การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ยางมะตอยที่ไม่มีของเสียจากเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนเซต ของยางธรรมชาติ/เอทีลีนไวนิลอะซิเตดโคพอลิเมอร์

นาย ทดสอบ นักศึกษาAD

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต
สาขาวิชาบริหารธุรกิจอุตสาหกรรมและการค้า บริหารธุรกิจอุตสาหกรรมและการค้า
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2564

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ยางมะตอยที่ไม่มีของเสียจากเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนเซต ของยางธรรมชาติ/เอทีลีนไวนิลอะซิเตดโคพอลิเมอร์

นายทดสอบ นักศึกษาAD

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต
สาขาวิชาบริหารธุรกิจอุตสาหกรรมและการค้า บริหารธุรกิจอุตสาหกรรมและการค้า
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ใบรับรองสารนิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ยางมะตอยที่ไม่มีของเสียจากเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนเซตของยางธรรมชาติ/เอทีลีนไวนิลอะซิเตดโคพอลิเมอร์

โดย นาย ทดสอบ นักศึกษาAD

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาบริหารธุรกิจอุตสาหกรรมและการค้า

คณบดีคณะบริหารธุรกิจ
และอุตสาหกรรมบริการ

(ศาสตราจารย์ ดร.กิตติชัย โศจิพันธุ์)

คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์

ประธานกรรมการ

(กิตติชัย ธนทรัพย์สิน)

กรรมการ

(กฤษดา อัศวรุ่งแสงกุล)

กรรมการ

(กิตติชัย อธิกุลรัตน์)

กรรมการ

(กิตติ โพธิปัทมะ)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติ นิลผึ้ง)

กรรมการ

(กิตติ นิลผึ้ง)

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

ชื่อ	:	ทดสอบ นักศึกษาAD
ชื่อวิทยานิพนธ์	:	การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ยางมะตอยที่ไม่มีของเสียจากเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนเซต ของยางธรรมชาติ/เอทีลีนไวนิลอะซิเตดโคพอลิเมอร์
สาขาวิชา	:	บริหารธุรกิจอุตสาหกรรมและการค้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	:	กฤษดา อัศวรุ่งแสงกุล
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	:	กิตติชัย อธิกุลรัตน์
ปีการศึกษา	:	2564

บทคัดย่อ

การขนส่งยางมะตอยในปัจจุบันนิยมส่งแบบของเหลวซึ่งจำเป็นต้องให้ความร้อนตลอดระยะเวลาที่ขนส่งซึ่งสิ้นเปลืองพลังงาน และจำเป็นต้องใช้รถบรรทุกพิเศษในการขนส่ง การขนส่งในลักษณะก้อนแข็งที่มีบรรจุภัณฑ์ห่อหุ้มนอกจากจะมีข้อดีกว่าในเรื่องการประหยัดพลังงาน ยังสามารถใช้รถบรรทุกธรรมดาขนส่งได้ จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ที่ทนร้อนขณะบรรจุและสามารถหลอมผสมไปกับยางมะตอยได้โดยไม่ก่อให้เกิดขยะและไม่ทำให้สมบัติของยางมะตอยเสียไป โดยงานวิจัยนี้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ (1) การพัฒนาบรรจุภัณฑ์จากเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนเซต (thermoplastic vulcanizate, TPV) ของยางธรรมชาติ (natural rubber, NR) ร่วมกับเอทีลีนไวนิลอะซิเตดโคพอลิเมอร์ (ethylene vinyl acetate copolymer, EVA) จากนั้น (2) จะนำ TPV ที่ได้ไปทดสอบบรรจุยางมะตอยและนำไปหลอมผสมกับยางมะตอย พร้อมกับทดสอบสมบัติของยางมะตอย และศึกษาการปรับปรุงสมบัติยางมะตอยด้วย TPV ที่มีระดับการเชื่อมขวาง (degree of crosslink) ที่แตกต่างกัน โดยในส่วนที่ 1 เป็นการศึกษาวิธีการผสม TPV ที่แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ การเชื่อมขวางแบบพลวัต (dynamic vulcanization, DV) และการผสมภายหลัง (further blending, FB) กำหนดอัตราส่วนโดยน้ำหนักของ EVA:NR เท่ากับ 50:50 เลือกใช้สารเชื่อมขวางเป็นไดคิลมิลเพอร์ออกไซด์ (dicumyl peroxide, DCP) ที่ปริมาณ 2 ส่วนใน 100 ส่วนของเรซิน (part per hundred resin, phr) และสารป้องกันการเสื่อมสภาพ (thermal stabilizer, TS) ปริมาณ 1 phr โดยศึกษาวิธีผสม 3 วิธี ได้แก่ NR-DV คือ DV เฉพาะ NR และ FB EVA กับ TS, Split-DV คือ

คำสำคัญ : บรรจุภัณฑ์ที่ไม่มีขยะ, เทอร์โมพลาสติกวัลคาไนเซต, ยางธรรมชาติ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

_____

Name : test studentAD

Thesis Title : DEVELOPMENT OF ZERO-WASTE PACKAGE FOR ASPHALT FROM NATURAL RUBBER / ETHYLENE VINYL ACETATE COPOLYMER THERMOPLASTIC VULCANIZATES

Major Field : Industrial Business Administration and Trade
King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Thesis Advisor : KITSADA ATSAWARUNGSANGKUL
Co-Advisor : KITTICHAI ATHIKULRAT

Academic Year : 2021

Abstract

Asphalt is normally delivered in liquid form which was heated all the time. It consumes more energy and need the special truck to deliver it. An alternative way to deliver the asphalt in form of solid covered with package can reduce energy consumption and normal truck can be used to deliver. The objective of this research was to develop the zero-waste package for asphalt that was no waste after use and not harmful to asphalt properties. The research consists of two parts which are (1) development of package from natural rubber (NR) and ethylene vinyl acetate copolymer (EVA) thermoplastic vulcanizates (TPV), and (2) Test of asphalt package prepared from the TPV and studied on asphalt modification by incorporating TPV with various degree of crosslink. For the first part, the mixing method consists of two steps: dynamic vulcanization (DV) and further blending (FB). The weight ratio of EVA/NR was fixed at 50/50 wt/wt. Dicumyl peroxide (DCP) was used as a crosslinking agent and was fixed at 2 phr. Thermal stabilizers (TS) were fixed at 1 phr. Three mixing methods were compared: NR-DV which NR was only DV and then FB with EVA and thermal stabilizers (TS), Split-DV which NR and some EVA were DV and then FB with the rest of EVA and TS, and All-DV which NR and EVA was DV and then FB with

Keyword : Zero-waste package, Thermoplastic vulcanizate, Natural rubber

Advisor

_____

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอกราบขอบคุณท่านรองศาสตราจารย์ ดร.xxxxxxxxxx จารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และท่านอาจารย์ทุกท่านที่คอยให้ความรู้ ให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทางในการเรียนรู้และการดำเนินการวิจัย ทั้งยังให้ความกรุณาแนะนำและช่วยแก้ไข ข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอกราบขอบคุณท่านรองศาสตราจารย์ ดร.xxxxxxxxxx จารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และท่านอาจารย์ทุกท่านที่คอยให้ความรู้ ให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทางในการเรียนรู้และการดำเนินการวิจัย ทั้งยังให้ความกรุณาแนะนำและช่วยแก้ไข ข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอกราบขอบคุณท่านรองศาสตราจารย์ ดร.xxxxxxxxxx จารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และท่านอาจารย์ทุกท่านที่คอยให้ความรู้ ให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทางในการเรียนรู้และการดำเนินการวิจัย ทั้งยังให้ความกรุณาแนะนำและช่วยแก้ไข ข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอกราบขอบคุณท่านรองศาสตราจารย์ ดร.xxxxxxxxxx จารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และท่านอาจารย์ทุกท่านที่คอยให้ความรู้ ให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทางในการเรียนรู้และการดำเนินการวิจัย ทั้งยังให้ความกรุณาแนะนำและช่วยแก้ไข ข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอกราบขอบคุณท่านรองศาสตราจารย์ ดร.xxxxxxxxxx จารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และท่านอาจารย์ทุกท่านที่คอยให้ความรู้ ให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทางในการเรียนรู้และการดำเนินการวิจัย ทั้งยังให้ความกรุณาแนะนำและช่วยแก้ไข ข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอกราบขอบคุณท่านรองศาสตราจารย์ ดร.xxxxxxxxxx จารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และท่านอาจารย์ทุกท่านที่คอยให้ความรู้ ให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทางในการเรียนรู้และการดำเนินการวิจัย ทั้งยังให้ความกรุณาแนะนำและช่วยแก้ไข ข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอกราบขอบคุณท่านรองศาสตราจารย์ ดร.xxxxxxxxxx จารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และท่านอาจารย์ทุกท่านที่คอยให้ความรู้ ให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทางในการเรียนรู้และการดำเนินการวิจัย ทั้งยังให้ความกรุณาแนะนำและช่วยแก้ไข ข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอกราบขอบคุณท่านรองศาสตราจารย์ ดร.xxxxxxxxxx จารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และท่านอาจารย์ทุกท่านที่คอยให้ความรู้ ให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทางในการเรียนรู้และการดำเนินการวิจัย ทั้งยังให้ความกรุณาแนะนำและช่วยแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอกราบขอบคุณท่านรองศาสตราจารย์ ดร.xxxxxxxxxx จารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และท่านอาจารย์ทุกท่านที่คอยให้ความรู้ ให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทางในการเรียนรู้และการดำเนินการวิจัย ทั้งยังให้ความกรุณาแนะนำและช่วยแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอกราบขอบคุณท่านรองศาสตราจารย์ ดร.xxxxxxxxxx จารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และท่านอาจารย์ทุกท่านที่คอยให้ความรู้ ให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทางในการเรียนรู้และการดำเนินการวิจัย ทั้งยังให้ความกรุณาแนะนำและช่วยแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ทดสอบ นักศึกษาAD

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ซ

CHAPTER I INTRODUCTION 1

1.1 General Introduction 1

บรรณานุกรม 5

ประวัติผู้เขียน 8

CHAPTER I

INTRODUCTION

1.1 General Introduction

Asphalt is a mixture of hydrocarbons and is commercially obtained from petroleum refinery process. It is solid at room temperature while it becomes liquid and can be pumped when its temperature is higher than 120 °C [1, 2]. The asphalt is widely used as a binder in paving (road construction), roofing (asphalt shingles) and sealing application. Normally, the asphalt is mixed with aggregates at temperature around 160 – 180 °C. This asphalt is called a hot-mix asphalt. But, due to the environmental issue, there is demand for lower organic compound emission during mixing of asphalt and aggregates. This can be done by lowering the mixing temperature of asphalt and aggregates to be around 130 °C [3-5]. Therefore, a warm-mix asphalt is interesting.

In general, the temperature of asphalt obtained from the refinery process is about 200 °C. After it is transferred to storage tank, the temperature of asphalt drops to around 160 °C. It needs to be maintained at the temperature not lower than 160 °C so that it can be pumped into the special tank truck. To counter the heat loss, during the delivery process, the tank of asphalt is continuously heated to maintain the asphalt in liquid state. After delivery process, the asphalt is either mixed with the aggregates at a hot-mix plant or kept in the storage tank with heating unit. However, the asphalt cannot be kept more than three days at high temperature because of thermal aging [3, 6]. Moreover, the special truck as shown in Figure 1.1 is required to deliver the bulk liquid asphalt to a hot-mix plant shown in Figure 1.2.

Figure 1.1 Special truck for asphalt delivery process [7]

Figure 1.2 Hot mix plant [8]

To reduce the energy consumption during delivery and storage of asphalt, the asphalt should be delivered and kept in a solid form that can be delivered by using a normal truck at ambient temperature. However, due to the tackiness of solid asphalt, it should be covered with some plastic film which can be melted with asphalt without causing harm to the asphalt. This type of plastic film or package is called a zero-waste package. The proper asphalt package should consist of three functions: (i) endure heat during hot asphalt filling, (ii) good mechanical properties during delivery process, and (iii) able to melt with asphalt during mixing with hot asphalt without causing harm to the asphalt. The asphalt package that can be melted with asphalt was first invented in 1999. It has since been improved using many techniques to overcome its limitations [9-11]. More works are still needed.

Nowadays, a major environmental concern is plastic waste, especially single-use plastic packaging. Many countries provide policies to solve this problem such as the reduce-reuse-recycle or 3R waste management [12]. Thailand is ranked 6th in the world for mismanagement of plastic waste (equaled to 1.03 million tons per year being released to the ocean) [13]. According to the Thailand's roadmap on plastic waste management [14], plastic bags with thickness lower than 36 micrometers and single-use plastics (i.e., straws, tablewares, food boxes) must be reduced and banned within 2022. Moreover, the plastic waste must be 100% recycled within 2027. To support this roadmap, the plastic waste is recommended for producing the zero-waste asphalt package. Most of plastic packaging are produced from polyethylene (PE) and its copolymer which is an ethylene vinyl acetate copolymer (EVA). The advantages of EVA are high impact and puncture resistances and it is more transparent than PE. However, the melting temperature of EVA is around 86 °C while the temperature of liquid asphalt is more than 100 °C. From this reason, the thermal resistance of EVA should be improved to endure the hot asphalt during filling.

There are many methods to improve the thermal resistance of EVA such as blending with high melting temperature or high molecular weight polymer, incorporating with rigid particles to prepare polymer composite, and crosslinking the EVA to increase the

molecular weight of polymer. In this work, blending with high melting temperature polymer as well as crosslinking were employed to increase the thermal resistance of EVA.

Natural rubber (NR) is an elastomeric polymer with high molecular weight (> 100,000 g/mol) [15]. Thailand is the world's biggest natural rubber production with the market share of 37% of global production [16]. The price of NR has fallen since 2014 due to the excess supply. To overcome this problem, the Association of Natural Rubber Producing Countries (ANRPC) have been continuously promoting more usage of natural rubber. In addition, the NR has been used as an additive for asphalt. The road constructed with asphalt and natural rubber has longer service life than the road constructed by normal asphalt [17]. Due to its high molecular weight, the NR has no melting point. Thus, it cannot flow like thermoplastic at high temperature. Therefore, it has a potential to be used to increase the thermal resistance of EVA. Moreover, dynamic vulcanization technique can be applied to EVA/NR blends to transform them into thermoplastic vulcanizate (TPV) [18-21]. TPV has better thermal resistance while can be reprocessed like thermoplastic.

This dissertation consisted of two parts which were the preparation of thermoplastic vulcanizates and the fabrication of asphalt package. For the first part, the effect of mixing method and peroxide content on the properties of EVA/NR TPVs were studied. In the second part, the asphalt package from TPV with different peroxide contents were prepared and tested by filling with hot asphalt. Moreover, the properties of asphalt blending with the TPV with different peroxide content were also investigated.

