

976

การใช้ยางสีกมผลิตปุ๋ยยูเรียชนิดควบคุมการปลดปล่อยยูเรีย

นาย กวี คำรงสิริพร



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวัสดุศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2539

ISBN 974-634-437-4

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

USE OF SKIM RUBBER IN THE PRODUCTION OF  
CONTROLLED RELEASE UREA FERTILISER

Mr. Khawee Damrongsiriporn

---

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Material Science

Graduate School

Chulalongkorn University


1996

ISBN 974-634-437-4



หัวข้อวิทยานิพนธ์      การใช้ยางสกีผลิตปุ๋ยยูเรียชนิดควบคุมการปลดปล่อยยูเรีย  
โดย                              นาย กวี ดำรงสิริพร  
ภาควิชา                              วัสดุศาสตร์  
อาจารย์ที่ปรึกษา              รองศาสตราจารย์ เสาวรจน์ ช่วยจุลจิตร

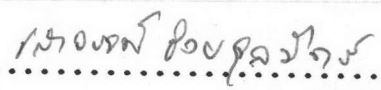
---

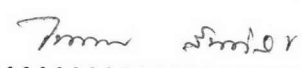
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

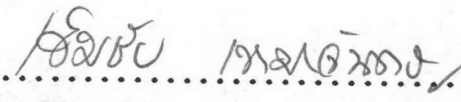
  
..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ กงสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

   
..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร. วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รองศาสตราจารย์ เสาวรจน์ ช่วยจุลจิตร)

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไพพวรรณ สันติสุข)

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เข็มชัย เหมะจันทร์)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

กวี ดำรงสิริพร : การใช้ยางสกิมผลิตปุ๋ยยูเรียชนิดควบคุมการปลดปล่อยยูเรีย (USE OF SKIM RUBBER IN THE PRODUCTION OF CONTROLLED RELEASE UREA FERTILISER) อ.ที่ปรึกษา : รศ.เสาวรจน์ ช่วยจุลจิตร, 91 หน้า. ISBN 974-634-437-4

ในงานวิจัยนี้ ได้ผลิตปุ๋ยยูเรียชนิดควบคุมการปลดปล่อยยูเรีย โดยการผสมยูเรียเข้ากับยางสกิม ด้วยเครื่องผสมแบบสองลูกกลิ้ง เพื่อพัฒนาคุณภาพปุ๋ย และลดต้นทุนในการผลิต จุดประสงค์เบื้องต้นของการวิจัยนี้ คือ การหาอัตราส่วนโดยน้ำหนักที่เหมาะสมของยูเรียในยางสกิม และศึกษาอิทธิพลของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีต่ออัตราการปลดปล่อยยูเรียของปุ๋ย รวมทั้งการเสื่อมสภาพของปุ๋ย เมื่อทิ้งไว้บนดินในสภาพธรรมชาติ เป็นเวลา 5 เดือน

ผลการวิจัยพบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมของยูเรียในยางสกิม เท่ากับ 400:100 เนื่องจากช่วยชะลอการปลดปล่อยได้ดี และขึ้นรูปได้ง่าย ปัจจัยที่ทำให้อัตราการปลดปล่อยยูเรียเพิ่มขึ้น ได้แก่ การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของตัวกลาง (น้ำ) ความเป็นกรด หรือ เบส ของตัวกลาง และการใช้แอมโมเนียสำหรับเป็นสารตัวเติม ปัจจัยที่ทำให้อัตราการปลดปล่อยยูเรียลดลง ได้แก่ การเติมสารวัลคาไนซ์ การใช้ดินเหนียวเป็นสารตัวเติม และการใช้ยางธรรมชาติแทนยางสกิมในการผลิตปุ๋ย ปัจจัยที่ทำให้การเสื่อมสภาพของปุ๋ยเร็วขึ้น ได้แก่ การใช้ดินเหนียวหรือแอมโมเนียสำหรับเป็นสารตัวเติม ส่วนปัจจัยที่ทำให้การเสื่อมสภาพของปุ๋ยช้าลง ได้แก่ การเติมสารวัลคาไนซ์ และ การใช้ยางธรรมชาติแทนยางสกิมในการผลิตปุ๋ย

