวจสอบเครื่องยนต์ โดยการตรวจเช็คน้ำมันเครื่อง หัวเทียน ท่อ นำแก๊ส และพยายามทำความสะอาดที่เก็บแก๊สอยู่เสมอ

ปัญหาและวิธีแก้ไข

1) ปัญหาเรื่องทางออกของบ่อหมักปิดตัน แก้ไขโดยการเปิดบ่อ และขุดลอกกากตะกอนที่ตกค้างอย่างน้อย 3 ปี ต่อ 1 ครั้ง

2) ปัญหาเรื่องเครื่องยนต์ร้อนเกินไป แก้ไขโดยการเลือกใช้เครื่องยนต์ที่มีช่องระบายน้ำขนาดใหญ่ หรือต่อพัดลมบริเวณด้านหน้าของหม้อน้ำ รังผึ้งอีก 1 ตัว และดูแลเรื่องตะกอนในหม้อน้ำ

3) ปัญหาเรื่องท่อแก๊ส ท่อแก๊สตันเกิดจากไอน้ำที่เป็นส่วนหนึ่งของแก๊สชีวภาพ รวมตัวกันเป็นหยดน้ำ และเกิดมากขึ้น จนปิดกั้นทางเดินของแก๊ส แก้ไข โดยการทำให้ระบายน้ำออกเป็นระยะ

3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Cabrera. [13] ได้ทำการศึกษานโยบายด้านสิ่งแวดล้อมของการใช้พลังงานหมุนเวียนในประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งแนวทางหนึ่งของนโยบายการลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมก็คือการใช้พลังงานหมุนเวียน จึงเป็นพลังงานที่มีความสำคัญมากสำหรับภูมิภาคนี้โดยเฉพาะในชนบทแต่การใช้ก็ยังมีข้อจำกัดสำหรับการพัฒนาเป็นเชิงการค้า ประเภทของพลังงานหมุนเวียนที่มีการใช้ในภูมิภาคนี้ ได้แก่ พลังน้ำ พลังความร้อนใต้พิภพ พลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานชีวมวล โดยพลังงานเป็นพลังงานหมุนเวียนที่พบมากที่สุด มีการให้ความสำคัญกับนโยบายเกี่ยวกับพลังงานหมุนเวียนในการเข้าสู่ระเบียบวาระการประชุมระดับชาติ และมีหลายประเทศที่ได้ดำเนินการไปแล้ว สำหรับขั้นตอนการวางแผนพลังงานหมุนเวียน ได้แก่

1. การดำเนินการด้านเทคโนโลยี การพัฒนาพลังงานหมุนเวียนควรจะสนับสนุนการดำเนินงานด้านการวิจัยเพื่อลดราคาต้นทุนการผลิตและติดตั้ง และปรับปรุงเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนให้สามารถเชื่อถือและใช้ประโยชน์ได้ หลายประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีการจัดตั้งสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานหมุนเวียนขึ้น เพื่อนำเทคโนโลยีนี้สู่การใช้ในเชิงพาณิชย์

2. การให้ข้อมูลด้านการศึกษาและการฝึกอบรม เป็นขั้นตอนที่มีความจำเป็นต่อการที่จะนำเทคโนโลยีที่ได้มีการวิจัยมาแล้วนั้นมาดำเนินการและสาธิต

3. การดำเนินการด้านการเงินและงบประมาณ การแข่งขันด้านราคาของพลังงานหมุนเวียนจะเป็นการกระตุ้นให้ราคาพลังงานขั้นสุดท้ายมีการเปลี่ยนแปลงลดลง และถ้าราคาพลังงานประเภทอื่นมีการเปลี่ยนแปลงสูงขึ้นก็จะเป็นการสนับสนุนการใช้พลังงานหมุนเวียนในตลาดพลังงานมากขึ้น ซึ่งควรจะสร้างตลาดพลังงานที่ทั้งผู้ซื้อและผู้ขายตระหนักถึงผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและมีความสนใจพลังงานหมุนเวียน

Hutapea [14] ได้ทำการศึกษานโยบายและการจัดการเพื่อใช้ประโยชน์จากพลังงานชีวมวลของประเทศอินโดนีเซีย หน่วยงานที่จัดทำนโยบายของอินโดนีเซีย คือ Government/National Energy Coordination Board (1984) ซึ่งนโยบายที่จัดทำเป็นแผนพัฒนา 5 ปี ฉบับที่ 4 (1984/1985-1988/1989) ซึ่งครอบคลุมการดำเนินงานด้านพลังงาน 2 ประเภท คือ การประเมินและการจัดทำโครงการสาธิตและนำร่อง สำหรับนโยบายพลังงานของประเทศอินโดนีเซียมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. การจัดหาพลังงานสำหรับใช้ภายในประเทศ
2. การจัดหาพลังงานสำหรับการส่งออก
3. การสำรวจน้ำมัน
4. การพัฒนาแหล่งพลังงานทางเลือก
5. การใช้พลังงานให้ประสิทธิภาพมากขึ้น

และมีนโยบายเพื่อการพัฒนาและการใช้ประโยชน์จากชีวมวลเป็นแหล่งพลังงานทางเลือกแทนเชื้อเพลิงประเภทอื่น และลดการพึ่งพาพลังงานจากน้ำมัน ดังนี้

1. การจัดหาพื้นที่ปลูกป่าเพื่อเป็นแหล่งพลังงาน
2. การเลือกชนิดของเทคโนโลยีการแปลงพลังงานจากไม้ให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น
3. การเพิ่มและการขยายการสำรวจและการประเมินค่าแหล่งพลังงาน

4. การพัฒนาโครงการด้านการวิจัยและพัฒนาในการที่จะนำพลังงานชีวมวลมาใช้ในเชิงการค้าการพัฒนาพลังงานชีวมวลเป็นแนวทางหนึ่งของการดำเนินงานตามนโยบายพลังงาน แต่

Junfeng et al. [15] ได้ศึกษานโยบายพลังงานหมุนเวียนของประเทศไทย พบว่าเป้าหมายในการพัฒนาเทคโนโลยีด้านพลังงานหมุนเวียนในปี 1996 – 2010 จะครอบคลุมวัตถุประสงค์ดังนี้

- เพิ่มประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการผลิตพลังงานหมุนเวียน
- ลดต้นทุนการผลิต
- สนับสนุนการใช้พลังงานหมุนเวียนให้มีมากยิ่งขึ้น

เพราะว่าในประเทศไทยนั้น แหล่งพลังงานหมุนเวียนมีศักยภาพสูง โดยเฉพาะพลังงานชีวมวล มีความสำคัญเป็นอันดับสองรองจากการใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง โดยในการพัฒนาการสนับสนุนการใช้พลังงานชีวมวลนั้น รัฐบาลจีนได้สนับสนุนการพัฒนาพลังงานชีวมวลควบคู่ไปกับการพัฒนาเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพทั้งในพื้นที่ชนบทและในเมือง และให้การสนับสนุนด้านเงินทุนในการปรับปรุงเตาถ่าน และยังได้มีการสนับสนุนการพัฒนาการใช้ไม้เป็นเชื้อเพลิง ก๊าซชีวภาพ พลังน้ำขนาดเล็ก พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานความร้อนใต้พิภพ พลังงานน้ำขึ้นน้ำลง และมีการจัดเก็บภาษีแบบพิเศษ สำหรับการพัฒนาพลังงานชีวมวล และสนับสนุนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนโดยใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิง และมีโครงการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานชีวมวล

Sugathapala [16] ได้ศึกษานโยบายพลังงานหมุนเวียนของประเทศไทย พบว่าพลังงานชีวมวลนั้นถือเป็นพลังงานที่มีความสำคัญที่จะพัฒนาให้มีศักยภาพได้ จึงได้มีการสนับสนุนการใช้พลังงานชีวมวล ดังนี้คือ

- สนับสนุนข้อกำหนดของการปลูกต้นไม้ในหมู่บ้านทั้งในพื้นที่ส่วนรวมและส่วนบุคคล
- ปรับปรุงประสิทธิภาพของการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลในกระบวนการผลิต และปรับปรุงประสิทธิภาพในเตาหุงต้มที่ใช้ไม้เป็นเชื้อเพลิง
- สนับสนุนการผลิตก๊าซชีวภาพจากกากของเสียในเมือง และพัฒนาเทคโนโลยีในการเก็บและการใช้ก๊าซชีวภาพให้มีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น

Koh Mok Poh and Hoi Why Kong [17] ได้ศึกษานโยบายพลังงานหมุนเวียนของประเทศมาเลเซียพบว่าพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานชีวมวลเป็นแหล่งพลังงานที่มีศักยภาพในปัจจุบัน และรัฐยังได้มีการวางแผนในการพัฒนาพลังงานซึ่งเป็นสิ่งที่สามารถทำได้ในอนาคต โดยมีจุดมุ่งหมายหลักของนโยบาย คือ ลดการนำเข้าเชื้อเพลิงจากต่างประเทศ และพัฒนาแหล่งพลังงานที่สามารถใช้งานได้ที่มีอยู่ภายในประเทศ โดยการใช้พลังงานชีวมวลแทนการนำเข้า ถ่านหิน หรือน้ำมัน และสนับสนุนให้โรงงานน้ำมันปาล์ม และอุตสาหกรรมไม้ให้สามารถผลิตไฟฟ้าใช้เองได้

Usha Rao [18] ได้ศึกษานโยบายพลังงานหมุนเวียนของประเทศอินเดีย พบว่ารัฐบาลอินเดียได้ให้ความสำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยีด้านพลังงานหมุนเวียนทางด้านพลังงานชีวมวล ซึ่งรวมถึง วัสดุที่เหลือใช้จากการเกษตร พลังงานที่ได้จากขยะ และแผนงานภาคการเกษตรและเทคโนโลยีใหม่ โดยมีนโยบายทางด้านเทคโนโลยีของพลังงานหมุนเวียน คือ การจัดหาแหล่งเงินทุนประมาณของรัฐบาลเพื่อการวิจัยและพัฒนา สาธิตและขยายแผนการดำเนินการต่างๆ ไปสู่ภาคชนบท และสนับสนุนการลงทุนทางการเงินและด้านภาษีอากรในการผลิตพลังงานที่มีการใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิง และพยายามทำให้เทคโนโลยีของการผลิตพลังงานชีวมวลนั้นสามารถลดต้นทุนลงได้ และมีความน่าเชื่อถือในเทคโนโลยีมากยิ่งขึ้น เพื่อให้การพัฒนาการใช้พลังงานชีวมวลในอนาคตมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

Lars Nikolaisen et al[19] พบว่านโยบายพลังงานหมุนเวียนของประเทศเดนมาร์ก นั้นต้องการเพิ่มการใช้พลังงานขั้นพื้นฐาน คือ พลังงานชีวมวล และพลังงานลม และพัฒนาให้พลังงานชีวมวลเป็นแหล่งผลิตพลังงานในอนาคต โดยแผนพลังงานของประเทศเดนมาร์ก มีทั้งหมด 4 ฉบับ ฉบับที่ 1 เริ่มมีตั้งแต่การเกิดวิกฤตการณ์ทางด้านพลังงานในปี 1973 ส่วนในแผนพลังงานฉบับที่ 2 ได้เพิ่มสำคัญกับการพิจารณาทางด้านเศรษฐศาสตร์สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยให้ความสำคัญทางการเงินกับโครงการที่ใช้ เศษไม้และเศษฟาง เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตพลังงาน และทำการเพิ่มภาษีสำหรับผู้ที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล และทำให้เกิดการแข่งขันทางการใช้เชื้อเพลิงชีวมวล และเชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตพลังงาน ต่อมาในแผน

Wolsink [20] ได้ศึกษานโยบายพลังงานลมของประเทศเนเธอร์แลนด์ปี 1975-90 หลังจากวิกฤตการณ์น้ำมันปี 1973 ประเทศเนเธอร์แลนด์เริ่มกำหนดนโยบายด้านการพัฒนาและการทำงานของพลังงานลมในปี 1975 โครงการส่วนใหญ่เป็นการพัฒนาและติดตั้งอุปกรณ์เกี่ยวกับพลังงานลม Mr. Lubbers รัฐมนตรีว่าการกระทรวงเศรษฐกิจ เป็นผู้วางรากฐานการเปลี่ยนแปลงนโยบายพลังงานของเนเธอร์แลนด์ ซึ่งได้ร่างเค้าโครงไว้ 3 แนวทาง คือ การใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพ การใช้ประโยชน์จากแหล่งพลังงานเพิ่มขึ้น และลดการพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศ ซึ่งแนวทางของนโยบายนี้ยังคงเป็นหลักการของนโยบายพลังงานของเนเธอร์แลนด์ในปัจจุบัน แนวทางที่ 2 และ 3 เป็นแนวทางที่ส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากแหล่งพลังงานที่หลากหลายมากขึ้น นโยบายพลังงานลมจึงถูกเริ่มขึ้นเป็นโครงการวิจัยในปี 1975 ได้เริ่มโครงการวิจัยพลังงานลม ซึ่งเป็นการสร้างกังหันลมขนาดเล็กแต่ผลที่ได้ก็เป็นสัญญาณในด้านบวก จากโครงการนี้ทำให้มีการใช้พลังงานลมประมาณ 10% ของพลังงานไฟฟ้าภายในประเทศในปี 1982 โครงการพัฒนาพลังงานลมได้ถูกกำหนดแนวทางของโครงการวิจัย พัฒนาสาธิตและการใช้ในเชิงพาณิชย์ ซึ่งจะมีกองทุนให้การสนับสนุนด้านการเงินแก่งานวิจัยพัฒนากังหันขนาดใหญ่เพื่อสำหรับใช้ในอุตสาหกรรม จุดมุ่งหมายคือการสร้างกังหันลมเป็นอุตสาหกรรมในปี 1990 ได้กำหนดนโยบายพลังงานขึ้นใหม่ ซึ่งเป็นนโยบายที่คำนึงผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม เป้าหมายของนโยบาย คือ การลดการแพร่กระจายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ นโยบายนี้ทำให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน การใช้เทคโนโลยีผลิตไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพ เช่น ระบบผลิตพลังความร้อนร่วม (Cogeneration) และการใช้พลังงานหมุนเวียน เช่น ลม แสงอาทิตย์ และชีวมวล มีกองทุนที่สนับสนุนด้านการเงินกับการสนับสนุนด้านภาษีในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน

Lew [21] ได้ศึกษานโยบายพลังงานหมุนเวียนของประเทศเยอรมัน พบว่า ประเทศเยอรมันมีการออกกฎหมายเพื่อกระตุ้นการผลิตไฟฟ้าขายกลับให้รัฐบาล หรือเรียกว่า ผู้ผลิตไฟฟ้าอิสระ (Independent Power Producers, IPP) ในปี 1991 ซึ่งผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมและแสงอาทิตย์ และจะรับซื้อในอัตรา 90% ของราคาขายปลีก หรือประมาณ 0.10 ดอลลาร์ต่อหน่วย ซึ่งเป็นโครงการง่าย ๆ แต่สามารถทำให้การพัฒนาพลังงานลมเติบโตอย่างรวดเร็ว ทำให้ปัจจุบันเยอรมันได้เป็นผู้นำด้านพลังงานลมของโลก แต่ผลเสียของโครงการนี้ก็คือต้องหาแหล่งเงินทุนสำหรับการสนับสนุนด้านการเงินของโครงการ กองทุนจะต้องจ่ายเงินสนับสนุนถึง 3 เท่าของพลังงานรูปแบบเดิม แต่ถ้ามีบริษัทเอกชนเข้าร่วมโครงการมากก็จะทำให้เกิดการแข่งขันด้านราคาก็จะทำให้เทคโนโลยีก้าวหน้าขึ้นและราคาพลังงานลดลงนโยบายพลังงานหมุนเวียนของประเทศกรีซ [7] พบว่า ประเทศกรีซมีนโยบายกระตุ้นการใช้พลังงานหมุนเวียน โดยรัฐบาลมีนโยบายในการให้ความช่วยเหลือด้านการเงินเป็นเวลา 8-10 ปี สำหรับโครงการที่เกี่ยวกับพลังงานหมุนเวียน หลังจากนั้นรัฐบาลจะสนับสนุนโครงการต่อ โดยการให้เวลาโฆษณาทางโทรทัศน์ฟรีทุกวันเป็นเวลาอีก 2 ปี และสำหรับโครงการด้านการทำน้ำร้อนจากแสงอาทิตย์รัฐบาลจะสนับสนุนค่าโฆษณาในช่วงเวลาออกอากาศ แต่ปัจจุบันนโยบายการช่วยเหลือด้านการเงินนี้ได้ยุติลงแล้ว เนื่องจากตลาดมีความมั่นคงและพลังงานมีราคาต่ำลงแล้ว รัฐบาลจึงไม่จำเป็นต้องเข้าแทรกแซงทางการเงินอีกต่อไป

นโยบายพลังงานหมุนเวียนในประเทศเยอรมันนี้ [22] ประเทศเยอรมันนี้มีศักยภาพด้านพลังงานหมุนเวียนหลายอย่าง เช่น ลม แสงอาทิตย์ เป็นต้น โดยนโยบายด้านพลังงานของประเทศเยอรมันนี้จะอยู่บนพื้นฐานของเศรษฐกิจ ความปลอดภัย ประสิทธิภาพ และสิ่งแวดล้อม ดังนั้นพลังงานหมุนเวียนจึงเป็นพลังงานที่ประเทศเยอรมันนี้ให้ความสนใจอย่างมาก โดยรัฐบาลจะการช่วยเหลือด้านการเงินแก่โรงงานที่ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน เช่น การลดภาษี การประกันราคาเป็นต้น ทำให้พลังงานหมุนเวียนสามารถแข่งขันกับพลังงานฟอสซิลได้และนับวันราคาพลังงานของพลังงานจำพวกฟอสซิลจะสูงขึ้นเรื่อย ๆ และจากการที่ประเทศเยอรมันนี้เปิดเสรีด้านพลังงานจึงทำให้ปัจจุบันมีหลายบริษัทที่ผลิตพลังงานเกิดขึ้นโดยรัฐบาลมีหน้าที่เพียงควบคุมดูแลให้อยู่ในกรอบ โดยประเทศเยอรมันเปิดโอกาสให้เกิดการแข่งขันด้านราคาพลังงานในตลาดพลังงานอย่างเสรี ดังนั้นแต่ละบริษัทจึงพยายามวิจัยและคิดค้นวิธีการลดต้นทุนพลังงานของตนเองอยู่เสมอ โดยพลังงานหมุนเวียนที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในประเทศเยอรมันนี้ตอนนี้ได้แก่พลังงานลม เนื่องจากเป็นประเทศที่ติดทะเลจึงมีความเร็วลมสูงพอที่จะสามารถนำมาใช้ผลิตพลังงานประกอบกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีทางด้านนี้สูง จึงทำให้มีการใช้พลังงานลมถึง 2%

บทที่ 4

วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการวิจัย มีดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลพลังงานหมุนเวียน
 - จากเอกสาร บทความ หนังสือวิชาการ งานวิจัย และ ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
2. เก็บข้อมูล รวบรวมแหล่งพลังงานหมุนเวียน ในจังหวัดนครสวรรค์
3. รวบรวมข้อมูล สถิติต่างๆ ด้านพลังงานหมุนเวียน จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานปศุสัตว์ เป็นต้น
4. วิเคราะห์และประเมินผล
 - ประเมินศักยภาพพลังงานหมุนเวียน
 - แนวทางการพัฒนาพลังงานหมุนเวียน
5. จัดทำรายงานสรุปผลการวิจัย

บทที่ 5

ศักยภาพและแนวทางพัฒนาพลังงานหมุนเวียน

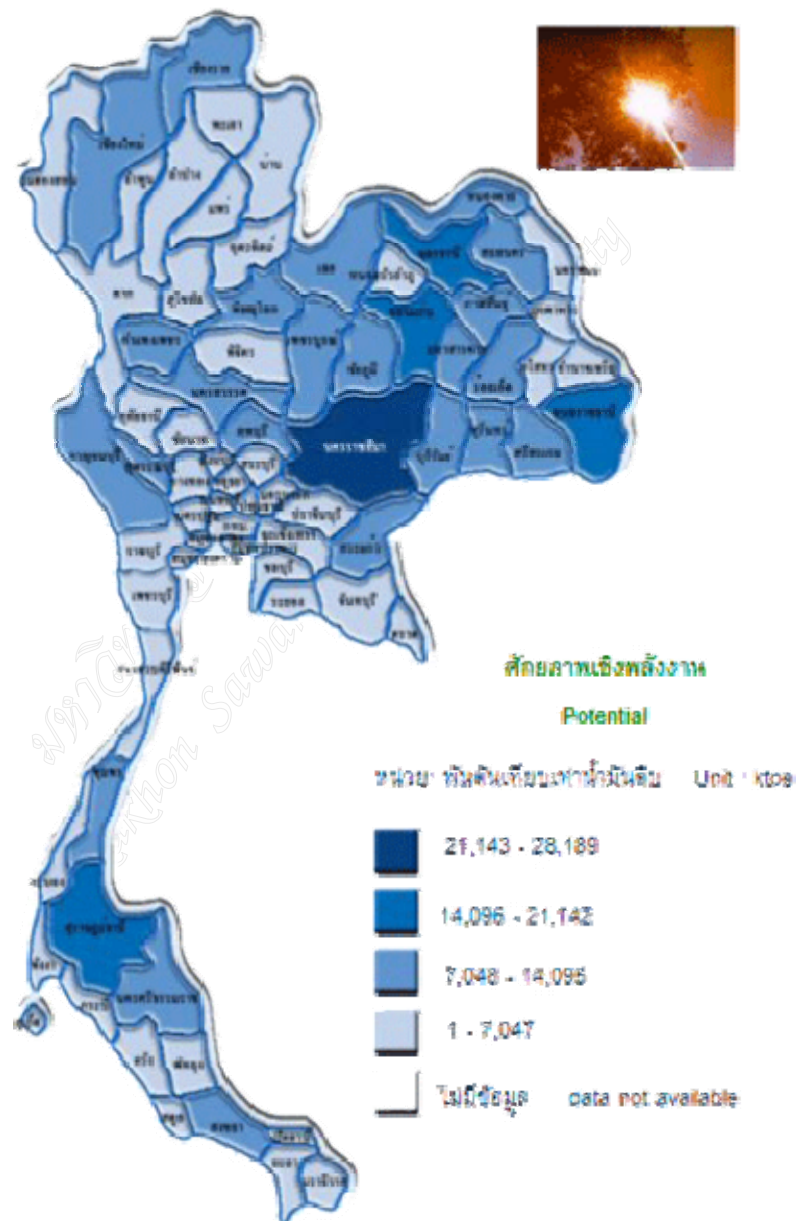
จังหวัดนครสวรรค์เป็นแหล่งเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ อย่างเช่น ข้าว ข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง เป็นต้น ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่มีศักยภาพที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อีกมาก โดยเฉพาะพลังงานหมุนเวียน ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่ผลิตได้ตามธรรมชาติ ทดแทนได้ ไม่มีวันหมด เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานชีวมวล โดยพลังงานชีวมวลที่สำคัญจะได้มาจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ได้แก่ ชานอ้อย แกลบ เหย้ามันสำปะหลัง และซังข้าวโพด เป็นต้น ซึ่งพลังงานที่ได้นั้นสามารถนำไปผลิตพลังงานไฟฟ้า ก๊าซชีวภาพ และเอทานอล ได้

ศักยภาพพลังงานหมุนเวียนที่ทำวิจัยในครั้งนี้ คือพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานชีวมวล และพลังงานก๊าซชีวภาพ มีดังนี้

5.1 ศักยภาพของพลังงานแสงอาทิตย์ [23]

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานประเภทหมุนเวียนได้ (Renewable energy) สามารถนำมาใช้ได้อย่างไม่สิ้นสุด และมีลักษณะกระจายไปถึงผู้ใช้โดยตรง อีกทั้งยังเป็นแหล่งพลังงานที่สะอาดปราศจากมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ตามปกติมนุษย์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ตามธรรมชาติในชีวิตประจำวันอยู่แล้ว เมื่อสังคมมนุษย์มีการพัฒนาไปสู่ยุคอุตสาหกรรม ความต้องการพลังงานมีเพิ่มขึ้นจึงมีการใช้พลังงานจากแหล่งอื่นๆ เพิ่มขึ้นด้วย ที่สำคัญได้แก่ พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล (fossil) ในรูปของน้ำมัน ถ่านหิน และก๊าซธรรมชาติ การใช้พลังงานเหล่านี้ก่อให้เกิดมลพิษ ต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังเป็นแหล่งพลังงานที่มีปริมาณจำกัดซึ่งถ้าใช้อย่างต่อเนื่องก็จะหมดไปในอนาคต นักวิทยาศาสตร์จึงได้ทำการในการวิจัยและพัฒนาเพื่อนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ทดแทนพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล จนถึงปัจจุบันเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ได้รับการพัฒนาจนถึงขั้นนำมาใช้งานได้จริง อย่างไรก็ตามการนำอุปกรณ์พลังงานแสงอาทิตย์เหล่านี้มาใช้อย่างมีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องทราบศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของบริเวณที่จะใช้งานด้วย

โดยทั่วไปศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของพื้นที่แห่งหนึ่งจะสูงหรือต่ำขึ้นกับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ ตกกระทบพื้นที่นั้นโดยบริเวณที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์มากก็จะมีศักยภาพในการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้สูง สำหรับการนำพลังงานแสงอาทิตย์ที่ต้องใช้อุปกรณ์รวมแสง เราจำเป็นต้องทราบสัดส่วนของรังสีรวมต่อรังสีกระจายด้วย ในกรณีของประเทศไทย ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ในบริเวณต่างๆ ทุกจังหวัดในประเทศไทยสามารถแสดงได้ด้วยแผนที่ศักยภาพเชิงพลังงานแสงอาทิตย์ทั่วประเทศ ดังแสดงในรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 ศักยภาพเชิงพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย [31]

จากรูปที่ 5.1 พบว่าบริเวณที่มีศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์สูงแผ่เป็นบริเวณกว้างทางตอนล่างของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และตอนบนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือรวมทั้งบางส่วนของภาคกลาง สำหรับพื้นที่เหลือจะมีศักยภาพลดหลั่นกันตามทีแสดงในแผนที่ สำหรับจังหวัดนครสวรรค์มีศักยภาพเชิงพลังงานแสงอาทิตย์ช่วงประมาณ 7,048-14,095 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ

พลังงานแสงอาทิตย์จากการตรวจวัด [32]

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ได้ดำเนินโครงการพัฒนาเครือข่ายสถานีวัดความเข้มรังสีดวงอาทิตย์สำหรับประเทศไทย เมื่อปีพ.ศ. 2543 เพื่อให้ได้รับข้อมูลความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ที่มีความละเอียดถูกต้องและสามารถตอบสนองต่อความต้องการในการวิจัยพัฒนาและประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจตรวจวัดได้แก่ เครื่องมือวัดความเข้มแสงอาทิตย์ เป็นการวัดรังสีรวมของความเข้มแสงอาทิตย์ เครื่องมือที่ใช้เรียกว่า ไพราโนมิเตอร์ (Pyranometer) ซึ่งปัจจุบันที่กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานใช้วัดมี 2 ชนิด คือ

1) ไพราโนมิเตอร์ ที่ใช้ Thermomechanical Sensor หรือแบบ Bimetallic ซึ่งมี sensor เป็นแถบโลหะ 2 แถบ โดยแถบหนึ่งเป็นสีขาว และอีกแถบหนึ่งเป็นสีดำ เมื่อรังสีดวงอาทิตย์ตกกระทบแถบสีดำจะดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ และขยายตัวได้มากกว่าแถบสีขาว แรงที่เกิดจากการขยายตัวดังกล่าวจะไปขับเคลื่อนหัวปากกาให้บันทึกข้อมูลเป็นลายเส้นลงบนกระดาษกราฟ ซึ่งพันติครอบกระบอกลมที่มีการขับเคลื่อนด้วยระบบโซลาน หรือระบบนาฬิกาใช้แบตเตอรี่

2) ไพราโนมิเตอร์ ที่ใช้ Thermoelectric Sensor หรือแบบ Thermopile ซึ่งมี sensor ทำด้วยโลหะ 2 ชนิด ซึ่งเชื่อมปลายทั้งสองติดกันโดยปลายข้างหนึ่งทำหน้าที่เป็น hot junction และอีกข้างหนึ่งเป็น cold junction เมื่อ hot junction ถูกรังสีดวงอาทิตย์ตกกระทบจะทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของ junction ทั้งสอง และก่อให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้า (electromotive force) ขึ้นในวงจรที่ประกอบด้วยโลหะทั้งสองจากแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้นสามารถนำไปคำนวณหาความเข้มแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบได้

ปัจจุบัน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานมีสถานีวัดความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ จำนวน 36 สถานี กระจายอยู่ทุกภาคของประเทศไทย สำหรับจังหวัดนครสวรรค์ ตั้งอยู่ที่สถานีอุตุนิยมวิทยานครสวรรค์ กรมอุตุนิยมวิทยา 36/13 หมู่ 1 ตำบลนครสวรรค์ออก อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์

ผลการตรวจวัดข้อมูลความเข้มแสงอาทิตย์ บริเวณศูนย์บริการโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า
กรมชลประทาน ตำบลห้วยหะ อำเภอยะหริ่ง จังหวัดนครสวรรค์ ตรวจวัดโดยสถานีอุตุนิยมวิทยา
นครสวรรค์ ปี พ.ศ.2546 -2548 ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงอาทิตย์รายเดือน จังหวัดนครสวรรค์ ปี พ.ศ. 2545 -2547

ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงอาทิตย์รายเดือน (หน่วย : MJ/m ² - day)			
เดือนปี	พ.ศ. 2546	พ.ศ. 2547	พ.ศ. 2548
ม.ค.	17.929	15.725	15.175
ก.พ.	18.169	17.646	17.358
มี.ค.	19.711	19.893	18.541
เม.ย.	22.899	21.969	20.309
พ.ค.	22.028	20.514	17.703
มิ.ย.	18.521	17.897	19.443
ก.ค.	19.522	19.336	17.622
ส.ค.	19.265	18.380	16.197
ก.ย.	16.486	17.940	16.879
ต.ค.	18.111	19.060	16.478
พ.ย.	17.846	17.491	16.703
ธ.ค.	16.054	16.211	14.568

ที่มา :กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน [31]

จากตารางที่ 5.1 พบว่าพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์จะมีค่าความเข้มแสงอาทิตย์มากที่สุด
ในช่วงเดือน เมษายน รองลงมาคือเดือนพฤษภาคม เนื่องจากเป็นช่วงฤดูร้อน และมุมตกกระทบ
ของรังสีจากดวงอาทิตย์ ตั้งฉากกับพื้นที่มากที่สุด ดังนั้นค่าความเข้มแสงอาทิตย์จึงมีค่อนข้างสูง
จึงทำให้จังหวัดนครสวรรค์มีศักยภาพด้านพลังงานแสงอาทิตย์ที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้อีกมาก

5.2 ศักยภาพของพลังงานชีวมวล [4]

สำหรับจังหวัดนครสวรรค์ประชากรส่วนใหญ่ ประกอบอาชีพเกษตรกรรมจึงมีผลผลิตทางการเกษตรเป็นจำนวนมาก เช่น ข้าว อ้อย ข้าวโพด มันสำปะหลัง และมูลสัตว์ เป็นต้น และในการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรเหล่านี้จะมีเศษวัสดุเหลือใช้ออกมาด้วย ซึ่งมีคุณสมบัติสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ ดังนั้นศักยภาพพลังงานชีวมวล มีดังนี้ [34]

1. ชีวมวลกับผลผลิตผลการเกษตร ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ซึ่งในกระบวนการทางการเกษตรที่ต่อเนื่องด้วยการแปรรูปของอุตสาหกรรมเกษตร ทำให้เกิดของเหลือทิ้งซึ่งเป็นอินทรีย์สาร หรือที่เรียกว่า “ชีวมวล” (Biomass) เช่น แกลบได้จากการสีข้าวเปลือก ชานอ้อยได้จากการผลิตน้ำตาลทราย เศษไม้ได้จากการแปรรูปไม้ยางพาราหรือไม้ยูคาลิปตัสเป็นส่วนใหญ่และบางส่วนได้จากสวนป่าที่ปลูกไว้ กากปาล์มได้จากการสกัดน้ำมันปาล์มดิบออกจากผลปาล์มสด กากมันสำปะหลังได้จากการผลิตแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งข้าวโพดได้จากการสีข้าวโพดเพื่อนำเมล็ดออก กาบและกะลามะพร้าว ได้จากการนำมะพร้าวมาปอกเปลือกออกเพื่อนำเนื้อมะพร้าวไปผลิตกะทิและน้ำมันมะพร้าว ส่วนที่เหลือได้จากการผลิตอัลกอฮอล์ เป็นต้น

2. สถานภาพการใช้เศษวัสดุทางการเกษตร ปัจจุบันสภาพการใช้เศษวัสดุทางการเกษตรจะเป็นการใช้ตามสภาพความสะดวกในการนำมาใช้งาน โดยจะเป็นการนำเศษวัสดุ ที่อยู่ในโรงงาน (Mill) มาใช้มากกว่าการที่ต้องไปเก็บจากพื้นที่เพาะปลูก (Field) ดังนั้นชีวมวลที่นำมาใช้งานจึงประกอบด้วย แกลบ ชานอ้อย ไฟเบอร์ผลปาล์ม เศษไม้ เท่านั้น ซึ่งกระบวนการเก็บจากพื้นที่เพาะปลูกจะมีความซับซ้อนและมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น

ปริมาณชีวมวลที่เกิดขึ้น = ผลผลิตทางการเกษตร คูณด้วย อัตราส่วนชีวมวลต่อผลผลิต (ผลผลิตทางการเกษตร เป็นข้อมูลผลผลิตรายจังหวัดในแต่ละปี)

อัตราส่วนชีวมวลต่อผลผลิต คืออัตราส่วนระหว่างชีวมวลที่เกิดขึ้นหลังจากการเก็บเกี่ยวหรือแปรรูปต่อผลผลิต เช่น ข้าวเปลือก 1,000 กิโลกรัม ถูกสีเป็นข้าวสารได้ 540 กิโลกรัม ปลายข้าว 130 กิโลกรัม รำข้าว 110 กิโลกรัม และแกลบ 220 กิโลกรัม ดังนั้นอัตราส่วนชีวมวลของแกลบต่อข้าวเปลือกเท่ากับ $220/1000 = 0.22$ หรือ 22% เป็นต้น

หลักการคำนวณหาปริมาณชีวมวลคงเหลือ [37]

ปริมาณคงเหลือ = ผลผลิต $\times$ อัตราส่วนชีวมวล $\times$ อัตราส่วนคงเหลือ

ผลผลิต คือ ปริมาณผลผลิตทางการเกษตรมีหน่วยเป็นน้ำหนัก “ตัน” เช่น ข้าวเปลือก อ้อยสด ทะลายปาล์ม น้ำมัน และเมล็ดข้าวโพด เป็นต้น อ้างอิงจากข้อมูลของศูนย์สารสนเทศการเกษตร กระทรวงเกษตร ยกเว้นเศษไม้ยางพาราใช้พื้นที่โค่นสวนยางในการคำนวณ มีหน่วยเป็น “ไร่” ซึ่ง

ข้อมูลผลผลิตทางการเกษตรจังหวัดนครสวรรค์ [38]

ตารางแสดงข้อมูลเนื้อที่ และผลผลิตของข้าวนาปี ข้าวนาปรัง อ้อยโรงงาน มันสำปะหลัง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ดังนี้

ตารางที่ 5.2 เนื้อที่ และผลผลิต ข้าวนาปี จังหวัดนครสวรรค์ ปี 2546-2548 [38]

ปี พ.ศ	เนื้อที่เพาะปลูก (ไร่)	ผลผลิต (ตัน)
2546	2,288,985	1,139,035
2547	2,336,691	1,128,622
2548	2,337,737	1,261,079

จากตารางที่ 5.2 แสดงเนื้อที่ และผลผลิต ข้าวนาปี จังหวัดนครสวรรค์ ปี 2546-2548 พบว่า จังหวัดนครสวรรค์มีเนื้อที่การเพาะปลูกข้าวนาปีเพิ่มขึ้น แต่ผลผลิตกลับลดลงทุกปี

ตารางที่ 5.3 เนื้อที่ และผลผลิต ข้าวนาปรัง จังหวัดนครสวรรค์ ปี 2546-2548

ปี พ.ศ	เนื้อที่เพาะปลูก (ไร่)	ผลผลิต (ตัน)
2546	728,818	509,562
2547	690,678	472,480
2548	647,800	434,026

จากตารางที่ 5.3 แสดงเนื้อที่ และผลผลิต ข้าวนาปรัง จังหวัดนครสวรรค์ ปี 2546-2548 พบว่า จังหวัดนครสวรรค์มีเนื้อที่การเพาะปลูกข้าวนาปรังลดลง ผลผลิตลดลงตามด้วยทุกปี

ตารางที่ 5.4 เนื้อที่ และผลผลิตอ้อยโรงงาน จังหวัดนครสวรรค์ ปี 2546-2548

ปี พ.ศ	เนื้อที่เพาะปลูก (ไร่)	ผลผลิต (ตัน)
2546	423,287	4,281,455
2547	455,649	4,225,455
2548	458,578	3,489,779

จากตารางที่ 5.4 แสดงเนื้อที่ และผลผลิตอ้อยโรงงาน จังหวัดนครสวรรค์ ปี 2546-2548 พบว่า จังหวัดนครสวรรค์มีเนื้อที่การเพาะปลูกอ้อยโรงงานเพิ่มขึ้น แต่ผลผลิตกลับลดลงทุกปี

ตารางที่ 5.5 เนื้อที่ และผลผลิต มันสำปะหลังจังหวัดนครสวรรค์ ปี 2546-2548

ปี พ.ศ	เนื้อที่เพาะปลูก (ไร่)	ผลผลิต (ตัน)
2546	154,807	500,025
2547	164,506	524,765
2548	188,277	525,072

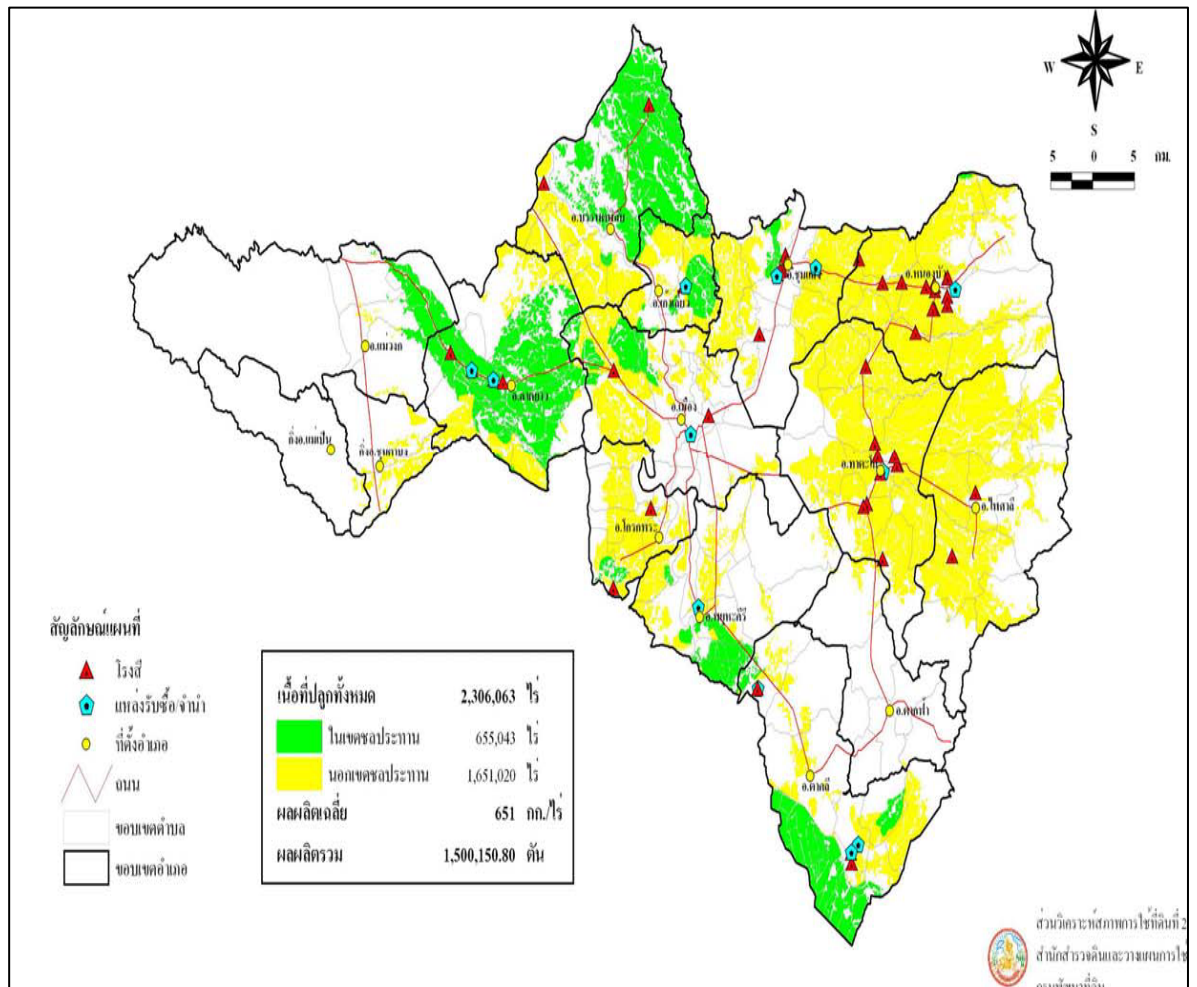
จากตารางที่ 5.5 แสดงเนื้อที่ และผลผลิต มันสำปะหลังจังหวัดนครสวรรค์ ปี 2546-2548 พบว่า จังหวัดนครสวรรค์มีเนื้อที่การเพาะปลูกมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น ผลผลิตเพิ่มขึ้นทุกปี

ตารางที่ 5.6 เนื้อที่ และผลผลิต ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จังหวัดนครสวรรค์ ปี 2546-2548

ปี พ.ศ	เนื้อที่เพาะปลูก (ไร่)	ผลผลิต (ตัน)
2546	541,346	330,727
2547	545,082	347,475
2548	522,035	313,153

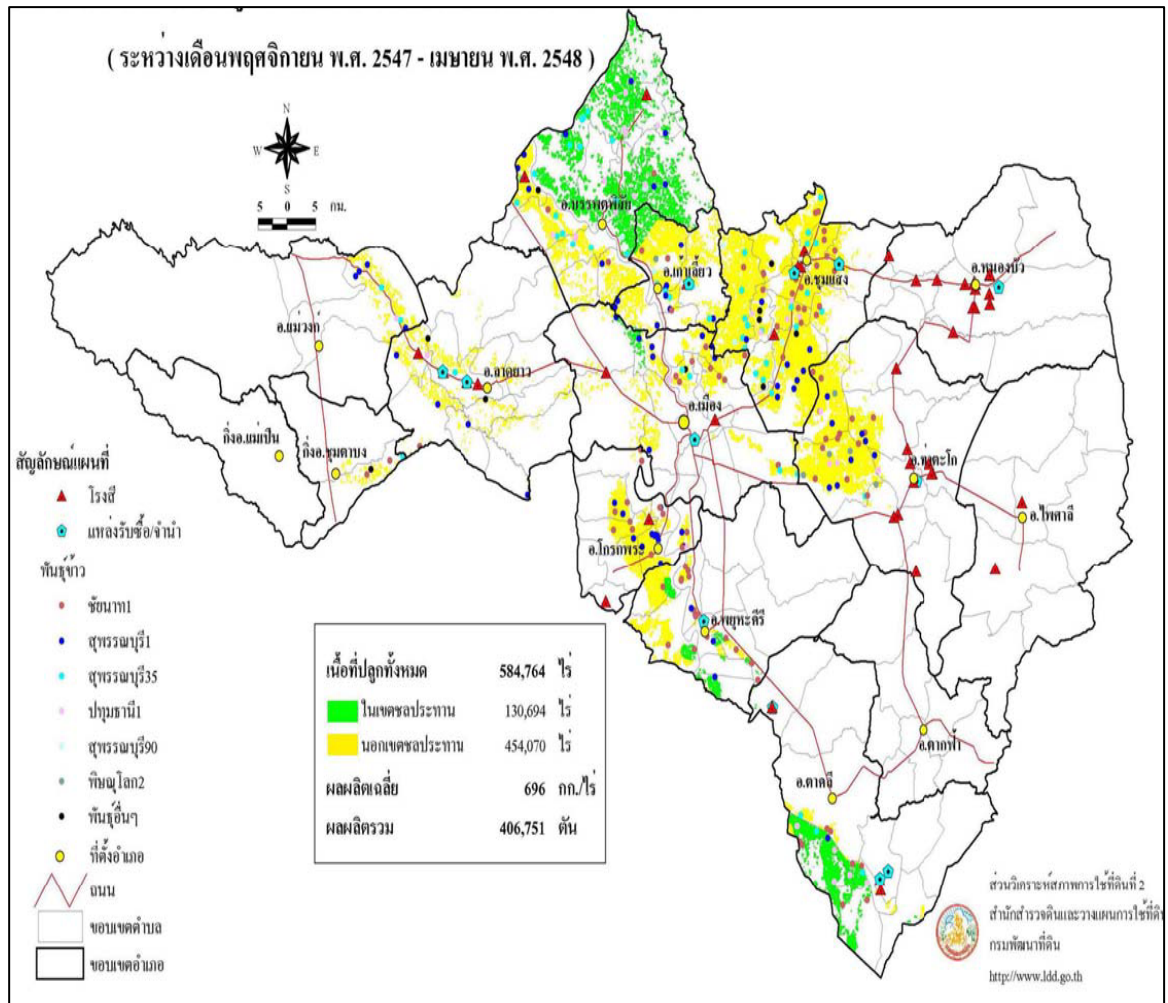
จากตารางที่ 5.6 แสดงเนื้อที่ และผลผลิต ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จังหวัดนครสวรรค์ ปี 2546-2548 พบว่า จังหวัดนครสวรรค์มีเนื้อที่การเพาะปลูก และผลผลิต ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เพิ่มขึ้นและลดลง เป็นสัดส่วนโดยตรง โดยในปี 2547 มีการเพิ่มเนื้อที่เพาะปลูกเพิ่มขึ้นจากปี 2546 และผลผลิตเพิ่มขึ้นด้วย

ข้อมูลแสดงพื้นที่ของแต่ละอำเภอ เกี่ยวกับการปลูกข้าวนาปี ข้าวนาปรัง อ้อยโรงงาน มันสำปะหลัง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ดังนี้



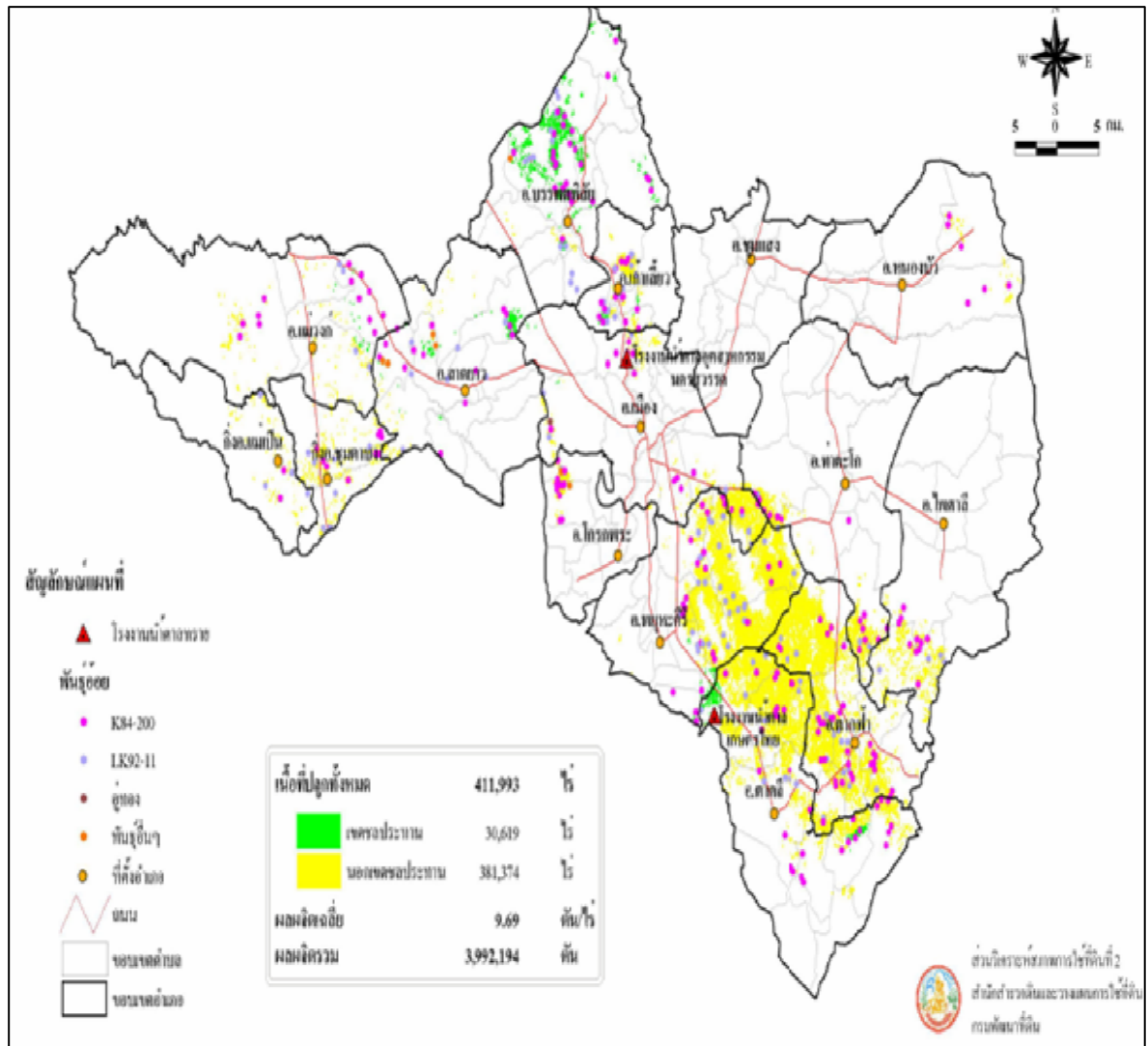
รูปที่ 5.2 แผนที่ปลูกข้าวนาปีแต่ละอำเภอในจังหวัดนครสวรรค์ [39]

จาก รูปที่ 5.2 แสดงแผนที่ปลูกข้าวนาปีแต่ละอำเภอของจังหวัดนครสวรรค์ พบว่ามี พื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมด ประมาณ สองล้านสามแสนกว่าไร่ และอยู่ในพื้นที่เขตชลประทาน มีประมาณห้าแสนกว่าไร่ ส่วนใหญ่อยู่ในอำเภอลาดยาว บรรพตพิสัย ตาคลี แก่งเลี้ยว พยุหะคีรี และนอกพื้นที่เขตชลประทานมีประมาณหนึ่งล้านแปดแสนกว่าไร่ ส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณอำเภอ เมือง ท่าตะโก ไผ่ศาลี หนองบัว โกรกพระ แก่งเลี้ยว บรรพตพิสัย



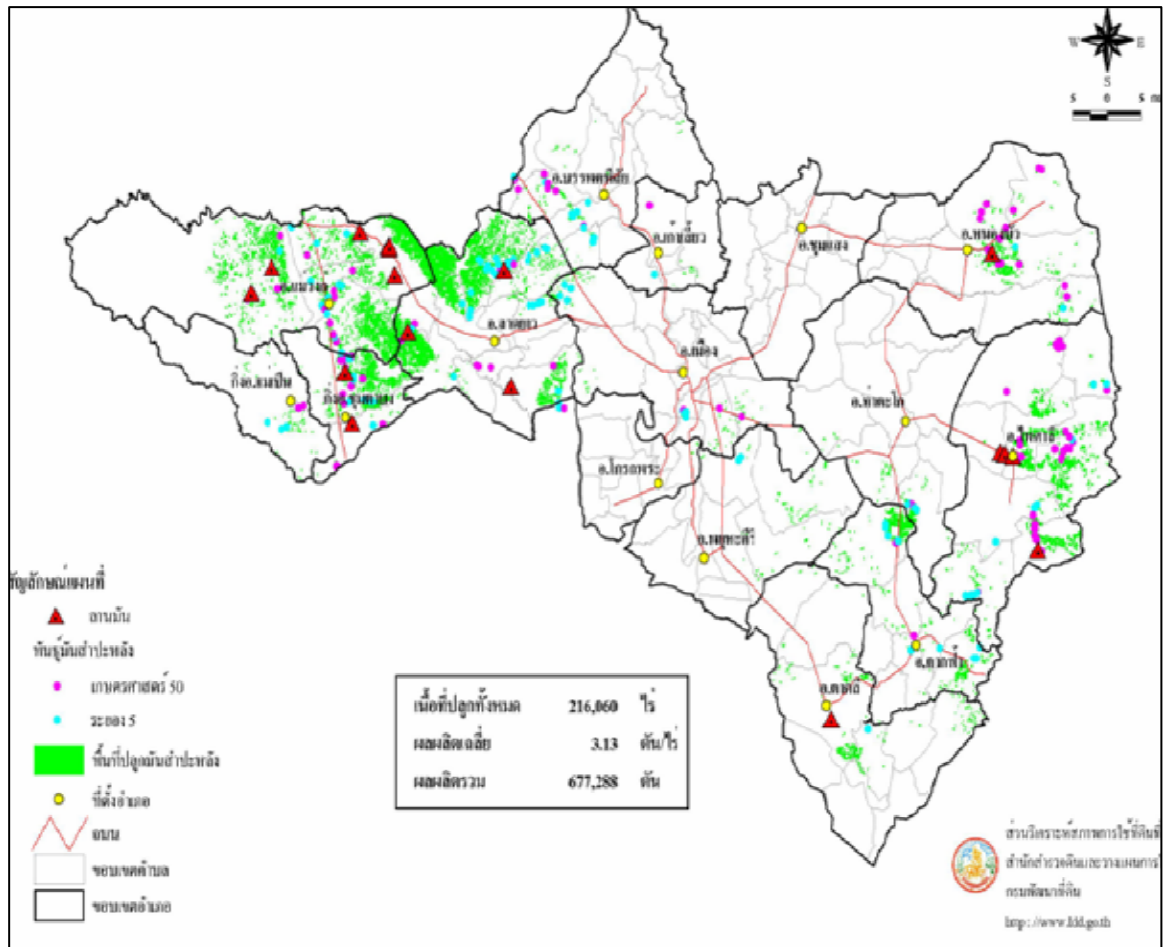
รูปที่ 5.3 แผนที่ปลูกข้าวนาปรังแต่ละอำเภอในจังหวัดนครสวรรค์ [40]

จากรูปที่ 5.3 แสดงแผนที่ปลูกข้าวนาปรังแต่ละอำเภอของจังหวัดนครสวรรค์ พบว่ามีพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมด ประมาณ ห้าแสนแปดหมื่นกว่าไร่ และอยู่ในพื้นที่เขตชลประทาน มีประมาณหนึ่งแสนสามหมื่นกว่าไร่ ส่วนใหญ่อยู่ในอำเภอ บรรพตพิสัย ตาคลี พยุหะคีรี และนอกพื้นที่เขตชลประทานมีประมาณสี่แสนห้าหมื่นกว่าไร่ ส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณอำเภอ เมือง ท่าตะโก โกรกพระ แก้วลาย ชุมแสง



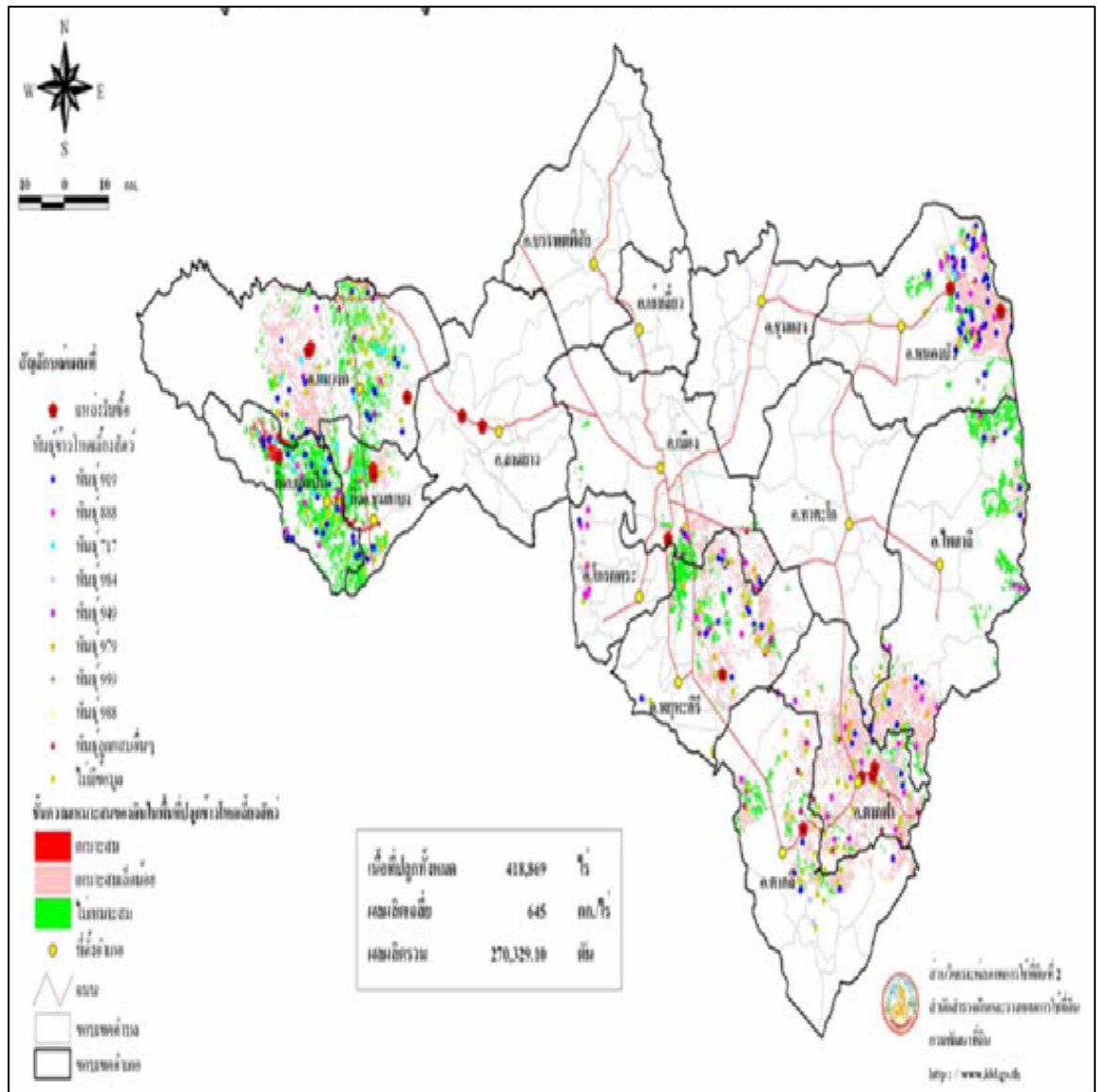
รูปที่ 5.4 แผนที่ปลูกอ้อยโรงงานแต่ละอำเภอในจังหวัดนครสวรรค์ [41]

จากรูปที่ 5.4 แสดงแผนที่ปลูกอ้อยโรงงาน แต่ละอำเภอของจังหวัดนครสวรรค์ พบว่าพื้นที่ปลูกอ้อยโรงงาน ทั้งหมดประมาณ สี่แสนหนึ่งหมื่นกว่าไร่ อยู่ในเขตชลประทาน มีประมาณ สามหมื่นกว่าไร่ ส่วนใหญ่อยู่ในอำเภอบรรพตพิสัย ลาดยาว ตากสินนอกเขตชลประทานมีประมาณสามแสนกว่าไร่ ส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณอำเภอพยุหะคีรี ตากสิน ตากฟ้า ไพศาล



รูปที่ 5.5 แผนที่มันสำปะหลังแต่ละอำเภอในจังหวัดนครสวรรค์ [42]

จากรูปที่ 5.5 แสดงแผนที่ปลูกมันสำปะหลัง แต่ละอำเภอของจังหวัดนครสวรรค์ พบว่าพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง มีประมาณสองแสนหนึ่งหมื่นกว่าไร่ ส่วนใหญ่อยู่ในอำเภอแม่วงค์ ชุมตาบง ลาดยาว ไผ่ศาลี ตากฟ้า



รูปที่ 5.6 แผนที่ปลูกข้าวโพดแต่ละอำเภอในจังหวัดนครสวรรค์รายอำเภอ [43]

จากรูปที่ 5.6 แสดงแผนที่ปลูกข้าวโพด แต่ละอำเภอของจังหวัดนครสวรรค์ พบว่า พื้นที่ปลูก ข้าวโพดมีประมาณสี่แสนหนึ่งหมื่นกว่าไร่ พื้นที่ปลูก ส่วนใหญ่อยู่ในเขตอำเภอหนองบัว ตากฟ้า พยุหะคีรี ตากลิ้ ตากฟ้า ไผ่ศาลี แม่वंค์ ชุมตาบง แม่เป็น

ตารางที่ 5.7 การประเมินศักยภาพพลังงานจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร พ.ศ. 2546

ชนิด	ผล ผลิต ต่อปี (10 ⁶ กก.)	วัสดุ เหลือใช้	อัตรา ส่วน วัสดุ เหลือ ใช้ ต่อผล ผลิต	วัสดุ เหลือ ใช้ที่ เกิด ขึ้น (10 ⁶ กก.)	แฟค เตอร์ วัสดุ เหลือ ใช้ที่ ยัง ไม่ม ีการ ใช้	ปริมาณ วัสดุ เหลือใช้ ที่ยัง ไม่มีการ ใช้ (10 ⁶ กก.)	ค่า ความ ร้อน (เม กะ จูล/ กก.)	พลัง งาน (เทรา จูล)	เทียบ เท่า น้ำ มัน ดิบ Ktoe
ข้าว	1,649	แกลบ	0.23	379	0.493	187	14.27	2,668	63.67
		ฟาง	0.447	737	0.684	504	10.24	5,162	123.21
อ้อย	4,282	ชานอ้อย	0.291	1,246	0.207	258	14.4	3,714	88.65
		ส่วนยอด และใบ	0.302	1,293	0.986	1,275	17.39	22,171	529.21
มันสำ ปะหลัง	500	ลำต้น	0.088	44	0.407	18	18.42	330	7.87
ข้าว โพด	331	ซังข้าว โพด	0.273	90	0.67	60	18.04	1,091	26.05

จากตารางที่ 5.7 แสดงค่าการประเมินศักยภาพพลังงานจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรปี 2546 พบว่าอ้อย ส่วนยอดและใบ ศักยภาพด้านพลังงานมากที่สุด ประมาณ 529.21 Ktoe รองลงมาคือ ฟางข้าว ประมาณ 123.21 Ktoe ต่อมาคือ ชานอ้อย แกลบ ซังข้าวโพด และลำต้นมันสำปะหลัง ตามลำดับ

ตารางที่ 5.8 การประเมินศักยภาพพลังงานจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร พ.ศ. 2547

ชนิด	ผล ผลิต ต่อปี (10 ⁶ กก.)	วัสดุ เหลือใช้	อัตรา ส่วน วัสดุ เหลือ ใช้ ต่อผล ผลิต	วัสดุ เหลือ ใช้ ที่ เกิดขึ้ น (10 ⁶ กก.)	แฟค เตอร์ วัสดุ เหลือ ใช้ที่ ยัง ไม่มื การใช้	ปริมาณ วัสดุ เหลือใช้ ที่ยัง ไม่มีการ ใช้ (10 ⁶ กก.)	ค่า ความ ร้อน (เม กะ จูล/ กก.)	พลัง งาน (เทรา จูล)	เทียบ เท่า น้ำ มัน ดิบ Ktoe
ข้าว	4,225	แกลบ	0.291	1,230	0.207	255	14.4	3,665	61.84
		ฟาง	0.302	1,276	0.986	1,258	17.39	21,880	119.65
อ้อย	1,601	ชานอ้อย	0.23	368	0.493	182	14.27	2,591	87.49
		ส่วนยอด และใบ	0.447	716	0.684	490	10.24	5,013	522.28
มันสำ ปะหลัง	525	ลำต้น	0.088	46	0.407	19	18.42	346	8.26
ข้าว โพด	347	ซังข้าว โพด	0.273	95	0.67	64	18.04	1,147	27.37

จากตารางที่ 5.8 แสดงค่าการประเมินศักยภาพพลังงานจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรปี 2547 พบว่าอ้อย ส่วนยอดและใบ ศักยภาพด้านพลังงานมากที่สุด ประมาณ 522.28 Ktoe รองลงมาคือ ฟางข้าว ประมาณ 119.65 Ktoe ต่อมาคือ ชานอ้อย แกลบ ซังข้าวโพด และลำต้นมันสำปะหลัง ตามลำดับ

ตารางที่ 5.9 การประเมินศักยภาพพลังงานจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร พ.ศ. 2548

ชนิด	ผล ผลิต ต่อปี (10 ⁶ กก.)	วัสดุ เหลือ ใช้	อัตรา ส่วน วัสดุ เหลือ ใช้ ต่อผล ผลิต	วัสดุ เหลือ ใช้ ที่เกิด ขึ้น (10 ⁶ กก.)	แฟค เตอร์ วัสดุ เหลือ ใช้ที่ ยัง ไม่มี การใช้	ปริมาณ วัสดุ เหลือ ใช้ที่ยัง ไม่มี การใช้ (10 ⁶ กก.)	ค่า ความ ร้อน (เม กะ จูล/ กก.)	พลัง งาน (เทรา จูล)	เทียบ เท่า น้ำ มัน ดิบ Ktoe
ข้าว	3,490	แกลบ	0.291	1,016	0.207	210	14.4	3,027	65.47
		ฟาง	0.302	1,054	0.986	1,039	17.39	18,071	126.68
อ้อย	1,695	ชาน อ้อย	0.23	390	0.493	192	14.27	2,743	72.25
		ส่วนยอด และใบ	0.447	758	0.684	518	10.24	5,307	431.34
มันสำ ปะหลัง	525	ลำต้น	0.088	46	0.407	19	18.42	346	8.27
ข้าว โพด	313	ซังข้าว โพด	0.273	85	0.67	57	18.04	1,033	24.66

จากตารางที่ 5.9 แสดงค่าการประเมินศักยภาพพลังงานจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรปี 2548 พบว่าอ้อย ส่วนยอดและใบ ศักยภาพด้านพลังงานมากที่สุด ประมาณ 431.34 Ktoe รองลงมาคือ ฟางข้าว ประมาณ 126.68 Ktoe ต่อมาคือ ชานอ้อย แกลบ ซังข้าวโพด และลำต้นมันสำปะหลัง ตามลำดับ

5.3 ศักยภาพของพลังงานก๊าซชีวภาพ

ก๊าซชีวภาพ คือ ก๊าซที่เกิดจากมูลสัตว์ หรือสารอินทรีย์ต่างๆ ถูกย่อยสลายโดยเชื้อจุลินทรีย์ในสภาพไม่มีอากาศ ทำให้เกิดก๊าซขึ้น ซึ่งก๊าซที่เกิดขึ้นเป็นก๊าซที่ผสมกันระหว่างก๊าซชนิดต่างๆ ได้แก่ มีเทน (CH_4) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซไนโตรเจน (N_2) และก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) แต่ส่วนใหญ่แล้วจะประกอบด้วยก๊าซมีเทนเป็นหลัก ซึ่งมีคุณสมบัติติดไฟได้ และจำนวนการเลี้ยงสัตว์ในเขตจังหวัดนครสวรรค์ดังรายละเอียดตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5.10 จำนวนโค กระบือ และสุกรใน จังหวัดนครสวรรค์ ปี 2546-2548 [44]

ปี พ.ศ	โคเนื้อ (ตัว)	กระบือ (ตัว)	สุกร(ตัว)
2546	128,025	10,682	75,249
2547	138,892	9,861	71,005
2548	150,427	10,021	75,840

จากตารางที่ 5.10 พบว่าจังหวัดนครสวรรค์มีการเลี้ยงโคเนื้อ กระบือ และสุกร เป็นจำนวนมาก โดยในรอบปี 2546 – 2548 มีการเลี้ยงโคเนื้อเพิ่มขึ้นทุกปี ส่วนกระบือ มีการเลี้ยงลดลงในปี 2547 สำหรับการเลี้ยงสุกรในปี 2548 มีการเลี้ยงเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 5.11 จำนวนไก่เนื้อ ไก่พื้นเมือง และเป็ด ใน จังหวัดนครสวรรค์ ปี 2546-2548 [44]

ปี พ.ศ	ไก่เนื้อ (ตัว)	ไก่พื้นเมือง (ตัว)	เป็ด(ตัว)
2546	1,242,419	1,785,385	375,922
2547	1,308,803	1,722,351	340,664
2548	592,364	714,087	758,791

จากตารางที่ 5.11 พบว่าจังหวัดนครสวรรค์มีการเลี้ยงไก่เนื้อ ไก่พื้นเมือง และเป็ด เป็นจำนวนมาก โดยการเลี้ยงไก่เนื้อ และไก่พื้นเมือง ลดลงในปี 2548 ส่วนเป็ด มีการเลี้ยงเพิ่มขึ้นในปี 2548

พลังงานที่ได้จากมูลสัตว์

การคำนวณพลังงานจากมูลสัตว์

พลังงาน (พลังงานจากมูลสัตว์) (GJ/ปี) = ปริมาณก๊าซที่ผลิตได้ (พัน ลบ.ม./ปี) x 21

ปริมาณก๊าซที่ผลิตได้ (พัน ลบ.ม./ปี) = จำนวน (ตัว) x ปริมาณมูลสด (กก./ตัว/วัน) x อัตราส่วนมูลที่เก็บได้ x อัตราส่วนของแข็งระเหยได้ (%) x 365 (วัน) /100,000

ปริมาณมูลแห้ง (ตันมูลแห้ง/ปี) = จำนวน (ตัว) x ปริมาณมูลสด (กก./ตัว/วัน) x อัตราส่วนมูลที่เก็บได้ x อัตราส่วนของแข็งทั้งหมด (%) x 365 (วัน) /100,000

ตารางที่ 5.12 การประเมินศักยภาพพลังงานจากมูลสัตว์ พ.ศ. 2546

ชนิด	จำนวน (ตัว)	ปริมาณ มูลสด (กก./ ตัว/วัน)	อัตรา ส่วน มูลที่ เก็บ ได้	อัตรา ส่วน ของ แข็ง ทั้ง หมด ⁽⁴⁾ (%)	อัตรา ส่วน ของ แข็ง ระเหย ได้ ⁽⁴⁾ (%)	ปริมาณ มูลแห้ง ที่ได้ (10 ⁶ กก. มูล- แห้ง/ปี)	อัตรา ส่วนก๊าซ ชีวภาพ ที่ผลิตได้ (ลบ.ม./ กก. ของ แข็ง ระเหย ได้)	ปริมาณ ก๊าซ ชีวภาพ ที่ผลิต ได้ (10 ⁶ ลบ.ม./ ปี)	พลังงาน (เทรา จูล/ปี)	เทียบ เท่า น้ำมัน ดิบ Ktoe
โค เนื้อ	128,025	5.00	0.50	17.44	13.37	20.37	0.31	4.80	100.70	2.40
กระบือ	10,682	5.00	0.50	17.44	13.37	1.70	0.31	0.40	8.40	0.20
สุกร	75,249	5.00	0.50	17.44	13.37	11.98	0.31	2.82	59.19	1.41
ไก่	3,027,804	5.00	0.50	17.44	13.37	481.84	0.31	113.40	2381.50	56.85
เป็ด	375,922	5.00	0.50	17.44	13.37	59.82	0.31	14.08	295.68	7.06

จากตารางที่ 5.12 แสดงค่าการประเมินศักยภาพพลังงานจากมูลสัตว์ ปี 2548 พบว่า ไก่ มี

ศักยภาพด้านพลังงานมากที่สุด ประมาณ 56.85 Ktoe รองลงมาคือเป็ด ประมาณ 7.06 Ktoe

ต่อมาก็คือ โคเนื้อ สุกร และกระบือ ตามลำดับ

ตารางที่ 5.13 การประเมินศักยภาพพลังงานจากมูลสัตว์ พ.ศ. 2547

ชนิด	จำนวน (ตัว)	ปริมาณ มูลสด (กก./ ตัว/วัน)	อัตรา ส่วน มูลที่ เก็บ ได้	อัตรา ส่วน ของ แข็ง ทั้ง หมด ⁽⁴⁾ (%)	อัตรา ส่วน ของ แข็ง ระเหย ได้ ⁽⁴⁾ (%)	ปริมาณ มูลแห้ง ที่ได้ (10 ⁶ กก มูล- แห้ง/ปี)	อัตรา ส่วนก๊าซ ชีวภาพ ที่ผลิตได้ (ลบ.ม./ กก.ของ แข็ง ระเหย ได้)	ปริมาณ ก๊าซ ชีวภาพ ที่ผลิต ได้ (10 ⁶ ลบ.ม./ ปี)	พลังงาน (เทรา จูล/ปี)	เทียบ เท่า น้ำมัน ดิบ Ktoe
โค เนื้อ	138,892	5.00	0.50	17.44	13.37	22.10	0.31	5.20	109.24	2.61
กระบือ	9,861	5.00	0.50	17.44	13.37	1.57	0.31	0.37	7.76	0.19
สุกร	71,005	5.00	0.50	17.44	13.37	11.30	0.31	2.66	55.85	1.33
ไก่	3,031,154	5.00	0.50	17.44	13.37	482.38	0.31	113.53	2384.13	56.91
เป็ด	340,664	5.00	0.50	17.44	13.37	54.21	0.31	12.76	267.95	6.40

จากตารางที่ 5.13 แสดงค่าการประเมินศักยภาพพลังงานจากมูลสัตว์ ปี 2547 พบว่า ไก่ มี
ศักยภาพด้านพลังงานมากที่สุด ประมาณ 56.91 Ktoe รองลงมาคือเป็ด ประมาณ 6.40 Ktoe
ต่อมาคือ โคเนื้อ สุกร และกระบือ ตามลำดับ

ตารางที่ 5.14 การประเมินศักยภาพพลังงานจากมูลสัตว์ พ.ศ. 2548

ชนิด	จำนวน (ตัว)	ปริมาณ มูลสด (กก./ ตัว/วัน)	อัตรา ส่วน มูลที่ เก็บ ได้	อัตรา ส่วน ของ แข็ง ทั้ง หมด ⁽⁴⁾ (%)	อัตรา ส่วน ของ แข็ง ระเหย ได้ ⁽⁴⁾ (%)	ปริมาณ มูลแห้ง ที่ได้ (10 ⁶ กก มูล- แห้ง/ปี)	อัตรา ส่วนก๊าซ ชีวภาพ ที่ผลิตได้ (ลบ.ม./ กก.ของ แข็ง ระเหย ได้)	ปริมาณ ก๊าซ ชีวภาพ ที่ผลิต ได้ (10 ⁶ ลบ.ม./ ปี)	พลังงาน (เทรา จูล/ปี)	เทียบ เท่า น้ำมัน ดิบ Ktoe
โค เนื้อ	150,427	5.00	0.50	17.44	13.37	23.94	0.31	5.63	118.32	2.82
กระบือ	10,021	5.00	0.50	17.44	13.37	1.59	0.31	0.38	7.88	0.19
สุกร	75,840	5.00	0.50	17.44	13.37	12.07	0.31	2.84	59.65	1.42
ไก่	1,306,451	5.00	0.50	17.44	13.37	207.91	0.31	48.93	1027.58	24.53
เป็ด	758,791	5.00	0.50	17.44	13.37	120.75	0.31	28.42	596.82	14.25

จากตารางที่ 5.14 แสดงค่าการประเมินศักยภาพพลังงานจากมูลสัตว์ ปี 2547 พบว่า ไก่ มี
ศักยภาพด้านพลังงานมากที่สุด ประมาณ 24.53 Ktoe รองลงมาคือเป็ด ประมาณ 14.25 Ktoe
ต่อมาคือ โคเนื้อ สุกร และกระบือ ตามลำดับ

5.4 แนวทางการพัฒนาพลังงานหมุนเวียน

จากการศึกษาศักยภาพพลังงานหมุนเวียนในเขตนครสวรรค์พบว่าจังหวัดนครสวรรค์เป็นแหล่งเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ อย่างเช่น ข้าว ข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง เป็นต้น ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่มีศักยภาพที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อีกมาก โดยเฉพาะพลังงานหมุนเวียน ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่ผลิตได้ตามธรรมชาติ ทดแทนได้ไม่มีวันหมด เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานชีวมวล โดยพลังงานชีวมวลที่สำคัญจะได้มาจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ได้แก่ ชานอ้อย แกลบ เหม้ามันสำปะหลัง และซังข้าวโพด ดังนั้นจึงต้องมีแนวทางที่ชัดเจนในโครงการต่างๆ ในการพัฒนาพลังงานหมุนเวียนมาใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด ดังนี้

พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นพลังงานทดแทนประเภทหมุนเวียนที่ใช้แล้วเกิดขึ้นใหม่ได้ตามธรรมชาติ เป็นพลังงานที่สะอาด ปราศจากมลพิษ และเป็นพลังงานที่มีศักยภาพสูงสำหรับแนวทางการพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์ มี 2 รูปแบบคือ

1. การใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเป็นแสงสว่างในครัวเรือน หรือเป็นไฟแสงสว่างสำหรับทางสาธารณะ แต่การใช้ผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ยังคงมีปัญหาบ้างในเรื่องต้นทุนวัตถุดิบมีราคาสูง ทำให้ค่าไฟฟ้าต่อหน่วยสูงไปด้วย ดังนั้นการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ต้องมีความจำเป็นจริงๆ เช่น ผลิตไฟฟ้าจ่ายให้หมู่บ้านห่างไกลที่ระบบสายไฟฟ้าเข้าไปไม่ถึง หรือเป็นระบบสูบน้ำเพื่อการเกษตรในพื้นที่ห่างไกล ตามอุทยานแห่งชาติ ในเขตกิ่งอำเภอแม่วงค์ ชุมตาบง เป็นต้น

2. การใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตความร้อน สำหรับอบแห้งผลิตผลทางการเกษตร เช่น อบแห้งข้าวเปลือก ถั่วลิสง หรือ การผลิตน้ำร้อนสำหรับที่อยู่อาศัย โรงแรม ร้านอาหาร ร้านเสริมสวย เป็นต้น

พลังงานชีวมวล จังหวัดนครสวรรค์มีแหล่งชีวมวลที่สำคัญ เช่น ข้าว อ้อย ข้าวโพดและมันสำปะหลัง ดังนั้นจึงมีเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชเหล่านี้มาก และมีศักยภาพสูง สำหรับแนวทางการพัฒนาพลังงานชีวมวล มีดังนี้

1. การพัฒนาโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็ก เชื้อเพลิงที่ใช้ คือ แกลบ จากการศึกษาศักยภาพชีวมวลพบว่าสามารถนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น แกลบ มาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ ในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ที่มีศักยภาพคือ ที่ อำเภอเมือง อำเภอบรรพตพิสัยอำเภอท่าตะโก อำเภอตาคลี และอำเภอลาดยาว ในส่วนของซังข้าวโพดและเหม้ามันสำปะหลังที่มีปริมาณมากพอสำหรับเตรียมไว้เพื่อไปใช้เสริมในโรงไฟฟ้าแกลบในกรณีที่มีแกลบที่ป้อนสู่โรงไฟฟ้าแกลบนั้นมีไม่เพียงพอ

2. การพัฒนาเตาหุงต้มแบบใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิง ในจังหวัดนครสวรรค์ มีแก๊สเป็นชีวมวลที่เหลือทิ้งจากกระบวนการสีข้าวมีศักยภาพด้านพลังงานสูง เนื่องจากมีปริมาณมากและเป็นวัตถุดิบที่หาง่ายมีอยู่ในท้องที่ นอกจากนี้ครัวเรือน มีการประกอบอาหารทุกวันและมีเตาที่ใช้พื้นถ่าน หรือแก๊ส LPG ซึ่งเชื้อเพลิงเหล่านี้จำเป็นต้องซื้อทำให้มีค่าใช้จ่ายในครัวเรือนเกิดขึ้น ดังนั้นการใช้เทคโนโลยีเตาหุงต้มแบบใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิงจึงมีความเหมาะสม

3. การผลิตไฟฟ้าจากซังข้าวโพด ในจังหวัดนครสวรรค์มีซังข้าวโพดเป็นของเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตเมล็ดข้าวโพดมีเป็นจำนวนมาก โดยในปัจจุบันยังไม่มีหรือนำซังข้าวโพดมาใช้ประโยชน์ในด้านพลังงานแต่อย่างใด ดังนั้นการผลิตไฟฟ้าโดยใช้เทคโนโลยี Gasification ซึ่งใช้ซังข้าวโพดเป็นเชื้อเพลิงจึงเป็นการเพิ่มมูลค่าและกำจัดของเหลือทิ้งอย่างเป็นระบบและมีคุณค่า

4. การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากซังแก๊ส ซังข้าวโพด ชานอ้อย เนื่องจากจังหวัดนครสวรรค์มีชีวมวลเหลือทิ้งจากการเกษตรประเภทนี้เหลือมาก และมีเทคโนโลยีเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิง สามารถผลิตออกมาเป็นแท่งเชื้อเพลิงสำหรับใช้ภายในครัวเรือน ลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานได้อีกมาก

พลังงานก๊าซชีวภาพ เป็นพลังงานที่ได้จากมูลสัตว์ ในจังหวัดนครสวรรค์มีการเลี้ยงโค กระบือ ไก่ เป็ด สุกร เป็นจำนวนมาก และมีศักยภาพเพียงพอที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง โดยมีแนวทางคือ

1. การผลิตก๊าซหุงต้มโดยใช้มูลสัตว์ โดยสามารถนำความร้อนไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น ใช้หุงต้มอาหาร จุดตะเกียงให้แสงสว่าง ใช้กับเครื่องกลูกหมู เครื่องทำน้ำอุ่น เตาอบผลิตผลการเกษตร ใช้กับเครื่องยนต์ผสมอาหารสัตว์ เป็นต้น

2. การป้องกันและรักษาสิ่งแวดล้อม เช่น การนำมูลสัตว์ไปหมักในสภาพไร้อากาศในบ่อก๊าซชีวภาพมูลสัตว์ที่นำมาหมักจะถูกย่อยสลายทำให้เกิดกลิ่นและไข่แมลงต่างๆ ที่มีอยู่ในมูลสัตว์จะถูกทำลายลงไปในขณะที่มีการหมัก ซึ่งจะทำให้ลดมลภาวะการระบาดของแมลงและกลิ่นได้

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย

6.1 สรุปผล

พลังงานหมุนเวียนเป็นพลังงานที่ใช้แล้วไม่มีวันหมด สามารถมีขึ้นใหม่ได้ตลอดเวลา โดยแหล่งที่มาของพลังงานหมุนเวียน มาจากธรรมชาติ เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานชีวมวล และพลังงานก๊าซชีวภาพ เป็นต้น พลังงานหมุนเวียนมีศักยภาพที่จะเป็นพลังงานทดแทนพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลได้ จากการศึกษาข้อมูลพลังงานหมุนเวียนในจังหวัดนครสวรรค์ สรุปได้ดังนี้

1. พลังงานแสงอาทิตย์ จากข้อมูลพบว่า บริเวณที่มีศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์สูง แม้เป็นบริเวณกว้างทางตอนล่างของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และตอนบนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือรวมทั้งบางส่วนของภาคกลาง รวมถึงจังหวัดนครสวรรค์ สำหรับส่วนที่เหลือจะมีศักยภาพลดหลั่นกันตามทีแสดงในแผนที่ สำหรับจังหวัดนครสวรรค์มีศักยภาพเชิงพลังงานแสงอาทิตย์ช่วงประมาณ 7,048-14,095 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ และจากการตรวจวัดความเข้มพลังงานแสงอาทิตย์ บริเวณศูนย์บริการโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้ากรมชลประทาน ตำบลห้วยหะ อำเภอยะหริ่ง จังหวัดนครสวรรค์ ตรวจวัดโดยสถานีอุตุนิยมวิทยานครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ มีค่าความเข้มแสงอาทิตย์มากที่สุดอยู่ระหว่าง $20 - 22 \text{ MJ/m}^2$ ในช่วงเดือน เมษายน รองลงมาคือเดือนพฤษภาคม เนื่องจากเป็นช่วงฤดูร้อน และมุมตกกระทบของรังสีจากดวงอาทิตย์ ตั้งฉากกับพื้นที่มากที่สุด ดังนั้นค่าความเข้มแสงอาทิตย์จึงมีค่อนข้างสูง จึงทำให้จังหวัดนครสวรรค์มีศักยภาพด้านพลังงานแสงอาทิตย์ที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้อีกมาก

2. พลังงานชีวมวล เป็นพลังงานที่มาจากพืชผลทางการเกษตร และเศษวัสดุที่เหลือทิ้งทางการเกษตร จากการประเมินศักยภาพพลังงานชีวมวลในปี พ.ศ.2548 พบว่า อ้อย ส่วนยอดและใบ มีศักยภาพด้านพลังงานมากที่สุด ประมาณ 431.34 Ktoe รองลงมาคือฟางข้าว ประมาณ 126.68 Ktoe ต่อมาคือ ชานอ้อย แกลบ ช้างข้าวโพด และลำต้นมันสำปะหลัง ตามลำดับ

3. พลังงานก๊าซชีวภาพ คือ ก๊าซที่เกิดจากมูลสัตว์ หรือสารอินทรีย์ต่างๆ ถูกย่อยสลายโดยเชื้อจุลินทรีย์ในสภาพไม่มีอากาศ ทำให้เกิดก๊าซขึ้น จากการประเมินศักยภาพพลังงานจากมูลสัตว์ ปี พ.ศ. 2547 พบว่า ไก่ มีศักยภาพด้านพลังงานมากที่สุด ประมาณ 24.53 Ktoe รองลงมาคือเป็ด ประมาณ 14.25 Ktoe ต่อมาคือ โคเนื้อ สุกร และกระบือ ตามลำดับ

6.2 ข้อเสนอแนะ

1. หน่วยงานสถานศึกษาในระดับอุดมศึกษา หรือ หน่วยงานราชการ ที่เกี่ยวข้อง ควรส่งเสริมให้บุคลากรทำการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการวัตถุดิบด้านพลังงานหมุนเวียน โดยเฉพาะชีวมวล เนื่องจากวัตถุดิบชีวมวล เป็นเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ซึ่งจะมีตามฤดูกาล ไม่มีผลผลิตที่สม่ำเสมอทั้งปี ควรมีระบบการจัดการวัตถุดิบที่ดี จะทำให้มีชีวมวลที่สามารถนำมาผลิตพลังงานได้ต่อเนื่องไม่ขาดช่วง

2. ควรมีงานวิจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเตาเผาไหม้ชีวมวลที่ใช้กับเชื้อเพลิงชีวมวลได้หลายหลายประเภท เนื่องจากเตาเผาชีวมวลแต่ละเตาจะถูกออกแบบมาเพื่อใช้กับชีวมวลชนิดนั้นๆ ดังนั้นถ้าชีวมวลชนิดดังกล่าว มีปริมาณไม่เพียงพอจำเป็นต้องพึ่งพาชีวมวลประเภทอื่น ก็จะทำให้ได้ประสิทธิภาพในการเผาไหม้ต่ำ

3. ควรมีการศึกษาวิจัยพลังงานลม พลังงานน้ำ และพลังงานหมุนเวียนรูปแบบอื่นๆ ที่น่าสนใจ เพื่อเป็นข้อมูลในการศึกษาขั้นต่อไป

บรรณานุกรม

1. สำนักงานสำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ, 2543, “พลังงานเพื่อความเข้าใจใช้อย่างรู้คุณค่า พัฒนาสู่ความยั่งยืน”, พิมพ์ครั้งที่ 1, โรงพิมพ์คุรุสภา, กรุงเทพฯ
2. สุธรรม ปทุมสวัสดิ์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พัฒนาเทคนิคศึกษา ปีที่ 16 ฉบับที่ 48 เดือน ต.ค. – ธ.ค. 46
3. พิมพ์ แจ้งพลอย วิทยานิพนธ์ เรื่อง แนวทางวิจัยพลังงานหมุนเวียนเน้นพลังงานชีวมวลและพลังงานน้ำขนาดเล็กสำหรับประเทศไทย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 2546
4. กังสดาล สกุลพงษ์มาลี วิทยานิพนธ์ เรื่อง นโยบายด้านงานวิจัยพลังงานหมุนเวียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 2546
5. กฤษณ์ เพี้ยนศรี วิทยานิพนธ์ เรื่อง ฐานข้อมูลศักยภาพพลังงานจากชีวมวล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 2546
6. คู่มือวางแผนพลังงานชุมชน สำนักปลัดกระทรวงพลังงาน
7. <http://www.dede.go.th/dede/index.php?id=98>
8. ฝ่ายบริการวิชาการ, 2544, “ผลิตไฟฟ้าระบบความร้อนร่วมจากเชื้อเพลิงชีวมวล”, เทคโนโลยี, ปีที่ 27, ฉบับที่ 155, หน้า 149-151.
9. ปรีดา วิบูลย์สวัสดิ์ และคณะ, 2543, สถานภาพและทิศทางอนาคตว่าด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนา, ครั้งที่ 1, สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
10. เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์, กล้าณรงค์ ศรีรอด, สุวิทย์ เตีย, มณเฑียร นิติวรรัตน์, เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ, สุทธิพันธ์ แก้วสมพงษ์ และ สิทธิโชค วัลลภาทิพย์, 2546, เอกสารประกอบการสัมมนาเผยแพร่ผลงานวิจัยด้านพลังงานทดแทน เรื่อง การศึกษาโรงงานต้นแบบโรงงานเอทานอลโดยการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตจากมันเส้น, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, วันที่ 25 กันยายน 2546, โรงแรมรามาร์กเด้นส์, หน้า 1-13
11. สมศักดิ์ เขตสมุทร, สมศักดิ์ เจนศิริศักดิ์และ บุญส่ง ศรีเจริญธรรม, 2540, “การเลี้ยงสัตว์น้ำในระบบเกษตร”, ความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพในระบบเกษตร, ฉบับที่ 1
12. ศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม, 2545, “ข้อมูลชีวมวลทั่วไป”, บทความด้านพลังงานชีวมวล ปี 2545, ฉบับที่ 1

13. Cabrera, M., Lefevre, T., Pacudan, R., and Timilsina, G., 1997, "Environmental Policy Considerations and Renewable Energy in ASEAN Countries," Second Asean Renewable Energy Conference, 5-9 November 1997, Phuket, Thailand, pp. 291-296.
14. Hutapea, M., 1986, "Policy and Management for Utilization of Energy from Biomass in Indonesia," ASEAN Conference on Energy from Biomass 1986, pp. 424-430.
15. Li Junfeng et al., 2002, "Policy Analysis of the Barriers to Renewable Energy Development in the People's Republic of China", Energy for Sustainable Development, pp.5-10.
16. A.G.T. Sugathapala, 2002, "Policy Analysis to Identify the Barriers to the Promotion of Bioenergy Technologies in Sri Lanka", Energy for Sustainable Development, pp.50-58.
17. Koh Mok Poh and Hoi Why Kong, 2002, "Renewable Energy in Malaysia: a Policy Analysis", Energy for Sustainable Development , pp.31-39.
18. K. Usha Rao, 2002, "Policy to Overcome Barrier to the Spread of Bioenergy Technology in India", Energy for Sustainable Development , pp.59-73.
19. Lars Nikolaisen et al., 1998, "Danish Energy Policy", Straw for Energy Production, pp 6-9.
20. Wolsink, M., 1996, "Dutch Wind Power Policy," Energy Policy, Vol. 24, No. 12, pp. 1079-1088.
21. Lew, J.D., 1997, "Case Studies in Renewable Energy Policy," Second Asean Renewable Energy Conference, 5-9 November 1997, Phuket, Thailand
22. เกื้ออนันต์ เตชะโต, 2543, "พลังงานทดแทนในประเทศไทยขณะนี้," วารสารประสิทธิภาพพลังงาน, ฉบับที่ 50, หน้า 17-19.
23. ยงยุทธ สวัสดิ์สินีย์ นางสาวชุติมา อึ้งภากรณ์ สำนักพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์
http://www.dede.go.th/dede/fileadmin/usr/bose/document/solar_ener.pdf
24. อนุตร จำลองกุล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล พลังงานหมุนเวียน โอเอสพรีนติ้ง เฮาส์ พิมพ์ครั้งที่ 1 หน้า 4-8, 2545
25. นันทิยา เปปะดัง, วิทยานิพนธ์ เรื่อง แนวทางการใช้ก๊าซชีวภาพจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของฟาร์มสุกรและโรงงานอุตสาหกรรมอาหารขนาดกลาง-เล็กไปใช้เป็นพลังงานทดแทนในจังหวัดนครปฐม ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรชีวภาพ คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 2545

- 26.ศุภาศ กานตวนิชกูร, 2535, เทคโนโลยีการหมุนเวียนทรัพยากรมาใช้ใหม่, ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- 27.สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2538, ข้อเสนอโครงการส่งเสริมก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์เพื่อเป็นพลังงานทดแทนและปรับปรุงสิ่งแวดล้อม ส่วนที่ 1: ฟาร์มขนาดกลางและขนาดใหญ่, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- 28.เกียรติไกร อายุวัฒน์, 2537, การผลิตไฟฟ้าจากก๊าซขยะ: Electricity Generation from Landfill Gas, วิศวกรรมศาสตร์ มก., เล่มที่ 21 (ธ.ค.-มี.ค.), หน้า 22-38.
- 29.ศูนย์การเรียนรู้ภาคเหนือ <http://www.northernstudy.org/biogas.html> 2550
- 30.สถานเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ
<http://www.ist.cmu.ac.th/riseat/teenet/btc/introbiogas02.php#05>
- 31.กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
<http://www.dede.go.th/dede/index.php?id=346>
- 32.กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
<http://www.dede.go.th/dede/index.php?id=428>
- 33.ศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม, ชีวมวล, บริษัทคิวพรีน แมเนจเม้นท์ จำกัด, หน้า 53, 2549
34. www2.dede.go.th/dede/renew/bio_p.htm
35. http://teenet.tei.or.th/databasegis/gis_biomass.html
36. <http://teenet.tei.or.th/chameleon/gis/totalanimal.phtml>
37. http://www.efo.or.th/index.php?option=com_content&task=section&id=5&Itemid=40
38. <http://www.oae.go.th/statistic/yearbook48/> (พืชอาหารและอาหารสัตว์)
39. <http://www.efo.or.th/images/map/napee2.htm>
40. <http://www.efo.or.th/images/map/naprung2.htm>
41. <http://www.efo.or.th/images/map/oy2.htm>
42. <http://www.efo.or.th/images/map/tapioca2.htm>
43. <http://www.efo.or.th/images/map/corn2.htm>
44. <http://www.oae.go.th/statistic/yearbook48/> (ปศุสัตว์ สัตว์ปีก และผลิตภัณฑ์)
45. <http://61.19.192.250/main/index.php> (ข้อมูลสำคัญจังหวัดนครสวรรค์)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายวีระชาติ จิตงาม
วัน เดือน ปี เกิด	30 พฤษภาคม 2513
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย ปีการศึกษา 2532 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยรังสิต ปีการศึกษา 2537 สำเร็จการศึกษาปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ปีการศึกษา 2545
ประสบการณ์	บริษัทสตาร์ไดนามิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด ตำแหน่งวิศวกรเครื่องกล ฝ่ายซ่อมบำรุง วางแผน และติดตั้งเครื่องจักรกล ปี พ.ศ. 2537-2540 กองบริการเครื่องจักรกล กรมอาชีวศึกษา ตำแหน่งวิศวกรเครื่องกล กลุ่มงานพัฒนาการผลิตและบำรุงรักษา ฝ่ายโรงงาน ปีพ.ศ. 2540-2546 สถาบันพัฒนาครูอาชีวศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ดูแลงานด้านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ปี พ.ศ. 2546-2548 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ตำแหน่งอาจารย์ระดับ 7 ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยี อุตสาหกรรม ปี พ.ศ. 2548 – ปัจจุบัน
ผลงานวิจัย	การอบแห้งพืชสมุนไพรโดยเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อน