

ความเหมาะสมในการแปรรูปถุงนมโรงเรียนเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับพื้นที่ภาค  
ตะวันตกและภาคใต้โดยกระบวนการไพโรไลซิส โดยพิจารณาด้านทุนการขนส่ง  
**The Appropriation of Transferring School Milk Bags into Fuel for the West  
and South Sides in the Pyrolysis Process by Considering  
the Transportation Cost**

สุปรียา แสงมณี<sup>1\*</sup>, วรรัตน์ ปัตตประกร<sup>2</sup>, พระพีพัฒน์ ภาสบุตร<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (ศูนย์รังสิต) ปทุมธานี 12120

<sup>3</sup>ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (ศูนย์รังสิต) ปทุมธานี 12120

E-mail: supreeya\_jom@hotmail.com<sup>\*</sup>

Supreeya Sangmanee<sup>1\*</sup> Woraratana Pattaraprakorn<sup>2</sup> Pornrapeepat Bhasaputra<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Department of chemical Engineering, Faculty of Engineering, Thammasat University,  
Pathumthani 10900

<sup>3</sup>Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Thammasat University,  
Pathumthani 10900

E-mail: supreeya\_jom@hotmail.com<sup>\*</sup>

#### บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอวิธีการจัดการขยะถุงนมโรงเรียนซึ่งเป็นขยะพลาสติกที่เกิดขึ้นอยู่ทุกพื้นที่ในประเทศไทย แม้ว่าทุกโรงเรียนจะมีการจัดการเพื่อลดปริมาณขยะที่เกิดขึ้น แต่วิธีการส่วนใหญ่ล้วนแล้วแต่ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมตามมาทั้งสิ้น งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาความเหมาะสมในการตั้งโรงแปรรูปถุงนมโรงเรียนเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยกระบวนการไพโรไลซิส โดยการวิเคราะห์ศักยภาพจากพื้นที่ที่มีความเสี่ยงด้านต้นทุนจากการขนส่งมากที่สุดคือภาคตะวันตกและภาคใต้ พบว่าพื้นที่ดังกล่าวมีศักยภาพในการผลิตเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงได้ถึง 640,174 ลิตรต่อปี และจากการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พบว่าให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าทุกดัชนี โดยใช้ระยะเวลาในการคืนทุนเพียง 1.55 ปี ให้ค่าเงินปัจจุบันสุทธิที่เป็นบวกคือ 155,656,680 บาท ให้ค่าอัตราผลตอบแทนภายในที่สูงกว่าค่าที่ยอมรับได้ที่ 83% และให้ค่าอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุนที่มากกว่าหนึ่งคือ 2.83 แต่หากพิจารณาถึงต้นทุนการขนส่งพบว่า การตั้งโรงงานเพียงแห่งเดียวในพื้นที่ภาคตะวันตกและภาคใต้ จะทำให้ได้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ลดลงเมื่อค่าขนส่งเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งต้นทุนค่าขนส่งต่ำสุดจะต้องไม่สูงกว่า 156%, 115%, และ 180% ของต้นทุน จึงจะทำให้ค่าเงินปัจจุบันสุทธิเป็นบวก, อัตราผลตอบแทนภายในยอมรับได้, และอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุนมากกว่าหนึ่ง ตามลำดับ

**คำหลัก** ถุงนมโรงเรียน ต้นทุนการขนส่ง ดัชนีทางเศรษฐศาสตร์

#### Abstract

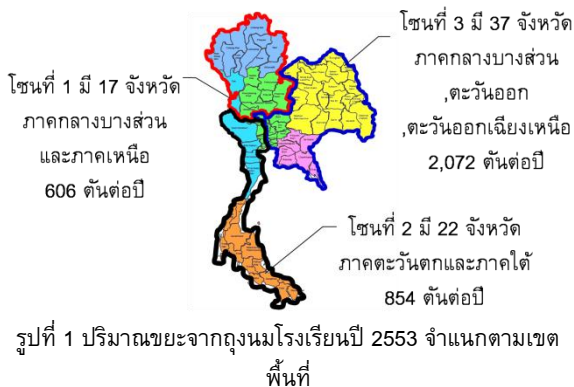
This research is to present the management of school milk bags which become plastic garbage in many areas around Thailand. Although several schools have a way to decrease the amount of garbage bags, but most of those ways are all causing environment disorders in return. So this research studies the appropriation of transferring school milk bags into fuel by pyrolysis process. By potential evaluation, the

risk areas due to the higher logistic cost are southern and west region of Thailand. These two areas have potentials to transfer the bags into fuel 640,174 liters per year. Based on the economic evaluation, all index are worth, by considering of payback period (PB), net present value (NPV), internal rate of return (IRR) and benefit cost ratio (B/C) which is 1.55 years, 155,656,680 baht, 83% and 2.83, respectively. When logistic cost is included and only one factory is settled, the benefit will decrease. If the logistic cost is lower than 156%, the NPV will be positive. While the logistic cost is lower than 115%, IRR is higher than minimum attractive rate. Finally, when the logistic cost is lower than 180%, the B/C is more than 1.

**Keywords:** Schools milk bags, Transportation cost, Economic index

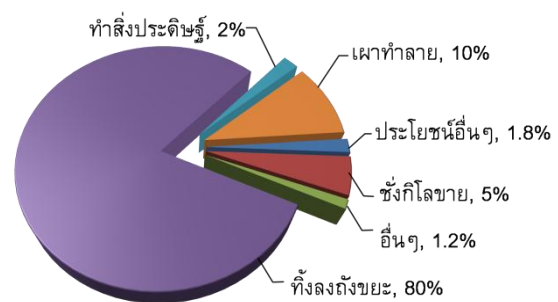
### 1. บทนำ

ของเสียที่เกิดขึ้นจากอุตสาหกรรมผลิตนมหลักๆคือ นม น้ำ และสารเคมีในการล้างระบบ ซึ่งมีการจัดการในส่วนของการบำบัดน้ำเสียที่ได้มาตรฐานของโรงงานอยู่แล้ว แต่ขยะที่เกิดขึ้นหลังจากนั้นคือถุงนมซึ่งเป็นพลาสติกที่ย่อยสลายได้ยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งตั้งแต่ปี 2535 ถึงปัจจุบันประเทศไทยมีโครงการอาหารเสริม(นม) โรงเรียน เพื่อให้เด็กนักเรียนในระดับก่อนวัยเรียนถึงชั้น ป.6 ของโรงเรียนทุกสังกัดทั่วประเทศได้รับดื่มนมที่มีคุณภาพตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข โดยให้เด็กนักเรียนดื่มนมพาสเจอร์ไรส์แบบถุงปีละอย่างน้อย 200 วัน [1] ทำให้เกิดขยะจากถุงนมโรงเรียนทั่วประเทศมากถึง 1,288,891,600 ถุง หรือ 3,532 ตันเป็นอย่างน้อย เมื่อดูเฉพาะพื้นที่พบว่าโซนที่ 3 ที่มี 37 จังหวัดประกอบไปด้วยภาคกลางบางส่วน ภาคตะวันออก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีปริมาณขยะจากถุงนมโรงเรียนมากที่สุดถึง 2,072 ตันต่อปี รองลงมาคือโซนที่ 2 ที่มี 22 จังหวัดประกอบไปด้วยภาคตะวันตกและภาคใต้ และโซนที่ 1 ที่มี 17 จังหวัดประกอบไปด้วยภาคกลางบางส่วน และภาคเหนือ ตามลำดับดังแสดงในรูปที่ 1 [2]



จากรูปที่ 1 จะเห็นว่าโซนที่ 2 คือภาคตะวันตกและภาคใต้นั้นมีระยะทางการขนส่งที่ไกลกว่าพื้นที่โซนอื่นๆ ดังนั้นโซนที่ 2 จึงมีความเสี่ยงในการลงทุนก่อสร้างโครงการมากที่สุด ผู้วิจัยจึงเลือกพื้นที่ดังกล่าวมาศึกษาหาความเหมาะสมในครั้งนี้

การจัดการขยะจากถุงนมโรงเรียนมีหลายวิธีการแตกต่างกันอันเนื่องมาจากกิจกรรม วัฒนธรรม ค่านิยม พื้นที่ เป็นต้น จากการสำรวจพบว่าการจัดการขยะจากถุงนมโรงเรียนมีสัดส่วนของการทิ้งลงถังขยะมากที่สุด รองลงมาคือ เผาทำลาย การชั่งกิโลขาย การทำสิ่งประดิษฐ์ การทำประโยชน์อื่นๆ เช่น ถุงเพาะชำ ผ่ากัน เป็นต้น และอื่นๆตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ส่วนประกอบของวิธีการจัดการขยะถุงนมโรงเรียน

จากส่วนประกอบของวิธีการจัดการขยะถุงนมโรงเรียนที่แสดงข้างต้นแม้ว่าบางส่วนดูเหมือนจะช่วยลดขยะลงได้บ้างจากการทำสิ่งประดิษฐ์หรือประโยชน์อื่นๆ แต่ก็ยังเป็นเพียงส่วนเล็กน้อยเท่านั้น ส่วนใหญ่ล้วนแล้วแต่ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมทั้งสิ้นไม่ว่าจะเป็นการเผาทำลายและทิ้งลงถังขยะซึ่งจะนำไปฝังกลบต่อไป และการฝังกลบยังต้องใช้ระยะเวลา 400-500 ปี จึงจะย่อยสลาย

หมด ดังนั้นจึงมีขยะจากโรงเรียนที่ตกค้างอยู่ในหลุมฝังกลบเป็นจำนวนมาก เทคโนโลยีไพโรไลซิส (pyrolysis) ถือเป็นอีกหนึ่งทางเลือกสำหรับกระบวนการกำจัดขยะจำพวกพลาสติกที่สามารถแปรรูปเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง โดยคุณภาพก่อนการปรับปรุงก็อยู่ในช่วงของน้ำมันเตาและน้ำมันดีเซล ผลิตภัณฑ์ที่ได้อาจแตกต่างกันตามชนิดของพลาสติก [3] นอกจากสามารถช่วยลดปริมาณขยะพลาสติกที่กำจัดยากเพราะต้องใช้เวลาย่อยสลายนานนับร้อยปีแล้ว ยังเป็นการตอบสนองกับสภาวะการขาดแคลนพลังงานที่โลกกำลังเผชิญอยู่ในขณะนี้ด้วย

## 2. ระเบียบวิธีวิจัย

### 2.1 ตัวแปรที่มีผลต่อศักยภาพในการผลิตเป็นน้ำมัน

จำนวนวันที่ผลิตในแต่ละปี ซึ่งจะเป็นการบ่งบอกจำนวนถุงนมที่เกิดขึ้นด้วย พบว่าตั้งแต่ปี 2535 ถึงปัจจุบันประเทศไทยมีโครงการอาหารเสริมโรงเรียนเพื่อให้เด็กนักเรียนในระดับก่อนวัยเรียนถึงชั้น ป.6 ของโรงเรียนทุกสังกัดทั่วประเทศได้รับนมที่มีคุณภาพตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข โดยให้เด็กนักเรียนดื่มนมพาสเจอร์ไรส์แบบถุงปีละอย่างน้อย 200 วัน งานวิจัยนี้จึงกำหนดวันที่ผลิตถุงนมในแต่ละปีคือ 200 วัน เพื่อได้ค่าใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด

ประสิทธิภาพการแปรรูป พบว่าขยะจากโรงเรียน 1 กิโลกรัมจะให้น้ำมันเชื้อเพลิงจากกระบวนการไพโรไลซิส 0.75 ลิตร น้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากกระบวนการไพโรไลซิสถุงพลาสติก มีปริมาณน้ำมันดีเซลและน้ำมันเบนซินเป็นองค์ประกอบหลัก รองลงมาคือ Top C5, Furnace Oil, และอื่นๆ โดยมีอัตราส่วน 68.78%, 27.43%, 1.93%, 0.97%, และ 0.89% ตามลำดับ [4]

### 2.2 เทคโนโลยีในการแปรรูปพลาสติกเป็นเชื้อเพลิง

พลาสติกเป็นขยะปิโตรเคมีจึงถูกย่อยสลายได้ยากโดยจุลินทรีย์ วิธีการที่จะย่อยสลายขยะประเภทนี้จึงต้องอาศัยกระบวนการทางความร้อนโดยเปลี่ยนให้ไปอยู่ในรูปของสารปิโตรเคมีขั้นต้นหรือพลังงานในรูปแบบต่างๆ โดยวิธีการที่จะเปลี่ยนขยะเหล่านี้ให้เป็นพลังงานแปรรูปที่มีค่าความร้อนที่สูงกว่าอย่างก๊าซเชื้อเพลิงและน้ำมัน มี 3 กระบวนการก็คือ

2.2.1 กระบวนการก๊าซซิฟิเคชัน (Gasification) เป็นการย่อยสลายขยะด้วยความร้อน เพื่อผลิตก๊าซสังเคราะห์คือ

ก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ [5]

2.2.2 กระบวนการลิกวิแฟคชัน (Liquefaction) เป็นการนำขยะไปใส่น้ำหรือของเหลวที่สามารถละลายน้ำมันได้แล้วให้ความร้อนอย่างช้าๆ คล้ายการตุ๋น จนกระทั่งขยะย่อยสลายกลายเป็นน้ำมัน [6]

2.2.3 กระบวนการไพโรไลซิส (Pyrolysis) เป็นการนำขยะไปผ่านความร้อนในระบบปิดในสภาพที่ไม่มีออกซิเจนเพื่อไม่ให้ขยะถูกเผาไหม้กลายเป็นความร้อนเพียงอย่างเดียว องค์ประกอบของขยะจะแตกตัวเล็กลงจนอยู่ในรูปแบบของก๊าซเชื้อเพลิงหรือน้ำมัน [7]

ในแต่ละกระบวนการมีความเหมาะสมในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกัน โดยข้อดีข้อเสียในแต่ละกระบวนการได้แสดงไว้ดังตารางที่ 1 ซึ่งกระบวนการไพโรไลซิสเป็นกระบวนการที่เหมาะสมในการแปรรูปพลาสติกเป็นน้ำมัน จึงมีความน่าสนใจในการนำมาวิจัยครั้งนี้

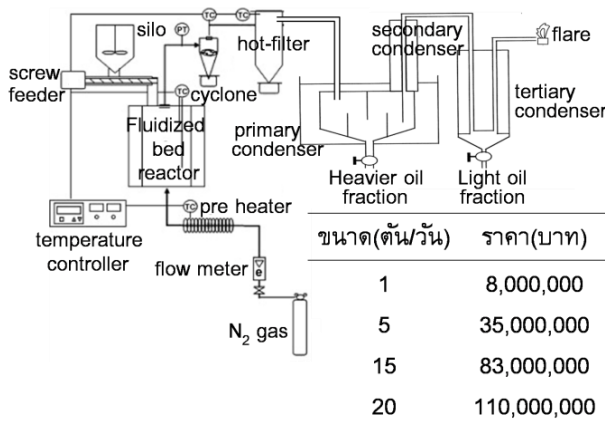
ตารางที่ 1 เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียในกระบวนการแปรรูปพลาสติก

กระบวนการ	ข้อดี	ข้อเสีย
ก๊าซ	เหมาะกับระบบ	- มักมีน้ำมันดิน (Tar)
ซิฟิเคชัน	การผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กเช่น หมูบ้านห่างไกล	- ผสมในเชื้อเพลิง จึงมีปัญหาคือต่อเครื่องยนต์ - ได้เชื้อเพลิงที่เป็นก๊าซเท่านั้น
ลิกวิแฟคชัน	ได้เชื้อเพลิงที่เป็นของเหลว	- ใช้เวลานาน - มีระบบที่ยุ่งยาก - ได้เชื้อเพลิงของเหลวเท่านั้น
ไพโรไลซิส	- มีระบบที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน - ได้เชื้อเพลิงทั้งก๊าซและน้ำมัน	ต้องทำการกลั่นแยกเป็นน้ำมันชนิดต่างๆ

### 2.3 การหาผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์

ผู้วิจัยเลือกให้ความสำคัญเฉพาะน้ำมันดีเซลและน้ำมันเบนซินเนื่องจากให้ปริมาณอัตราส่วนที่สูงอีกทั้งยังเป็นน้ำมันที่ใช้ประโยชน์สำหรับรถขนส่งภายในองค์กร

ด้วย ซึ่งน้ำมันดีเซลราคา 29.83 บาทต่อลิตร และน้ำมันเบนซินราคา 41.05 บาทต่อลิตร (อ้างอิงจากราคาขายปลีกมาตรฐานในเขต กทม.และปริมณฑล ในวันที่ 29 พ.ค.55) โดยกำหนดให้เพิ่มขึ้น 3% ต่อปี โดยไม่คิดค่าขนส่ง อายุโครงการ 15 ปี อัตราผลตอบแทนต่ำสุดที่น่าสนใจ (Minimum Attractive Rate of Return, MARR) เท่ากับ 5% ราคาต้นทุนเครื่องจักรทั้งระบบขึ้นกับขนาดกำลังผลิตดังแสดงในรูปที่ 3 [8]



รูปที่ 3 ส่วนประกอบของเครื่องจักรทั้งระบบที่ใช้ในการแปรรูปขยะ

### 3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

#### 3.1 การหาค่าศักยภาพในการผลิตเป็นน้ำมันในพื้นที่ภาคตะวันตกและภาคใต้

จากการวิเคราะห์หาค่าศักยภาพในการแปรรูปพลาสติกเป็นน้ำมันในพื้นที่ภาคตะวันตกและภาคใต้ แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงที่ได้ในพื้นที่ภาคตะวันตกและภาคใต้

ปริมาณถุณม ต่อปี (kg)	ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร)		
	ทั้งหมด	ดีเซล	เบนซิน
853,566	640,174	440,312	175,600

#### 3.2 การหาผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์หาผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์จากโครงการตั้งโรงงานผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติก ถุณมโรงเรียนในพื้นที่ภาคตะวันตกและภาคใต้โดยใช้ข้อกำหนดดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่าให้ผลตอบแทนที่

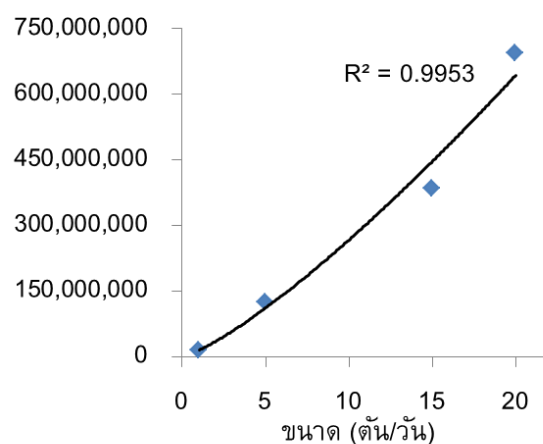
คุ้มค่าทุกดัชนี โดยใช้ระยะเวลาในการคืนทุน (Payback period, PB) เพียง 1.55 ปี ให้ค่าเงินปัจจุบันสุทธิ (Net present value, NPV) ที่เป็นบวกคือ 155,656,680 บาท ให้ค่าอัตราผลตอบแทนภายใน (Internal rate of return, IRR) ที่สูงกว่าค่าที่ยอมรับได้ที่ 83% และให้ค่าอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit to cost ratio, B/C) ที่มากกว่าหนึ่งคือ 2.83

ตารางที่ 3 ข้อกำหนดในการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์

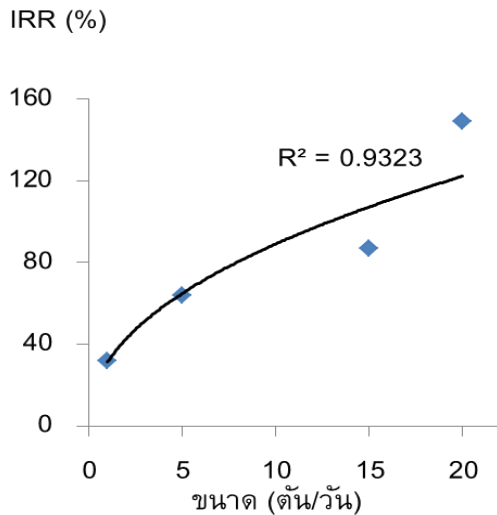
ขนาด (ตัน/วัน)	ค่าแปรรูป (บาท/ลิตร)	ค่าแรง (ล้านบาท/ปี)	ค่าปรึกษา (บาท/ปี)
1	2.00	1.44	10,000
5	2.50	2.16	43,750
15	3.50	3.60	103,750
20	4.00	4.32	137,500

ดัชนีทางเศรษฐศาสตร์จะแปรผันตรงกับขนาดของโรงแปรรูปพลาสติกเป็นน้ำมันโดยเมื่อขนาดโรงแปรรูปใหญ่ขึ้นก็จะให้ค่า NPV มากขึ้นดังแสดงในรูปที่ 4 เนื่องจากการให้ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงมากขึ้นนั่นเอง ส่วนค่า IRR และ B/C พบว่าให้ค่าเพิ่มมากขึ้นตามขนาดโรงผลิตเช่นกัน แต่ไม่คงที่โดยเมื่อถึงจุดหนึ่งจะให้อัตราส่วนการเพิ่มขึ้นของดัชนีที่ลดลงดังแสดงในรูปที่ 5 และรูปที่ 6 ตามลำดับ

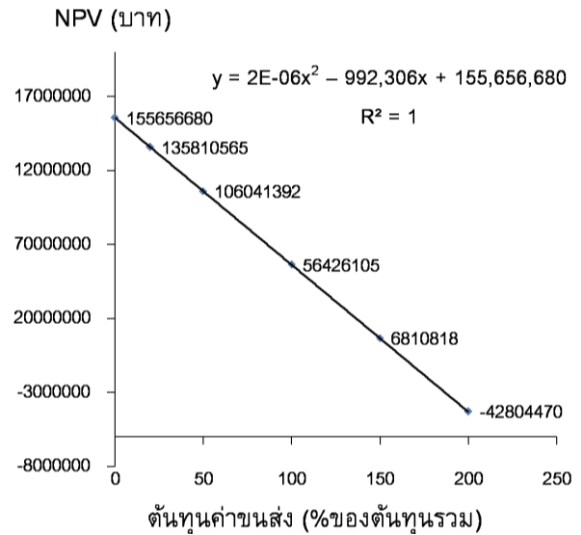
NPV (บาท)



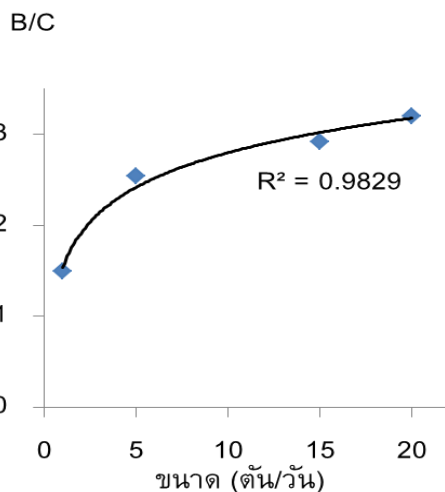
รูปที่ 4 ผลของขนาดโรงแปรรูปต่อค่า NPV



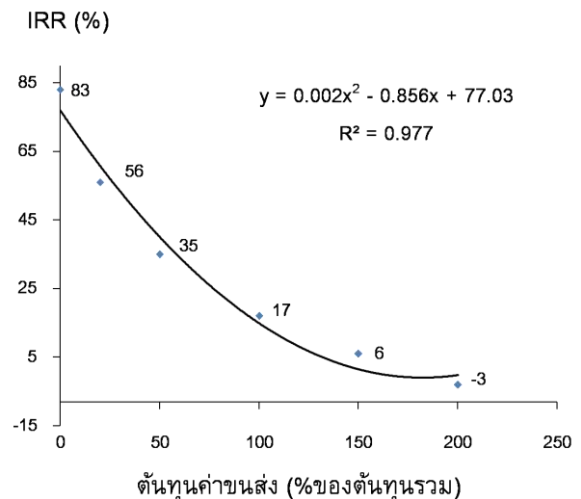
รูปที่ 5 ผลของขนาดโรงแปรรูปต่อค่า IRR



รูปที่ 7 ค่า NPV ที่ได้จากการคิดค่าต้นทุนขนส่ง

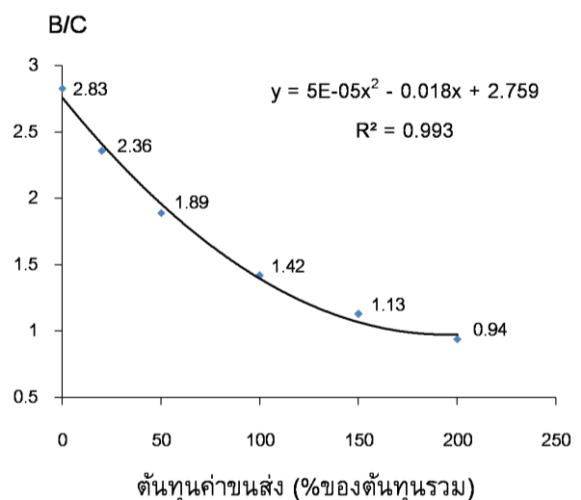


รูปที่ 6 ผลของขนาดโรงแปรรูปต่อค่า B/C



รูปที่ 8 ค่า IRR ที่ได้จากการคิดค่าต้นทุนขนส่ง

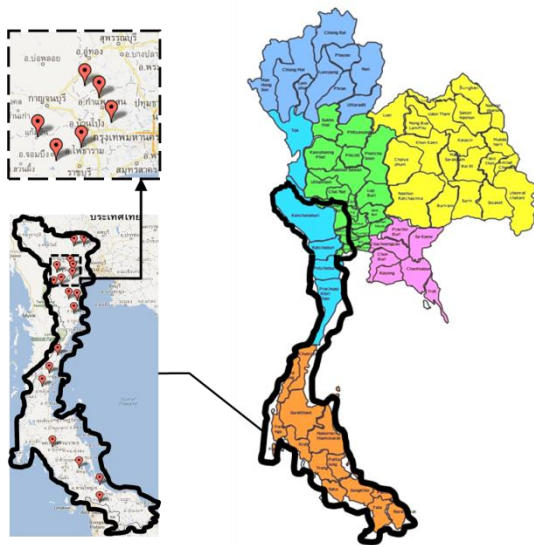
แต่อย่างไรก็ตามการตั้งโรงงานเพื่อแปรรูป ต้นทุนขนส่งนับเป็นปัจจัยที่สำคัญ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงทำการวิเคราะห์ผลกระทบจากต้นทุนขนส่งต่อความเหมาะสมในการตั้งโรงงาน พบว่าค่า NPV จะมีค่ามากกว่าศูนย์หากต้นทุนขนส่งต่ำกว่า 156% ของต้นทุนรวม ดังแสดงในรูปที่ 7 ค่า IRR จะมีค่าสูงกว่าค่าที่ยอมรับได้เมื่อต้นทุนขนส่งต่ำกว่า 115% ของต้นทุนรวม ดังแสดงในรูปที่ 8 และค่า B/C จะมีค่ามากกว่าหนึ่งเมื่อต้นทุนขนส่งต่ำกว่า 180% ของต้นทุนรวม ดังแสดงในรูปที่ 9



รูปที่ 9 ค่า B/C ที่ได้จากการคิดค่าต้นทุนขนส่ง

จะเห็นได้ว่าต้นทุนค่าขนส่งนั้นมีผลกระทบต่อผลตอบแทนที่จะได้รับ ดังนั้นตำแหน่งการตั้งโรงงานแปรรูปจึงเป็นสิ่งสำคัญ ผู้วิจัยจึงคิดว่าควรจะต้องมีการตั้งโรงงาน 1 โรงสำหรับการรวมกลุ่มกันของผู้ประกอบการแปรรูปนมที่อยู่พื้นที่ใกล้เคียงกัน เพื่อที่จะลดปัญหาด้านต้นทุนการขนส่งที่จะเกิดขึ้น ซึ่งสามารถเลือกจุดที่สนใจได้ดังที่แสดงในรูปที่ 10

การวิเคราะห์โดยละเอียดเพื่อตัดสินใจในการกำหนดพื้นที่ตั้งของโรงงานที่มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้งานนั้นกำลังอยู่ระหว่างการศึกษาซึ่งจะนำเสนอในบทความครั้งต่อไป



รูปที่ 10 จุดที่น่าสนใจในการตั้งโรงงานแปรรูป

#### 4. สรุปผลการวิจัย

การไพโรไลซิสสูงพลาสติกนมโรงเรียนในพื้นที่ภาคตะวันตกและภาคใต้มีศักยภาพในการผลิตเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงได้มาก ซึ่งเมื่อพิจารณาที่ดัชนีทางเศรษฐศาสตร์ที่ได้ พบว่าดัชนีทางเศรษฐศาสตร์ทุกตัวให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าในการลงทุนโดยให้ระยะเวลาในการคืนทุนเพียงไม่เกินสองปี ให้ค่าเงินปัจจุบันสุทธิที่เป็นบวก ให้ค่าอัตราผลตอบแทนภายในที่สูงกว่าค่าที่ยอมรับได้ และให้ค่าอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุนที่มากกว่าหนึ่ง แต่เมื่อพิจารณาด้านต้นทุนการขนส่งพบว่ามีข้อจำกัดอยู่มาก เนื่องจากภาคตะวันตกและภาคใต้มีระยะทางขนส่งที่ไกล ดังนั้นวิธีการตั้งโรงงานในบริเวณที่มีผู้ประกอบการแปรรูปนมอยู่หนาแน่นก็จะสามารถลดต้นทุนดังกล่าวได้

ดังนั้นจึงสามารถบอกได้ว่าการแปรรูปขยะพลาสติกจากถุงนมโรงเรียนด้วยกระบวนการไพโรไลซิสในประเทศไทยมีศักยภาพมากพอที่จะสามารถลดปัญหาขยะและนำไปใช้เป็นพลังงานทดแทนได้นั่นเอง

#### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิต ที่ได้ให้ข้อมูลและคำปรึกษาในการทำวิจัยโครงการนี้

#### เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2553. การศึกษาระบบโลจิสติกส์นมพร้อมดื่ม. เอกสารวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. หน้า 25-27.
- [2] กระทรวงศึกษาธิการ. (10 มิถุนายน, 2554). ข้อมูลสถิติด้านการศึกษา. ค้นเมื่อ 4 พฤษภาคม, 2555, จาก [http://www.moe.go.th/data\\_stat/](http://www.moe.go.th/data_stat/)
- [3] ศิริรัตน์ จิตการคำ. 2554. "จากขยะสู่น้ำมัน: เทคโนโลยีผลิตพลังงานทางเลือกที่ดูแลสิ่งแวดล้อม", สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ
- [4] กาญจนนา และ วรรัตน์. 2554. การประชุมวิชาการนานาชาติวิศวกรรมเคมีและเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 21, สงขลา, ประเทศไทย, 10-11 พฤศจิกายน 2554
- [5] Anil, K.R. 1986. Biomass gasification. *Alternative Energy in Agriculture*, 2: 83-102
- [6] Douglas, C.E, and Gary F.S. 1989. Liquid hydrocarbon fuels from biomass. *Amer. Chem. Soc*, 4: 1160-1166.
- [7] Siddiqui, M.N., and Redhwi, H.H. 2009. Pyrolysis of mixed plastics for the recovery of useful products. *Fuel Processing Technology*, 90: 545-552.
- [8] Adrian, M.C., and Paul, T.W. 1998. Composition of oils derived from the batch pyrolysis of tyres. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 44: 131-152.