ภาควิชา วัสดุศาสตร์  
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยี  
ปีการศึกษา ..... 2538

ลายมือชื่อนิสิต ..... กวี ดำรงสิริพร  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ..... รศ.เสาวรจน์ ช่วยจุลจิตร  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

## C726275 : MAJOR MATERIAL SCIENCE

KEY WORD: SKIM RUBBER / CONTROLLED RELEASE / UREA FERTILISER

KHAWEE DAMRONGSIRIPORN : USE OF SKIM RUBBER IN THE PRODUCTION OF CONTROLLED RELEASE UREA FERTILISER. THESIS ADVISOR :

ASSO. PROF. SAOWAROJ CHOUYJULJIT, 91 pp. ISBN 974-634-437-4

A controlled release urea fertiliser was produced by mixing urea in skim rubber with a range of weight ratio on two-roll mill mixer to improve quality and reduce cost. The objective of this research was to evaluate the composition of urea in skim rubber and investigate various factors affecting the urea release rate. The deterioration of fertiliser was also investigated by exposing to the surrounding on the soil for 5 months.

This study indicates that the optimum weight ratio of urea in skim rubber is 400:100 giving acceptable urea release rate and easy to fabrication. The urea release rate was found to increase with the increment of temperature, the acidity or alkalinity of the aqueous medium and the incorporation of tapioca in the formulations, and to decrease with the incorporation of vulcanizing agent or clay in the formulations and the substitution of natural rubber for skim rubber in the formulations. While the deterioration rate of fertiliser was found to increase with the incorporation of clay or tapioca in the formulations, and to decrease with the incorporation of vulcanizing agent in the formulations and the substitution of natural rubber for skim rubber in the formulations.

ภาควิชา.....วัสดุศาสตร์.....

สาขาวิชา.....วิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และ

เทคโนโลยีสิ่งทอ.....  
ปีการศึกษา.....2538.....

ลายมือชื่อนิสิต.....<sup>กี</sup> อังกรศิริพร.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....<sup>นางสาว</sup> ธนพร ชูบุญธรรม.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ เสาวรจน์ ช่างจุลจิตร ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำเกี่ยวกับงานวิจัย และแก้ไขตรวจทานงานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณท่านประธานกรรมการ รองศาสตราจารย์ ดร. วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา และกรรมการทั้งสองท่าน คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไพพรรณ สันติสุข และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เข็มชัย เหมะจันทร์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาและตรวจทานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ วราภรณ์ ชจรไชยกุล ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ยาง สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร ที่กรุณาให้คำปรึกษา และเอื้อเฟื้อสถานที่ วัสดุ ตลอดจนเครื่องมือในการผลิตชิ้นงานทดลอง และขอขอบคุณข้าราชการ สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี ตลอดจนการทำวิจัย ณ สถาบันวิจัยยาง

ขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยโลหะและวัสดุ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้ Polarizing Microscope

ขอขอบพระคุณสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่อง Gel Permeation Chromatograph

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ข้าราชการ และนิสิต ภาควิชาวัสดุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตลอดจนเพื่อน ๆ ทุกท่านที่ให้กำลังใจ และให้ความช่วยเหลือต่าง ๆ ด้วยดีตลอดมา

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยวิทยานิพนธ์

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัว ที่ให้การส่งเสริม สนับสนุนในด้านต่าง ๆ จนสามารถประสบความสำเร็จในการศึกษาได้ด้วยดี

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ช
สารบัญรูป .....	ฅ
บทที่	
1. บทนำ .....	1
2. ข้อมูลทางวิชาการ .....	3
3. การทดลอง .....	41
4. ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง .....	53
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ .....	85
รายการอ้างอิง .....	88
ประวัติผู้เขียน .....	91

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การระบุคุณภาพมาตรฐานยางแท่ง TTR .....	12
2.2 การแยกตัวขององค์ประกอบน้ำยางเมื่อถูกปั่น .....	23
3.1 แสดงสูตรผสมป้อนตัวอย่าง .....	43
4.1 เปรียบเทียบการผลิตป้อนตัวอย่างสูตร 1 2 3 และ 10 .....	53
4.2 ปริมาณ urea-N สะสมที่ถูกปลดปล่อยจากป้อนตัวอย่างสูตรที่ 1 2 และ 3 ..	55
4.3 อัตราการปลดปล่อย urea-N ของป้อนสูตรที่ 2 ที่ค่า pH ของตัวกลางต่าง ๆ	
4.4 ปริมาณ urea-N ที่ถูกปลดปล่อยจากป้อนตัวอย่างสูตรที่ 2 ที่อุณหภูมิของ ตัวกลางต่าง ๆ กัน .....	58
4.5 อัตราการปลดปล่อย urea-N ของป้อนตัวอย่างสูตรที่ 2 5 6 และ 7 .....	61
4.6 ปริมาณ urea-N สะสมที่ถูกปลดปล่อยจากป้อนตัวอย่างสูตรที่ 2 และสูตรที่ 4	62
4.7 ปริมาณ urea-N สะสมที่ถูกปลดปล่อยจากป้อนตัวอย่างสูตรที่ 5 และสูตรที่ 8	62
4.8 อัตราการปลดปล่อยยูเรียจากป้อนตัวอย่างสูตรที่ 2 และสูตรที่ 9 .....	64
4.9 แสดง water uptake (%) ในเวลา 4 วัน ของป้อนตัวอย่างสูตรต่าง ๆ	66
4.10 แสดงน้ำหนักที่สูญหายไปของป้อนตัวอย่างสูตรต่าง ๆ .....	67
4.11 แสดงการเปลี่ยนแปลง น้ำหนักโมเลกุลของยางในป้อนตัวอย่างสูตรต่าง ๆ ที่ เวลาต่าง ๆ .....	68
4.12 แสดงการเปลี่ยนแปลง Polydispersity ของน้ำหนักโมเลกุลของยางใน ป้อนตัวอย่างสูตรต่าง ๆ ที่เวลาต่าง ๆ .....	69
4.13 แสดงปริมาณป้อนตัวอย่างสูตรต่าง ๆ เมื่อทิ้งไว้บนดิน ในเวลาต่าง ๆ .....	77



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงชั้นน้ำยางหลังจากปั่นด้วยเครื่องอัลตราเซนตริฟิวจ์ .....	6
2.2 ตัวอย่างตราเครื่องหมาย TTR และอัตราส่วน .....	14
2.3 การเชื่อมโยงโมเลกุลของยางธรรมชาติ .....	20
2.4 โครงสร้างของยางที่ถูกวัลคาไนซ์ด้วยกำมะถัน .....	20
2.5 เครื่องปั่นน้ำยางชั้นผ้าตามแนวยาว .....	24
2.6 ส่วนประกอบภายในของเครื่อง Banbury Mixer .....	30
2.7 ส่วนประกอบภายในของเครื่อง Shaw Intermix .....	31
2.8 แบบจำลองกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในเมทริกซ์ของยาง ซึ่งประกอบด้วย ยูเรียแพร์กระจายอยู่ .....	38
3.1 แสดงเครื่องผสมแบบสองลูกกลิ้ง .....	45
3.2 แสดงการวิเคราะห์ปฏิตัวอย่างด้วย Polarizing Microscope .....	45
3.3 แสดงการเตรียมปฏิตัวอย่างเพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลง .....	51
4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณ urea-N สะสม ที่ถูกปลดปล่อยจากปฏิตัว ตัวอย่าง (สูตรที่ 1 2 และ 3) กับความเข้มข้นของยูเรียในสูตรผสม ....	55
4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการปลดปล่อย urea-N จากปฏิตัวอย่างสูตร ที่ 2 กับเวลาที่ผ่านไป ที่ pH ของตัวกลางต่าง ๆ กัน .....	57
4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ urea-N ที่ถูกปลดปล่อยจากปฏิตัวอย่าง (สูตรที่ 2) กับอุณหภูมิตัวกลาง .....	59
4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการปลดปล่อย urea-N จากปฏิตัวอย่าง (สูตรที่ 2 5 6 และ 7) กับเวลาที่ผ่านไป .....	61
4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ urea-N สะสมที่ถูกปลดปล่อยจากปฏิตัว ตัวอย่าง (สูตรที่ 2 และสูตรที่ 4) กับเวลาที่ผ่านไป .....	63
4.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ urea-N สะสมที่ถูกปลดปล่อยจากปฏิตัว ตัวอย่าง (สูตรที่ 5 และสูตรที่ 8) กับเวลาที่ผ่านไป .....	63

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่

หน้า

4.7	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการปลดปล่อยยูเรียจากปัสสาวะอย่าง (สูตรที่ 2 และสูตรที่ 9) กับเวลาที่ผ่านไป .....	65
4.8	พื้นผิวของปัสสาวะอย่างสูตรที่ 2 ก่อนทิ้งลงบนดิน .....	70
4.9	พื้นผิวของปัสสาวะอย่างสูตรที่ 2 หลังจากทิ้งบนดิน 2 เดือน .....	71
4.10	พื้นผิวของปัสสาวะอย่างสูตรที่ 2 หลังจากทิ้งบนดิน 5 เดือน .....	71
4.11	พื้นผิวของปัสสาวะอย่างสูตรที่ 6 ก่อนทิ้งลงบนดิน .....	72
4.12	พื้นผิวของปัสสาวะอย่างสูตรที่ 6 หลังจากทิ้งบนดิน 2 เดือน .....	72
4.13	พื้นผิวของปัสสาวะอย่างสูตรที่ 6 หลังจากทิ้งบนดิน 5 เดือน .....	73
4.14	พื้นผิวของปัสสาวะอย่างสูตรที่ 7 ก่อนทิ้งลงบนดิน .....	73
4.15	พื้นผิวของปัสสาวะอย่างสูตรที่ 7 หลังจากทิ้งบนดิน 2 เดือน .....	74
4.16	พื้นผิวของปัสสาวะอย่างสูตรที่ 7 หลังจากทิ้งบนดิน 5 เดือน .....	74
4.17	พื้นผิวของปัสสาวะอย่างสูตรที่ 9 ก่อนทิ้งลงบนดิน .....	75
4.18	พื้นผิวของปัสสาวะอย่างสูตรที่ 9 หลังจากทิ้งบนดิน 2 เดือน .....	75
4.19	พื้นผิวของปัสสาวะอย่างสูตรที่ 9 หลังจากทิ้งบนดิน 5 เดือน .....	76
4.20	ลักษณะโดยทั่วไปของปัสสาวะอย่างสูตรที่ 2 ก่อนทิ้งลงบนดิน .....	78
4.21	ลักษณะโดยทั่วไปของปัสสาวะอย่างสูตรที่ 2 หลังทิ้งบนดิน 2 เดือน .....	78
4.22	ลักษณะโดยทั่วไปของปัสสาวะอย่างสูตรที่ 2 หลังทิ้งบนดิน 5 เดือน .....	79
4.23	ลักษณะโดยทั่วไปของปัสสาวะอย่างสูตรที่ 6 ก่อนทิ้งลงบนดิน .....	79
4.24	ลักษณะโดยทั่วไปของปัสสาวะอย่างสูตรที่ 6 หลังทิ้งบนดิน 2 เดือน .....	80
4.25	ลักษณะโดยทั่วไปของปัสสาวะอย่างสูตรที่ 6 หลังทิ้งบนดิน 5 เดือน .....	80
4.26	ลักษณะโดยทั่วไปของปัสสาวะอย่างสูตรที่ 7 ก่อนทิ้งลงบนดิน .....	81
4.27	ลักษณะโดยทั่วไปของปัสสาวะอย่างสูตรที่ 7 หลังทิ้งบนดิน 2 เดือน .....	81
4.28	ลักษณะโดยทั่วไปของปัสสาวะอย่างสูตรที่ 7 หลังทิ้งบนดิน 5 เดือน .....	82
4.29	ลักษณะโดยทั่วไปของปัสสาวะอย่างสูตรที่ 9 ก่อนทิ้งลงบนดิน .....	82

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.30 ลักษณะโดยทั่วไปของปัสสาวะอย่างสุตที่ 9 หลังทิ้งบนดิน 2 เดือน .....	83
4.31 ลักษณะโดยทั่วไปของปัสสาวะอย่างสุตที่ 9 หลังทิ้งบนดิน 5 เดือน .....	83