



รายงานการวิจัย

“ผลของสารสกัดสมุนไพรขมิ้นชันต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus*”

ผู้วิจัย

นางธารหทัย มาลาเวช

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ปีงบประมาณ 2559

ชื่องานวิจัย ผลของสารสกัดสมุนไพรขมิ้นชันต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus*
ชื่อผู้วิจัย ธารหทัย มาลาเวช
ปีงบประมาณ 2559

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารสกัดสมุนไพรขมิ้นชันต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ *Staphylococcus aureus* โดยเริ่มจากการสกัดขมิ้นชันด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 95% ระเหยเอาตัวทำละลายออกแล้วนำสารสกัดมาทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus*, โดยวิธี paper disc diffusion method ผลปรากฏว่า สารสกัดจากขมิ้นชันที่ทุกระดับความเข้มข้นมีประสิทธิภาพยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* ได้ดี โดยมีวงใสในการยับยั้งเชื้อ (inhibition zone) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.8, 7.0, 7.4 และ 8.2 มิลลิเมตร ที่ระดับความเข้มข้น 1,000, 10,000 และ 50,000 ppm ตามลำดับ

คำสำคัญ : ขมิ้นชัน, *Staphylococcus aureus*

Title : Inhibition Effect of *Curcuma longa* Extract on *Staphylococcus aureus*.

Author : Tarnhatai malawach

Financial year : 2016

Abstract

The objective of this research was to study Inhibition effect of *Curcuma longa* extract on *Staphylococcus aureus*. The *Curcuma longa* was macerated with 95% ethanol, and evaporated to dryness and test for the activity against *Staphylococcus aureus* by paper disc diffusion method. The result showed the extract from *Curcuma longa* was further determined by vary concentration at 1,000, 5,000, 10,000 and 50,000 ppm. The preparation valuation showed that all them have inhibited activity against *S. aureus*.

keywords : *Curcuma longa* , *Staphylococcus aureus*.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจทาน
แก้ไขงานวิจัยฉบับนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราช
นครศรีธรรมราช ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือในการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์ทุกท่าน ที่กรุณาให้คำแนะนำและกำลังใจใน
การทำวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณนักวิทยาศาสตร์ และเจ้าหน้าที่ทุกท่านของศูนย์วิทยาศาสตร์ที่คอยช่วยเหลือ
อำนวยความสะดวกในการทำวิจัยและคอยเป็นกำลังใจในการทำงานวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จไปด้วยดี

และขอขอบพระคุณบิดามารดา พี่ ๆ น้องๆ และครอบครัว ที่คอยให้กำลังใจในการทำงาน
วิจัยในครั้งนี้มาโดยตลอด

ธารหทัย มาลาเวช

พฤษภาคม 2559

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพ	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
ขอบเขตการศึกษาวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสมุนไพร	3
สมุนไพรที่ใช้ในงานวิจัย	11
แบคทีเรีย	27
เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	33
บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการวิจัย	36
วัสดุและอุปกรณ์	36
วิธีการดำเนินงานวิจัย	37
บทที่ 4 ผลการวิจัย	38
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	43
สรุปผลการวิจัย	43
ข้อเสนอแนะ	43
บรรณานุกรม	44

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผลของสารสกัดขมิ้นชันที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i>	42

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ขมิ้น	11
2 เชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i> ภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน	28
3 ลักษณะเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i> บนอาหาร Blood agar	29
4 ลักษณะเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i> บนอาหาร Mannitol Salt agar	30
5 ลักษณะการติดสีแกรมบวกของเชื้อ <i>S.aureus</i>	32
6 ลักษณะการติดสีแกรมบวกของเชื้อ <i>S.aureus</i> ภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน	32
7 อาการของการติดเชื้อ <i>S.aureus</i>	33
8 อาการของการติดเชื้อ <i>S.aureus</i>	33
9 การแช่สมุนไพรในตัวทำละลายเอทิลแอลกอฮอล์ 95%	38
10 การระเหยเอาตัวทำละลายออกด้วย vacuum evaporater	39
11 สารสกัดขมิ้นชันที่ได้หลังระเหยตัวทำละลายออกแล้ว	39
12 เชื้อแบคทีเรีย <i>S.aureus</i>	40
13 อาหารเหลว Nutrient agar	40
14 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดขมิ้นชันในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทดสอบ โดยวิธี paper disc diffusion method	41
15 ผลของสารสกัดขมิ้นชันที่ระดับความเข้มข้นต่างๆต่อการยับยั้งเชื้อ <i>S.aureus</i>	42

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันมีผู้สนใจเกี่ยวกับสมุนไพรมากขึ้นทั้งในด้านที่ใช้เป็นยารักษาโรค เครื่องดื่ม อาหารเสริมสุขภาพ เครื่องสำอาง และอื่น ๆ รวมถึงผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในรูปสารสกัดจากธรรมชาติที่ใช้กำจัดศัตรูพืช ดังจะเห็นได้จากการมีผลิตภัณฑ์ที่เตรียมขึ้นโดยมีสมุนไพรเป็นส่วนประกอบออกมาจำหน่าย เป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านที่ใช้เป็นยารักษาโรคมีการศึกษาวิจัยสมุนไพรที่สามารถนำมาบำบัดโรคมากขึ้น เหตุผลสำคัญเนื่องจากสมุนไพรก่อให้เกิดพิษและอาการข้างเคียงน้อยกว่าสารสังเคราะห์และการใช้ยาพวกสารสังเคราะห์เกิดผลเสียในแง่การดื้อยามากขึ้น นอกจากนี้ประเทศไทยยังเป็นแหล่งของสมุนไพรที่น่าสนใจจำนวนมาก (วันดี, 2536)

