



รายงานการวิจัย

เรื่อง

พัฒนาผลิตภัณฑ์จากน้ำมะขาม เพื่อใช้เป็นยาระบาย

โครงการใน

แผนงานวิจัยบูรณาการเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม พัฒนาผลิตภัณฑ์ทางยา

และเครื่องสำอางจากพืชเศรษฐกิจไทย

โดย

ผศ. ดร. มณีวรรณ สุขสมบัติ

รศ. ดร. อำไพ ปั่นทอง

รศ. ชติรัตน์ ปานม่วง

ร.ศ. พวงทิพย์ คุณานุสรณ์

ดร. ปรีรัตน์ คนสูง

ดร. ณัฐกานต์ จิรัชัญญ์

รศ. ดร. สุนันท์ พงษ์สามารถ

ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน

ปีงบประมาณ 2549-2551

คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กันยายน 2551

600250808

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ



245700

รายงานการวิจัย

เรื่อง

พัฒนาผลิตภัณฑ์จากน้ำมันมะขาม เพื่อใช้เป็นยาระบาย

โครงการใน

แผนงานวิจัยบูรณาการเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม พัฒนาผลิตภัณฑ์ทางยา

และเครื่องสำอางจากพืชเศรษฐกิจไทย

โดย

ผศ. ดร. มณีวรรณ สุขสมบัติย์

รศ. ดร. อำไพ ปั่นทอง

รศ. ชิตีรัตน์ ปานม่วง

ร.ศ. พวงทิพย์ คุณานุสรณ์

ดร. ปรีรัตน์ คนสูง

ดร. ณัฐกานต์ จิรัชัญญ์

รศ. ดร. สุนันท์ พงษ์สามารถ



ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน

ปีงบประมาณ 2549-2551

คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กันยายน 2551

แผนงานการวิจัยเรื่อง : แผนงานวิจัยบูรณาการเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม พัฒนาผลิตภัณฑ์ทางยาและ
เครื่องสำอางจากพืชเศรษฐกิจไทย

ชื่อโครงการ : พัฒนาผลิตภัณฑ์จากน้ำมะขาม เพื่อใช้เป็นยาระบาย

ชื่อผู้วิจัย : ผศ.ดร. มณีวรรณ สุขสมบัติ รศ.ดร. อำไพ ปั่นทอง
รศ. ธิติรัตน์ ปานม่วง ดร.พวงทิพย์ คุณานุสรณ์ ดร.ปริรัตน์ คนสูง
ดร. ณัฐกานต์ จิรัชชนันท์ รศ.ดร. สุนันท์ พงษ์สามารถ

เดือน-ปี ที่วิจัยเสร็จ : กันยายน 2551

บทคัดย่อ

245700

มะขาม *Tamarindrus indica* L. จำนวน 5 สายพันธุ์ปลูก ได้แก่ มะขามเปรี้ยวยักษ์ มะขาม
ศรีชมภู สีทอง และขันตี จากจังหวัดเพชรบูรณ์ มะขามเปรี้ยว มะขามหวานศรีชมภู และสีทองหนัก
จากจังหวัดนครราชสีมา มีองค์ประกอบของสารอินทรีย์ต่างๆ ได้แก่ Tartaric acid malic acid
citric acid oxalic acid succinic acid และ fumaric acid ในปริมาณที่แตกต่างกัน พบมีปริมาณกรด
อินทรีย์ดังกล่าวเท่ากับ 1.6-17.3% 0.5-2.5% 0.05-0.28% 0.0-0.19% 0.02-0.27% และ 0.0004-
0.0044% ตามลำดับ จากการวิเคราะห์โดยเทคนิค HPLC การทดสอบฤทธิ์ยาระบายของน้ำมะขาม
ในหนูขาว โดยวิธี Gastrointestinal motility test ดูการเคลื่อนที่ของผงถ่านในลำไส้เล็กของหนูขาว
เทียบกับกลุ่มควบคุมที่ใช้ น้ำกลั่น และกลุ่มที่ให้ น้ำสกัดลูกพ룬 และกรดอินทรีย์ tartaric acid citric
acid และ malic acid เป็น positive control พบว่า น้ำสกัดมะขามทั้งชนิดเปรี้ยว และมะขามหวาน ที่
ทดสอบมีฤทธิ์การระบายดี น้ำสกัดจากเนื้อมะขาม สามารถนำมาเตรียมผลิตภัณฑ์มะขามในรูปแบบ
ของเกล็ดมะขาม เครื่องดื่มมะขามชนิดผงฟู และผงแห้งมะขาม เมื่อนำมาเตรียมเป็นผลิตภัณฑ์ของ
ผงแห้งมะขาม โดยวิธี spray dried โดยใช้มะขามเปรี้ยวยักษ์ ผสมกับขันตี สัดส่วน 1:1 โดยใช้
polysaccharide จากแป้งเมล็ดมะขาม หรือใช้ pectin เป็น carrier จะได้ผงแห้งที่ดี มีปริมาณ tartaric
acid สูง 9-12% พบว่าได้ผลิตภัณฑ์ผงมะขามที่ดีผสมกับน้ำได้ง่าย และมีผลการระบายที่ดีขึ้น โดยดู
จากการเคลื่อนที่ของผงถ่านในลำไส้เล็กของหนูขาว

Research Program : Integrated research program in developing value added products for pharmaceuticals and cosmetics from Thai plants of commercial importance.

Project Title : The development of tamarind juice for applications as a laxative

Name of investigators : Maneewan Suksomthip, Ampai Panthong, Thitirat Panmuang, Pongthip Kuranusorn, Parirat Khonsung, Natikan Jiranchanut, Sunanta Pongsamart

Year : September, 2011

Abstract

245700

Tamarind pods of five tamarind cultivars, *Tamarindus indica* L. “Prew yak”, “Sri-chompu”, “Sithong”, and “Kunti” from Petchabun province and “Prew”, “Sri-chompu”, and “Sithong” from Nakorn-Ratchasima (Korat) Province were collected. Organic acids content in tamarind extracts including tartaric acid, malic acid, citric acid, oxalic acid, succinic acid and fumaric acid were analyzed by HPLC technique and found to contain those organic acid at 1.6-17.3%, 0.5-2.5%, 0.05-0.28%, 0.09-0.19%, 0.02-0.27% and 0.0004-0.0044%, respectively. Laxative effect of tamarind extracts was estimated by Gastrointestinal motility test to see motility of small intestine in rats treated with tamarind extract in comparison with control group treated with distilled water and positive control group treated with prun extracts and the group treated with organic acids including tartaric acid, citric acid and malic acid. The results showed that tamarind extracts of sour and sweet type possessed good laxative effect. Extracts of tamarind pulps were use to prepare tamarind jelly, tamarind effervescent tablet and tamarind dry powder products. Dry tamarind powder was prepared by spray drying from the sour tamarind “Prew yek” and the sweet tamarind “Kanti” (1:1) and polysaccharide in tamarind seed powder from tamarind kernel or pectin was use as carrier. The product of tamarind powder contained 9-12% tartaric acid. The tamarind powder product was readily mixed with water, the product possessed good laxative effect in treated rats.

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนทุนจากงบประมาณวิจัยของคณะเภสัชศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีงบประมาณ 2550-2551 โดยคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และขอขอบคุณ
ผู้ช่วยด้านเทคนิคการวิจัย ได้แก่ นายวิโรจน์ ชัยพรโกติน น.ส.พจนา แก้วทินกร ที่ช่วยให้งานวิจัย
ครั้งนี้สำเร็จด้วยดี

สารบัญ

	หน้า
ชื่อเรื่องและชื่อผู้วิจัย.....	i
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ii
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	iii
กิตติกรรมประกาศ.....	iv
สารบัญเรื่อง.....	v
สารบัญตาราง.....	viii
สารบัญภาพ.....	xi
บทนำ.....	1
วัตถุประสงค์.....	4
วัสดุและวิธีวิจัย.....	5
วัสดุ.....	5
สารเคมี.....	5
ตัวอย่างพืช.....	7
การวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดอินทรีย์และ polysaccharide ในเนื้อมะขาม ...	7
การวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของกรดอินทรีย์ในตัวอย่างเนื้อมะขาม.....	7
การสกัดพอลิแซ็กคาไรด์และวิเคราะห์สารพอลิแซ็กคาไรด์จากเนื้อมะขาม	13
การสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากเนื้อในเมล็ดมะขาม.....	15
การวิเคราะห์พอลิแซ็กคาไรด์จากเนื้อในเมล็ด (Kemel) มะขาม.....	16
สมบัติการไหลและความหนืดของพอลิแซ็กคาไรด์ TSP จากเนื้อในเมล็ด (Kemel) มะขาม.....	16
การเตรียมผงมะขามด้วยวิธี spray drying	16
การศึกษาฤทธิ์การระบายของน้ำมะขามและผลิตภัณฑ์ผงแห้งมะขาม.....	17
ศึกษาฤทธิ์ระบายของน้ำสกัดมะขามเปรียบเทียบกับ organic acid standard ในหนูขาว (rat).....	17
การทดลองผลของมะขามต่อ isolated rat ileum ของหนูขาว	19

การศึกษาผลของส่วนผสมของกรดอินทรีย์สามชนิดหลักที่พบในน้ำมะขามต่อ การเคลื่อนที่ของผงถ่านในลำไส้หนูขาว.....	20
การศึกษาฤทธิ์ของน้ำมะขามพันธุ์ต่างๆ ในการเพิ่มการเคลื่อนที่ของลำไส้ของหนู ขาว.....	22
การศึกษาฤทธิ์ของผลิตภัณฑ์ผงแห้งมะขามที่พัฒนาสำหรับใช้เป็นผลิตภัณฑ์ มะขาม เพื่อเป็น laxative ในสัตว์ทดลองหนูขาว.....	23
การเตรียมน้ำมะขามเข้มข้นเพื่อนำไปทำแห้งแบบพ่น.....	25
การผลิตผงมะขาม โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบพ่น (spray dryer).....	26
การพัฒนาเครื่องคัมน้ำมะขามผงจากผงมะขามที่ได้จากการพ่นแห้ง.....	29
การพัฒนาเยลลี่จากผงมะขามที่ได้จากการพ่นแห้ง.....	34
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	38
ผลการทดลองและวิจารณ์ผล.....	39
การวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดอินทรีย์และ polysaccharide ในเนื้อมะขาม	39
การวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดอินทรีย์ในเนื้อมะขาม.....	39
การสกัดและการวิเคราะห์ polysaccharide ของเนื้อในเมล็ด (Kernel) มะขาม.....	55
วิธีการสกัดและเปอร์เซ็นต์ yield ของ Tamarind Seed Polysaccharides (TSP).....	55
การวิเคราะห์องค์ประกอบน้ำตาลของ TSP จากเนื้อในเมล็ดมะขาม.....	60
การเตรียมน้ำผงแห้งมะขามโดยเทคนิคการพ่นแห้ง (Spray drying technique).....	66
ลักษณะทางกายภาพของผงมะขาม.....	66
การวิเคราะห์กรดอินทรีย์ในผงมะขาม.....	71
Scanning electron microscopy.....	71
การศึกษาฤทธิ์การระบายของน้ำมะขามและผลิตภัณฑ์ผงแห้งมะขาม.....	76
ผลของน้ำมะขามเปรียบเทียบกับ organic acid standard ต่อการเคลื่อนที่ของลำไส้ เล็กในหนูขาว.....	76
การทดสอบฤทธิ์การระบายของผลิตภัณฑ์ผงแห้งมะขาม ต่อการเคลื่อนที่ของผง ถ่านในลำไส้เล็กหนูขาว.....	81
การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงจากมะขาม.....	86
การผลิตผงมะขาม โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบพ่น (spray dryer).....	87
การพัฒนาเครื่องคัมน้ำมะขามผงจากผงมะขามที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่น.....	95
การพัฒนาเยลลี่จากผงมะขามที่ได้จากการพ่นแห้ง.....	112

หน้า

คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีเฉพาะสูตรเซลล์ที่เกิดเจล.....	114
การพัฒนาสูตรเซลล์โดยปรับปรุงความหวานด้วยน้ำตาลชนิดต่างๆ.....	114
คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของเซลล์ที่ใช้น้ำตาลต่างๆ.....	121
ประเมินความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์เซลล์.....	121
สรุปผลการทดลอง.....	129
เอกสารอ้างอิง	131
ภาคผนวก 1.....	137
ภาคผนวก 2.....	159
ภาคผนวก 3.....	162
ภาคผนวก 4.....	164
ภาคผนวก 5.....	167
ภาคผนวก 6.....	172
ภาคผนวก 7.....	175
ภาคผนวก 8.....	181

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 ปริมาณกรดอินทรีย์ในเนื้อมะขามสดของมะขามไทยสายพันธุ์ต่างๆ จากจังหวัดนครราชสีมา (โคราช)	41
2 ปริมาณกรดอินทรีย์ในเนื้อมะขามสดของมะขามไทยสายพันธุ์ต่างๆ จากจังหวัดเพชรบูรณ์.....	42
3 ลักษณะที่เห็นด้วยสายตาและปริมาณที่สกัดได้ของพอลิแซ็กคาไรด์จากเนื้อมะขามที่แยกได้จากเนื้อมะขามจังหวัดเพชรบูรณ์ (P) และ นครราชสีมา (โคราช, K).....	44
4 องค์ประกอบน้ำตาลของพอลิแซ็กคาไรด์จากเนื้อมะขามจากจังหวัดเพชรบูรณ์ (P) และ นครราชสีมา (โคราช, K).....	59
5 ลักษณะ ความหนืด และปริมาณสารสกัดของ Tamarind Seed Polysaccharide (TSP).....	61
6 องค์ประกอบน้ำตาลของ Tamarind Seed Polysaccharide (TSP) จาก tamarind kernel powder จากจังหวัดเพชรบูรณ์ (P) และ นครราชสีมา (โคราช, K).....	62
7 ส่วนประกอบของ ingredients ใน 1 ลิตร ของสารผสมน้ำมะขามก่อนการทำ spray-drying.....	68
8 ลักษณะของผลิตภัณฑ์ผงมะขามหลังการทำ spray drying	69
9 ส่วนประกอบกรดอินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ผงมะขามที่เตรียมโดยวิธี spray drying	72
10 ผลของน้ำมะขามพันธุ์ต่างๆ และกรด 3 ชนิดหลักที่พบในน้ำมะขาม ต่อการเคลื่อนที่ของผงถ่านในลำไส้ของหนูขาว.....	77
11 ผลของสารละลายที่ประกอบด้วยกรดทั้ง 3 ชนิดในความเข้มข้นที่พบจริงในมะขามแต่ละพันธุ์ ต่อการเคลื่อนที่ของผงถ่านในลำไส้ของหนูขาว.....	80
12 ผลการทดสอบซ้ำต่อการเคลื่อนที่ของผงถ่านในลำไส้ของหนูขาวของน้ำมะขามพันธุ์ต่างๆ.....	82
13 ผลของผลิตภัณฑ์ผงแห้งมะขามต่อการเคลื่อนที่ของผงถ่านในลำไส้ของหนูขาว	83
14 แสดงผลของผลิตภัณฑ์ผงแห้งมะขามต่อการเคลื่อนที่ของผงถ่านในลำไส้ของหนูขาว.....	85
15 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีและของน้ำมะขามเข้มข้น.....	88
16 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผงมะขามที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่น*.....	89

17	ปริมาณความชื้น ความเป็นกรดค้าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดและปริมาณกรดทาร์ทริกของผงมะขามที่ผสมมอลโตเด็กซ์ทรินร้อยละ 40.....	90
18	ลักษณะทางกายภาพและเคมีของผงมะขาม เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ณ วันเริ่มต้น 7 15 และ 30 วัน *.....	91
19	ลักษณะทางกายภาพและเคมีของผงมะขาม เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส ณ วันเริ่มต้น 7 15 และ 30 วัน *.....	92
20	ผลการวิเคราะห์ด้านจุลชีววิทยาของผงมะขาม เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ที่ระยะเวลาต่างๆ.....	93
21	ผลการวิเคราะห์ด้านจุลชีววิทยาของผงมะขาม เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียสที่ระยะเวลาต่างๆ.....	94
22	รสชาติ ลักษณะฟอง ปริมาณฟองและระยะเวลาในการยุบตัวของฟองของเครื่องดื่มมะขามผงสูตรที่ 1-4	96
23	รสชาติ ลักษณะฟอง ปริมาณฟอง และระยะเวลาในการยุบตัวของฟองของเครื่องดื่มมะขามผงสูตรที่ 5-13.....	98
24	สี ค่าสี ของผงเครื่องดื่มและเครื่องดื่มมะขามผงเมื่อละลายน้ำ ลักษณะผง เครื่องดื่ม และกลิ่นของเครื่องดื่มมะขามผง.....	100
25	ความเป็นกรดค้าง ปริมาณความชื้น และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของเครื่องดื่มมะขามผง.....	101
26	ร้อยละของปริมาณของแข็งที่ไม่ละลาย (%insoluble solid และเวลาในการละลายของ เครื่องดื่มมะขามผง.....	102
27	คะแนนเฉลี่ยความชอบในด้านต่างๆที่ผู้ชิมให้แก่เครื่องดื่มมะขามผง.....	104
28	ลักษณะทางกายภาพและเคมีของเครื่องดื่มมะขามผงสูตรที่ 2 เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ณ วันเริ่มต้น 7 15 และ 30 วัน *.....	106
29	ลักษณะทางกายภาพและเคมีของเครื่องดื่มมะขามผงสูตรที่ 2 เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส ณ วันเริ่มต้น 7 15 และ 30 วัน.....	107
30	ผลการวิเคราะห์ด้านจุลชีววิทยาของเครื่องดื่มมะขามผง เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ที่ระยะเวลาต่างๆ.....	108
31	ผลการวิเคราะห์ด้านจุลชีววิทยาของเครื่องดื่มมะขามผง เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาต่างๆ.....	109
32	ผลการเกิดเจลของเฮลลี่จากสูตรคำรับต่างๆ.....	113

ตาราง	หน้า
33	ลักษณะที่ปรากฏ การไหวตัว และความคงตัว และรอยตัดของสูตรเยลลี่ที่เกิด เจล..... 115
34	ความเป็นกรดต่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และความแข็งของสูตร เยลลี่ที่เกิดเจล..... 116
35	ผลการเกิดเจลของเยลลี่ที่ปรับปรุงความหวานโดยใช้น้ำตาลชนิดต่างๆ..... 117
36	ลักษณะที่ปรากฏ การไหวตัว ความคงตัว และรอยตัดของสูตรเยลลี่ที่ปรับปรุง ความหวานโดยใช้น้ำตาลชนิดต่างๆ แล้วเกิดเจล..... 119
37	ความเป็นกรดต่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และความแข็งจากการ วัดเยลลี่ที่ปรับปรุงความหวานโดยใช้น้ำตาลชนิดต่างๆ แล้วเกิดเจล..... 120
38	รสชาติ กลิ่น และสีโดยใช้เครื่องวัดสี Minolta Chromameter ของเยลลี่ 4 สูตร ที่เป็นตัวแทนเยลลี่ที่เตรียมจากน้ำตาลชนิดต่างๆ..... 122
39	ปริมาณกรดทาร์ทาริกในเยลลี่มะขาม..... 123
40	คะแนนเฉลี่ยความชอบในด้านต่างๆที่ผู้ชิมให้แก่เยลลี่..... 124

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 Fourier transform infrared spectraของ tamarind pulp polysaccharide	46
2 Fourier transform infrared spectrum ของ เพคตินจากผลส้ม (citrus fruits).....	47
3 Fourier transform infrared spectrum ของ tamarind pulp polysaccharideจาก เนื้อมะขามพันธุ์ปลูก “เปรี้ยวยักษ์” (TI-PY/P) จากจังหวัดเพชรบูรณ์ (P).....	48
4 Fourier transform infrared spectrum ของ tamarind pulp polysaccharide จาก เนื้อมะขามพันธุ์ปลูก “เปรี้ยว” (TI-P/K) จากจังหวัดนครราชสีมา (โคราช,K)....	49
5 Fourier transform infrared spectrum ของ tamarind pulp polysaccharide จาก เนื้อมะขามพันธุ์ปลูก “ศรีชมภู” (TI-SP/K) จากจังหวัดนครราชสีมา (โคราช ,K).....	50
6 Fourier transform infrared spectrum ของ tamarind pulp polysaccharide จาก เนื้อมะขามพันธุ์ปลูก “สีทองหนัก” (TI-STH/K) จากจังหวัดนครราชสีมา (โคราช,K).....	51
7 Chromatograms ของ uronic acids standard และ สารละลายจากการย่อยสลาย ของพอลิแซ็กคาไรด์จากเนื้อมะขามชนิดเปรี้ยวต่างพันธุ์ปลูก.....	53
8 Chromatograms ของ uronic acids standard และ สารละลายจากการย่อยสลาย ของพอลิแซ็กคาไรด์จากเนื้อมะขามชนิดหวานต่างสายพันธุ์ปลูก.....	54
9 Chromatogram ของ 0.5% น้ำตาลมาตรฐานผสม 5 ชนิด (A) และ 6 ชนิด (B)...	56
10 Chromatogram ของสารละลายจากการย่อยสลายของ 7.5% พอลิแซ็กคาไรด์ จากเนื้อมะขามชนิดเปรี้ยว <i>T.indica</i> “เปรี้ยวยักษ์” (TI-PY/P) จากจังหวัด เพชรบูรณ์ (P).....	57
11 Chromatogram ของสารละลายจากการย่อยสลายของ 7.5% พอลิแซ็กคาไรด์ จากเนื้อ มะขามชนิดเปรี้ยว <i>T.indica</i> “เปรี้ยว” (TI-P/K) จากจังหวัด นครราชสีมา (โคราช, K).....	57
12 Chromatogram ของสารละลายจากการย่อยสลายของ 7.5% พอลิแซ็กคาไรด์ จากเนื้อมะขามชนิดหวาน <i>T.indica</i> “ศรีชมภู” (TI-SP/K) จากจังหวัด นครราชสีมา (โคราช,K).....	58

ภาพ	หน้า
13 Chromatogram ของสารละลายจากการย่อยสลายของ 7.5% พอลิแซ็กคาไรด์ จากเนื้อมะขามชนิดหวาน <i>T.indica</i> “สีทองหนัก” (TI-STH/K) จากจังหวัด นครราชสีมา (โคราช ,K).....	58
14 Chromatogram ของสารละลายหลังการย่อยสลาย 0.5% TSP ของมะขามชนิดเปรี้ยว <i>T.indica</i> “เปรี้ยวยักษ์” (TI-PY/P) จากจังหวัดเพชรบูรณ์ (P).....	63
15 Chromatogram ของสารละลายหลังการย่อยสลาย 0.5% TSP ของมะขามชนิดเปรี้ยว <i>T.indica</i> “เปรี้ยว” (TI-P/K) จากจังหวัดนครราชสีมา (โคราช,K).....	63
16 Chromatogram ของสารละลายหลังการย่อยสลาย 0.5% TSP ของมะขามชนิดหวาน <i>T.indica</i> “ขันตี” (TI-K/P) จากจังหวัดเพชรบูรณ์ (P)	64
17 Chromatogram ของสารละลายหลังการย่อยสลาย 0.5% TSP ของมะขามชนิดหวาน <i>T.indica</i> “ศรีชมพู” (TI-SP/K) จากจังหวัดนครราชสีมา (โคราช,K)	64
18 Chromatogram ของสารละลายหลังการย่อยสลาย 0.5% TSP ของมะขามชนิดหวาน <i>T.indica</i> “สีทองหนัก” (TI-STH/K) จากจังหวัดนครราชสีมา (โคราช,K)	65
19 Flow curve ของ 2% Tamarind Seed Polysaccharide (TSP)	67
20 ลักษณะที่เห็นด้วยสายตาของผลิตภัณฑ์ผงมะขามที่เตรียม โดย spray-drying technique	70
21 Chromatogram ของกรดอินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ผงมะขามสูตร No.11.....	73
22 Chromatogram ของกรดอินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ผงมะขามสูตร No.12.....	73
23 Chromatogram ของกรดอินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ผงมะขามสูตร No.13.....	74
24 Scanning electron micrographs ของผลิตภัณฑ์ผงมะขามเตรียมโดยวิธี spray-drying.....	75
25 ผลของน้ำมะขามต่อ isolated rat ileum เปรียบเทียบกับ normal saline solution (NSS)	79