ศักยภาพพลังงานชีวมวลจากปาล์มน้ำมัน
: กรณีศึกษาทะลายเปล่า (Empty Fruit Bunch)

ในปี 2556-2557 กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ได้ดำเนินการศึกษา พัฒนาและปรับปรุงระบบฐานข้อมูลศักยภาพพลังงานชีวมวล เพื่อให้ทราบถึงปริมาณของชีวมวลที่มีอยู่ในพื้นที่ต่างๆ ในประเทศทั้งที่มีการนำไปใช้ประโยชน์แล้วและยังไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์ ศักยภาพในการนำมาผลิตพลังงาน รวมถึงการนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตพลังงานในปัจจุบัน เพื่อให้สามารถนำข้อมูลไปใช้ประกอบการศึกษาก่อนตัดสินใจลงทุนของผู้ประกอบกิจการภาคเอกชนและหน่วยงานภาครัฐในการกำหนดนโยบายและมาตรการในการส่งเสริมการผลิตพลังงานจากชีวมวลต่อไป โดยผลการศึกษาพบว่าเศษวัสดุที่ได้จากการเก็บเกี่ยวและแปรรูปปาล์มน้ำมันที่สามารถนำมาใช้เป็นพลังงานชีวมวลมีอยู่ทั้งหมด 5 ชนิดได้แก่ ใบและทางปาล์มเกิดขึ้นในพื้นที่เก็บเกี่ยวหรือสวนปาล์มน้ำมัน ลำต้นปาล์มเกิดในพื้นที่โค่นต้นปาล์ม ขณะที่ทะลายปาล์มเปล่า (Empty Fruit Bunch, EFB) เส้นใยปาล์ม กะลาปาล์มเกิดขึ้นในโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม ศักยภาพพลังงานชีวมวลจากปาล์มน้ำมันส่วนใหญ่อยู่ในเขตพื้นที่ภาคใต้ เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีการปลูกปาล์มน้ำมันและมีโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มมากที่สุดในประเทศซึ่งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มจะได้ทะลายปาล์มเปล่า เป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิต และสามารถนำมาใช้ผลิตพลังงานทดแทนทั้งไฟฟ้าและความร้อนหรือพลังงานความร้อนร่วมได้

จากผลการศึกษาศักยภาพชีวมวลในประเทศดังกล่าวข้างต้น พบว่า กะลาปาล์มและเส้นใยปาล์มเป็นชีวมวลที่มีการนำมาใช้จนหมด และปัจจุบันต้องนำเข้ากะลาปาล์มจากมาเลเซียและอินโดนีเซีย ส่วนทะลายปาล์มเปล่ามีการนำมาใช้แล้วบางส่วนแต่ยังคงมีศักยภาพเหลืออยู่ ในขณะที่ใบ ทางและลำต้นยังไม่มีการนำมาใช้ เนื่องจากยังไม่มีเคยมีการศึกษาแนวทางการนำมาใช้เป็นพลังงาน ดังนั้นในบทความนี้จะทำการศึกษาศักยภาพการผลิตพลังงานจากทะลายปาล์มเป็นลำดับแรก ส่วนศักยภาพการผลิตพลังงานจากใบทางและลำต้นปาล์ม จะได้ทำการศึกษาในโอกาสต่อไป

การศึกษาศักยภาพการผลิตพลังงานจากทะลายปาล์มเปล่าประกอบด้วย ภาพรวมของปาล์มน้ำมันและอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม พื้นที่ปลูก พื้นที่ให้ผลและปริมาณผลผลิตปาล์มน้ำมันของประเทศ กระบวนการผลิตและโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม สถานการณ์การผลิตไฟฟ้าในโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มในปัจจุบัน ปริมาณทะลายปาล์มเปล่าและศักยภาพการผลิตไฟฟ้า รวมทั้งการพัฒนาปรับปรุงฐานข้อมูลศักยภาพพลังงานให้มีความทันสมัย สะดวกต่อการใช้งาน เป็นต้น โดยผลการศึกษาดังกล่าวได้แสดงไว้ในฐานข้อมูลศักยภาพพลังงานทดแทนบนเวปไซต์ของ พพ. (www.dede.go.th) ซึ่งในบทความนี้ขอสรุปผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องมานำเสนอดังต่อไปนี้

1 ภาพรวมของปาล์มและอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม

1) ข้อมูลทั่วไปปาล์มน้ำมัน (Oil Palm)

ปาล์มน้ำมัน มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่าElaeisguineensisJacq เป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ในแถบแอฟริกาตะวันตกจากเซียร์ราลีโอนไลบีเรียไอวอรี่โคสต์กานาและแคเมอรูนตลอดจนแถบเส้นศูนย์สูตรของสาธารณรัฐคองโกและซาอีร์ ปาล์มน้ำมันจัดเป็นพืชตระกูลปาล์มใบเลี้ยงเดี่ยวเป็นไม้ยืนต้นให้ผลผลิตตลอดทั้งปีและมีอายุยืนยาว

ปาล์มน้ำมันเริ่มมีผู้นำเข้ามาปลูกในสวนพฤกษชาติโบกอร์บนเกาะชวาประเทศอินโดนีเซียซึ่งเป็นปาล์มน้ำมันพันธุ์ดูรา1 ต่อมาในปีพ.ศ. 2484 เกิดปาล์มน้ำมันพันธุ์เทเนอร่าซึ่งเป็นพันธ์ที่ผสมกันระหว่างพันธุ์ดูราและพันธุ์พิสิเฟอร่าและยังมีลูกผสมใหม่เกิดขึ้นระหว่างพันธุ์ดูรากับเทเนอร่าแต่พันธุ์เทเนอร่ากลับให้ผลผลิตน้ำมันต่อขนาดพื้นที่ปลูกสูงกว่าพันธุ์ลูกผสมดูรากับเทเนอร่าจึงทำให้พันธุ์เทเนอร่าได้รับความนิยม

จุดกำเนิดของการปลูกปาล์มน้ำมันในประเทศไทยมีการสันนิษฐานว่าในปีพ.ศ.2480 พระยาประดิพัทธ์ภูบาลเป็นผู้นำเข้ามาจากประเทศมาเลเซีย โดยเป็นปาล์มน้ำมันพันธุ์เทเนอร่า ต่อมาหม่อมเจ้าอมรสมานลักษณ์ได้ขยายพันธุ์ไปปลูกเพื่อการค้าที่ตำบลบ้านปริก อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา ปาล์มน้ำมันจึงได้ขยายพื้นที่การปลูกอย่างรวดเร็วทำให้เกิดโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มแห่งแรกของประเทศไทยขึ้นในปีพ.ศ. 2515 และถือเป็นพระมหากรุณาธิคุณอย่างสูงสำหรับประชาชนคนไทยที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชมีพระกระแสรับสั่งเมื่อวันที่ 2 ตุลาคมพ.ศ. 2526 กับพันเอกวีระวะนะสุขหัวหน้าโครงการพัฒนาคลองหอยโข่งและคลองจาไหล ณ ตำหนักทักษิณราชนิเวศน์โดยทรงมีพระประสงค์ให้มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ดำเนินโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กก่อนที่ปาล์มน้ำมันจะถูกบรรจุอยู่ในแผนพัฒนาประเทศต่อไป

ปาล์มน้ำมันให้ผลเป็นทะลายปาล์ม ประกอบด้วย ผลปาล์มซึ่งมีลักษณะคล้ายหมาก ตามีขนาดเล็กกว่า สีของเปลือกเป็นสีแดงกว่าหรือมีสีเหลืองส้ม โดยปาล์มทั้งทะลายมีน้ำหนักอยู่ในช่วงประมาณ3-50 กิโลกรัม ขึ้นอยู่กับอายุต้นปาล์มและความสมบูรณ์ของต้นปาล์ม

ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตเก็บเกี่ยวได้ตลอดปี ช่วงเวลาที่มีผลปาล์มออกสู่ตลาดมากมีอยู่ 2 ช่วง ได้แก่ ช่วงต้นปีราวเดือนมีนาคม – พฤษภาคม และช่วงปลายปีราวเดือนกันยายน – พฤศจิกายน ปาล์มน้ำมันเริ่มให้ผลเมื่อมีอายุประมาณ 3.5-4 ปี และให้ผลสูงสุดเมื่ออายุประมาณ 8-12 ปี หลังจากนั้นผลผลิตค่อยลดลง แต่ยังมีความคุ้มค่าในการลงทุนจนถึงอายุประมาณ 25 ปี

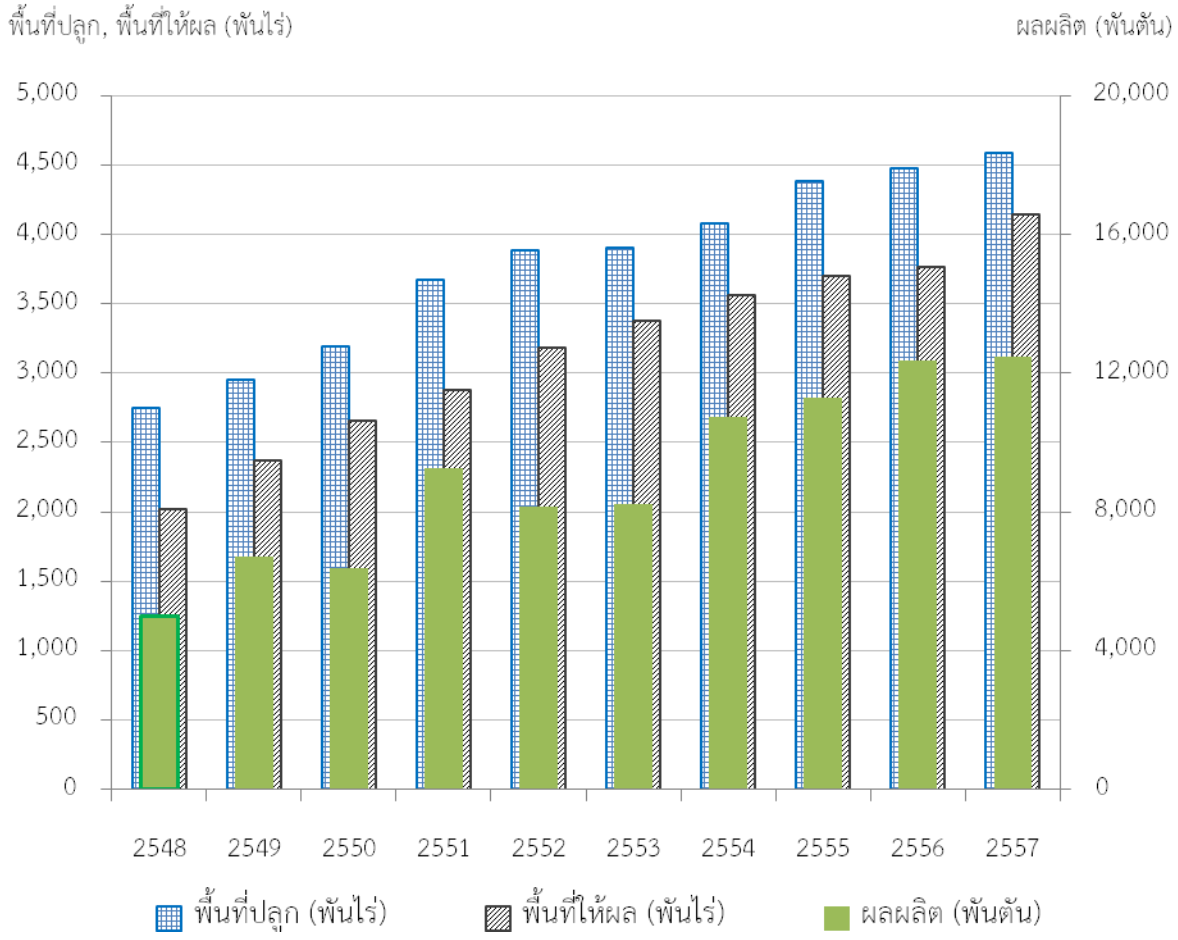
2) พื้นที่ปลูกและปริมาณผลผลิต

จากการรวบรวมข้อมูลพื้นที่ปลูก พื้นที่ให้ผล และปริมาณผลผลิตปาล์มน้ำมันของประเทศไทย ตั้งแต่ปี 2548 ถึง 2557 (10 ปี ย้อนหลัง)ดังแสดงรายละเอียดใน**ตารางที่ 1** และ**รูปที่ 1** พบว่า ในตลอดระยะเวลา10 ปีที่ผ่านมา ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูก พื้นที่ให้ผลและปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นทุกปี เมื่อพิจารณาในรายละเอียดพบว่า ในปี 2557 มีพื้นที่ปลูก 4.59 ล้านไร่ เพิ่มขึ้นจากปี 2548 ที่มีจำนวน 2.75 ล้านไร่ คิดเป็นปริมาณที่เพิ่มขึ้นราว 1.67 เท่า โดยมีพื้นที่ให้ผลผลิต 4.15 ล้านไร่ และได้ผลผลิต 12.50 ล้านตันในปี 2557 ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี 2548 ราว 2.05 เท่าและ 1.22 เท่า ตามลำดับ

ตารางที่ 1 พื้นที่ปลูก พื้นที่ให้ผลและปริมาณผลผลิตปาล์มน้ำมันของประเทศไทย ปี 2548-2557

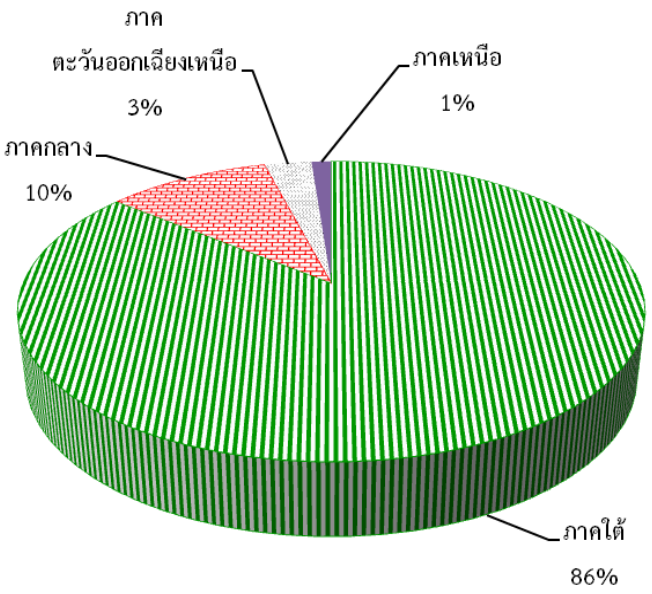
ปี	พื้นที่ปลูก (พันไร่)	พื้นที่ให้ผล (พันไร่)	ผลผลิต (พันตัน)	ผลผลิตต่อพื้นที่ให้ผล (กก.)
2548	2,748	2,026	5,003	2,469
2549	2,957	2374	6,715	2,828
2550	3,200	2,663	6,390	2,399
2551	3,676	2,885	9,271	3,214
2552	3,890	3,188	8,163	2,561
2553	3,904	3,385	8,227	2,431
2554	4,087	3,565	10,760	3,018
2555	4,386	3,701	11,312	3,057
2556	4,484	3,767	12,383	3,287
2557	4,594	4,148	12,503	3,014

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558



รูปที่ 1 พื้นที่ปลูก พื้นที่ให้ผลและปริมาณผลผลิตปาล์มน้ำมันของประเทศไทย ปี 2548-2557

เมื่อพิจารณาข้อมูลพื้นที่ปลูก พื้นที่ให้ผล และปริมาณผลผลิตในปี 2557 จำแนกรายภาค และรายจังหวัดดังแสดงรายละเอียดใน**ตารางที่ 2** และ**ตารางที่ 3** ตามลำดับ พบว่าพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันของประเทศไทยมีประมาณ 4.59 ล้านไร่ โดยภาคใต้เป็นบริเวณที่มีพื้นที่ปลูกมากที่สุด คิดเป็นจำนวน 3.94 ล้านไร่ หรือร้อยละ 85.8 ของพื้นที่ปลูกทั้งประเทศรองลงมาได้แก่ ภาคกลาง จำนวน 0.46 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 10.0 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือมีพื้นที่ปลูก จำนวน 0.13 และ 0.06 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 2.8 และ 1.4 ตามลำดับโดยสัดส่วนพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันจำแนกตามภาคแสดงไว้ใน**รูปที่ 2**



รูปที่ 2 สัดส่วนพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันของประเทศไทย ปี-2557 จำแนกรายภาค

ตารางที่ 2. พื้นที่ปลูก พื้นที่ให้ผลและปริมาณผลผลิตปาล์มน้ำมันของประเทศไทย ปี 2557

จังหวัด	พื้นที่ปลูก (ไร่)	พื้นที่ให้ผล (ไร่)	ผลผลิต (ตัน)	ผลผลิตต่อพื้นที่ให้ผล (กก.)
รวมทั้งประเทศ	**4,593,865**	**4,148,168**	**12,503,447**	**3,014**
ภาคใต้	3,941,355	3,655,964	11,423,318	3,127
ภาคกลาง	462,704	378,530	959,541	2,535
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	133,752	77,849	86,662	1,113
ภาคเหนือ	56,054	35,825	24,926	696
จังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกมากที่สุด 10 อันดับแรก				
1. สุราษฎร์ธานี	1,066,847	999,434	3,116,075	3,118
2. กระบี่	988,944	967,095	3,362,307	3,477
3. ชุมพร	839,419	781,170	2,350,686	3,009
4. นครศรีธรรมราช	351,792	305,325	938,813	3,075
จังหวัด	**พื้นที่ปลูก (ไร่)**	**พื้นที่ให้ผล (ไร่)**	**ผลผลิต (ตัน)**	**ผลผลิตต่อพื้นที่ให้ผล (กก.)**
5. พังงา	172,732	164,303	508,434	3,094
6. ตรัง	163,838	149,483	461,776	3,089
7. ประจวบคีรีขันธ์	118,845	109,614	267,183	2,437
8. สตูล	105,372	103,085	253,416	2,458
9. ชลบุรี	102,562	93,866	284,120	3,027
10. ระนอง	90,701	77,785	239,556	3,080

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558

ตารางที่ 3 พื้นที่ปลูก พื้นที่ให้ผลและปริมาณผลผลิตปาล์มน้ำมันของประเทศไทย ปี 2557 รายจังหวัด

จังหวัด	พื้นที่ปลูก (ไร่)	พื้นที่ให้ผล (ไร่)	ผลผลิต (ตัน)	ผลผลิตต่อพื้นที่ให้ผล (กก.)
ภาคใต้				
ชุมพร	839,419	781,170	2,350,686	3,009
ระนอง	90,701	77,785	239,556	3,080
สุราษฎร์ธานี	1,066,847	999,434	3,116,075	3,118
พังงา	172,732	164,303	508,434	3,094
ภูเก็ต	1,657	1,304	3,846	2,949
กระบี่	988,944	967,095	3,362,307	3,477
ตรัง	163,838	149,483	461,776	3,089
นครศรีธรรมราช	351,792	305,325	938,813	3,075
พัทลุง	40,798	25,455	50,277	1,975
สงขลา	46,775	19,349	43,487	2,248
สตูล	105,372	103,085	253,416	2,458
ปัตตานี	18,022	17,660	30,036	1,701
ยะลา	6,898	4,235	6,428	1,518
นราธิวาส	47,560	40,281	67,181	1,668
รวมภาคใต้	**3,941,355**	**3,655,964**	**11,432,318**	**3,127**
ภาคกลาง				
สระบุรี	6,180	4,036	11,503	2,850
ลพบุรี	2,246	2,184	3,986	1,825
สิงห์บุรี	14	14	30	2,143
สุพรรณบุรี	3,779	1,845	1,333	722
ปทุมธานี	10,886	10,380	35,445	3,415
นครนายก	3,399	2,626	4,087	1,556
ปราจีนบุรี	19,452	10,639	12,379	1,164
ฉะเชิงเทรา	22,376	12,958	30,810	2,378
สระแก้ว	33,844	18,259	39,163	2,145
จันทบุรี	20,143	14,378	35,727	2,485
ตราด	60,796	52,770	132,904	2,519
ระยอง	21,598	20,091	57,695	2,872
ชลบุรี	102,562	93,866	284,120	3,027
กาญจนบุรี	14,428	12,264	16,823	1,372
ราชบุรี	9,091	4,390	5,920	1,349
เพชรบุรี	13,065	8,216	20,433	2,487
ประจวบคีรีขันธ์	118,845	109,614	267,183	2,437

ตารางที่ 3 พื้นที่ปลูก พื้นที่ให้ผลและปริมาณผลผลิตปาล์มน้ำมันของประเทศไทย ปี 2557 รายจังหวัด

จังหวัด	พื้นที่ปลูก (ไร่)	พื้นที่ให้ผล (ไร่)	ผลผลิต (ตัน)	ผลผลิตต่อพื้นที่ให้ผล (กก.)
รวมภาคกลาง	**462,704**	**378,530**	**959,541**	**2,535**
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ				
เลย	20,764	11,107	13,337	1,201
หนองบัวลำภู	4,282	1,398	721	516
อุดรธานี	11,421	5,184	4,147	800
หนองคาย	13,340	8,612	10,316	1,198
บึงกาฬ	15,400	7,444	9,406	1,264
สกลนคร	8,087	4,012	2,852	711
นครพนม	6,207	2,426	1,727	712
มุกดาหาร	1,407	874	1,183	1,354
ยโสธร	4,019	1,503	1,110	739
อำนาจเจริญ	4,650	3,357	4,226	1,259
อุบลราชธานี	20,214	16,752	20,268	1,210
ศรีสะเกษ	5,114	3,798	4,453	1,172
สุรินทร์	1,754	1,635	1,015	621
บุรีรัมย์	4,000	3,174	3,128	986
มหาสารคาม	19	-	-	-
ร้อยเอ็ด	1,199	770	768	997
กาฬสินธ์	2,546	1,338	846	632
ขอนแก่น	1,206	343	186	542
ชัยภูมิ	2,740	686	573	835
นครราชสีมา	5,383	3,436	6,400	1,863
รวมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	**133,752**	**77,849**	**86,662**	**1,113**
ภาคเหนือ				
เชียงราย	9,174	5,136	4,995	973
พะเยา	3,381	2,752	1,651	600
ลำพูน	736	415	249	600
เชียงใหม่	541	180	85	472
ตาก	2,354	709	923	1,302
กำแพงเพชร	5,143	4,336	3,329	768
สุโขทัย	4,781	2,353	1,317	560
แพร่	142	48	21	438
น่าน	2,436	1,090	101	93
อุตรดิตถ์	3,706	3,341	795	238

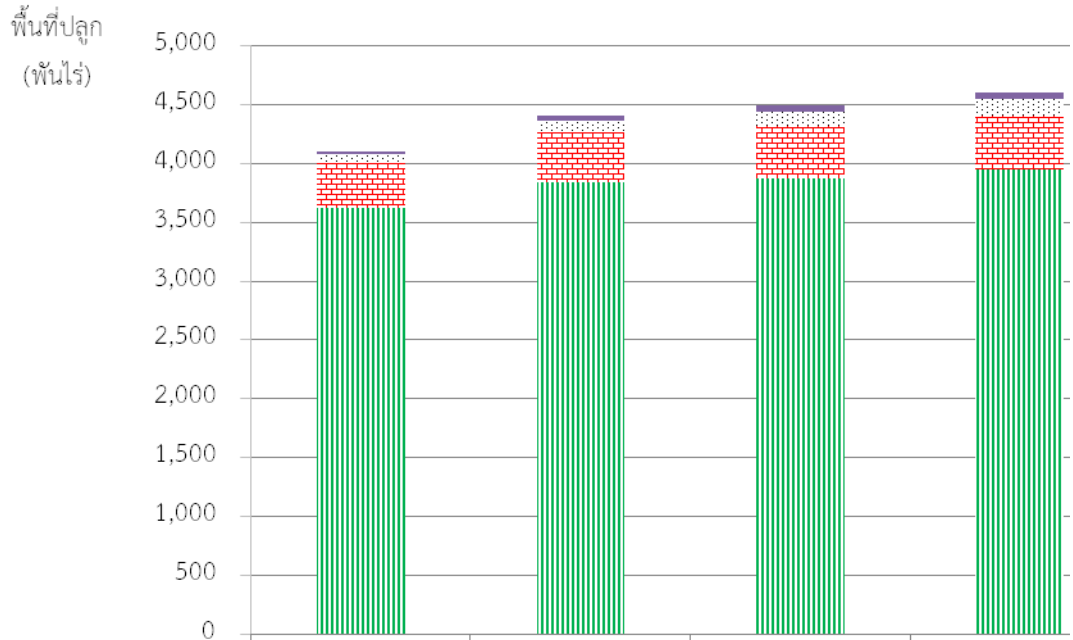
ตารางที่ 3 พื้นที่ปลูก พื้นที่ให้ผลและปริมาณผลผลิตปาล์มน้ำมันของประเทศไทย ปี 2557 รายจังหวัด

จังหวัด	พื้นที่ปลูก (ไร่)	พื้นที่ให้ผล (ไร่)	ผลผลิต (ตัน)	ผลผลิตต่อพื้นที่ให้ผล (กก.)
พิษณุโลก	6,887	3,305	4,607	1,394
พิจิตร	134	154	103	669
นครสวรรค์	1,071	632	506	801
อุทัยธานี	8,253	4,388	2,639	601
เพชรบูรณ์	7,315	6,986	3,605	516
รวมภาคเหนือ	**56,054**	**35,825**	**24,926**	**696**

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร , 2558

3) พื้นที่ที่เหมาะสมของการปลูกปาล์ม

จากการรวบรวมข้อมูลพื้นที่ปลูกปาล์มจำแนกรายภาค ตั้งแต่ปี 2554 ถึง 2557 ดังแสดงรายละเอียดใน**รูปที่ 3** พบว่า ตลอดช่วงเวลา 4 ปีที่ผ่านมา เมื่อเรียงลำดับบริเวณที่มีการปลูกปาล์มจากมากไปหาน้อย จะได้เป็น ภาคใต้ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ แต่หากพิจารณาถึงอัตราการขยายตัวของพื้นที่ปลูกปาล์ม กลับพบว่า ภาคเหนือเป็นบริเวณที่มีอัตราการขยายตัวสูงที่สุดเป็นอันดับหนึ่ง รองลงมาได้แก่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ ตามลำดับ

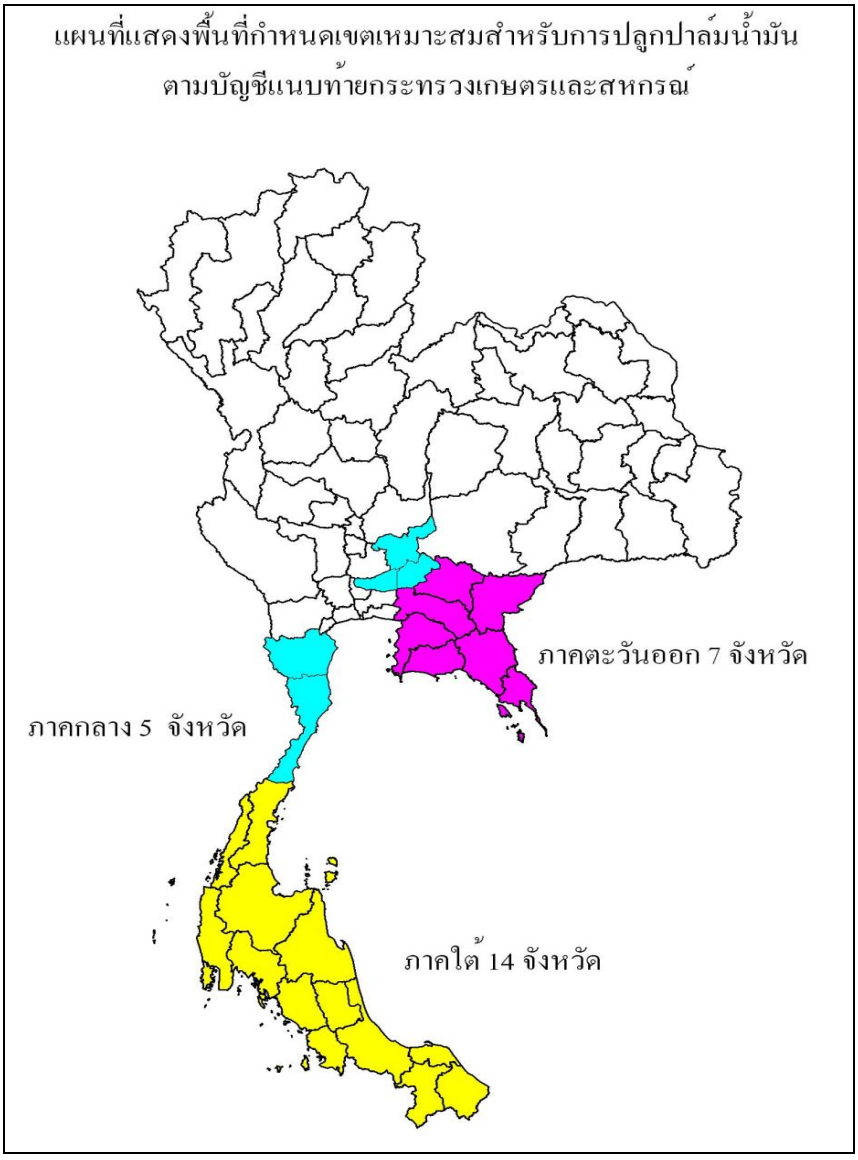


	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557
เหนือ	22.862	44.049	52.30	56.05
ตะวันออกเฉียงเหนือ	77.548	100.256	118.12	133.75
กลาง	385.411	423.939	442.67	462.70
ใต้	3612.625	3836.787	3,871.03	3,941.36

รูปที่ 3 พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันของประเทศไทย ปี 2554 – 2557 จำแนกตามภาค

ที่มา : รวบรวมข้อมูลพื้นที่จากรายงานสถิติการเกษตรของประเทศไทย จัดทำโดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

ในปี 2556 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้จัดทำเอกสาร เขตเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ จำแนกตามรายภาค จังหวัด อำเภอและตำบลซึ่งระบุเขตเหมาะสมสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมันมีอยู่ทั้งสิ้น 26 จังหวัด 185 อำเภอ 856 ตำบล (ซึ่งเป็นจังหวัดในเขตภาคกลาง 5 จังหวัด ภาคตะวันออก 7 จังหวัด และภาคใต้ 14 จังหวัด โดยไม่มีรายชื่อจังหวัดในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) เขตเหมาะสมสำหรับปลูกปาล์มน้ำมันรายจังหวัดแสดงใน**รูปที่ 4**



รูปที่ 4 แผนที่แสดงพื้นที่กำหนดเขตเหมาะสมสำหรับปลูกปาล์มน้ำมันตามบัญชีแนบท้ายกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ปี 2556

อย่างไรก็ตาม กลุ่มส่งเสริมการผลิตยางพาราและปาล์มน้ำมันส่วนส่งเสริมการผลิตไม้ผล ไม้ยืนต้นและยางพาราสำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตรกรมส่งเสริมการเกษตร ได้ให้ข้อมูลเบื้องต้นประกอบการพิจารณาในการปลูกสร้างสวนปาล์มน้ำมันดังนี้

พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกปาล์มน้ำมัน

- เป็นพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 300 เมตร

- เป็นพื้นที่ที่มีความลาดเอียงไม่เกิน 12%
- เป็นพื้นที่ที่ไม่มีน้ำท่วมขัง มีการระบายน้ำดีถึงปานกลาง

ลักษณะดินที่เหมาะสมสำหรับปลูกปาล์มน้ำมัน

- เป็นดินร่วน หรือดินร่วนปนดินเหนียว มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงสูง
- เป็นดินที่มีความลึกของหน้าดิน มากกว่า 75 ซม. ไม่มีชั้นดินดาน
- มีค่าความเป็นกรดด่างของดิน 4-6
- ระดับน้ำใต้ดินลึก 75-100 ซม.

สภาพภูมิอากาศ

- อุณหภูมิเฉลี่ยที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 20-30 องศาเซลเซียส
- ปริมาณน้ำฝนไม่น้อยกว่า 1,800 มม.ต่อปี มีการกระจายของน้ำฝนสม่ำเสมอ มีช่วงแล้งต่อเนื่องน้อยกว่า 3 เดือน

แหล่งน้ำ

- มีแหล่งน้ำเพื่อใช้ในช่วงแล้งอย่างเพียงพอ

พร้อมทั้งยังระบุอีกว่า ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ได้รับผลกระทบจากสภาพแวดล้อมเกี่ยวกับอุณหภูมิและปริมาณน้ำสูงมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่อุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศา และสภาพฝนแล้งเกินกว่า 3 เดือน จะได้รับผลผลิตต่ำ ไม่คุ้มกับค่าใช้จ่ายในการลงทุนและเมื่อตัดทะลายแล้วจะต้องส่งขายโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มภายใน 24 ชั่วโมง ฉะนั้นพื้นที่ที่ไม่มีโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มตั้งอยู่ จึงไม่เหมาะสมที่จะปลูกปาล์มน้ำมัน (ปกติโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มขนาดกำลังผลิต 45 ตันต่อชั่วโมง สามารถรับผลผลิตทะลายปาล์มสดจากสวนปาล์มน้ำมันได้ในพื้นที่ 60,000 ไร่ และพื้นที่สวนปาล์มน้ำมันไม่ควรอยู่ห่างจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มเกิน 120 กิโลเมตร)

นอกจากนั้น กลุ่มประสานงานสหกรณ์อาเซียนกองแผนงาน กรมส่งเสริมสหกรณ์ ได้ระบุว่า “***การผลิตปาล์มน้ำมันถูกกำหนดโดยความเหมาะสมของพื้นที่คือเส้นรุ้งที่ 10 องศาเหนือ -ใต้เส้นศูนย์สูตรซึ่งทั่วโลกมีเพียง 43 ประเทศเท่านั้น ที่อยู่ในเขตพื้นที่ที่เหมาะสม***” ซึ่งจากตรวจสอบพิกัดแผนที่ของประเทศไทย พบว่า มีขอบเขตอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 5 ถึง 20 เหนือเส้นศูนย์สูตรโดยจุดเหนือสุดของประเทศไทย คือ บริเวณอำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย มีค่าเส้นรุ้ง 20 องศาเหนือ และจุดใต้สุดของประเทศไทย คือ บริเวณอำเภอเบตง จังหวัดยะลา มีค่าเส้นรุ้ง 5 องศาเหนือ ซึ่ง**บริเวณเส้นรุ้งที่ 10 องศาเหนือ อยู่บริเวณตำบลตะโก อำเภอทุ่งตะโก จังหวัดชุมพร**

4) ยุทธศาสตร์หรือแผนพัฒนาที่เกี่ยวข้องกับปาล์มน้ำมัน

จากการรวบรวมแผนพัฒนาที่เกี่ยวกับปาล์มน้ำมัน พบว่า มีรายละเอียดที่เกี่ยวข้องอยู่ 2 ส่วน ได้แก่

- ยุทธศาสตร์ปาล์มน้ำมันไทยปี 2558 – 2569

เป็นการกำหนดแผนการดำเนินงานเพื่อรองรับการขยายตัวของการบริโภคที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้น 3 เปอร์เซนต์ต่อปีหรือ 1.35 ล้านตันในปี 2569 และการขยายตัวของการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล 7 เปอร์เซนต์ต่อปี หรือ 2.6 ล้านตันในปี 2569 ในแผนยุทธศาสตร์ระบุถึงเป้าหมาย ประสิทธิภาพการผลิต ดังนี้

- เพิ่มปริมาณการการผลิตปาล์มน้ำมันให้มีพื้นที่เพาะปลูก 7.5 ล้านไร่
- ปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตการแปรรูปให้ได้อัตราน้ำมัน 20 เปอร์เซ็นต์
- เพิ่มผลผลิตต่อไร่ให้ได้เฉลี่ย 3.5 ตันต่อไร่

- แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกพ.ศ. 2558 – 2579 (Alternative Energy Development Plan: AEDP2015)

เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับปาล์มน้ำมันอยู่ในส่วนไบโอดีเซล ซึ่งได้อ้างถึงยุทธศาสตร์ปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มปี 2558 – 2569 และการอนุมานผลผลิตจากพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการปลูกปาล์มทั้งประเทศและน้ำมัน

ปาล์มคงเหลือจากการบริโภคเป็นศักยภาพในการผลิตไบโอดีเซลคาดว่าจะสามารถผลิตไบโอดีเซลทดแทนดีเซลได้ 14 ล้านลิตรต่อวันในปี 2579 ทั้งนี้ยังไม่คำนึงถึงการส่งออกน้ำมันปาล์มโดยแสดงรายละเอียดศักยภาพน้ำมันปาล์มเพื่อผลิตไบโอดีเซลตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก ไว้ใน**ตารางที่ 4**

ตารางที่ 4 ศักยภาพน้ำมันปาล์มเพื่อผลิตไบโอดีเซลปี 2558 -2579

ศักยภาพน้ำมันปาล์ม	2558[1]	2560[1]	2562[1]	2569[1]	2579[2]
เป้าหมายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน (ล้านไร่)	4.50	5.00	5.50	7.50	10.20
ผลผลิตปาล์มน้ำมัน (ล้านตัน/ปี)	14.34	15.40	16.66	21.40	29.46
ผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบ (ล้านตัน/ปี)	2.58	2.93	3.17	4.28	5.89
น้ำมันปาล์มดิบคงเหลือ (ล้านตัน/ปี)[3]	1.56	1.85	2.03	2.93	4.24
ไบโอดีเซลสูงสุดที่ผลิตได้ (ล้านลิตร/วัน)[4]	5.60	6.50	7.10	10.00	14.00

หมายเหตุ: [1]ยุทธศาสตร์ปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มปี 2558-2569

[2]จากการอนุมานผลผลิตตามพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการปลูกปาล์มทั้งประเทศ

[3]คิดน้ำมันปาล์มดิบคงเหลือโดยยังไม่ได้หักปริมาณการส่งออก

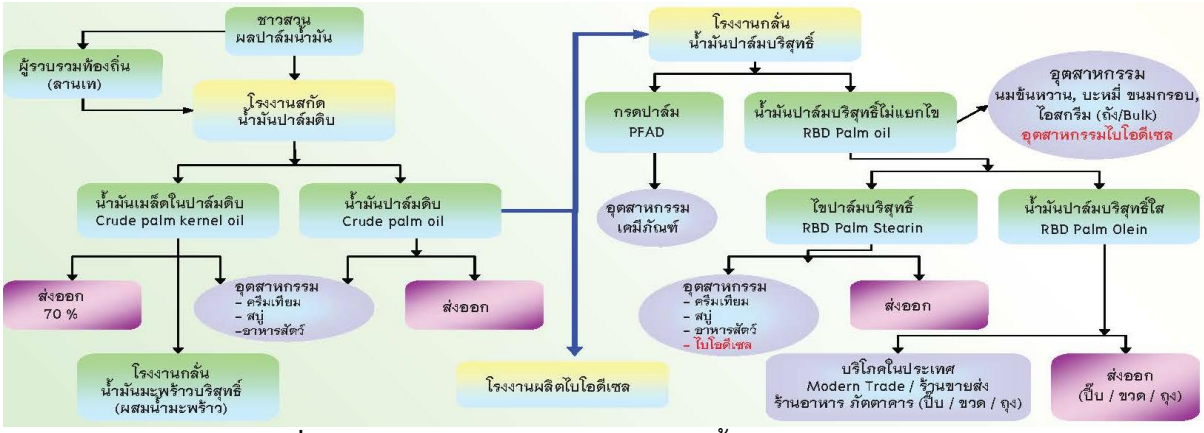
[4] คำนวณโดยคิดการผลิตไบโอดีเซลชนิด Fatty Acid Methyl Esters (FAME)

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน , 2558

2 อุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและสถานการณ์การผลิตไฟฟ้าจากโรงสกัดน้ำมันปาล์มในปัจจุบัน

1) ข้อมูลทั่วไปของอุตสาหกรรมปาล์ม

ภาพรวมของอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันในประเทศไทยแสดงใน**รูปที่ 5** ซึ่งอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มประกอบด้วยผู้เกี่ยวข้องหลัก 4 ฝ่ายคือชาวสวนปาล์มน้ำมันโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบโรงงานกลั่นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์และโรงงานผลิตไบโอดีเซลเชิงพาณิชย์ซึ่งเริ่มเป็นผู้ผลิตรายใหม่ที่ใช้น้ำมันปาล์มดิบในวัตถุดิบตั้งแต่ปี 2551 เป็นต้นมา



รูปที่ 5 ภาพรวมระบบอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันของประเทศไทย

ที่มา : สำนักส่งเสริมสินค้าการเกษตร กรมการค้าภายใน , 2554

น้ำมันปาล์มที่ผลิตได้ สามารถจำแนกได้เป็น 2 ชนิดได้แก่

- น้ำมันปาล์มดิบ (Crude Palm Oil) สกัดได้จากส่วนเปลือกสดของผลปาล์มน้ำมัน
- น้ำมันเมล็ดในปาล์ม (Crude Palm Kernel Oil) สกัดได้จากเมล็ดในของผลปาล์มน้ำมัน

น้ำมันปาล์มสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายโดยสามารถแบ่งกลุ่มการนำไปใช้ประโยชน์ได้ดังนี้

- อุตสาหกรรมด้านอาหารโดยใช้ในอุตสาหกรรมอาหารหลายประเภทได้แก่ น้ำมันทอดน้ำมันปรุงอาหารมาการีนวานาสปาติไอศครีมครีมเทียมนมเทียมเนยขาว เนยโกโก้ขนมเค้กขนมปังฯลฯรวมถึงผลิตภัณฑ์อาหารเสริมเพื่อสุขภาพได้แก่วิตามินอี วิตามินเอ
- อุตสาหกรรมโอลิโอเคมิคอลใช้ประโยชน์สำหรับการผลิตสินค้าอุปโภคโดยผ่านกระบวนการทางเคมีได้แก่การทำกรดไขมันประเภทต่างๆทั้งกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัวเพื่อนำไปใช้ในอุตสาหกรรมมากมายได้แก่กรดลอริกใช้ทำเป็นเรซินกรดปาล์มมิติกใช้ในการเลี้ยงเชื้อราเพื่อสกัดเป็นยาปฏิชีวนะเมื่อนำไปรวมกับกรดสเตียติคทำเทียนไขกรดโอเลอิกใช้ในอุตสาหกรรมเสื้อผ้ากรดสเตียริกใช้ในการผลิตเครื่องสำอางสบู่เด็กบวกกับกรดกรดลิโนเลอิกใช้เป็นยาฉีดสำหรับลดไขมันในเส้นเลือด
- อุตสาหกรรมไบโอดีเซลการผลิตเมทธิลเอสเทอร์เป็นสารที่ได้จากการทำกระบวนการทางเคมีคือน้ำมันปาล์มและเมทธิลอัลกอฮอล์โดยใช้โซดาไฟเป็นตัวเร่งซึ่งมีสารที่สำคัญและมีมูลค่ามากได้แก่กลีเซอรอลเมทธิลเอสเทอร์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายเช่นด้านพลังงาน (ไบโอดีเซล)

2) กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม

วัตถุดิบที่ใช้ผลิตน้ำมันปาล์ม คือ ทะลายปาล์มสด (Full Fruit Bunch, FFB)หรือปาล์มลูกร่วง จะถูกส่งไปที่โรงสกัดน้ำมันปาล์ม ซึ่งสามารถแบ่งตามวิธีการผลิตที่แตกต่างกันได้ 2 รูปแบบคือ

(1) ***โรงงานที่มีกระบวนการผลิตแบบหีบแห้ง***หรือสารสกัดน้ำมันปาล์มแบบรวมเมล็ดในเป็นการผลิตที่ไม่ใช้น้ำหรือใช้น้ำในปริมาณน้อยมากซึ่งส่วนใหญ่เป็นโรงงานขนาดเล็กและมีของเหลือจากกระบวนการผลิตในรูปกากปาล์มสามารถนำไปทำอาหารสัตว์

(2) ***โรงงานที่มีการผลิตแบบหีบเปียก***หรือแบบมาตรฐานที่สกัดแยกเมล็ดในเป็นการผลิตที่ใช้ไอน้ำในการอบทะลายปาล์มก่อนนำแยกเป็นทะลายปาล์มเปล่าและผลปาล์ม ซึ่งจะนำสกัดเป็นน้ำมันปาล์มต่อไป ซึ่งเป็นโรงงานขนาดใหญ่และมีของเหลือจากกระบวนการผลิตในรูปทะลายปาล์มเปล่า เส้นใย และกะลา ที่สามารถนำไปทำเชื้อเพลิงได้

รายละเอียดของกระบวนการผลิตแต่ละแบบ สามารถสรุปได้ดังนี้

- กระบวนการผลิตแบบหีบแห้ง(หรือเรียกว่ากระบวนการผลิตแบบแห้ง)

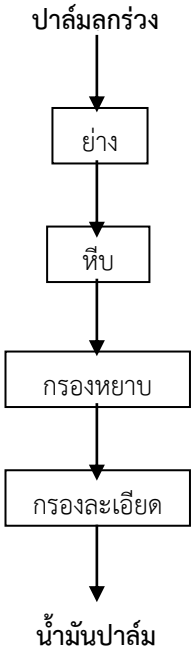
เป็นการผลิตที่ไม่ใช้น้ำหรือใช้น้ำในปริมาณน้อยมากขั้นตอนการผลิตแบบหีบแห้งโดยสังเขปแสดงใน **รูปที่ 6** ซึ่งเริ่มด้วยการรับซื้อปาล์มร่วงที่หลุดจากทะลายแล้ว (ลูกร่วง) จากนั้นนำไปเข้าห้องอบ (หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ย่าง) เพื่อรับลมร้อนซึ่งได้จากเตา (ส่วนใหญ่ใช้ไม้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง)โดยมีจุดประสงค์เพื่อไล่ความชื้นและหยุดปฏิกิริยาการเกิดกรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid, FFA) ในผลปาล์ม จากนั้นนำมาหีบจนได้น้ำมันปาล์มดิบ ส่วนกากปาล์มที่เหลือจากการหีบจะนำไปขายให้กับผู้ผลิตอาหารสัตว์(ซึ่งเป็นชีวมวลชนิดเดียวที่ได้จากกระบวนการผลิตแบบแห้ง)

เนื่องจากการหีบน้ำมันออกจากปาล์มจะรวมเม็ดในด้วย ดังนั้นน้ำมันปาล์มที่ได้จึงเป็นน้ำมันผสมของน้ำมันจากผลปาล์มและน้ำมันจากเม็ดใน ซึ่งเป็นน้ำมันที่มีราคาต่ำกว่าน้ำมันบริสุทธิ์ที่ผลิตจากผลปาล์มเพียงอย่างเดียว โรงงานประเภทนี้จึงมีขนาดเล็กและใช้เงินทุนต่ำ

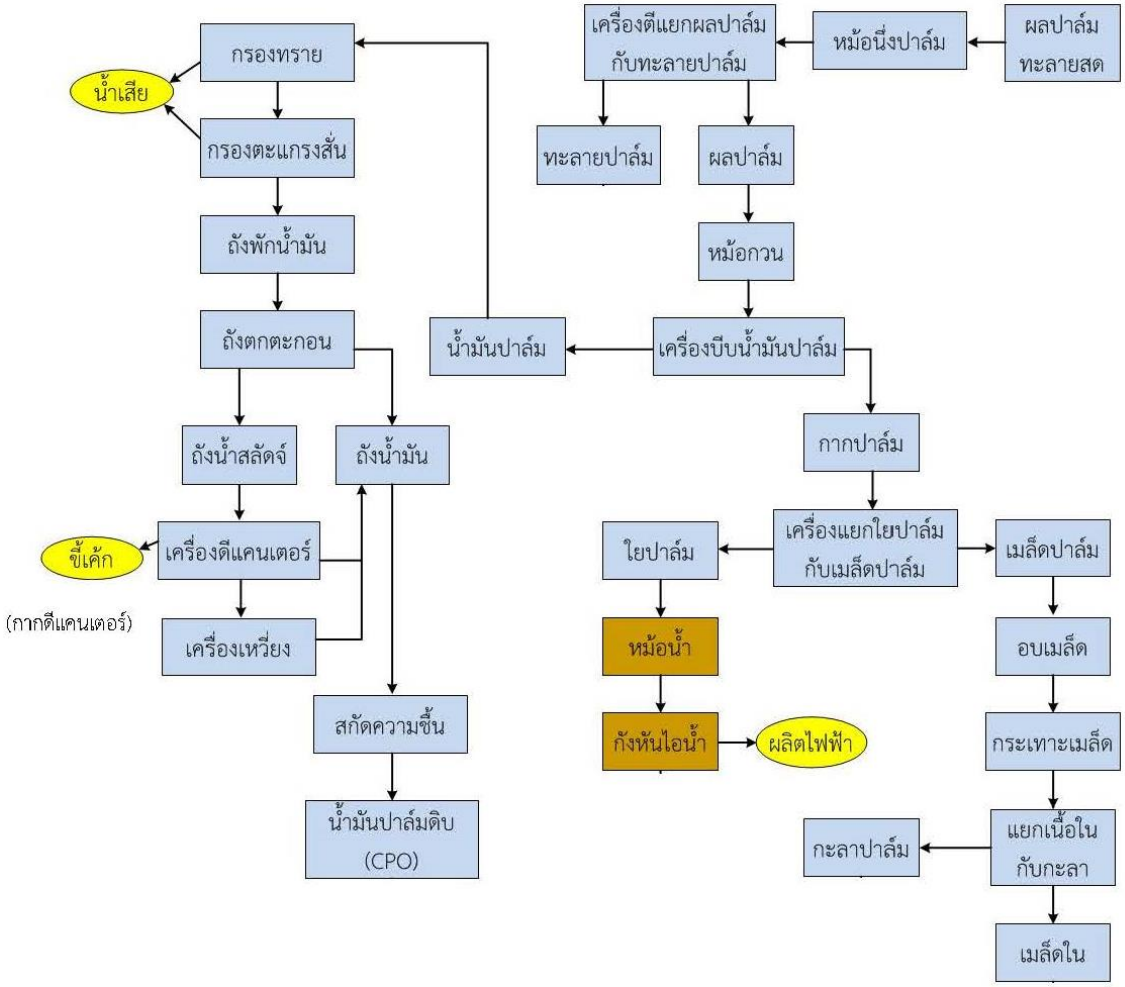
- กระบวนการผลิตแบบหีบเปียก(หรือเรียกว่ากระบวนการผลิตแบบเปียก)

กรรมวิธีการผลิตน้ำมันปาล์มแบบเปียก จะแตกต่างจากกระบวนการผลิตแบบแห้งในของส่วนของการสลัดน้ำมัน โดยใช้ไอน้ำในการหยุดปฏิกิริยาการเกิดกรดไขมันอิสระในผลปาล์ม และให้ทะลายปาล์มอ่อนตัว หลุดออกจากขั้วได้ง่าย จากนั้น แยกผลปาล์มและทะลายออกจากกัน นำผลปาล์มไปเข้าหม้อนึ่งไอน้ำเพื่อให้เนื้อปาล์มหลุดจากกะลา เมล็ดในและเนื้อปาล์มที่แยกได้จะนำไปหีบเป็นน้ำมันปาล์มดิบ (Crude Palm Oil, CPO) ซึ่งจะนำไปผ่านการกรอง ตกตะกอน และอื่นๆ เพื่อทำให้น้ำมันดิบสะอาด และสุดท้ายนำไปผ่านกระบวนการไล่ความชื้น โดยแสดงขั้นตอนการผลิตโดยสังเขปใน**รูปที่ 7**

กระบวนการผลิตแบบเปียกจะได้ชีวมวลหลักอยู่ 3 ชนิด ได้แก่ ทะลายปาล์มเปล่า ใยปาล์ม และกะลาปาล์ม ซึ่งมีศักยภาพในการนำไปใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงได้



รูปที่ 6 กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มแบบแห้ง



รูปที่ 7 กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มแบบเปียก

3) ชีวมวลที่ได้จากการผลิตน้ำมันปาล์มแบบหีบเปียก

ในกระบวนการผลิตแบบเปียก เมื่อนำทะลายปาล์มสด (FFB) มาใช้ผลิตน้ำมันปาล์ม จะได้น้ำมันปาล์มและชีวมวลที่เป็นผลพลอยได้จากการผลิต ซึ่งประกอบด้วย ทะลายปาล์มเปล่า (Empty Fruit Bunch, EFB)ใยปาล์ม (Palm Fiber, PF) และกะลาปาล์ม (Palm Karnel Shell, PKS)

จากการรวบรวมข้อมูลอัตราส่วนการเกิดชีวมวลต่อทะลายปาล์มสดพบว่ามีค่าแตกต่างกันในแต่ละแหล่งข้อมูล ดังแสดงรายละเอียดใน**ตารางที่ 5** เนื่องจากรายละเอียดของกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มและมาตรฐานการควบคุมคุณภาพที่แตกต่างกันในแต่ละโรงงาน นอกจากนั้น ยังได้แสดงค่าความร้อนของเชื้อเพลิงของทะลายปาล์มเปล่า เส้นใย และกะลาปาล์มไว้ใน**ตารางที่ 6**

ตารางที่ 5 สัดส่วนการเกิดชีวมวลต่อทะลายปาล์มสด

ลำดับ	แหล่งข้อมูล	ทะลายปาล์มเปล่า (EFB)	ใยปาล์ม (PF)	กะลาปาล์ม (PKS)
1	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2557)	0.32	0.19	0.04
2	อุบลรัตน์ หวังรักษ์ดีสกุล (2556)	0.22	0.12	0.06
3	AREERAT KATEMANEE (2006)	0.22	0.13	0.055
4	Black and Veatch (2000)	0.23	0.19	
5	ธาดา (2554)	0.20	0.14	n.a.
6	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(2555)	0.20	0.14	0.06

ตารางที่ 6 ค่าความร้อนของทะลายปาล์มเปล่า ใยปาล์ม และกะลาปาล์ม

ลำดับ	แหล่งข้อมูล	ค่าความร้อน (MJ/kg)	หมายเหตุ

		ทะลายปาล์มเปล่า (EFB)	ใยปาล์ม (PF)	กะลาปาล์ม (PKS)	
1	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2557)	7.24	11.4	16.9	LHV (% moisture = 58.60)
2	สุขสวัสดิ์ คงกล้า และ คณะ (2554)	9.2	13.13	18.27	LHVwet basis
3	ธาดา (2554)	19.26	-	-	HHVDry basis
4	อุกฤษฏ์ และคณะ (2555)	19.3	-	-	HHVDry basis
5	พุฒิชาติ คิดหาทอง และคณะ (2557)	16.32	17.25	18.53	HHV

จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นว่า ทะลายปาล์มเปล่า ใยปาล์ม และกะลาปาล์ม มีค่าความร้อนที่ค่อนข้างสูง ซึ่งเพียงพอต่อการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงที่หม้อไอน้ำ เนื่องจากใยปาล์มมีคุณสมบัติทางกายภาพที่เอื้ออำนวยต่อการนำไปใช้งานและมีปริมาณที่เพียงพอจึงทำให้ทุกโรงงานมีการนำใยปาล์มมาใช้เป็นเชื้อเพลิงหลัก ส่วนกะลาปาล์มจะใช้เป็นเชื้อเพลิงเสริม

ดังนั้น โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มแบบหีบเปียกสามารถทำการผลิตน้ำมันปาล์มและพลังงานความร้อนจากไอน้ำใช้ได้ด้วยตนเอง (น้ำสียจากการผลิตยังสามารถนำมาผลิตก๊าซชีวภาพได้) ซึ่งทำให้โรงงานประเภทนี้ได้ใช้หม้อไอน้ำร่วมกับกังหันไอน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อผลิตทั้งไอน้ำและไฟฟ้าใช้ภายในโรงงาน เพราะช่วยลดต้นทุนด้านพลังงาน และเพิ่มเสถียรภาพให้กับระบบไฟฟ้าของโรงงานอีกด้วย (ใยปาล์ม กะลาปาล์ม ได้จากการผลิต จึงไม่ต้องซื้อเชื้อเพลิง และส่วนที่เหลือสามารถนำไปขายได้ ซึ่งจากการสำรวจข้อมูลภาคสนามเดือนมีนาคม 2558 พบว่า ทะลายปาล์มมีราคาขายในช่วง 0-150 บาทต่อตัน ใยปาล์มมีราคาขายในช่วง 400-800 บาทต่อตัน สำหรับกะลาปาล์มมีราคาขายอยู่ระหว่าง 3,500-4,500 บาทต่อตัน โดยราคามีความแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่)

อย่างไรก็ตาม โรงงานส่วนใหญ่จะผลิตไฟฟ้าไว้ใช้เองภายในโรงงาน โดยไม่เชื่อมต่อกับระบบสายส่งของการไฟฟ้า (Off Grid)

4) รายละเอียดโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มในประเทศไทย

จากการศึกษาระบบฐานข้อมูลกรมโรงงานอุตสาหกรรมพบว่า โรงงานอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มในประเทศไทยมีจำนวน204โรง ซึ่งได้สำรวจข้อมูลภาคสนามเพิ่มเติมว่าเป็นโรงงานที่มีกระบวนการผลิตรูปแบบใด และพบว่า มีโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มด้วยกระบวนการผลิตแบบแห้ง จำนวน 129โรงโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มด้วยกระบวนการผลิตแบบเปียก จำนวน 75 โรง โดยภาคใต้เป็นพื้นที่ที่มีโรงงานสกัดน้ำมันตั้งอยู่มากที่สุด คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 76ของจำนวนโรงงานรวมทั้งประเทศ โดยแสดงรายละเอียดจำนวนโรงงานจำแนกตามภาค และจังหวัดที่มีโรงงานมากที่สุด 3 อันดับแรก ไว้ในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 จำนวนโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มในประเทศไทย

ภาค/จังหวัด	จำนวนโรงงาน		
	หีบแห้ง	หีบเปียก	รวม
ใต้	91	64	155
กลาง	24	9	33
ตะวันออกเฉียงเหนือ	9	2	11
เหนือ	5	-	5
รวม	**129**	**75**	**204**
จังหวัดที่มีโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มมากที่สุด 3 ลำดับแรก			

สุราษฎร์ธานี	21	21	42
กระบี่	17	16	33
ชุมพร	27	10	27

เมื่อพิจารณาเฉพาะโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มแบบเปียก พบว่า โรงงานส่วนใหญ่ตั้งอยู่ที่ภาคใต้ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 85 ของจำนวนทั้งประเทศ รองลงมาคือ ภาคกลางจำนวน 9 แห่ง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 12 และ 3 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาในรายชื่อจังหวัด พบว่า โรงงานในเขตภาคกลางตั้งอยู่ที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 4 แห่ง จังหวัดชลบุรี จำนวน 2 แห่ง จังหวัดตราด จำนวน 2 แห่ง และจังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 1 แห่ง ส่วนโรงงานในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตั้งอยู่ที่จังหวัดเลยและหนองคาย จังหวัดละ 1 แห่ง โดยแสดงรายละเอียดจำนวนโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มแบบหีบเปียก แยกรายจังหวัดไว้ในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 จำนวนโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มแบบหีบเปียกในประเทศไทย จำแนกรายจังหวัด

ลำดับ	จังหวัด	จำนวนโรงงาน (โรง)	กำลังการผลิต (ตัน/ชม.)
ภาคใต้			
1	สุราษฎร์ธานี	22	960
2	กระบี่	16	810
3	ชุมพร	10	420
4	นครศรีธรรมราช	5	45
5	ตรัง	4	165
6	พังงา	3	60
7	ระนอง	2	45
8	สตูล	1	30
9	นราธิวาส	1	**45**
10	ปัตตานี	1	NA
ภาคกลาง			
11	ประจวบคีรีขันธ์	4	105
12	ชลบุรี	2	90
13	ตราด	2	**30***
14	กาญจนบุรี	1	**30***
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ			
15	เลย	1	**-***
16	หนองคาย	1	**-***
รวมทั้งประเทศ		**75**	**2,835**

หมายเหตุ *โรงงานยังไม่เริ่มการผลิต

NA หมายถึง ไม่มีข้อมูล

3 การพัฒนาโรงไฟฟ้าโดยนำทะลายปาล์มเปล่ามาใช้เป็นเชื้อเพลิง

การผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลที่ได้จากการผลิตน้ำมันปาล์มแบบเปียก จะได้ชีวมวล คือ ทะลายปาล์มเปล่า เส้นใย และกะลา ซึ่งจากการสำรวจข้อมูลพบว่า ในปัจจุบัน (2558) ได้มีการนำใยปาล์มมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในหม้อไอน้ำอยู่แล้ว และ**โรงงานมีการติดตั้งหม้อไอน้ำและกังหันไอน้ำพร้อมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตไอน้ำและกระแสไฟฟ้าใช้เองภายในโรงงาน**โดยเส้นใยปาล์มที่เกิดขึ้นทั้งหมดจะนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงที่หม้อไอน้ำ หากมีส่วนที่เหลือจึงจะจำหน่ายให้กับหน่วยงานภายนอกสำหรับกะลาปาล์มที่ได้ก็สามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงที่หม้อไอน้ำได้เช่นกัน เพียงแต่โรงงานส่วนใหญ่จะนำไปขายให้กับหน่วยงานภายนอก เช่น ผู้ผลิตอาหารสัตว์ ถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) เป็นต้น ซึ่งในบางครั้ง โรงงานผลิตสกัดน้ำมันปาล์มอาจนำกะลามาใช้เป็นเชื้อเพลิงในหม้อไอน้ำ แต่เกิดขึ้นไม่บ่อยนัก เพราะการขายกะลานั้นได้ราคาดีกว่า อีกทั้งมีปริมาณใยปาล์มมากพอต่อการใช้เป็นเชื้อเพลิงอยู่แล้วจึงสรุปได้ว่า***ชีวมวลชนิดใยปาล์มและกะลาปาล์ม ไม่มีศักยภาพคงเหลือสำหรับนำมาผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า***

สำหรับทะลายปาล์มเปล่า มีการนำมาใช้ประโยชน์เพื่อการผลิตไฟฟ้าค่อนข้างน้อย เนื่องจากต้องใช้เทคโนโลยีเผาไหม้ และการเตรียมเชื้อเพลิงที่ค่อนข้างดี โรงงานจึงนำทะลายปาล์มเปล่ามากองทิ้งไว้ภายในพื้นที่โรงงาน หรือนำไปจำหน่ายให้กับเกษตรกรสำหรับนำไปใช้เพาะเห็ด (จากการสำรวจพบว่า มีโรงงานบางแห่งแจกให้ฟรี แต่ต้องนำรถมาขนไปเอง)ดังนั้น เมื่อพิจารณาในส่วนนี้พบว่า ***ทะลายปาล์มเปล่ามีศักยภาพสำหรับนำมาผลิตไฟฟ้า เพียงแต่ต้องดำเนินการปรับปรุงเทคโนโลยีเผาไหม้ และกระบวนการเตรียมเชื้อเพลิงให้มีความเหมาะสม***และ***พื้นที่ที่มีศักยภาพคือ ภาคใต้ เนื่องจากเป็นพื้นที่ปลูกปาล์ม และมีโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มแบบหีบเปียกมากที่สุดในประเทศ จึงมีปริมาณวัตถุดิบเพียงพอสำหรับใช้นำมาใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้า***

การประเมินศักยภาพพลังงานความร้อนที่ได้จากทะลายปาล์มเปล่าใช้การคำนวณดังนี้

$$Q_{EFB} = M_{EFB} \; x \; HV$$

เมื่อ Q_{EFB} คือ ศักยภาพพลังงานความร้อนจากทะลายปาล์มเปล่า (MJ)
M_{EFB} คือ ปริมาณทะลายปาล์มเปล่า (kg)
HV คือ ค่าความร้อนของทะลายปาล์มเปล่า (MJ/kg)

การประเมินศักยภาพการผลิตไฟฟ้าที่ได้จากพลังงานความร้อนจากทะลายปาล์มเปล่า คำนวณได้จาก

$$PE_{EFB} = \frac{Q_{EFB} \; x \; Eff_{plant}}{Operating \; Hour \; x \; 3.6 \; x \; 1{,}000}$$

เมื่อ PE_{EFB}คือศักยภาพการผลิตไฟฟ้า (MW)
Q_{EFB}คือ ศักยภาพพลังงานความร้อนจากทะลายปาล์มเปล่า (MJ)
Eff_{plant}คือประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้า (%)
Operating hour คือ ชั่วโมงการทำงานของโรงไฟฟ้า (ชม./ปี)

ค่าศักยภาพที่ประเมินได้จากการคำนวณข้างต้น ตั้งอยู่บนพื้นฐานของตัวแปรต่างๆ จึงทำให้มีการรายงานค่าศักยภาพพลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้าที่ได้มีความแตกต่างกันไปในแต่ละแหล่งข้อมูล

การประเมินศักยภาพในการศึกษาครั้งนี้ ใช้ค่าตัวแปรต่างๆ ดังนี้

- **ปริมาณผลผลิต** ใช้ข้อมูลจากสำนักเศรษฐกิจการเกษตร สำหรับข้อมูลปริมาณผลผลิตในอดีตจนถึงปัจจุบัน (2557) และใช้ข้อมูลจากแผนพัฒนาพลังงาน

ทดแทนและพลังงานทางเลือกพ.ศ. 2558 – 2579สำหรับการประเมินปริมาณผลผลิตในอนาคต

- **ปริมาณทะลายปาล์มเปล่า**ประเมินจาก ปริมาณผลผลิตปาล์มน้ำมันที่ได้จากกรมการค้าภายใน คูณกับ สัดส่วนการเกิดทะลายปาล์มเปล่าต่อปริมาณปาล์มน้ำมัน โดยกำหนดให้สัดส่วนมีค่าเท่ากับ 0.20 ตัน EFB / ตัน FFB
- **ค่าความร้อนของทะลายปาล์มเปล่า** ใช้ค่าความร้อนต่ำ (Low Heating Value, LHV) กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 7.24 MJ/kg
- **ประสิทธิภาพของโรงงานไฟฟ้า** กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 20%
- **ชั่วโมงการทำงานของโรงไฟฟ้า** กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 24 ชั่วโมงต่อวัน 330 วันต่อปี (มีเวลาสำหรับหยุดซ่อมบำรุง 35 วันต่อปี)

ผลการประเมินศักยภาพการผลิตไฟฟ้าที่ผลิตได้แสดงในภาพรวมของปี 2557 แสดงรายละเอียดใน **ตารางที่ 9** ซึ่งพบว่า ในภาพรวมทั้งประเทศ มีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าจากทะลายปาล์มเปล่า คิดเป็นจำนวนรวม 127 MW โดยพื้นที่ภาคใต้ (ตั้งแต่จังหวัดชุมพรลงไป) มีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าจากทะลายปาล์มเปล่ามากที่สุด คิดเป็นพลังไฟฟ้าเท่ากับ 116.1 MW หรือร้อยละ 91 ของศักยภาพในภาพรวมทั้งประเทศ

ตารางที่ 9 ผลการประเมินศักยภาพการผลิตพลังงานความร้อนและไฟฟ้าจากทะลายปาล์มเปล่า

ภาค	ปริมาณผลผลิต[1] (ล้านตัน)	ปริมาณทะลายปาล์มเปล่า[2] (ล้านตัน)	ศักยภาพพลังงานความร้อน[3] (GJ)	ศักยภาพการผลิตไฟฟ้า[4] (MW)
ใต้	11.43	2.29	16,553,996	116.1
กลาง	0.96	0.19	1,389,415	9.7
ตะวันออกเฉียงเหนือ	0.09	0.02	125,487	0.9
เหนือ	0.02	<0.01	36,093	0.3
รวมทั้งประเทศ	**12.50**	**2.50**	**18,104,991**	**127.0**

หมายเหตุ การประเมินศักยภาพพลังงานความร้อนและศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าในตาราง เป็นเพียงการประเมินในภาพรวมเท่านั้น โดยการผลิตพลังงานและผลิตไฟฟ้าจากทะลายปาล์มเปล่า จะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่ เช่น การรวบรวมและขนส่งทะลายปาล์มเปล่า ความพร้อมของระบบสายส่งไฟฟ้า และความเหมาะสมด้านการลงทุน เป็นต้น

[1]ปริมาณผลผลิตได้จากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

[2]ประเมินที่สัดส่วนทะลายปาล์มเปล่า (EFB) ต่อทะลายปาล์สด (FFB) เท่ากับ 0.20

[3]ประเมินที่ค่าความร้อนต่ำเท่ากับ 7.24 MJ/kg

[4]ประเมินที่ประสิทธิภาพและชั่วโมงการทำงานของโรงไฟฟ้าเท่ากับ 20% และ 7,920 ชั่วโมงต่อปี ตามลำดับ

ผลการประเมินศักยภาพการผลิตไฟฟ้าที่ผลิตได้ตามเป้าหมายปริมาณผลผลิตปาล์มน้ำมันของแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกพ.ศ. 2558 – 2579 แสดงรายละเอียดในตารางที่ 10 ซึ่งพบว่า ในปี 2569 (10 ปีข้างหน้า) จะมีศักยภาพการผลิตไฟฟ้าจากทะลายปาล์มเปล่าเท่ากับ 217.4 MW หรือเพิ่มขึ้นจากปี 2557 ราว 1.7 เท่า และในปี 2579 (20 ปีข้างหน้า) จะมีศักยภาพการผลิตไฟฟ้าจากทะลายปาล์มเปล่าเท่ากับ 299.2 MW หรือเพิ่มขึ้นจากปี 2557 ราว 2.4 เท่า

ตารางที่ 10 ผลการประเมินศักยภาพการผลิตพลังงานความร้อนและไฟฟ้าจากทะลายปาล์มเปล่า

ปี พ.ศ.	ปริมาณผลผลิต[1] (ล้านตัน)	ปริมาณทะลายปาล์มเปล่า[2] (ล้านตัน)	ศักยภาพพลังงานความร้อน[3] (GJ)	ศักยภาพการผลิตไฟฟ้า[4] (MW)
2558	14.34	2.87	20,764,320	145.7
2560	15.4	3.08	22,299,200	156.4
2562	16.66	3.33	24,123,680	169.2
2569	21.4	4.28	30,987,200	217.4
2579	29.46	5.89	42,658,080	299.2

หมายเหตุ การประเมินศักยภาพพลังงานความร้อนและศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าในตาราง เป็นเพียงการประเมินในภาพรวมเท่านั้น โดยการผลิตพลังงานและผลิตไฟฟ้าจากทะลายปาล์มเปล่า จะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่ เช่น การรวบรวมและขนส่งทะลายปาล์มเปล่า ความพร้อมของระบบสายส่งไฟฟ้า และความเหมาะสมด้านการลงทุน เป็นต้น

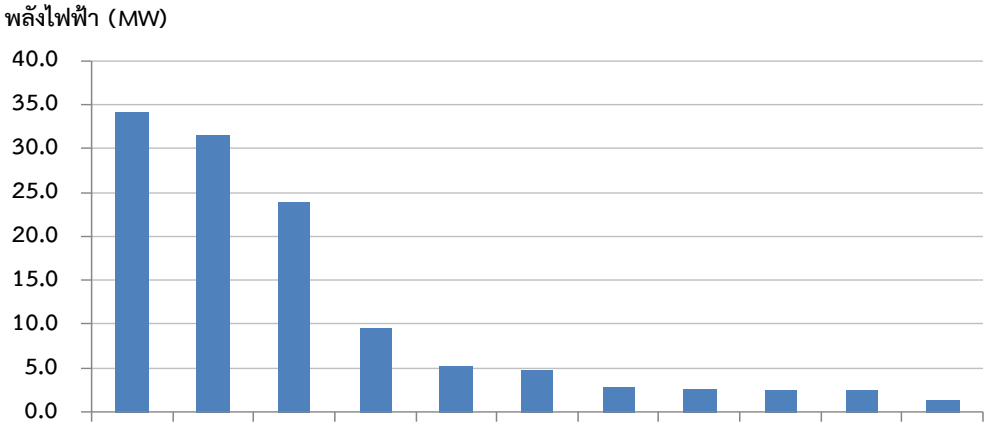
[1]ปริมาณผลผลิตได้จากแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกพ.ศ. 2558 – 2579

[2]ประเมินที่สัดส่วนทะลายปาล์มเปล่า (EFB) ต่อทะลายปาล์สด (FFB) เท่ากับ 0.20

[3]ประเมินที่ค่าความร้อนต่ำเท่ากับ 7.24 MJ/kg

[4]ประเมินที่ประสิทธิภาพและชั่วโมงการทำงานของโรงไฟฟ้าเท่ากับ 20% และ 7,920 ชั่วโมงต่อปี ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาถึงศักยภาพการผลิตไฟฟ้าในระดับรายจังหวัด ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 11 และแสดงรายละเอียดของจังหวัดที่มีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 1 MW ไว้ในรูปที่ 8 พบว่าจังหวัดที่มีศักยภาพการผลิตไฟฟ้ามากที่สุด 3 อันดับแรก คือ จังหวัดกระบี่ (34.2 MW) รองลงมาได้แก่ จังหวัดสุราษฎร์ธานี (31.7 MW) และจังหวัดชุมพร (23.9 MW) ตามลำดับ โดยมีศักยภาพรวมเท่ากับ 89.8 MW หรือคิดเป็นร้อยละ 71 ของศักยภาพรวมทั้งประเทศ ซึ่งกล่าวโดยสรุปได้ว่า ***พื้นที่จังหวัดกระบี่ สุราษฎร์ธานี ชุมพร นครศรีธรรมราช พังงา และตรัง เป็นพื้นที่ที่ศักยภาพสูงสำหรับพัฒนาโครงการผลิตไฟฟ้าจากทะลายปาล์มเปล่า*** เนื่องจากมีค่าผลผลิตต่อพื้นที่ปลูกเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3,000 กก./ไร่ และมีโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มตั้งกระจายอยู่ในพื้นที่



รูปที่ 8 จังหวัดที่มีศักยภาพการผลิตไฟฟ้าจากทะลายปาล์มเปล่า ไม่ต่ำกว่า 1 MW

ตารางที่ 11 ผลการประเมินศักยภาพการผลิตพลังงานความร้อนและไฟฟ้าจากทะลายปาล์มเปล่าจำแนกรายจังหวัด

จังหวัด	ผลผลิต (ตัน)	ปริมาณทะลายปาล์มเปล่า[2] (ตัน)	ศักยภาพพลังงานความร้อน[3] (GJ)	ศักยภาพการผลิตไฟฟ้า[4] (MW)
ภาคใต้				
ชุมพร	2,350,686	470,137	3,403,793	23.9
ระนอง	239,556	47,911	346,877	2.4
สุราษฎร์ธานี	3,116,075	623,215	4,512,077	31.7
พังงา	508,434	101,687	736,212	5.2
ภูเก็ต	3,846	769	5,569	<0.1
กระบี่	3,362,307	672,461	4,868,621	34.2
ตรัง	461,776	92,355	668,652	4.7
นครศรีธรรมราช	938,813	187,763	1,359,401	9.5
พัทลุง	50,277	10,055	72,801	0.5
สงขลา	43,487	8,697	62,969	0.4
สตูล	253,416	50,683	366,946	2.6
ปัตตานี	30,036	6,007	43,492	0.3
ยะลา	6,428	1,286	9,308	<0.1
นราธิวาส	67,181	13,436	97,278	0.7
รวมภาคใต้	**11,423,928**	**2,284,786**	**16,541,847.74**	**116.1**
ภาคกลาง				
สระบุรี	11,503	2,301	16,656	0.1
ลพบุรี	3,986	797	5,772	<0.1
สิงห์บุรี	30	6	43	<0.1
สุพรรณบุรี	1,333	267	1,930	<0.1
ปทุมธานี	35,445	7,089	51,324	0.4
นครนายก	4,087	817	5,918	<0.1
ปราจีนบุรี	12,379	2,476	17,925	0.1
ฉะเชิงเทรา	30,810	6,162	44,613	0.3
สระแก้ว	39,163	7,833	56,708	0.4
จันทบุรี	35,727	7,145	51,733	0.4
ตราด	132,904	26,581	192,445	1.3
ระยอง	57,695	11,539	83,542	0.6
ชลบุรี	284,120	56,824	411,406	2.9
กาญจนบุรี	16,823	3,365	24,360	0.2
ราชบุรี	5,920	1,184	8,572	<0.1

ตารางที่ 11 ผลการประเมินศักยภาพการผลิตพลังงานความร้อนและไฟฟ้าจากทะลายปาล์มเปล่าจำแนกรายจังหวัด

จังหวัด	ผลผลิต (ตัน)	ปริมาณทะลายปาล์มเปล่า[2] (ตัน)	ศักยภาพพลังงานความร้อน[3] (GJ)	ศักยภาพการผลิตไฟฟ้า[4] (MW)
เพชรบุรี	20,433	4,087	29,587	0.2
ประจวบคีรีขันธ์	267,183	53,437	386,881	2.7
รวมภาคกลาง	**959,541**	**191,908**	**1,389,415**	**9.7**
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ				
เลย	13,337	2,667	19,312	0.1
หนองบัวลำภู	721	144	1,044	<0.1
อุดรธานี	4,147	829	6,005	<0.1
หนองคาย	10,316	2,063	14,938	0.1
บึงกาฬ	9,406	1,881	13,620	<0.1
สกลนคร	2,852	570	4,130	<0.1
นครพนม	1,727	345	2,501	<0.1
มุกดาหาร	1,183	237	1,713	<0.1
ยโสธร	1,110	222	1,607	<0.1
อำนาจเจริญ	4,226	845	6,119	<0.1
อุบลราชธานี	20,268	4,054	29,348	0.2
ศรีสะเกษ	4,453	891	6,448	<0.1
สุรินทร์	1,015	203	1,470	<0.1
บุรีรัมย์	3,128	626	4,529	<0.1
มหาสารคาม	-	-	-	-
ร้อยเอ็ด	768	154	1,112	<0.1
กาฬสินธ์	846	169	1,225	<0.1
ขอนแก่น	186	37	269	<0.1
ชัยภูมิ	573	115	830	<0.1
นครราชสีมา	6,400	1,280	9,267	<0.1
รวมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	**86,662**	**17,332**	**125,487**	**0.9**
ภาคเหนือ				
เชียงราย	4,995	999	7,233	<0.1
พะเยา	1,651	330	2,391	<0.1
ลำพูน	249	50	361	<0.1
เชียงใหม่	85	17	123	<0.1
ตาก	923	185	1,337	<0.1
กำแพงเพชร	3,329	666	4,820	<0.1
สุโขทัย	1,317	263	1,907	<0.1
แพร่	21	4	30	<0.1
น่าน	101	20	146	<0.1

ตารางที่ 11 ผลการประเมินศักยภาพการผลิตพลังงานความร้อนและไฟฟ้าจากทะลายปาล์มเปล่าจำแนกรายจังหวัด

จังหวัด	ผลผลิต (ตัน)	ปริมาณทะลายปาล์มเปล่า[2] (ตัน)	ศักยภาพพลังงานความร้อน[3] (GJ)	ศักยภาพการผลิตไฟฟ้า[4] (MW)
อุตรดิตถ์	795	159	1,151	<0.1
พิษณุโลก	4,607	921	6,671	<0.1
พิจิตร	103	21	149	<0.1
นครสวรรค์	506	101	733	<0.1
อุทัยธานี	2,639	528	3,821	<0.1
เพชรบูรณ์	3,605	721	5,220	<0.1
รวมภาคเหนือ	**24,926**	**4,985**	**36,093**	**0.3**

หมายเหตุ การประเมินศักยภาพพลังงานความร้อนและศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าในตาราง เป็นเพียงการประเมินในภาพรวมเท่านั้น โดยการผลิตพลังงานและผลิตไฟฟ้าจากทะลายปาล์มเปล่า จะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่ เช่น การรวบรวมและขนส่งทะลายปาล์มเปล่า ความพร้อมของระบบสายส่งไฟฟ้า และความเหมาะสมด้านการลงทุน เป็นต้น

[1]ปริมาณผลผลิตได้จากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

[2]ประเมินที่สัดส่วนทะลายปาล์มเปล่า (EFB) ต่อทะลายปาล์สด (FFB) เท่ากับ 0.20

[3]ประเมินที่ค่าความร้อนต่ำเท่ากับ 7.24 MJ/kg

[4]ประเมินที่ประสิทธิภาพและชั่วโมงการทำงานของโรงไฟฟ้าเท่ากับ 20% และ 7,920 ชั่วโมงต่อปี ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 2556 เขตเหมาะสมสำหรับการปลูกข้าว มันสำปะหลัง ยางพารา ปาล์มน้ำมัน อ้อยโรงงาน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2558**แผนพัฒนาพลังงานทดแท**นและพลังงานทางเลือกพ.ศ. 2558 – 2579 (Alternative Energy Development Plan: AEDP2015) กันยายน 2558

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2557 โครงการศึกษาวิเคราะห์การใช้พลังงานทดแทนในภาคอุตสาหกรรมและธุรกิจการค้า

กลุ่มส่งเสริมการผลิตยางพาราและปาล์มน้ำมันส่วนส่งเสริมการผลิตไม้ผล ไม้ยืนต้น และยางพาราสำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตรกรมส่งเสริมการเกษตรสืบค้นจาก http://www.agriman.doae.go.th/home/news3/news3_1/Plam/0002_Plam(Pt).doc วันที่ 29 ตุลาคม 2558

กลุ่มประสานงานสหกรณ์อาเซียนกองแผนงาน กรมส่งเสริมสหกรณ์สืบค้นจาก http://cpdhost.cpd.go.th/cpd/thaiaseancoop/download/Thai/ProductAnalysis/สรุป-ย่อ-ปาล์มน้ำมัน.pdfวันที่ 29 ตุลาคม 2558

ฐานข้อมูลกรมโรงงานอุตสาหกรรม สืบค้นจาก http://www.diw.go.th/hawk/content.php?mode=data1search กันยายน 2558

ธาดา อุทัยเกียรติกุล 2554 การศึกษาความเหมาะสมในการใช้พลังงานหมุนเวียนจากทะลายปาล์มเพื่อการใช้งานเชิงความร้อนโดยกระบวนการก๊าซซิฟิเคชั่น วิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

พุฒิชาติคิดหาทอง, วีรินทร์หวังจิรนิรันดร์และอัจฉริยาสุริยะวงค์ 2557 การศึกษาศักยภาพเชิงพื้นที่ของชีวมวลสาหรับผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยวารสารวิจัยพลังงานปีที่11 ฉบับที่1 (มกราคม – มิถุนายน) 2557 หน้า 63-77

สุขสวัสดิ์ คงกล้า และ ฐานิตย์เมธิยานนท์ (2554) ผลกระทบและแนวทางการแก้ปัญหาการเกิดฟาวลิ่งบนท่อไอน้ำร้อนยวดยิ่งจากเผาไหม้วัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มในเตาเผาไหม้ตะกรับแบบขั้นบันได 2554 การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 25 19-21 ตุลาคม 2554 จังหวัดกระบี่ 10 หน้า

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย 2555 โครงการแนวทางการส่งเสริมมาตรฐานเชื้อเพลิงชีวมวลแปรรูปในภาคอุตสาหกรรมกรุงเทพ. 235 หน้า

สำนักส่งเสริมสินค้าการเกษตร กรมการค้าภายใน 2554 การผลิต การตลาด ปาล์มน้ำมัน ปี 2554

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2558 สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2557 โรงพิมพ์สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ กรุงเทพ

อุกฤษฎ์สหพัฒน์สมบัติปานชีวาอุดมทรัพย์เอกรัตน์ไวยนิตย์และธนกรตันธนวัฒน์2555 การศึกษาเบื้องต้นถึงคุณภาพของชีวมวลสำหรับเชื้อเพลิงไม้อัดแท่ง บทความวิชาการเล่มที่ 1 การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 225 หน้า

อุบลรัตน์ หวังรักษ์ดีสกุล 2556 การวิเคราะห์ระบบการผลิตน้ำมันปาล์มและการใช้อรรถประโยชน์จากของเสียเพื่อเป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียนอย่างยั่งยืน วิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

AREERAT KATEMANEE 2006 Appropriate technology evaluation for oil palm by-products utilization in Krabi province Thesis Mahidol University

Black and Vetch. 2000. Thailand Biomass-Based Power Generation and Cogeneration within Small Rural industries. Final report submitted to National Energy Policy Office (NEPO). Bangkok, 347 P.