แม้คนเราจะรู้จักนำสมุนไพรมาใช้กันอย่างกว้างขวางเป็นเวลานานแล้วแต่ยังขาดข้อมูลที่ เป็นรายละเอียดอีกมากมาย ดังนั้นเมื่อวิทยาการทางวิทยาศาสตร์และทางการแพทย์เจริญมากขึ้น ความสนใจเกี่ยวกับสมุนไพรก็มีมากขึ้นเนื่องจากคนเริ่มตระหนักถึงอันตรายจากผลข้างเคียงของยาแผนปัจจุบันและสารสังเคราะห์ต่างๆ จึงได้มีการศึกษาวิจัยฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา ตลอดจนสกัดสารสำคัญที่มีในสมุนไพรมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตยาในปัจจุบัน เพื่อใช้ในการบำบัดรักษาโรคต่างๆ รวมทั้งยังใช้เป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติเพื่อป้องกันกำจัดศัตรูพืชทางการเกษตรด้วย ซึ่งสารสกัดจากพืชสมุนไพรมีข้อดีหลายประการ ได้แก่ มีพิษต่อคนและสัตว์เลี้ยวเล็กน้อยมาก ไม่เป็นสารสะสมในร่างกายของสิ่งมีชีวิตและสลายตัวได้ง่ายในสิ่งแวดล้อม (พร, 2535) แต่ถ้านำพืชสมุนไพรมาใช้โดยขาดการควบคุมดูแลที่ดี อาจเกิดภาวะเสี่ยงต่อการสูญเสียพันธุ์ของพืชสมุนไพรได้ (กฤษณา, 2529 และ พรณิภา, 2535) ดังนั้นจึงควรใช้พืชสมุนไพรในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่า

เป้าหมายสูงสุดของการพัฒนาสมุนไพรคือการผลิตพืชในกลุ่มนี้แบบครบวงจรและคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ ซึ่งจะทำได้ต่อเมื่อสมุนไพรได้รับการคัดเลือกอย่างถูกต้อง ผ่านการวิจัยศึกษาทดสอบโดยการให้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมในสาขาวิชาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องอย่างต่อเนื่องทุกขั้นตอน (วันชัย, 2535)

งานวิจัยที่เสนอในครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายที่จะศึกษาสมุนไพรที่หาง่ายในท้องถิ่นที่มีฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุการเกิดฝีหนอง ซึ่งก่อให้เกิดโทษและผลข้างเคียงน้อยกว่าสารสังเคราะห์ ซึ่งเป็นการส่งเสริมการใช้และการผลิตผลิตภัณฑ์สมุนไพรไทยที่มีในท้องถิ่น อีกทั้งยังเน้นการทดแทนการใช้สารสังเคราะห์ที่ยังไม่สามารถผลิตได้ในประเทศไทย อันจะเป็นการช่วยลด

ผลการค้าอีกทางหนึ่ง ทั้งนี้เพื่อช่วยเป็นแนวทางในการผลิตสารสกัดจากพืชสมุนไพรขึ้นทดแทนยารักษาโรคและสารเคมีทางการเกษตร รวมทั้งเป็นข้อมูลในการวิจัยขั้นสูงต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ศึกษาความสามารถของสารสกัดขมิ้นชันในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus aureus*

ขอบเขตของการศึกษาการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการนำพืชสมุนไพรขมิ้นชันมาสกัดสารที่มีฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุผิวหนัง คือ *Staphylococcus aureus* เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ / เป้าหมายเมื่อจบโครงการ

ได้ทราบประสิทธิภาพของสารสกัดสมุนไพรขมิ้นชันต่อการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus aureus* เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวิจัยขั้นสูงต่อไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสมุนไพร (สุรัตน์วดี และคณะ, 2542)

สมุนไพร คำว่า สมุนไพร ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 หมายถึง พืชที่ใช้ทำเป็นเครื่องยา สมุนไพรกำเนิดมาจากธรรมชาติและมีความหมายต่อชีวิตมนุษย์โดยเฉพาะในทางสุขภาพ อันหมายถึงทั้งการส่งเสริมสุขภาพและการรักษาโรค ความหมายของยาสมุนไพรในพระราชบัญญัติยา พ.ศ. 2510 ได้ระบุว่า ยาสมุนไพร หมายความว่า ยาที่ได้จากพฤกษชาติสัตว์หรือแร่ธาตุ ซึ่งมีได้ผสมปรุงหรือแปรสภาพ เช่น พืชก็ยังเป็นส่วนของราก ลำต้น ใบ ดอก ผล ฯลฯ ซึ่งมีได้ผ่านขั้นตอนการแปรรูปใด ๆ แต่ในทางการค้า สมุนไพรมักจะถูกดัดแปลงในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ถูกหั่นให้เป็นชิ้นเล็กกลบ บดเป็นผงละเอียด หรืออัดเป็นแท่งแต่ในความรู้สึกรู้สึกของคนทั่วไปเมื่อกล่าวถึงสมุนไพร มักนึกถึงเฉพาะต้นไม้ที่นำมาใช้เป็นยาเท่านั้น

สมุนไพร หมายถึง พืชที่มีสรรพคุณในการรักษาโรค หรืออาการเจ็บป่วยต่าง ๆ การใช้สมุนไพรสำหรับรักษาโรค หรืออาการเจ็บป่วยต่างๆ นี้ จะต้องนำเอาสมุนไพรตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปมาผสมรวมกันซึ่งจะเรียกว่า "ยา" ในตำรับยา นอกจากพืชสมุนไพรแล้วยังอาจประกอบด้วยสัตว์และแร่ธาตุอีกด้วย เราเรียกพืช สัตว์ หรือแร่ธาตุที่เป็นส่วนประกอบของยานี้ว่า "เภสัชวัตถุ" พืชสมุนไพรบางชนิด เช่น เร่ว กระวาน กานพลู และจันทน์เทศ เป็นต้น เป็นพืชที่มีกลิ่นหอมและมีรสเผ็ดร้อน ใช้เป็นยาสำหรับขับลม แก้ท้องอืด ท้องเฟ้อ พืชเหล่านี้ถ้านำมาปรุงเป็นอาหารเราจะเรียกว่า "เครื่องเทศ" ในพระราชบัญญัติยาฉบับที่ 3 ปีพุทธศักราช 2522 ได้แบ่งยาที่ได้จากเภสัชวัตถุนี้ไว้เป็น 2 ประเภทคือ

1. ยาแผนโบราณ หมายถึง ยาที่ใช้ในการประกอบโรคศิลปะแผนโบราณหรือในการบำบัดโรคของสัตว์ ซึ่งมีปรากฏอยู่ในตำรายาแผนโบราณที่รัฐมนตรีประกาศ หรือยาที่รัฐมนตรีประกาศให้เป็นยาแผนโบราณ หรือได้รับอนุญาตให้ขึ้นทะเบียนตำรับยาเป็นยาแผนโบราณ

2. ยาสมุนไพร หมายถึง ยาที่ได้จากพืช สัตว์ แร่ธาตุที่ยังไม่ได้ผสมปรุงหรือแปรสภาพ สมุนไพรนอกจากจะใช้เป็นยาแล้ว ยังใช้ประโยชน์เป็นอาหาร ใช้เตรียมเป็นเครื่องดื่ม ใช้เป็นอาหารเสริมเป็นส่วนประกอบในเครื่องสำอาง ใช้แต่งกลิ่น แต่งสีอาหารและยา ตลอดจนใช้เป็นยาฆ่าแมลงอีกด้วย ในทางตรงกันข้าม มีสมุนไพรจำนวนไม่น้อยที่มีพิษ ถ้าใช้ไม่ถูกวิธีหรือใช้เกินขนาดจะมีพิษถึงตายได้ ดังนั้นการใช้สมุนไพรจึงควรใช้ด้วยความระมัดระวังและใช้อย่างถูกต้อง ปัจจุบันมีการตื่นตัวในการนำสมุนไพรมาพัฒนาประเทศมากขึ้น สมุนไพรเป็นส่วนหนึ่งในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ กระทรวงสาธารณสุขได้ดำเนินโครงการ สมุนไพรกับสาธารณสุขมูลฐาน โดยเน้นการนำสมุนไพรมาใช้บำบัดรักษาโรคใน สถานบริการสาธารณสุขของรัฐมากขึ้น และ

ส่งเสริมให้ปลูกสมุนไพรเพื่อใช้ภายในหมู่บ้านเป็นการสนับสนุนให้มีการใช้สมุนไพรมากยิ่งขึ้น อันเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยประเทศชาติประหยัดเงินตราในการสั่งซื้อยาสำเร็จรูปจากต่างประเทศได้ปีละเป็นจำนวนมาก

ลักษณะของพืชสมุนไพร พืชสมุนไพรโดยทั่วไปนั้น แบ่งออกเป็น 5 ส่วนสำคัญด้วยกัน คือ ราก ลำต้น ใบ ดอก และผล พืชสมุนไพรเหล่านี้มีลักษณะลำต้น ยอด ใบ ดอก ที่แตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ แต่ส่วนต่างๆ ก็ทำหน้าที่เช่นเดียวกัน เช่นรากก็ทำหน้าที่ดูดอาหารมาเลี้ยงลำต้นกิ่งก้านต่างๆและใบกับส่วนต่าง ๆ นั้นเองใบก็ทำหน้าที่ปรุงอาหารดูดออกซิเจนคายคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ดอก ผล เมล็ด ก็ทำหน้าที่สืบพันธุ์กันไป เพื่อให้พืชพันธุ์นี้แพร่กระจายออกไปเรื่อย ๆ ไม่มีที่สิ้นสุด

ส่วนต่างๆของพืชที่ใช้เป็นพืชสมุนไพร

1. ราก รากของพืชมีมากมายหลายชนิด สามารถนำมาใช้เป็นยาสมุนไพรได้เป็นอย่างดี เช่น กระชาย ขมิ้นชัน จิง ข่า เร่ว ขมิ้น อ้อย เป็นต้น รูปร่างและลักษณะของราก แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1.1 รากแก้ว ต้นพืชมากมายหลายชนิดมีรากแก้วอยู่ นับว่าเป็นรากที่สำคัญมาก ได้แก่ ต้นขี้เหล็ก ต้นคูณ เป็นต้น ลำต้นส่วนปลายรูปร่างยาวใหญ่ เป็นรูปกรวย ด้านข้างของรากแก้วจะแตกแยกออกเป็นรากเล็กรากน้อย และรากฝอยออกมาเป็นจำนวนมาก เพื่อทำการดูดซึมอาหารในดินไปบำรุงเลี้ยงส่วนต่างๆ ของพืช

1.2 รากฝอย รากฝอยเป็นส่วนที่ออกมาจากลำต้นของพืชที่ส่วนปลายงอกออกมาเป็นรากฝอยจำนวนมาก ลักษณะรากจะกลมยาว มีขนาดเท่าๆ กัน ต้นพืชที่มีใบเลี้ยงเดี่ยวจะมีรากฝอย เช่น หญ้าคา ตะไคร้ เป็นต้น

2. ลำต้น นับว่าเป็นโครงสร้างที่สำคัญของต้นพืชทั้งฝ่ายที่มีอยู่สามารถค้ำยันเอาไว้ได้ไม่ให้โค่นล้มลงโดยปกติแล้วลำต้นจะอยู่ บนดินแต่บางส่วนจะอยู่ใต้ดินพอสมควร รูปร่างของลำต้นนั้น แบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนด้วยกัน คือ ตา ข้อ ปล้อง บริเวณเหล่านี้จะมีกิ่งก้าน ใบดอกเกิดขึ้นอีกด้วยซึ่งจะทำให้พืช มีลักษณะที่แตกต่างกันออกไปชนิดของลำต้นพืชแบ่งตามลักษณะภายนอกของลำต้นได้เป็นประเภทไม้ยืนต้น ประเภทไม้พุ่ม ประเภทหญ้า และประเภทไม้เลื้อย

3. ใบ ใบเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของต้นพืชทั่วไป มีหน้าที่ทำการสังเคราะห์แสง ผลิตอาหารและ เป็นส่วนที่แลกเปลี่ยนน้ำ และอากาศให้ต้นพืชใบเกิดจากการงอกของกิ่งและตาใบไม้ โดยทั่วไปจะมีสีเขียว (สีเขียวเกิดจากสารที่มีชื่อว่า "คลอโรฟิลล์" อยู่ในใบของพืช) ใบของพืชหลายชนิดใช้เป็นยาสมุนไพรได้ดีมาก รูปร่างและลักษณะของใบนั้น ใบที่สมบูรณ์มีส่วนประกอบรวม 3 ส่วนด้วยกัน คือด้าใบ ก้านใบ และหูใบ

ชนิดของใบ แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. ชนิดใบเลี้ยงเดี่ยว หมายถึงก้านใบอันหนึ่ง มีเพียงใบเดียว เช่น กานพลู ขลุ่ย ขจร กล้วย
2. ชนิดใบประกอบ หมายถึงตั้งแต่ 2 ใบขึ้นไปที่เกิดขึ้นในก้านใบอันเดียว มีมะขามแขก แคน บาน จีเหล็ก มะขาม เป็นต้น

4. ดอก ส่วนของดอกเป็นส่วนที่สำคัญของพืชที่ขึ้นเป็นการแพร่พันธุ์ของพืช เป็นลักษณะเด่นพิเศษของต้นไม้แต่ละชนิด ส่วนประกอบของดอกมีความแตกต่างกันตามชนิดของพันธุ์ไม้ และลักษณะที่แตกต่างกันนี้เป็นข้อมูลสำคัญในการจัดจำแนกประเภทของต้นไม้ ดอกจะต้องมีส่วนประกอบที่สำคัญ 5 ส่วนคือ ก้านดอก กลีบรองดอก กลีบดอก เกสรตัวผู้ และเกสรตัวเมีย

5. ผล ผลคือส่วนหนึ่งของพืชที่เกิดจากการผสมเกสรตัวผู้กับเกสรตัวเมียในดอกเดียวกันหรือคนละดอกก็ได้ ลักษณะรูปร่างที่แตกต่างกันออกไปตามประเภทและสายพันธุ์ โดยรูปร่างลักษณะของผลมีหลายอย่าง แตกต่างกันไปตามชนิดของต้นไม้ที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถแบ่งรูปร่างลักษณะของผลตามลักษณะของการเกิดได้ 3 แบบ คือ ผลเดี่ยว ผลกลุ่ม และผลรวม โดยผลเดี่ยว หมายถึงผลที่เกิดจากรังไข่อันเดียวกัน ผลกลุ่ม หมายถึง ผลที่เกิดจากปลายข้อของรังไข่ในดอกเดียวกัน เช่น น้อยหน่า และผลรวม หมายถึงผลที่เกิดมาจากดอกหลายดอก เช่น สับปะรด นอกจากนี้ยังมีการแบ่งผลออกเป็น 3 ลักษณะคือ ผลเนื้อ ผลแห้งชนิดแตก และผลแห้งชนิดไม่แตก

ส่วนประกอบทางเคมีในพืชสมุนไพร

สารประกอบทางเคมีในพืชสมุนไพรจำแนกได้เป็น 2 พวกใหญ่ ๆ ได้แก่

1. สารประกอบจากการสังเคราะห์เบื้องต้นของพืช หรือบางทีเรียกว่าสารประกอบในชั้นทุติยภูมิ เป็นผลผลิตที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสง เช่น คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน น้ำตาล และเม็คดี เป็นต้น สารประกอบเหล่านี้พบในพืชชั้นสูงเกือบทุกชนิด
2. สารประกอบจากการสังเคราะห์ขั้นที่สองของพืช หรือบางทีเรียกว่าสารประกอบในชั้นตติยภูมิ เป็นผลผลิตที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์เบื้องต้นของพืชมาสังเคราะห์ต่อ โดยกระบวนการชีวสังเคราะห์ที่มีเอนไซม์เข้าร่วมสารประกอบเหล่านี้ ได้แก่ อัลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ กลัยโคไซด์ และน้ำมันหอมระเหย เป็นต้น

สารประกอบทางเคมีในพืชสมุนไพรมีมากมาย จะยกตัวอย่างที่สำคัญโดยแบ่งเป็นกลุ่ม ๆ ต่อไปนี้