บรรณานุกรม

1. Manjunath H. N., et al., *Design and Development of Solar-Thermal Energy Storage System of Phase Change Materials.* Energy and Power, 2017. **7**(4): p. 93 - 98.
2. Speight, J.G., *Asphalt Materials Science and Technology*. 2016, Boston: Butterworth-Heinemann.
3. Ahmed, E.I., et al., *Effect of warm mix additives and dispersants on asphalt rheological, aging, and failure properties.* Construction and Building Materials, 2012. **37**: p. 493-498.
4. Rubio, M.C., et al., *Warm mix asphalt: an overview.* Journal of Cleaner Production, 2012. **24**: p. 76-84.
5. Yu, H., et al., *Selective absorption of swelling rubber in hot and warm asphalt binder fractions.* Construction and Building Materials, 2020. **238**.
6. Xu, M., et al., *Generation and evolution mechanisms of pavement asphalt aging based on variations in surface structure and micromechanical characteristics with AFM.* Materials Today Communications, 2017. **12**: p. 106-118.
7. Tipco Asphalt Public Company Limited. *Fleet Management*. [Online] 20 September 2020]; Available from: http://www.tipcoasphalt.com/th_fleet_management.aspx.
8. Falagroup. *Fala Asphalt Mixing Plant*. 15 August 2015]; Available from: http://www.falagroup.com/index.php/companies/fala-asphalt-mixing-plant.
9. Vermilion, D.R., et al., *Asphalt packages with consumable containers*. 1999, Google Patents.
10. Marchal, J.-L.A.V., *Packaging for bitumen*. 2007, Google Patents.
11. Chehovits, J. and T. Glover, *Durable, consumable packaging system for hot melt materials and methods of making and using same*. 2013, Google Patents.
12. Conserve Energy Future. *The 'Reduce, Reuse, Recycle' Waste Hierarchy*. [Online] 12 September 2020]; Available from: https://www.conserve-energy-

future.com/reduce-reuse-recycle.php.

13. Jambeck, J.R., et al., *Plastic waste inputs from land into the ocean.* Science, 2015. **347**(6223): p. 768.
14. Pollution Control Department. *Annual report 2562*. [Online] 2020 1 September 2020]; Available from: http://infofile.pcd.go.th/pcd/AnnualReport2562.pdf?CFID=16022&CFTOKEN=94287051.
15. Kovuttikulrangsie, S. and J.T. Sakdapipanich, *The molecular weight (MW) and molecular weight distribution (MWD) of NR from different age and clone Hevea trees.* Songklanakarin Journal of Science and Technology, 2005. **27**(2): p. 337-342.
16. Arunmas, P. *Thailand battles for rubber price rebound*. [Online] 2018 8 January 2020]; Available from: https://www.bangkokpost.com/business/1391090/thailand-battles-for-rubber-price-rebound.
17. The Rubber Economist. *Rubber boosts road safety in Thailand*. 2020 22 July 2020]; Available from: https://www.therubbereconomist.com/rubber-news.
18. Wu, H., et al., *Effect of Rubber Nanoparticle Agglomeration on Properties of Thermoplastic Vulcanizates during Dynamic Vulcanization.* Polymers, 2016. **8**(4).
19. Naskar, K. and R.R. Babu, *Thermoplastic Elastomers (TPEs) and Thermoplastic Vulcanizates (TPVs)*, in *Encyclopedia of Polymeric Nanomaterials*, S. Kobayashi and K. Müllen, Editors. 2014, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
20. Samthong, C., et al., *Effect of acrylonitrile content of acrylonitrile butadiene rubber on mechanical and thermal properties of dynamically vulcanized poly(lactic acid) blends.* Polymer International, 2019. **68**(12): p. 2004-2016.
21. Wu, Q., et al., *Morphology Evolution and Rheological Behaviors of PP/SR Thermoplastic Vulcanizate.* Polymers, 2019. **11**(1).

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายทดสอบ
ชื่อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ยางมะตอยที่ไม่มีของเสียจากเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนเซต ของยางธรรมชาติ/เอทีลีนไวนิลอะซิเตดโคพอลิเมอร์
สาขาวิชา	บริหารธุรกิจอุตสาหกรรมและการค้า
ประวัติ	นายทดสอบ นักศึกษาAD เกิดวัน/เดือน/ปี จบการศึกษาจากโรงเรียนมัธยม ศึกษาต่อในระดับปริญญาตรี ที่คณะวิศวกรรมศาสตร์

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี