สารบาญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบาญตาราง	ญ
สารบาญภาพ	ฏ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.4 ขอบเขตการศึกษา	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 โรคเบาหวาน (diabetes mellitus)	4
2.1.1 ประเภทของโรคเบาหวาน	4
2.1.2 เกณฑ์การวินิจฉัยโรคเบาหวาน	6
2.1.3 การควบคุมโรคเบาหวาน	6
2.1.4 ระบาดวิทยาของโรคเบาหวาน	6
2.2 มะระจีน (Chinese bitter gourd)	7
2.2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์	7
2.2.2 วิธีปลูกและการปฏิบัติดูแลรักษา	8
2.2.3 องค์ประกอบทางเคมีของมะระจีน	8
2.2.3.1 Triterpene	10
2.2.3.2 Steroid glycoside	11
2.2.3.3 Polypeptide	11

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.3.4 สารอื่นๆ 11
2.3 ฤทธิ์ต้านเบาหวานของมะระและสารออกฤทธิ์ในมะระ 16
2.3.1 คาแรนทิน (charantin) 16
2.3.2 โพลีเปปไทด์ พี (p-insulin) 19
2.3.3 อัลคาลอยด์ (alkaloid) 19
2.3.4 Kakra compound 20
2.4 ผลต่อเนื้อเยื่อและเอนไซม์ของสารออกฤทธิ์ต้านเบาหวานในมะระ 20
2.5 สรรพคุณของมะระในการรักษาโรคอื่นๆ 21
2.6 การอบแห้ง (drying) 22
2.7 เครื่องอบแห้งไมโครเวฟสุญญากาศ 23
2.8 การสกัดด้วยตัวทำละลาย (solvent extraction) 29
2.8.1 Solid-liquid extraction 29
2.8.2 Liquid-liquid extraction 30
2.8.3 Acid-base extraction 32
2.9 การวิเคราะห์สารสเตอรอยด์ (steroid) 32
2.9.1 Liebermann-Burchard's reaction 33
2.9.2 $FeCl_3$- H_2SO_4 reaction 33
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 33

บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง 38
3.1 วัสดุและอุปกรณ์ 38
3.1.1 วัตถุดิบ 38
3.1.2 สารเคมี 38
3.1.3 อุปกรณ์ 38
3.2 วิธีการทดลอง 39
ตอนที่ 1 การศึกษาเพื่อหาระยะความแก่ของมะระจีนที่เหมาะสมต่อการสกัดสารคาแรนทิน 39
ตอนที่ 2 การศึกษาวิธีการทำแห้งมะระจีนที่เหมาะสมต่อการสกัดสารคาแรนทิน 40
ตอนที่ 3 การศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารคาแรนทินจากมะระจีน 42

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ 45
4.1. ผลการศึกษาหาระยะความแก่ของมะระจีนที่เหมาะสมต่อการสกัดสารคาแรนทิน 45
4.2 ผลการศึกษาการคัดเลือกวิธีการทำแห้งมะระจีนที่เหมาะสมต่อการสกัดสารคาแรนทิน 47
4.2.1 ผลการศึกษาระยะเวลาการทำแห้งมะระจีนโดยใช้เตาอบลมร้อน 47
4.2.2 ผลการศึกษาการทำแห้งมะระจีนโดยใช้เตาอบไมโครเวฟแบบสุญญากาศ 49
4.2.3 ผลของการทำแห้งมะระจีนด้วยเตาอบลมร้อนและเตาอบไมโครเวฟแบบสุญญากาศต่อปริมาณสารคาแรนทิน 50
4.2.4 ผลของการทำแห้งมะระจีนด้วยเตาอบลมร้อนและเตาอบไมโครเวฟแบบสุญญากาศต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์ 51
4.2.5 ผลของการทำแห้งมะระจีนด้วยเตาอบลมร้อนและเตาอบไมโครเวฟแบบสุญญากาศต่อการคืนรูปของผลิตภัณฑ์ 53
4.2.6 การพิจารณาคัดเลือกวิธีการทำแห้งมะระจีนที่เหมาะสมเพื่อนำไปสกัดสารคาแรนทิน 55
4.3 ผลการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารคาแรนทินจากมะระจีน 56

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 70
5.1 สรุปผลการทดลอง 70
5.2 ข้อเสนอแนะ 71

เอกสารอ้างอิง 72

ภาคผนวก 83
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และการคำนวณค่าใช้จ่ายในการทำแห้ง 83
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ปริมาณคาแรนทินด้วยเทคนิค HPLC 88
ภาคผนวก ค การทำแห้งมะระจีนด้วยเตาอบลมร้อนและเตาอบไมโครเวฟแบบสุญญากาศ 94

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ง การวิเคราะห์ปริมาณคาแรนทินโดยใช้ $FeCl_3$-H_2SO_4 reaction 99
ภาคผนวก จ เตาอบที่ใช้ในการทำแห้งมะระจีน 103

ประวัติผู้เขียน 106

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญตาราง

ตาราง	หน้า
1.1 จำนวนผู้ป่วยในจากสถานบริการสาธารณสุข ของกระทรวงสาธารณสุขรายภาค กับอัตราป่วยต่อประชากร 100,000 คน พ.ศ. 2547	2
2.1 สารอาหารในมะระ (100 กรัม)	9
2.2 โครงสร้างโมเลกุลของ cucurbitacin ที่แยกได้จากผล ใบ และเถาของมะระ	13
2.3 การศึกษากลไกการลดระดับน้ำตาลในเลือดของมะระ	21
3.1 ปัจจัยที่ศึกษาเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารคาแรนทิน	43
3.2 สิ่งทดลองของปัจจัยที่ศึกษาเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารคาแรนทิน	44
4.1 สี ขนาด และปริมาณคาแรนทินของมะระจีนอายุ 15วัน 20วัน และ 25วัน หลังดอกบาน (เทคนิค HPLC)	46
4.2 ปริมาณความชื้นและค่าสีของมะระจีนที่ทำแห้งด้วยเตาอบลมร้อนและเตาอบไมโครเวฟแบบสุญญากาศ	52
4.3 Rehydration ratio ของมะระจีนที่ทำแห้งด้วยเตาอบลมร้อนและเตาอบไมโครเวฟแบบสุญญากาศ	53
4.4 ค่าสีและปริมาณคาแรนทินของสารสกัดมะระจีนผงโดยใช้ soxhlet	59
4.5 ANOVA สำหรับแต่ละค่าตอบสนองของสารสกัดมะระจีนผงโดยใช้ soxhlet	61
4.6 สมการโพลิโนเมียลลำดับที่สอง (Quadratic model) และค่า R^2 สำหรับแต่ละค่าตอบสนองของสารสกัดมะระจีนผง	62
4.7 การกำหนดช่วงค่าตอบสนองในการคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารคาแรนทินโดยใช้ response surface methodology	67
4.8 การทำนายสภาวะในการสกัดสารคาแรนทินที่เหมาะสมและค่าตอบสนองที่ได้จากการทำนายโดยใช้ response surface methodology	67
ข-1 ความเข้มข้นของคาแรนทินมาตรฐานและพื้นที่ใต้กราฟของคาแรนทินมาตรฐาน (เทคนิค HPLC)	90

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข-2 ปริมาณคาแรนทินของมะระจีนที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 15วัน 20วัน 25 วัน หลังดอกบาน มะระจีนที่ทำแห้งด้วยเตาอบลมร้อนและเตาไมโครเวฟแบบสุญญากาศ (เทคนิค HPLC) 90
ข-3 ปริมาณคาแรนทินของสารสกัดมะระจีนผง 93
ค-1 น้ำหนัก ความชื้น และอัตราการทำแห้งของมะระจีนที่ทำแห้งด้วยเตาอบ ลมร้อน (tray dryer) 95
ค-2 อุณหภูมิภายในเตาอบและความชื้นของมะระจีนที่ทำแห้งด้วยเตาอบไมโครเวฟ แบบสุญญากาศ 96
ค-3 น้ำหนัก และ rehydration ratio ของมะระจีนที่ทำแห้งด้วยเตาอบลมร้อน 96
ค-4 น้ำหนัก และ rehydration ratio ของมะระจีนที่ทำแห้งด้วยเตาอบไมโครเวฟ แบบสุญญากาศ 97
ง-1 ค่าการดูดกลืนแสงและความเข้มข้นของสารคาแรนทิน reference 100
ง-2 ค่าการดูดกลืนแสงและความเข้มข้นของสารคาแรนทินในสารสกัดจากมะระจีนผง 101

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญภาพ

ภาพ	หน้า
2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของดอกและผลมะระจีน	8
2.2 โครงสร้างโมเลกุลของ usual cucurbitacin และ unusual cucurbitacin	12
2.3 โครงสร้างสาร pentacyclic triterpene ในมะระ	14
2.4 โครงสร้างของสารคาแรนทิน	15
2.5 เครื่องมือสำหรับสกัดสารแบบ soxhlet extractor	30
2.6 เครื่องมือสำหรับการสกัดอย่างต่อเนื่อง	31
4.1 ผลมะระจีนที่มีอายุ 15 วัน 20วัน และ 25 วัน หลังดอกบาน	45
4.2 ปริมาณคาแรนทินในมะระจีนอายุ 15-25 วัน หลังดอกบาน (เทคนิค HPLC)	47
4.3 กราฟการทำแห้งมะระจีนด้วยเตาอบลมร้อนและเตาอบไมโครเวฟแบบสุญญากาศ	48
4.4 กราฟอัตราการทำแห้งมะระจีนด้วยเตาอบลมร้อน	49
4.5 ปริมาณคาแรนทินในมะระจีนที่ทำแห้งด้วยเตาอบลมร้อนและเตาอบไมโครเวฟแบบสุญญากาศ (เทคนิค HPLC)	51
4.6 มะระจีนที่ทำแห้งด้วยเตาอบลมร้อนและเตาอบไมโครเวฟแบบสุญญากาศ	52
4.7 กราฟการคืนรูปของมะระจีนที่ทำแห้งด้วยเตาอบลมร้อนและเตาอบไมโครเวฟแบบสุญญากาศ	54
4.8 มะระจีนสด มะระจีนคืนรูปหลังทำแห้งด้วยเตาอบลมร้อนและเตาอบไมโครเวฟแบบสุญญากาศ	54
4.9 สารสกัดด้วยเอธานอล 95% ของมะระจีนผง โดยใช้ soxhlet	58
4.10 กราฟพื้นที่ตอบสนอง ผลของเวลาและอุณหภูมิต่อปริมาณสารคาแรนทินของสารสกัดที่อัตราส่วนของมะระจีนผงต่อเอธานอล (g/ml) เป็น 1:16	64
4.11 กราฟพื้นที่ตอบสนอง ผลของเวลาและอุณหภูมิต่อค่าสี L* ของสารสกัดที่อัตราส่วนของมะระจีนผงต่อเอธานอล (g/ml) เป็น 1:16	65
4.12 กราฟพื้นที่ตอบสนอง ผลของเวลาและอุณหภูมิต่อค่าสี a* ของสารสกัดที่อัตราส่วนของมะระจีนผงต่อเอธานอล (g/ml) เป็น 1:16	65

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.13 กราฟพื้นที่ตอบสนอง ผลของเวลาและอุณหภูมิต่อค่า Hue angle ของสารสกัดที่อัตราส่วนของมะระจีนผงต่อเอธานอล (g/ml) เป็น 1:16 66
4.14 พื้นที่ที่เหมาะสมในการสกัดสารคาแรนทินจากมะระจีน 68
4.15 สารสกัดด้วยเอธานอล 95% ของมะระจีนผงโดยใช้ soxhlet ที่อุณหภูมิ 78 องศาเซลเซียส 5 ชั่วโมง 69
4.16 สารสกัดคาแรนทินเข้มข้นที่ระเหยตัวทำละลายออกแล้ว (crude extract) 69
ข-1 โครมาโทแกรมของคาแรนทินมาตรฐาน 89
ข-2 กราฟคาแรนทินมาตรฐาน 89
ข-3 โครมาโทแกรมของคาแรนทินในผลมะระจีนอายุ 15 วัน หลังดอกบาน 91
ข-4 โครมาโทแกรมของคาแรนทินในผลมะระจีนอายุ 20 วัน หลังดอกบาน 91
ข-5 โครมาโทแกรมของคาแรนทินในผลมะระจีนอายุ 25 วัน หลังดอกบาน 91
ข-6 โครมาโทแกรมของคาแรนทินในผลมะระจีนที่ทำแห้งด้วยเตาอบลมร้อน 92
ข-7 โครมาโทแกรมของคาแรนทินในผลมะระจีนที่ทำแห้งด้วยเตาอบไมโครเวฟแบบสุญญากาศ 92
ง-1 กราฟมาตรฐานของคาแรนทิน (standard curve of charantin reference) 100
จ-1 เตาอบลมร้อนแบบถาดที่ใช้ในการศึกษากราฟการทำแห้งมะระจีน 104
จ-2 เตาอบลมร้อนแบบถาดที่ใช้ในการทำแห้งมะระจีน 104
จ-3 เตาอบไมโครเวฟแบบสุญญากาศ 105

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved