การผลิตเชื้อเพลิงทดแทนจากขยะพลาสติก ด้วยเทคโนโลยีไพโรไลซิส

โดย
บริษัท อี-สแควร์ กรีน อินโนเวชั่น จำกัด
E-Square Green Innovation Co., Ltd.

ปริมาณขยะในประเทศไทย

ขยะมูลฝอยตกค้างในหลุมฝังกลบ 27.62 ล้านตัน

ขยะพลาสติก 3.31 ล้านตัน (12%)

ปี 2566 ขยะมูลฝอยใหม่ 26.95 ล้านตัน

เป็นขยะพลาสติก 2 ล้านตัน

ขยะพลาสติกที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ 0.5 ล้านตัน

25% ของขยะพลาสติก

ขยะพลาสติกที่ยังไม่ถูกใช้ประโยชน์ 1.5 ล้านตัน

75% ของขยะพลาสติก

**ข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษ ปี 2566

ผลกระทบจากการกำจัดขยะพลาสติกไม่ถูกวิธี

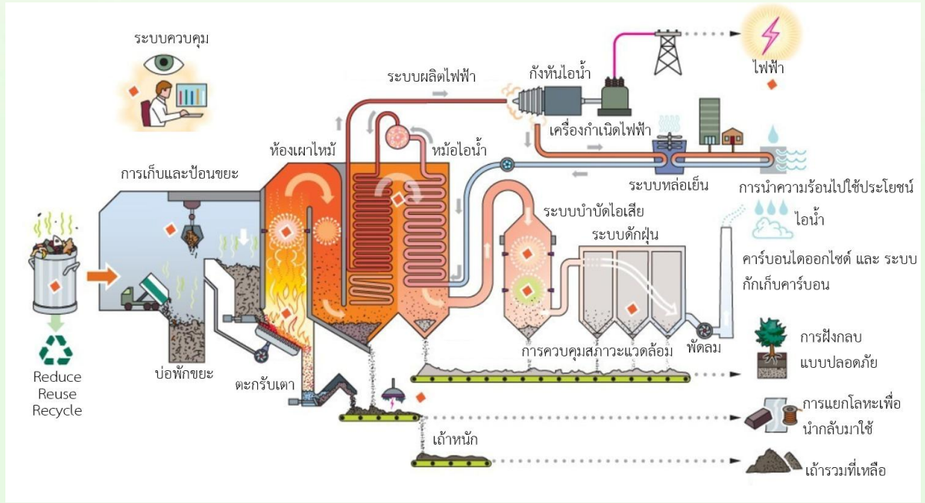
พลาสติกใช้เวลานานกว่าหลายร้อยปีในการย่อยสลาย จำเป็นต้องใช้พื้นที่มากในการฝังกลบ
บางส่วนอาจย่อยสลายเป็น "ไมโครพลาสติก" ปนเปื้อนอยู่ในระบบนิเวศ รวมถึงห่วงโซ่อาหาร

การจัดการขยะพลาสติกและขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทยในปัจจุบัน

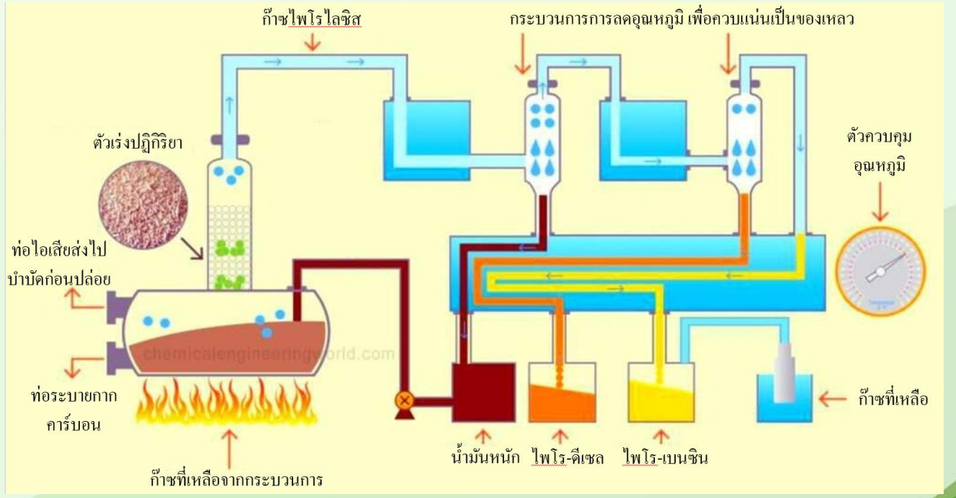
1. การฝังกลบ

2. การรีไซเคิล

3. การเผารวม



4. การไพโรไลซิส

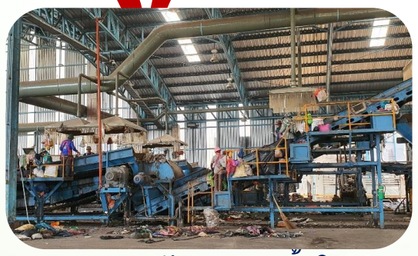


การจัดการขยะพลาสติกและขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทยในปัจจุบัน

	1. การฝังกลบ	2. การรีไซเคิล	3. การเผารวม	4. การไพโรไลซิส
1. วัตถุดิบ	ขยะมูลฝอยชุมชน	ขยะพลาสติกรวม	ขยะมูลฝอยชุมชน/ เชื้อเพลิงขยะ (RDF)	ขยะพลาสติกรวม
2. ระบบคัดแยกขยะ	จำเป็น	จำเป็น	แล้วแต่กรณี	จำเป็น
3. ผลิตภัณฑ์	ขยะรีไซเคิล คัดแยกจากหลุมฝังกลบ	เม็ดพลาสติก สำหรับรีไซเคิล	ไฟฟ้า	น้ำมันไพโรไลซิส
4. ผลผลิตของผลิตภัณฑ์ (%)	3-5%	60-70%	20-22%	50-80%
5. สภาวะการทำงาน	-	อุณหภูมิต่ำ (250-300 °C)	อุณหภูมิสูง (800-1,000 °C)	อุณหภูมิปานกลาง (400-500 °C)
6. ก๊าซพิษ	■ มีเทน ■ ไฮโดรเจนซัลไฟด์	ไม่ปล่อยก๊าซพิษ	■ ไดออกซิน (Dioxin) ■ ฟิวแรน (Furan) ■ ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NOx) ■ ก๊าซซัลเฟอร์ออกไซด์ (SOx)	ไม่ปล่อยก๊าซพิษ
7. มลพิษ	■ กลิ่น ■ น้ำชะขยะ ■ การรั่วไหลสู่แหล่งน้ำ ■ โสหะหนัก ■ สุขอนามัย	น้ำเสียจากการล้างพลาสติก	■ ฝุ่น และ โสหะหนัก ■ น้ำชะขยะ ■ ขี้เถ้าหนัก 15-25% ■ ขี้เถ้าลอย 15-20% (ของเสียอันตราย)	■ กลิ่น และ ฝุ่นผง เล็กน้อย อยู่ในการควบคุม ■ ขี้เถ้าไม่เกิน 5% (ไม่อันตราย สามารถฝังกลบได้)
8. การปล่อยก๊าซเรือนกระจก	สูงมาก (มีเทน)	ปานกลาง (คาร์บอนไดออกไซด์)	สูง (คาร์บอนไดออกไซด์)	ต่ำ (คาร์บอนไดออกไซด์)

ระบบคัดแยกขยะ

ขยะมูลฝอย



สายพานคัดแยกขยะชิ้นใหญ่
และเปิดถุง

วัสดุก่อสร้าง/ หิน

ขยะรีไซเคิล (PET/ แก้ว/ โลหะ)

เครื่องร่อนแยกเศษอาหาร
(Trommel)

ขยะอินทรีย์

สายพานคัดแยกขยะรีไซเคิล
และเครื่องเป่าลมแยกพลาสติก

ขยะรีไซเคิล (PET/ แก้ว/ โลหะ)

เครื่องสะบัดเศษปนเปื้อน
ที่ผิวพลาสติก (Spinner)

ขยะอินทรีย์ชิ้นเล็ก

เชื้อเพลิง RDF + พลาสติก

สายพานคัดแยก
พลาสติกรีไซเคิล

การล้างน้ำ สะบัด
และตากแห้ง

พลาสติกรีไซเคิล

เชื้อเพลิง RDF

สายพานคัดแยก
พลาสติกสำหรับไพโรไลซิส

เชื้อเพลิง RDF

พลาสติก สำหรับไพโรไลซิส

ตัวอย่างพลาสติกในชีวิตประจำวัน

1 PETE

แก้ว ขวดน้ำดื่ม

มีสีใส มีความแข็งแรง

2 HDPE

ถุงหูหิ้วหนา ถุงขยะ

มีสีขุ่น มีความแข็งแรงและทนต่อสารเคมี

3 PVC

ท่อน้ำประปา สายไฟ

มีความทนต่อสารเคมีและทนต่อแรงดันน้ำ

4 LDPE

ฟิล์มห่ออาหาร ถุงเย็นบรรจุอาหาร พลาสติกกันกระแทก

มีสีใส มีความยืดหยุ่น แต่ไม่ทนต่อความร้อน

5 PP

แก้วและหลอด ถุงร้อน ถุงหูหิ้วบาง ถ้วย

มีสีใส มีความเหนียว และทนต่อความร้อน

6 PS

ช้อน-ส้อม กล่องอาหาร กล่องโฟม

มีสีใส มีความเปราะบางและแตกหักง่าย

7 OTHER

ถุงฟอยด์

พลาสติกหลายชนิดที่ผสมกัน

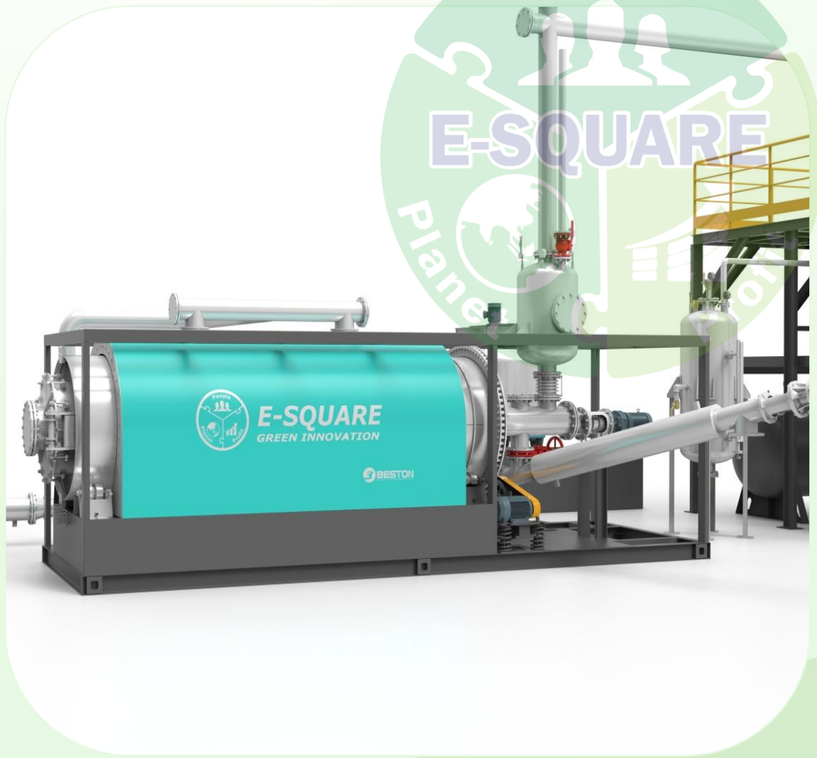
ไพโรไลซิสคืออะไร???

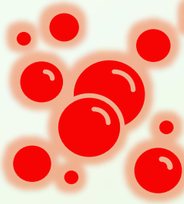
“ไพโรไลซิส” คือ กระบวนการสลายตัวของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน (เช่น พลาสติก) โดยการให้ความร้อนที่อุณหภูมิระดับปานกลาง 400-500 °C **ในระบบปิด**ที่ปราศจากออกซิเจน ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น ได้แก่ น้ำมัน ก๊าซ และถ่านเชื้อเพลิง

→ไม่ใช่การเผาพลาสติก

→ ไม่ปล่อยก๊าซพิษและสารก่อมะเร็ง

→ไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ





ผลิตภัณฑ์ก๊าซ

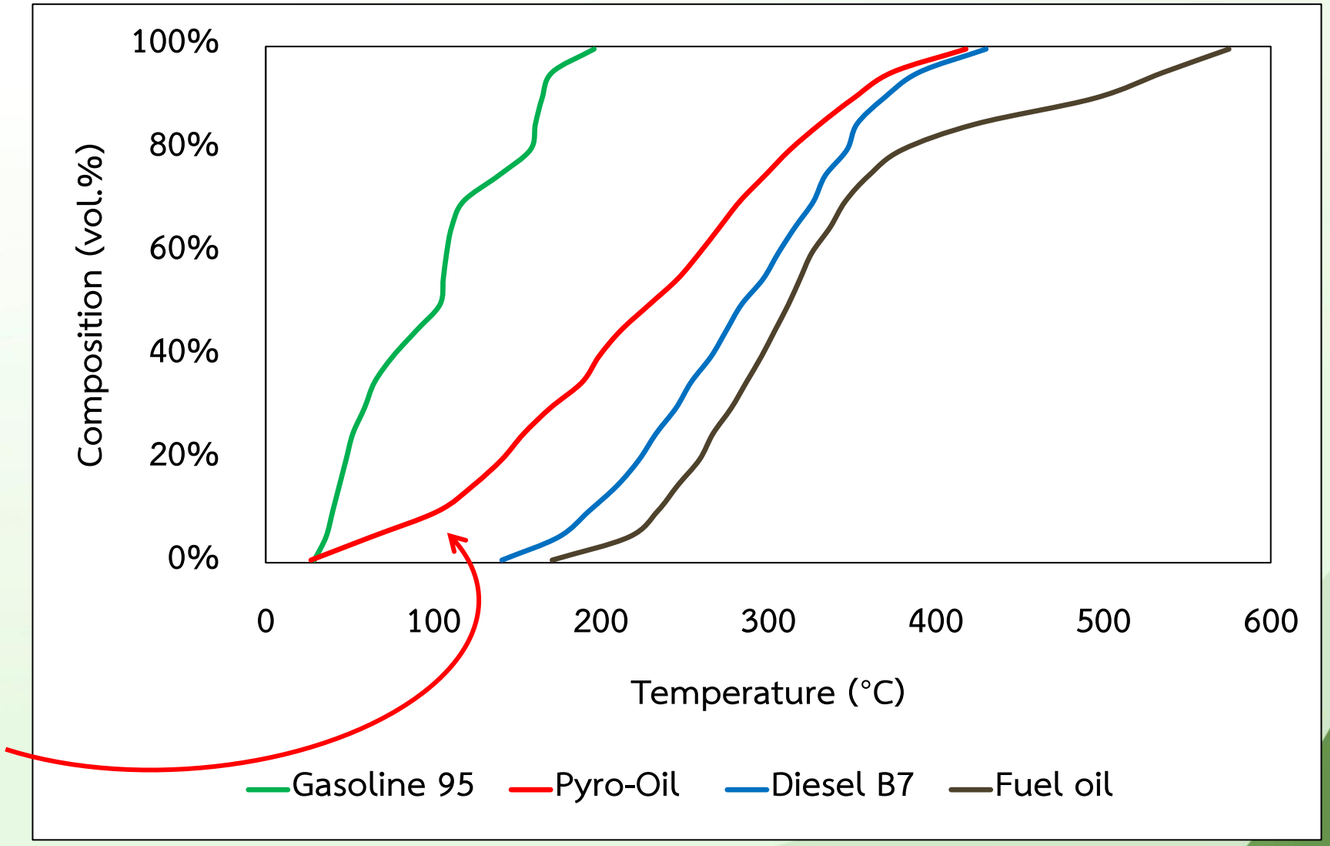
ผลิตภัณฑ์น้ำมัน

ถ่านเชื้อเพลิง

องค์ประกอบในน้ำมันไพโรไลซิส

Fraction (vol.%)	Gasoline 95	Diesel B7	Fuel oil	Pyrolysis oil
Naphtha (25 - 200 °C)	99.7	12.2	2.6	42.2
Kerosene (200 - 250 °C)	0.3	21.1	14.2	19.4
Diesel (250 - 370 °C)	0.0	57.2	61.2	35.6
Residue (> 370 °C)	0.0	9.5	22.0	2.8

Simulated Distillation Gas Chromatography; ASTM D 2887



การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันไพโรไลซิส

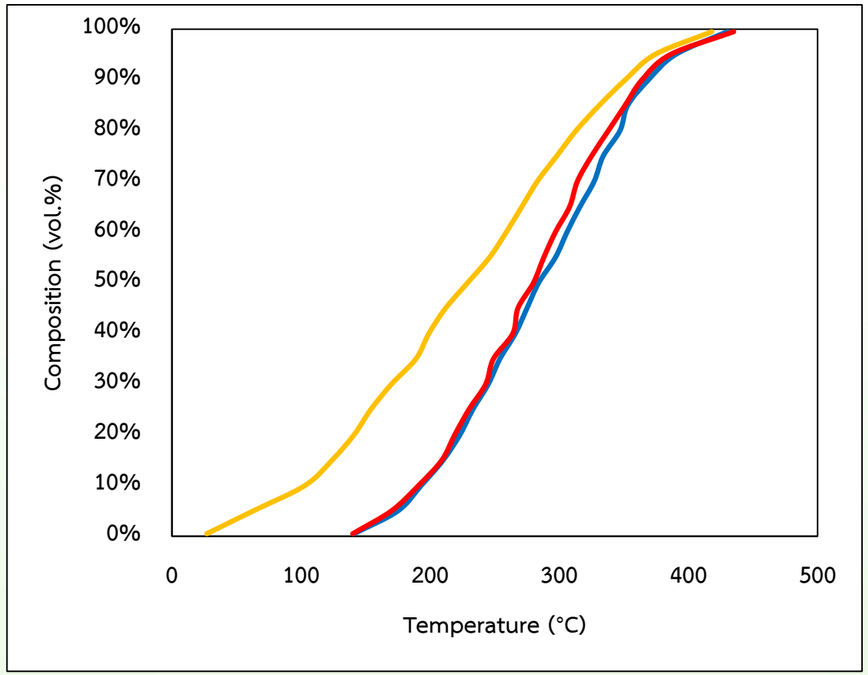
น้ำมันไพโรไลซิส (100%)

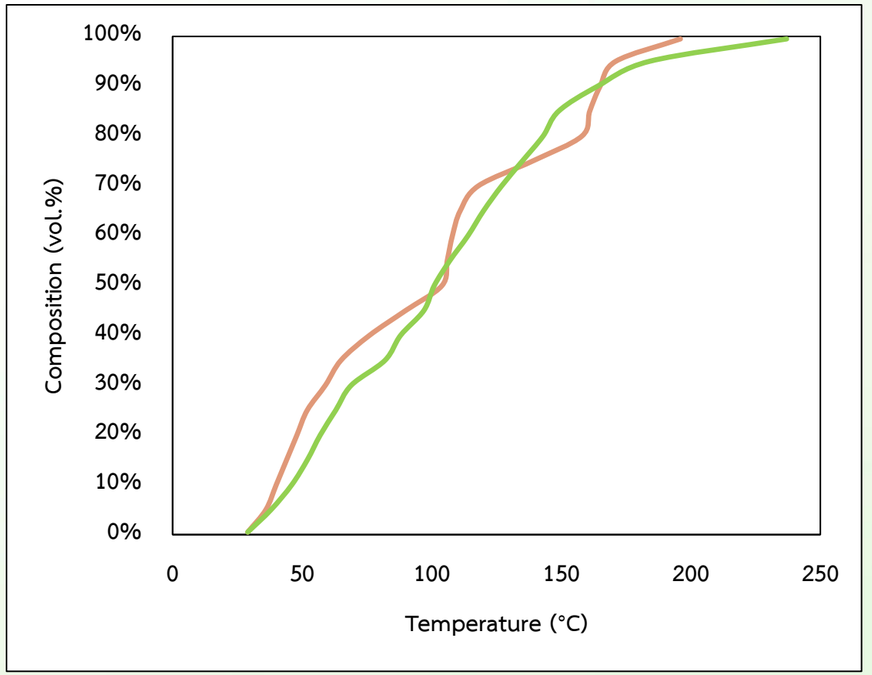
ไพโร-แนฟทา (40%) → โรงงานปิโตรเคมี → สารตั้งต้นผลิตพลาสติก → พลาสติก

ไพโร-ดีเซล (60%) → เชื้อเพลิงทดแทน

ไพโร-ดีเซล (60%) → ฟอกสี → ใส่สารเติมแต่ง → น้ำมันดีเซลเติมรถ

คุณสมบัติน้ำมันเชื้อเพลิง





Fraction (vol.%)	Pyrolysis oil	Pyro-Diesel	Diesel B7	Pyro-Naphtha	Gasoline 95
Naphtha (25 - 200 °C)	42.2	12.7	12.2	97.1	99.7
Kerosene (200 - 250 °C)	19.4	23.3	21.1	2.6	0.3
Diesel (250 - 370 °C)	35.6	55.4	57.2	0.3	0.0
Residue (> 370 °C)	2.8	8.6	9.5	0.0	0.0

ทำไมธุรกิจไพโรไลซิสในประเทศไทยถึงไม่สำเร็จ???

ทำอย่างไร “ธุรกิจไพโรไลซิสของเรา” ถึงจะสำเร็จ???

การพัฒนาและการวิจัยเรื่อง “ไพโรไลซิส”

Center of Fuels and Energy From Biomass of Chulalongkorn University

พัฒนาร่วมกับผู้เชี่ยวชาญด้านไพโรไลซิส

ศ.ดร. ธราพงษ์ วิทิตศานต์
ผู้เชี่ยวชาญด้านไพโรไลซิส
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ดร. จิรพันธ์ โชติรัตนศักดิ์
ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน
กลุ่มบริษัท อี-สแควร์

ดร. จารุ นาถกรณกุล
ผู้เชี่ยวชาญด้านไพโรไลซิส
บริษัท อี-สแควร์ กรีน อินโนเวชั่น จำกัด

พ.ศ. 2563, เครื่องไพโรไลซิสแบบสกรู

พ.ศ. 2558, เครื่องไพโรไลซิสขนาดใหญ่
- กำลังการผลิต 10,000 ลิตร

พ.ศ. 2556, เครื่องไพโรไลซิสขนาดนำร่อง
- กำลังการผลิต 1,000 ลิตร

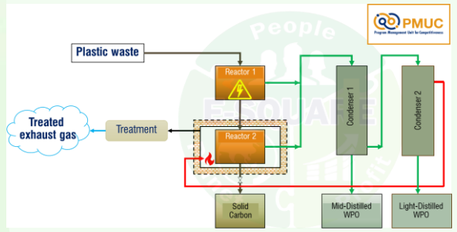
พ.ศ. 2555, เครื่องไพโรไลซิสแบบตั้งโต๊ะ
- กำลังการผลิต 3 ลิตร (ต่อเนื่อง)

พ.ศ. 2545, เครื่องไพโรไลซิสขนาดไมโคร
- กำลังการผลิต 70 มิลลิลิตร (แบทช์)

พ.ศ. 2564, เครื่องไพโรไลซิสที่ใช้ความร้อนผสมผสาน HTR
- กำลังการผลิต 500 กรัม พลาสติกต่อชั่วโมง(ต่อเนื่อง)
- สำหรับการจัดแสดงนวัตกรรม

พ.ศ. 2567, เครื่องไพโรไลซิสต้นแบบ ของโครงการ อี-สแควร์ กรีน พาวเวอร์ 1
- กำลังการผลิต 1-3 ตันพลาสติก

พ.ศ. 2568, โครงการ อี-สแควร์ กรีน พาวเวอร์ 1 จัดตั้งโรงงานผลิตเชื้อเพลิงทดแทน จากขยะพลาสติก
- กำลังการผลิต 150 ตันพลาสติกต่อวัน (100,000-120,000 ลิตรต่อวัน)



ได้รับทุนวิจัยจาก บพข.

ได้จดอนุสิทธิบัตรจำนวน 2 ฉบับ

*บพข. คือ หน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของประเทศ

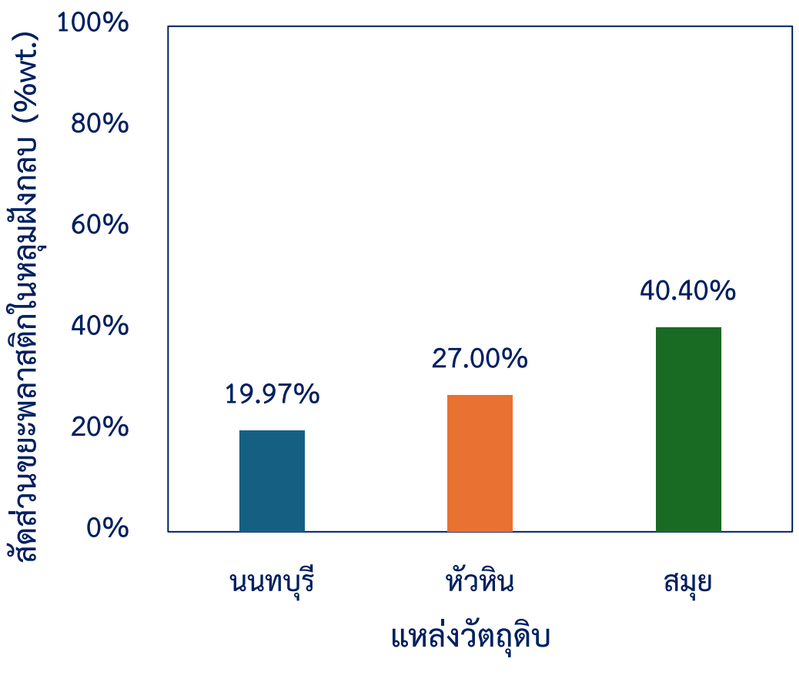
การพัฒนาและการวิจัยเรื่อง “ไพโรไลซิส”

ศึกษาวิจัยจากแหล่งวัตถุดิบจริง

นนทบุรี

หัวหิน

เกาะสมุย



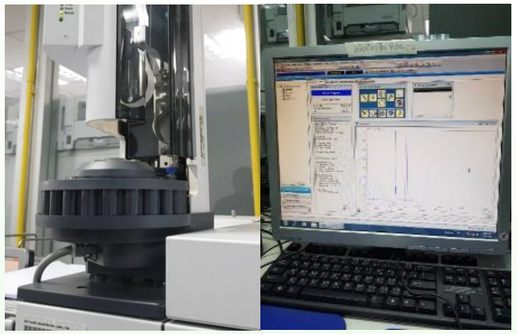
ได้น้ำมันไพโรไลซิส

มากกว่า 70 %

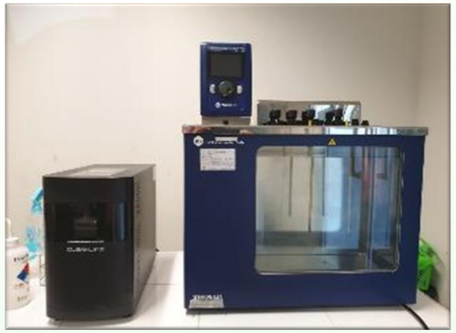
Center of Fuels and Energy From Biomass of Chulalongkorn University

การวิจัยและพัฒนาด้านไพโรไลซิส

การสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาด้านไพโรไลซิส และการประกันคุณภาพผลิตภัณฑ์จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

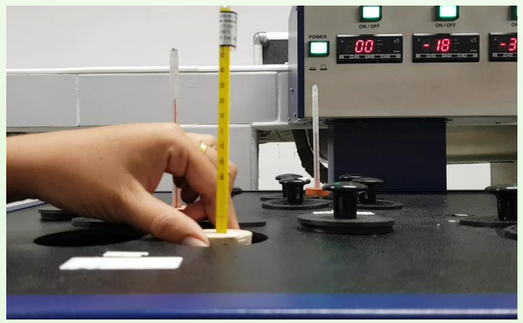


เครื่องมือวิเคราะห์ปริมาณและองค์ประกอบของเชื้อเพลิงเหลว
(Distillation Gas Chromatography; DGC)



เครื่องมือวิเคราะห์ความหนืด
(Viscometer)

เครื่องมือวิเคราะห์ค่าความร้อน
(Calorific Meter)



เครื่องมือวิเคราะห์จุดไหลเท
(Cloud and pour point analyzer)

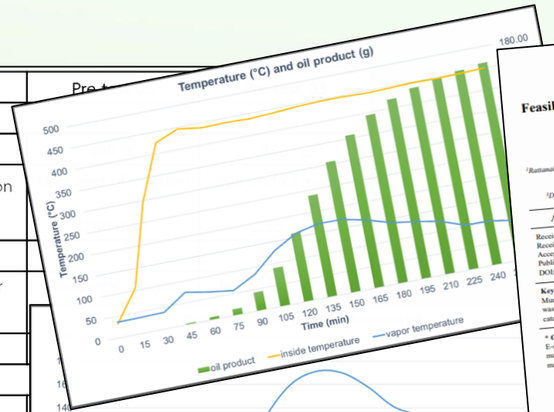
เครื่องมือวิเคราะห์จุดวาบไฟ
(Flash point analyzer)

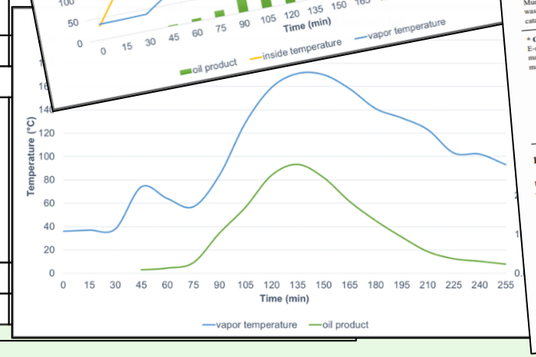
เครื่องมือวิเคราะห์ความเป็นกรด
(Titrator)

การวิจัยและพัฒนาด้านไพโรไลซิส

การเผยแพร่ผลงานในวารสารระดับชาติและระดับนานาชาติ

	Pre-test 01	Pre-t
Factors		
1. Temperature	440 ℃	
2. Time	Until end of reaction (270 min)	
3. Catalyst	-	
4. Reactor	Horizontal reactor with agitator	
5. Raw material	PE+PP (1:1) 280 g	
Results		
Liquid yield	75.79%	
▪ Contaminated water	3.20%	
▪ Pyrolysis oil	72.59%	
Solid yield	10.72%	
Gas yield	13.49%	





Environment and Natural Resources Journal 2023; 21(3): 256-265

Feasibility Study of Plastic Waste Pyrolysis from Municipal Solid Waste Landfill with Spent FCC Catalyst

Jiraphan Chotiratanasak[1,2], Tharapong Vitidsant[3], and Maneerat Khemkhao[1,*]

[1]Rattanakosin College for Sustainable Energy and Environment, Rajamangala University of Technology Rattanakosin, Phutthamonthon, Nakhon Pathom 73170, Thailand

[2]E-Square Green Innovation Co., Ltd., Ramkhamhaeng Road, Bangkapi, Bangkok 10240, Thailand

[3]Department of Chemical Technology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330, Thailand

ARTICLE INFO

Received: 15 Dec 2022
Received in revised: 22 Feb 2023
Accepted: 26 Feb 2023
Published online: 21 Apr 2023
DOI: 10.32526/ennrj/21/2022002270

Keywords:
Municipal solid waste/ Plastic waste/ Pyrolysis/ Spent FCC catalyst/ Samui Island

*** Corresponding author:**
E-mail:
maneerat.khe@rmutr.ac.th;
maneeratkhemkhao@gmail.com

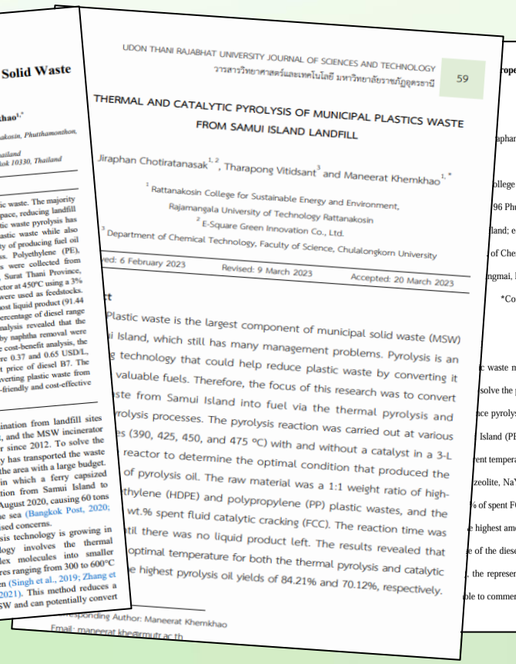
ABSTRACT

Globally, there is growing concern about the problem of plastic waste. The majority of plastic waste is dumped into landfills, where it occupies space, reducing landfill capacity and causing a variety of environmental issues. Plastic waste pyrolysis has gained popularity because it can reduce the volume of plastic waste while also producing alternative fuels. This study assessed the feasibility of producing fuel oil from plastic waste using the catalytic pyrolysis process. Polyethylene (PE), polypropylene (PP), and polystyrene (PS) waste samples were collected from municipal solid waste (MSW) landfills on Samui Island, Surat Thani Province, Thailand. Pyrolysis was carried out in a 3-L bench-scale reactor at 450°C using a 3% spent FCC catalyst. PE, PP, PS, and mixed plastic waste were used as feedstocks. The results showed that the pyrolysis of PS produced the most liquid product (91.44 wt%), whereas the pyrolysis of PE produced the highest percentage of diesel range product (36.60 wt%). Furthermore, the results of the analysis revealed that the characteristics of diesel from improved PE pyrolysis oil by naphtha removal were similar to those of commercial diesel B7. According to the cost-benefit analysis, the operating costs of pyrolysis oil and improved diesel were 0.37 and 0.65 USD/L, respectively, which were lower than the current market price of diesel B7. The findings of the study demonstrated the feasibility of converting plastic waste from MSW on Samui Island into alternative energy using eco-friendly and cost-effective technology.

1. INTRODUCTION

Samui Island is one of Thailand's most popular tourist destinations. The increasing number of residents and visitors contributes to a large volume of solid waste. According to the report of the TISTR (2020), the major component of municipal solid waste (MSW) on Samui Island was plastic waste, which accounted for 40.4% and 64.4% of new and old MSW, respectively. Since plastics degrade slowly, they take up a lot of space, resulting in overflowing landfills. In addition, leachate, toxic dyes, and additives in plastic products have a negative impact on the environment (Miandad et al., 2017a; Yansaneh and Zein, 2022). Although several approaches have been implemented for MSW management on Samui Island, there are still many problems and obstacles. These include landfills that have reached their maximum capacity, leachate contamination from landfill sites to the nearby environment, and the MSW incinerator that has been out of order since 2012. To solve the problems, the municipality has transported the waste to be disposed of outside the area with a large budget. However, the accident in which a ferry capsized during MSW transportation from Samui Island to Surat Thani Province in August 2020, causing 60 tons of MSW to sink into the sea (Bangkok Post, 2020; Thai PBS, 2020), has raised concerns.

Currently, pyrolysis technology is growing in interest. This technology involves the thermal degradation of complex molecules into smaller molecules at temperatures ranging from 300 to 600°C in the absence of oxygen (Singh et al., 2019; Zhang et al., 2020; Lee et al., 2021). This method reduces a massive amount of MSW and can potentially convert



UDON THANI RAJABHAT UNIVERSITY JOURNAL OF SCIENCES AND TECHNOLOGY
วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี 59

THERMAL AND CATALYTIC PYROLYSIS OF MUNICIPAL PLASTICS WASTE FROM SAMUI ISLAND LANDFILL

Jiraphan Chotiratanasak[1, 2], Tharapong Vitidsant[3] and Maneerat Khemkhao[1, *]

[1] Rattanakosin College for Sustainable Energy and Environment, Rajamangala University of Technology Rattanakosin

[2] E-Square Green Innovation Co., Ltd.

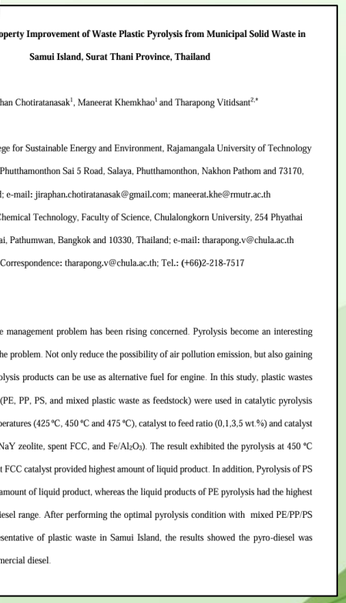
[3] Department of Chemical Technology, Faculty of Science, Chulalongkorn University

ved: 6 February 2023 Revised: 9 March 2023 Accepted: 20 March 2023

t

Plastic waste is the largest component of municipal solid waste (MSW) l Island, which still has many management problems. Pyrolysis is an g technology that could help reduce plastic waste by converting it valuable fuels. Therefore, the focus of this research was to convert ste from Samui Island into fuel via the thermal pyrolysis and rolysis processes. The pyrolysis reaction was carried out at various s (390, 425, 450, and 475 °C) with and without a catalyst in a 3-L reactor to determine the optimal condition that produced the of pyrolysis oil. The raw material was a 1:1 weight ratio of high- thylene (HDPE) and polypropylene (PP) plastic wastes, and the wt.% spent fluid catalytic cracking (FCC). The reaction time was til there was no liquid product left. The results revealed that optimal temperature for both the thermal pyrolysis and catalytic e highest pyrolysis oil yields of 84.21% and 70.12%, respectively.

Corresponding Author: Maneerat Khemkhao
Email: maneerat.khe@rmutr.ac.th



roperty Improvement of Waste Plastic Pyrolysis from Municipal Solid Waste in Samui Island, Surat Thani Province, Thailand

iphan Chotiratanasak[1], Maneerat Khemkhao[1] and Tharapong Vitidsant[2,*]

ollege for Sustainable Energy and Environment, Rajamangala University of Technology 96 Phutthamonthon Sai 5 Road, Salaya, Phutthamonthon, Nakhon Pathom and 73170, land; e-mail: jiraphan.chotiratanasak@gmail.com; maneerat.khe@rmutr.ac.th

of Chemical Technology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, 254 Phyathai ngmai, Pathumwan, Bangkok and 10330, Thailand; e-mail: tharapong.v@chula.ac.th

*Correspondence: tharapong.v@chula.ac.th; Tel.: (+66)2-218-7517

c waste management problem has been rising concerned. Pyrolysis become an interesting solve the problem. Not only reduce the possibility of air pollution emission, but also gaining ce pyrolysis products can be use as alternative fuel for engine. In this study, plastic wastes Island (PE, PP, PS, and mixed plastic waste as feedstock) were used in catalytic pyrolysis rent temperatures (425 °C, 450 °C and 475 °C), catalyst to feed ratio (0,1,3,5 wt.%) and catalyst zeolite, NaY zeolite, spent FCC, and Fe/Al_2O_3). The result exhibited the pyrolysis at 450 °C % of spent FCC catalyst provided highest amount of liquid product. In addition, Pyrolysis of PS e highest amount of liquid product, whereas the liquid products of PE pyrolysis had the highest e of the diesel range. After performing the optimal pyrolysis condition with mixed PE/PP/PS the representative of plastic waste in Samui Island, the results showed the pyro-diesel was ble to commercial diesel.

การวิจัยและพัฒนาด้านไพโรไลซิส

อนุสิทธิบัตรด้านการออกแบบเทคโนโลยีไพโรไลซิส HTR®

เลขที่อนุสิทธิบัตร 23208 อสป/200 - ข

อนุสิทธิบัตร

อาศัยอำนาจตามความในพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ. 2522
ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2542
อธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญาออกอนุสิทธิบัตรฉบับนี้ให้แก่

บริษัท อี - สแควร์ กรีน อินโนเวชั่น จำกัด

สำหรับการประดิษฐ์ตามรายละเอียดการประดิษฐ์ ข้อถือสิทธิ และรูปเขียน (ถ้ามี) ดังที่ปรากฏในอนุสิทธิบัตรนี้

เลขที่คำขอ 2303001937
วันขอรับอนุสิทธิบัตร 14 กรกฎาคม 2566
ผู้ประดิษฐ์ นายจารุ นาถกรณกุล

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์ **ระบบไพโรไลซิสพลาสติกด้วยความร้อนผสมผสานแบบต่อเนื่อง**

23208

ให้ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรนี้มีสิทธิและหน้าที่ตามกฎหมายว่าด้วยสิทธิบัตรทุกประการ

ออกให้ ณ วันที่ 23 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567
หมดอายุ ณ วันที่ 13 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2572

(นายกิตติวัฒน์ ปัจฉิมนันท์)
รองอธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญา ปฏิบัติราชการแทน
อธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญา
ผู้ออกอนุสิทธิบัตร

พนักงานเจ้าหน้าที่

Ref.256701015848416

เลขที่อนุสิทธิบัตร 22094 อสป/200 - ข

อนุสิทธิบัตร

อาศัยอำนาจตามความในพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ. 2522
ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2542
อธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญาออกอนุสิทธิบัตรฉบับนี้ให้แก่

บริษัท อี - สแควร์ กรีน อินโนเวชั่น จำกัด

สำหรับการประดิษฐ์ตามรายละเอียดการประดิษฐ์ ข้อถือสิทธิ และรูปเขียน (ถ้ามี) ดังที่ปรากฏในอนุสิทธิบัตรนี้

เลขที่คำขอ 2203003466
วันขอรับอนุสิทธิบัตร 27 ธันวาคม 2565
ผู้ประดิษฐ์ นายจารุ นาถกรณกุล

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์ **เครื่องปฏิกรณ์ไพโรไลซิสพลาสติกแบบสกรู**

22094

ให้ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรนี้มีสิทธิและหน้าที่ตามกฎหมายว่าด้วยสิทธิบัตรทุกประการ

ออกให้ ณ วันที่ 14 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2566
หมดอายุ ณ วันที่ 26 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2571

(นายกิตติวัฒน์ ปัจฉิมนันท์)
รองอธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญา ปฏิบัติราชการแทน
อธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญา
ผู้ออกอนุสิทธิบัตร

พนักงานเจ้าหน้าที่

Ref.256601051375108

อนุสิทธิบัตร เลขที่ 22094 – เครื่องไพโรไลซิสแบบสกรูที่สามารถปรับมุมได้

“เครื่องปฏิกรณ์ไพโรไลซิสแบบสกรูที่สามารถปรับมุมได้ ซึ่งออกแบบมาเพื่อเพิ่มการถ่ายเทความร้อนระหว่างผนังเครื่องและพลาสติก"
การออกแบบนี้ส่งผลให้การแตกตัวของพลาสติกเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วขึ้นและใช้พลังงานน้อยลง

อนุสิทธิบัตร เลขที่ 23208 – ระบบไพโรไลซิสพลาสติกด้วยการให้ความร้อนแบบผสมผสานอย่างต่อเนื่อง (Hybrid Thermal Reactor: HTR)

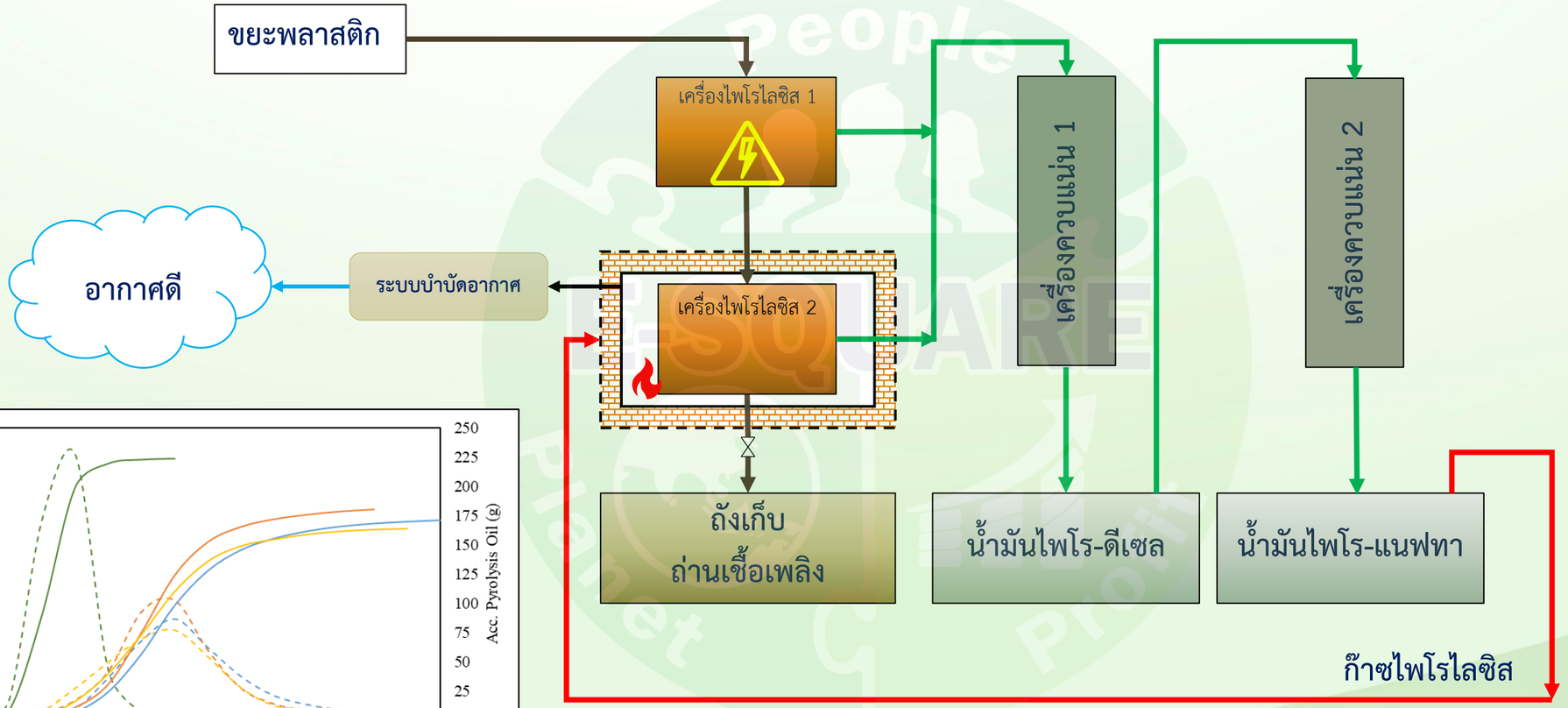
ระบบไพโรไลซิสพลาสติกด้วยการให้ความร้อนแบบผสมผสานอย่างต่อเนื่อง (HTR) ถูกออกแบบมาเพื่อการทำงานอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การป้อนวัตถุดิบจนถึงการระบายถ่านเชื้อเพลิง โดยมีการใช้ความร้อนแบบผสมผสาน จากไฟฟ้าและการเผาไหม้ก๊าซไพโรไลซิส เพื่อนำความร้อนกลับมาใช้ภายในระบบอย่างมีประสิทธิภาพ

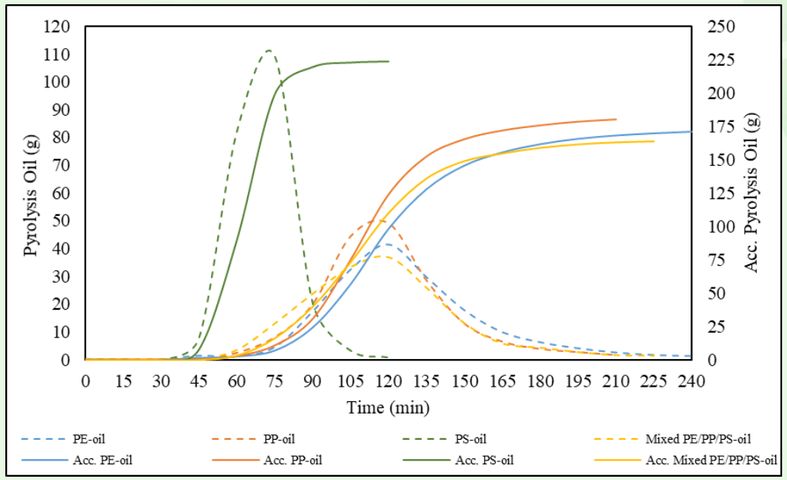
การวิจัยและพัฒนาด้านไพโรไลซิส

ได้รับทุนมูลค่า 10,000,000 บาท เพื่อจัดตั้งโครงการ

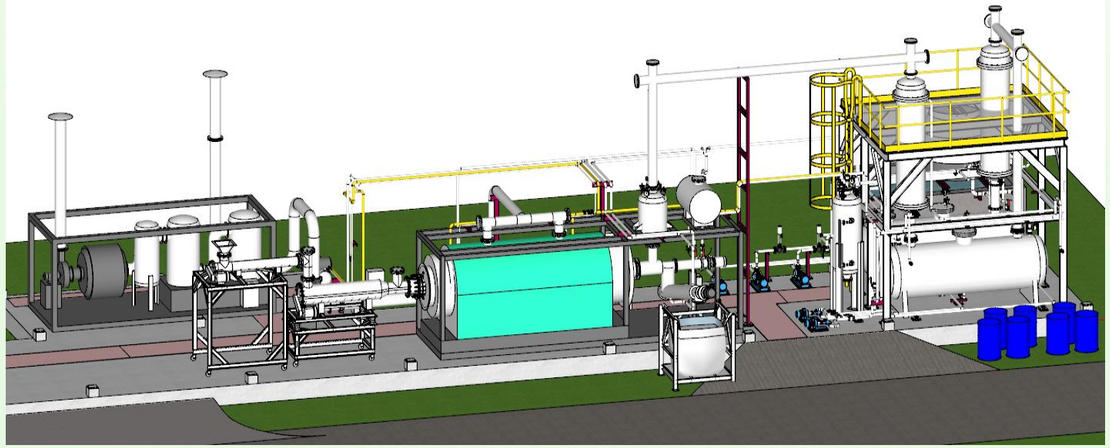
"โรงงานต้นแบบระบบผลิตน้ำมันไพโร-แนฟทาและน้ำมันไพโร-ดีเซลจากขยะพลาสติก"

กำลังการผลิต 3,000 กิโลกรัมต่อวัน

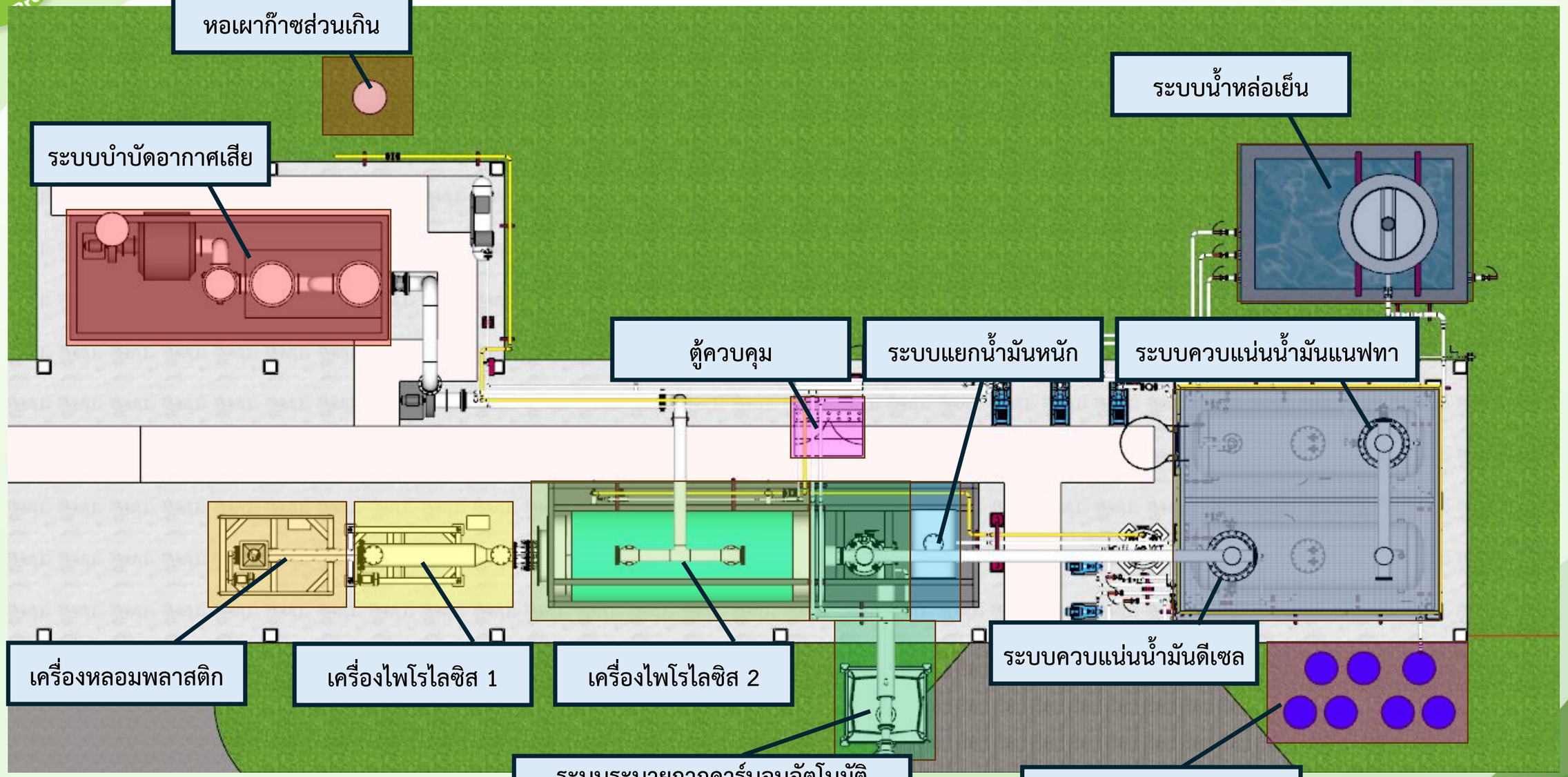




เครื่องไพโรไลซิสต้นแบบ ขนาด 1-3 ตันพลาสติก

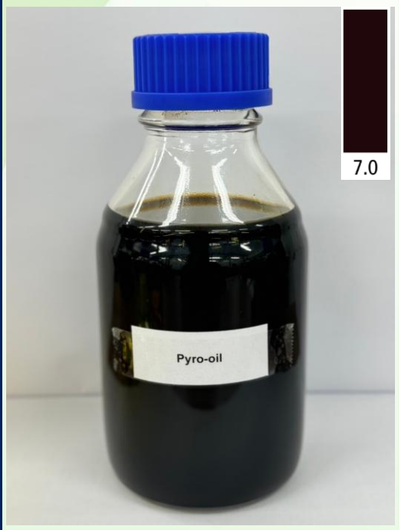


เครื่องไพโรไลซิสต้นแบบ ขนาด 1-3 ตันพลาสติก



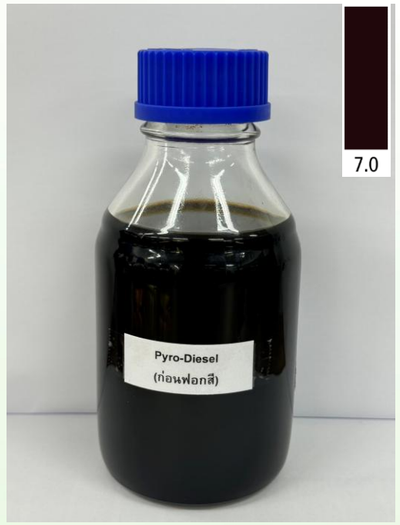
ตัวอย่างผลิตภัณฑ์

ควบคุมคุณภาพสินค้าให้ตรงตามความต้องการ



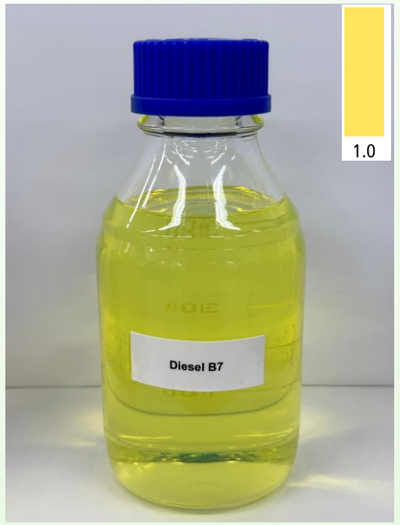
1. น้ำมันไพโรไลซิส

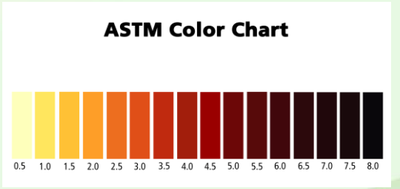
(E-Square Green Power #1)



2. น้ำมันไพโร-ดีเซล

(E-Square Green Power #2)





3. น้ำมันไพโร-แนฟทา

(E-Square Green Power #3)

คุณสมบัติของน้ำมันไพโรไลซิส (E-Square Green Power #1)

รายการทดสอบ	หน่วย	มาตรฐานการทดสอบ	บริษัท ไออาร์ พีซี จำกัด (มหาชน)	ศูนย์พัฒนาปิโตรเลียมภาคเหนือ (ฝาง)	โรงงานปิโตรเคมี	น้ำมันไพโรไลซิส (E-Square Green Power #1)	น้ำมันไพโรไลซิสจากยาง
การระเหย (Volatility)							
ความถ่วงจำเพาะ API ที่ 15.6 °C	-	ASTM D 4052	25-60	16.40-37.60	25.72 min.	45.08	23.18
การกลั่น (Distillation)							
• อุณหภูมิเริ่มต้นของการกลั่น (IBP)	°C	ASTM D 86	Report	Report		29	-0.50
• อุณหภูมิที่กลั่นได้ 10%						109	144.50
• อุณหภูมิที่กลั่นได้ 50%						236	288.50
• อุณหภูมิที่กลั่นได้ 90%						354	468.00
• อุณหภูมิสุดท้ายของการกลั่น (FBP)					440 max.	454	
ความสะอาด (Cleanliness)							
กำมะถัน (Sulphur)	% wt.	ASTM D 5453	0.5 max.	0.09-0.28	Report	undetectable	0.74
นิกเกิล + วานาเดียม (Nickel + Vanadium)	ppm wt.	ICP	10 max.	Report	2 max.	0.001	1.87
สารหนู (Arsenic)	ppm wt.	ICP	20 max.	Report	1 max.	0.00009	0.09
ปรอท (Mercury)	ppb wt.	UOP 938	20 max.	Report	10 max	3.60	1.89
คลอไรด์อินทรีย์ทั้งหมด (Total Organic Chloride)	ppm wt.	EDXRF	30 max.	Report	140 max.	9.90	15.20
ความเป็นกรด (Total Acid Number)	mg_{KOH}/g	ASTM D 664	0.5 max.	Report	1 max.	0.50	2.99
การไหล (Fluidity)							
จุดไหลเท (Pour Point)	°C	ASTM D 5950	39 max.	18.33-43.33	16 max	22	-36.00

คุณสมบัติของน้ำมันไพโร-ดีเซล (E-Square Green Power #2)

รายการทดสอบ	หน่วย	มาตรฐาน การทดสอบ	มาตรฐานน้ำมันดีเซล (กรมธุรกิจพลังงาน)	น้ำมันดีเซล บี7	น้ำมันไพโร-ดีเซล E-SQUARE GREEN POWER #2
การระเหย (Volatility)					
ความหนาแน่น ที่ 15 °C	kg/m^3	ASTM D1298	810 - 870	817.48	809.60
ความถ่วงจำเพาะ API ที่ 15.6 °C	-	ASTM D1298	N/A	39.50	43.10
การกลั่น (Distillation)					
• อุณหภูมิเริ่มต้นของการกลั่น (IBP)	°C	ASTM D86	357 max	206.59	140.00
• อุณหภูมิที่กลั่นได้ 10%				251.70	191.00
• อุณหภูมิที่กลั่นได้ 50%				316.18	280.00
• อุณหภูมิที่กลั่นได้ 90%				375.34	364.00
• อุณหภูมิสุดท้ายของการกลั่น (FBP)				398.21	435.00
องค์ประกอบน้ำมัน					
• แนฟทา (Naphtha)	Vol.%	ASTM D2887	N/A	12.20	12.70
• เคโรซีน (Kerosene)				21.10	23.30
• ดีเซล (Diesel)				57.20	55.40
• น้ำมันหนัก (Long residue)				9.50	8.60
ความสะอาด (Cleanliness)					
กำมะถัน (Sulphur)	mg/kg	ASTM D 2622	10 max	10	undetectable
ความเป็นกรด (Total Acid Number)	mg_{KOH}/g	ASTM D 664	N/A	0.30	0.15
การไหล (Fluidity)					
จุดไหลเท (Pour Point)	°C	ASTM D 5950	10 max	1	5
ค่าความหนืด ที่ 40 °C	cSt	ASTM D445	1.8 - 4.1	3.74	1.45
คุณสมบัติของเชื้อเพลิง (Fuel Properties)					
ค่าความร้อน	MJ/kg	ASTM D240	N/A	44.864	45.376
จุดวาบไฟ	°C	ASTM D93	52 min	81.50	55.00
ค่าซีเทน	-	ASTM D976	50 min	68.89	63.58

คุณสมบัติของน้ำมันไพโร-แนฟทา (E-Square Green Power #3)

รายการทดสอบ	หน่วย	มาตรฐานการทดสอบ	บริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน)	น้ำมันไพโร-แนฟทา E-SQUARE GREEN POWER #3
การระเหย (Volatility)				
ความหนาแน่น ที่ 15 °C	kg/m^3	ASTM D 4052	0.720 max.	0.727
การกลั่น (Distillation)				
• อุณหภูมิเริ่มต้นของการกลั่น (IBP)	°C	ASTM D 86		44
• อุณหภูมิที่กลั่นได้ 10%				61
• อุณหภูมิที่กลั่นได้ 50%				108
• อุณหภูมิที่กลั่นได้ 90%				144
• อุณหภูมิสุดท้ายของการกลั่น (FBP)			180 max.	197
ความดันไอ ที่ 37.8 °C	psi	ASTM D 6378	13 max.	5.17
ความสะอาด (Cleanliness)				
กำมะถัน (Sulphur)	ppm wt.	ASTM D 5453	500 max.	444
นิกเกิล + วานาเดียม (Nickel + Vanadium)	ppm wt.	ICP	Report	0.00045
สารหนู (Arsenic)	ppb wt.	ICP	10 max.	9.80
ปรอท (Mercury)	ppb wt.	UOP 938	5 max.	1.44
เลขโบรมีน (Bromine Number)	g/100g	ASTM D 1159	Report	84.52
คลอไรด์อินทรีย์ทั้งหมด (Total Organic Chloride)	ppm wt.	EDXRF	1 max.	9.90
ความเป็นกรด (Total Acid Number)	mg_{KOH}/g	ASTM D 664	Report	2.953
การไหล (Fluidity)				
จุดไหลเท (Pour Point)	°C	ASTM D 5950	Report	<-66

การประยุกต์ใช้ผลิตภัณฑ์

1. น้ำมันไพโรไลซิส (E-Square Green Power #1)

- ใช้ทดแทนน้ำมันดิบในโรงกลั่นน้ำมัน
- ใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตความร้อนและผลิตไฟฟ้า

โรงกลั่นน้ำมัน

เตาเผา

2. น้ำมันไพโร-ดีเซล (E-Square Green Power #2)

- ใช้เป็นน้ำมันทดแทนสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล ได้แก่
  - เครื่องจักรกลทางการเกษตร
  - เรือประมง
  - เครื่องผลิตไฟฟ้า

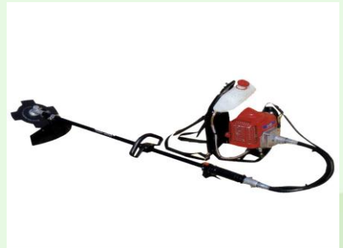
เครื่องจักรกลทางการเกษตร

เรือประมง

เครื่องผลิตไฟฟ้า

3. น้ำมันไพโร-แนฟทา (E-Square Green Power #3)

- ใช้เป็นน้ำมันทดแทนสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน ได้แก่ เครื่องจักรกลทางการเกษตร เช่น เครื่องตัดหญ้า และเครื่องพ่นยา
- ใช้เป็นตัวทำละลายในอุตสาหกรรมสี ทินเนอร์ และสารเคลือบผิวต่าง ๆ
- ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับโรงงานปิโตรเคมี เพื่อผลิตสารตั้งต้นในการผลิตพลาสติกใหม่



เครื่องจักรกลทางการเกษตร

ตัวทำละลาย

โรงงานปิโตรเคมี

การศึกษาการใช้น้ำมันไพโร-ดีเซล ในรถโดยสารประจำทางของ ขสมก.

โดย ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สนับสนุนงบประมาณโดย กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน

พ.ศ. 2561

ชนิดของน้ำมัน	ไพโร-ดีเซล	ดีเซลปกติ
ชนิดของรถโดยสารประจำทาง	Hino รุ่น AK 176	
หมายเลขข้างรถ	1-40092 1-40544	1-40078 1-40080
หมายเลขเส้นทาง	34	
ระยะทางวิ่งรวม (กิโลเมตร)	29,000	
อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (กิโลเมตร/ลิตร)		
ที่ระยะ 15,000 กิโลเมตร	2.92	2.79
ที่ระยะ 22,000 กิโลเมตร	2.86	2.84
ที่ระยะ 29,000 กิโลเมตร	2.86	2.85
ค่ามลพิษ		
เขม่าที่รอบเครื่องสูง (%)	17.35	33.24
การสึกหลอของเครื่องยนต์		
ปริมาณค่าโลหะ Iron, Chromium, Lead และ Aluminum สะสมในน้ำมันหล่อลื่น	ปริมาณใกล้เคียงกัน	

ผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม

น้ำมันไพโรไลซิส

(E-Square Green Power #1)

น้ำมันไพโร-ดีเซล

(E-Square Green Power #2)

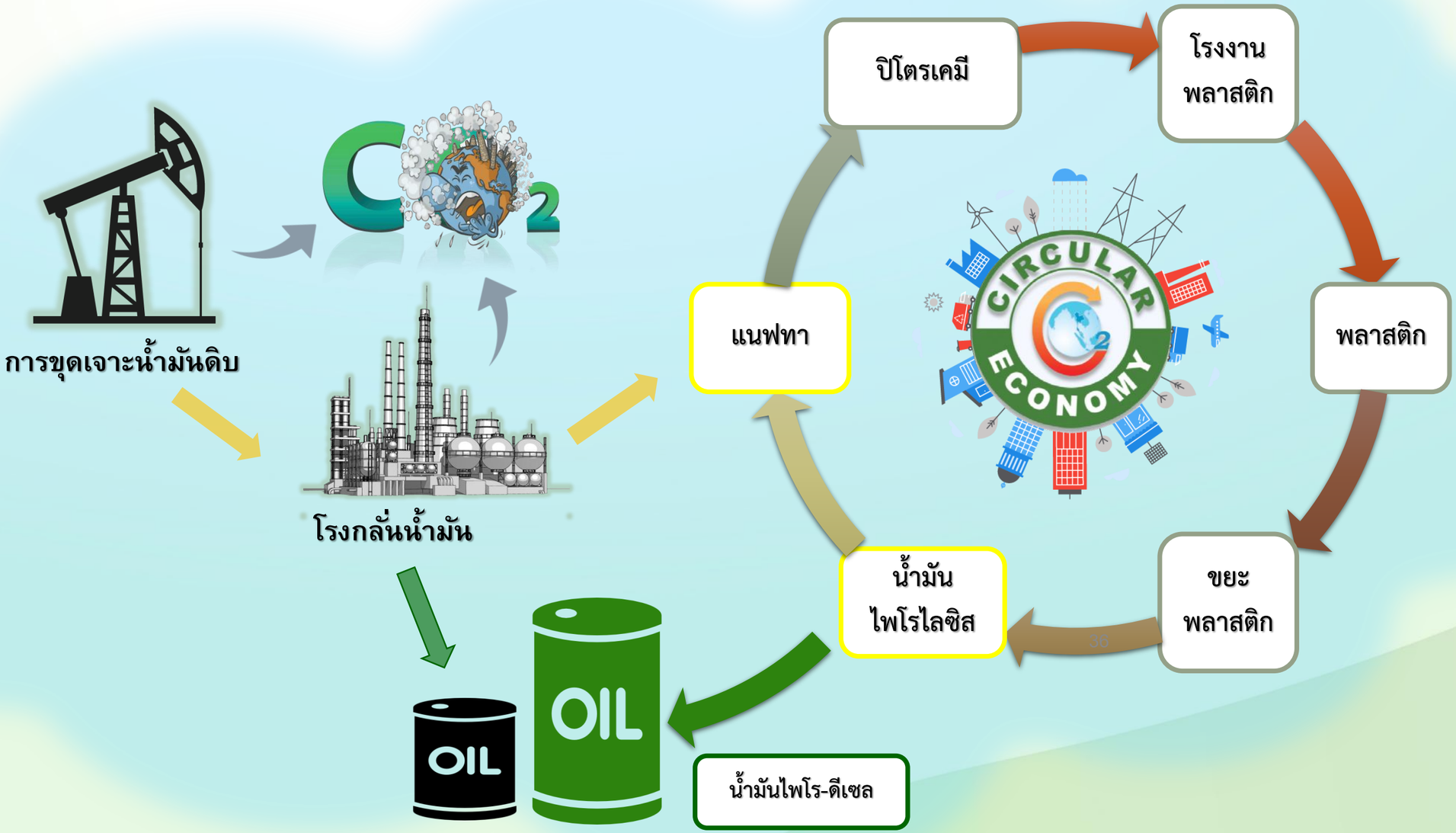
น้ำมันไพโร-แนฟทา

(E-Square Green Power #3)

1. ลดปริมาณขยะพลาสติก
2. ส่งเสริมให้เกิดเศรษฐกิจหมุนเวียน

   “โดยการนำน้ำมันไพโร-แนฟทาไปใช้เป็นวัตถุดิบตั้งต้นสำหรับโรงงานปิโตรเคมี เพื่อผลิตสารตั้งต้นในการผลิตพลาสติกใหม่”
3. ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพื่อมุ่งสู่การเปลี่ยนผ่านไปสู่ธุรกิจคาร์บอนต่ำ
4. ส่งเสริมนโยบาย Net-Zero ของทั้งภาครัฐ และเอกชน
5. ได้รับใบรับรอง ISCC Plus (ISCC Plus Certificate) เพื่อรับรองความยั่งยืนของวัตถุดิบชีวภาพ วัตถุดิบทดแทน และวัตถุดิบหมุนเวียน เช่น การรีไซเคิลขยะพลาสติก
6. สนับสนุน Thailand Taxonomy ซึ่งเป็นมาตรฐานกลางที่ใช้อ้างอิงในการจำแนกและจัดกลุ่มกิจกรรมทางเศรษฐกิจที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมของไทย
7. สนับสนุนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs)

การส่งเสริมเศรษฐกิจหมุนเวียน



Thank You

For Your Attention