1. คาร์โบไฮเดรต เป็นสารอินทรีย์ที่ประกอบด้วย คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน พบมากทั้งในพืชและในสัตว์ สารที่เป็นคาร์โบไฮเดรต เช่น แป้ง น้ำตาล ไขมัน น้ำผึ้ง เป็นต้น
1. กัม เป็นของเหนียวที่พบในพืชเมื่อเรากัดหรือทำให้เป็นแผล
2. มิวสิเลส เป็นสารที่ลักษณะเป็นเมือก มีในพืชบางชนิด เช่น กระเจี๊ยบ ใช้ทาผิวหนังจะทำให้ผิวอ่อนนุ่ม

3. น้ำยาง พืชบางชนิดจะให้ยางขาวเหมือนน้ำมัน เรียกว่า ลาเทกซ์ ในน้ำยางประกอบด้วย แป้ง กัม เรซิน และสารอื่นๆ

4. ไขมัน เป็นกลุ่มที่ไม่ละลายน้ำแต่ละลายได้ในตัวทำละลายอินทรีย์ และเมื่อทำปฏิกิริยากับด่างจะกลายเป็นสบู่

5. น้ำมันหอมระเหย (Volatile Oil หรือ Essential Oil) เป็นสารพบได้มากในพืชเขตร้อน ซึ่งมีลักษณะเป็นน้ำมันที่มีกลิ่นและรสเฉพาะตัว ระเหยได้ง่ายและเบากว่าน้ำ สามารถสกัดออกมาได้โดยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ หรือวิธีการบีบ ใช้ประโยชน์เป็นตัวแต่งกลิ่นในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางและสมุนไพร โดยใช้เป็นขับลม ยาฆ่าเชื้อโรค

6. เรซินและบาลซัม (Resins and Balsams) เรซินเป็นสารอินทรีย์หรือสารผสมประเภทโพลีเมอร์มีรูปร่างไม่แน่นอน ซึ่งส่วนใหญ่จะเปราะบางแตกง่ายบางชนิดจะนิ่มไม่ละลายน้ำ แต่จะละลายได้ในตัวทำละลายอินทรีย์ เมื่อนำไปเผาไฟจะหลอมเหลว ได้สารละลายใสข้น บาลซัมเป็นสารผสมของเรซินที่ประกอบด้วยกรดซินนามิกหรือเบนโวลิก หรือเอสเทอร์ของกรดทั้งสองชนิดนี้ เช่น กายาน

7. โปรตีนและกรดอะมิโน โปรตีนเป็นสารอินทรีย์ที่เกิดจากการที่กรดอะมิโนหลายโมเลกุลมาจับกันเป็นโมเลกุลใหญ่ มีประโยชน์ในการบำรุงร่างกาย ซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอหรือทรุดโทรม แต่โปรตีนบางชนิดมีพิษต่อร่างกาย เช่น โปรตีนจากเมล็ดกะหล่ำ และเมล็ดมะกั่วดำหนู

8. เอนไซม์ เป็นโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ระหว่าง 13,000 – 840,000 หน่วย ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาต่าง ๆ ในพืช

9. กรด เป็นสารที่มีรสเปรี้ยว กรดที่พบในพืชจะเป็นกรดอินทรีย์ (organic acids) เช่น วิตามินซี กรดซิตริก เป็นต้น

10. แอลกอฮอล์ เป็นสารอินทรีย์ที่มีไฮโดรเจนเป็นส่วนประกอบอยู่ในโมเลกุล พบในพืชชั้นสูง มีสูตรโครงสร้างที่ซับซ้อนและแตกต่างกันมากมาย

11. สเตียรอยด์ เป็นสารประกอบที่ละลายได้ดีในไขมันหรือตัวทำละลายที่ละลายได้ เป็นสารละลายที่มีสูตรโครงสร้างคล้ายฮอร์โมนและยาต้านการอักเสบ

12. กลัยโคไซด์ (Glycosides) เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เกิดจาก agycone (หรือ genin) จับกับส่วนที่เป็นน้ำตาล (glycone part) ละลายน้ำได้ดี โครงสร้างของ agycone มีความแตกต่างกัน หลายแบบ ทำให้ประเภทและสรรพคุณทางเภสัชวิทยาของกลัยโคไซด์มีหลายชนิด ใช้เป็นยาที่มีประโยชน์ และสารพิษ ที่มีโทษต่อร่างกาย กลัยโคไซด์ จำแนกตามสูตร โครงสร้าง ของ agycone ได้หลายประเภท คือ

คาร์ดิเอ็ก กลัยโคไซด์ (Cardiac Glycosides) มีฤทธิ์ ต่อระบบกล้ามเนื้อหัวใจ และระบบ การไหลเวียน ของโลหิต เช่น ใบยี่โถ เป็นต้น

แอนทราควิโนน กลัยโคไซด์ (Antraquinone Glycosides) มีฤทธิ์เป็นยาระบาย ยามาเชื้อ และสีย้อมผ้าเช่นใบมะขามแขก ใบขี้เหล็ก ใบชุมเห็ดเทศ ใบว่านหางจระเข้

ซาโปนิน กลัยโคไซด์ (Saponin Glycosides) เป็นกลุ่มสาร ที่มีคุณสมบัติ เกิดฟองเมื่อเขย่ากับน้ำ เช่น ลูกประคำดีควาย เป็นต้น

ไซยาโนเจนนิติกกลัยโคไซด์ (Cyanogenetic Glycosides) มีส่วนของ Agycone เช่น Cyanogenetic Nitrate สารกลุ่มนี้ เมื่อถูกย่อยจะได้สารจำพวกไซนาไนด์ เช่นรากมันสำปะหลัง ผัก สะตอผักหนานผักเสี้ยนผี กระเบา น้ำ เป็นต้น

ไอโซไทโอไซยาเนทกลัยโคไซด์ (Isothiocyanate Glycosides) มีส่วนของ agkycone เป็นสารจำพวก Isothiocyanate

ฟลาโวนอล กลัยโคไซด์ (Favonol glycosides) เป็นสารสีที่พบในหลายส่วนของพืช ส่วนใหญ่สีออกไปทางสีแดง เหลือง ม่วงน้ำเงิน เช่น ดอกอัญชัน เป็นต้น

13. แอลคาลอยด์ (Alkaloids) เป็นสารอินทรีย์ ที่มีไนโตรเจน เป็นส่วนประกอบ (Organic Nitrogen Compound) มักพบในพืชชั้นสูง มีสูตรโครงสร้างซับซ้อน และแตกต่างกัน มากมาย ปัจจุบันพบแอลคาลอยด์ มากกว่า 5,000 ชนิด คุณสมบัติของแอลคาลอยด์ คือส่วนใหญ่ มีรสขม ไม่ละลายน้ำ ละลายได้ ในสารละลายอินทรีย์ (Organic Solvent) มีฤทธิ์เป็นด่าง แอลคาลอยด์ มีประโยชน์ ในการรักษาโรค อย่างกว้างขวาง เช่น ใช้เป็นยาระงับปวด ยาชาเฉพาะที่ ยาแก้ไอ ยาแก้หอบหืด ยารักษาแผล ในกระเพาะ และลำไส้ ยาลดความดัน ยาควบคุม การเต้นของหัวใจ เป็นต้นพืชสมุนไพรที่มีแอลคาลอยด์ เป็นส่วนมากคือหมากตำโพงชิงโคนาแดงขิงระย้อม ยาสูบ กลอย ผื่น แสงใจ เป็นต้น

14. แทนนิน (Tannins) เป็นสารที่พบได้ในพืชหลายชนิด มีโมเลกุลใหญ่ และโครงสร้างซับซ้อน มีสถานะเป็นกรดอ่อน รสฝาด แทนนินใช้เป็นยาฝาดสมานยาแก้ท้องเสีย ช่วยรักษาแผลไฟไหม้ และใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมฟอกหนังกรณีที่รับประทานแทนนินเป็นประจำ อาจทำให้เกิดมะเร็งได้ สมุนไพรที่มีแทนนิน คือ เปลือกทับทิม เปลือกอบเชย ใบฝรั่งใบ/เปลือกสีเสียด ใบชา เป็นต้น นอกจากสารดังกล่าว ในพืชสมุนไพรยังมีสารประกอบอีกหลายชนิด เช่น ไขมันสเตียรอยด์ (steroid) เป็นต้น สารเหล่านี้บางชนิดมีสรรพคุณทางยาเช่นกัน

15. คูมาริน สารในกลุ่มนี้บางชนิดมีกลิ่นหอม ใช้เป็นสารแต่งกลิ่นหอมในเครื่องสำอาง บางชนิดใช้เพื่อป้องกันการแข็งตัวของเลือด และใช้เป็นส่วนผสมในครีมป้องกันการแพ้แสงแดดหรือผสมแป้งฝุ่นทาตัว

การตรวจสอบพืชสมุนไพร Identification of Herbs)

วิธีการตรวจสอบทางเคมีที่รวดเร็วมีเพียงไม่กี่วิธีเท่านั้น ในการตรวจเอกลักษณ์ของพืชสมุนไพร พืชส่วนใหญ่จะมีสารเคมีมากกว่าหนึ่งตัว แต่บ่อยครั้งที่สารเคมีเหล่านี้ก็พบในพืชสมุนไพรชนิดอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกัน ตัวอย่างเช่น โสมหรือ ginseng มีซาโปนิน ชื่อ ginsenosides ซึ่งเดิมคิดว่าพบเฉพาะในโสม(ที่ขึ้นในอเมริกาหรือในเอเชีย) เท่านั้น แต่เมื่อสิบกว่าปีนี้พบในพืชที่ชื่อ *Gynostemma pentaphyllum* ไทยเรียกขาสตุล หรือชาปญจันท์ ที่อยู่ในวงศ์พวกน้ำเต้า ดังนั้นการ วิเคราะห์ทางเคมี เป็นเพียงวิธีหนึ่ง ในการตรวจสอบพืชสมุนไพร ทั้ง ๆ ที่มีวิธีหรือเทคนิคการวิเคราะห์ทางเคมีที่ทันสมัย แต่การตรวจวิเคราะห์พืชก็ยังขึ้นกับเทคนิคแบบเก่า ซึ่งรวมถึง การชิม ดม ดู ด้วย ประสาทสัมผัสทั้ง 5 เรียกว่า Organoleptic การตรวจดูลักษณะพืชภายนอก (Macroscopic) และการตรวจดูลักษณะพืชภายใน ด้วยกล้องจุลทรรศน์ (Microscopic) รวมทั้งมีขนาดของยาที่เหมาะสม ตัวอย่าง ผู้แทนจำหน่ายโสมสามารถบอกคุณภาพของโสม ว่ามี ginsenosides มากหรือน้อย โดยดูจากลักษณะภายนอก สี การดม กลิ่น การชิมรส และอื่น ๆ เมื่อเปรียบเทียบกับนักวิเคราะห์ทางเคมี ซึ่งต้องใช้เวลาเป็นชั่วโมงจึงจะบอก แต่เพียงปริมาณ ginsenosides ได้ การวิจัยการใช้สมุนไพรของคนโบราณ (Ethnobotanical research) ในถิ่นกำเนิดต่าง ๆ ของพืช พืชที่ใช้อ้างอิงจะถูกเก็บในพิพิธภัณฑ์พืช แต่มีการจดบันทึกเป็นข้อมูลเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ดังนั้นสิ่งที่ควรกระทำคือต้องจัดตั้งห้องสมุดโดยเก็บหลักฐานบันทึกข้อมูลของพืชโดยละเอียด

ปัจจุบันนี้มีการตรวจสอบเบื้องต้นของสมุนไพรที่ซื้อขายในท้องตลาดโดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ส่วนการตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ หรือทางเคมี จะทำโดยบริษัทบางแห่งที่ตรวจทางประสาทสัมผัสทั้ง 5 ไม่ได้เท่านั้น การตรวจสอบด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 ต้องอาศัยประสบการณ์และต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญที่ได้คลุกคลีกับพืชสมุนไพรนั้นเป็นเวลานาน จึงจะสามารถตรวจสอบได้ แต่ว่าบุคคลที่มีความสามารถพิเศษนี้มีจำนวนน้อย หากแต่บริษัท ไหมนิกเภสัชเวท (Pharmacognocist) หรือนักพฤกษศาสตร์ก็จะสามารถแบ่งแยกพืชที่แท้จริงออกจากสิ่งปลอมปนด้วยกล้องจุลทรรศน์ได้ ก่อนจะนำพืชไปเข้าขบวนการสกัด การวิเคราะห์ทางเคมีเป็นวิธีการที่ดีในการตรวจวิเคราะห์พืช โดยเฉพาะตัวอย่างพืชที่ได้รับเป็นรูปของผง อย่างไรก็ตาม จะตรวจได้แต่กลุ่มสารเคมีในพืชเท่านั้น ไม่ใช่ตัวของพืชเอง การตรวจทางเคมีอาจตรวจพบสารเคมีเพียงหนึ่งตัวหรือบางตัวเท่านั้น ในพืชจะมีสารเคมีมากมายหลายตัว จึงไม่สามารถบอกว่าพืชนั้นบริสุทธิ์หรือมีสิ่งแปลกปลอมหรือไม่ บอกได้แต่เปอร์เซ็นต์หรือสารเคมีบางกลุ่มเท่านั้น สมุนไพรที่ขายในตลาดมีหลายรูปแบบ เช่น ทั้งต้น ส่วนที่ตัดสับเป็นชิ้น บดเป็นผงละเอียด เป็นต้น การบอกคุณภาพของพืชสมุนไพรเหล่านี้ต้องอาศัยประสบการณ์ของตัวบุคคลตัวอย่าง เช่น ผู้เขียนมีประสบการณ์มากกว่า 15 ปีขึ้นไปในตลาดพืชสมุนไพรได้ประมาณการว่า มากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ของพืชสมุนไพรที่มีชื่อผิด และอย่างน้อยอีก 20 เปอร์เซ็นต์จะพบพืชสมุนไพรหรือสารสกัดที่ไม่ใช่ตัวที่ระบุปลอมปนอยู่

การสกัด (Extraction) วิธีการสกัดพืชสมุนไพร มี 3 วิธี ขึ้นกับว่าจะสกัดไปใช้ทำอะไร

วิธีที่ 1 สกัดเพื่อให้พืชสมุนไพรเป็นแหล่งของวัตถุดิบทั้งหมด พืชสมุนไพรที่ถูกสกัดอย่างถูกต้องวิธีจะปลอดภัยและมีประโยชน์ มีการทดสอบประสิทธิภาพและความปลอดภัยมาเป็นเวลานานแล้ว และบันทึกเป็นตำรา ถึงแม้ว่าในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่ทันสมัยทำให้พบสารสำคัญของพืชสมุนไพรในพืช และมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา สารประกอบนี้อาจเป็นตัวแทนในสารหลาย ๆ ตัวที่มีฤทธิ์ ซึ่งยังไม่ได้มีการตรวจวิเคราะห์ การใช้สารประกอบตัวเดียวเป็นตัวแทนของสารทั้งหมดในพืชตัวนั้น อาจทำให้หลงลืมสารอื่น ๆ และทำให้คุณค่าที่แท้จริงของพืชผิดไป และสูญเสียสมรรถนะของฤทธิ์บวก (Positive) และฤทธิ์ลบ (Negative) ในพืชสมุนไพร ด้วยเหตุผลเหล่านี้ ทำให้แนวทางการใช้ พืชทั้งหมด (Whole) ที่ประกอบด้วยสารเคมีหลาย ๆ ตัว ไม่มีการแยกสารบางส่วนเพื่อผลหรือฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาบางอย่าง ผลิตภัณฑ์พืชสมุนไพรที่ใช้ ทั้งหมด ของพืชหรือ สารสกัดรวม มักก่อให้เกิดฤทธิ์หรือการนำไปใช้ประโยชน์ได้สูงสุด โดยที่สารสกัดเหล่านี้ควรผลิตหรือสกัดขึ้นตามวิธีการแบบเก่า

วิธีที่ 2 สกัดให้พืชสมุนไพรเป็นกลุ่มของสารเคมีโดยเฉพาะเจาะจง เป็นกลุ่มอาหารเสริม (Nutriceuticals, Phytonutrients) ซึ่งมีฤทธิ์ต่อร่างกาย (Biological activity) พืชกลุ่มนี้อาจเป็นพืชที่มีประวัติการใช้มายาวนานหรืออาจเป็นพืชธรรมชาติซึ่งมีประวัติเล็กน้อยหรือไม่เคยใช้ทางยาหรืออาหารมาก่อน หลักเกณฑ์ที่สำคัญคือพืชจะต้องมีสารที่มีฤทธิ์ต่อร่างกาย บริษัทจะผลิตพืชสมุนไพรตัวใดก็ต่อเมื่อมีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์มารองรับถึงกลุ่มสารเคมีที่ต้องการในพืชนั้น อย่างไรก็ตาม สารเคมีเหล่านี้บางตัวคนก็ไม่เคยใช้มาก่อน หรือยังไม่ได้พิสูจน์ฤทธิ์ที่แท้จริงต่อการใช้เป็นเวลานาน ถึงแม้ว่าพืชมีประวัติการใช้มานานแต่การสกัดสารเคมีที่เฉพาะเจาะจงก็ไม่ใช่ตัวแทนของพืชทั้งหมดในธรรมชาติหรือคุณสมบัติเฉพาะที่นำมาใช้โบราณ และไม่นำมาพิจารณาเป็นตัวแทนของพืช ตัวอย่างที่ยกมาให้เห็นคือ ใบแปะก๊วย หรือ *Ginkgo biloba leaf* ถึงแม้ว่าสารสกัดมาตรฐาน (Standardized extract) ปัจจุบันได้ใช้อย่างกว้างขวางทั้งในและนอกสหรัฐอเมริกา เพื่อรักษาระบบหมุนเวียนโลหิตบกพร่อง มีการศึกษาทางเภสัชวิทยาถึงส่วนประกอบสารเคมี ใบของมันไม่เคยถูกใช้ในยาแผนโบราณมาก่อน ไม่ว่าจะเป็นอาหารหรือรักษาโรคอื่นใด แม้จะมีการตีพิมพ์ของชาวอังกฤษถึงการใช้ในฤทธิ์เหล่านี้ก็ตาม ข้อสรุปคือสารสกัดที่มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาจะถูกผลิตโดยมีการควบคุมคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของสารเหล่านี้

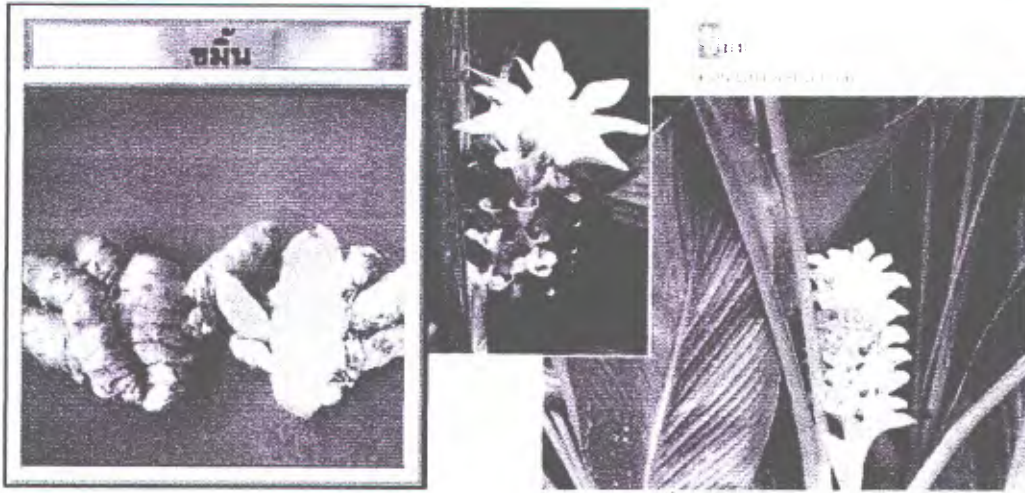
วิธีที่ 3 สกัดให้พืชสมุนไพรเป็นวัตถุดิบของยาแผนปัจจุบัน พืชทุกตัวเป็นแหล่งของสารเคมีซึ่งเป็นตัวยาที่สำคัญในใบสั่งแพทย์ ข้อมูลการใช้แต่โบราณหรือประวัติของประสิทธิภาพและความปลอดภัยตลอดจนถึงประโยชน์ของมัน เป็นสิ่งชักจูงให้บริษัทผู้ผลิตยาสนใจการวิจัยพืชสมุนไพรมาก และริเริ่มการสกัดเป็นสารเคมีขึ้น การสกัดมุ่งเน้นสารเคมีที่ต้องการ ไม่ต้องการคุณลักษณะของพืชตัวยาที่ได้มีความสัมพันธ์กับพืชตัวตั้งต้นน้อยมากหรือเกือบไม่มีเลย

อย่างไรก็ตาม เพื่อให้บริษัทฯ บรรลุวัตถุประสงค์ โดยใช้ยาน้อยที่สุดนั้น บริษัทฯ ที่เกี่ยวข้องควรศึกษาลักษณะของพืช โดยเฉพาะสมุนไพรจีน ถึงความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติของสมุนไพรตามแผนโบราณกับฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา ผู้ชำนาญด้านสารเคมีหรือเภสัชวิทยาเพียงด้านเดียว อาจเสียเวลาในการทดลองซึ่งจะได้ผลผิด ๆ ถูก ๆ ทางที่ดีควรศึกษาทฤษฎีหรือความเชื่อแต่โบราณ แต่ต้องทำความเข้าใจในคำศัพท์เฉพาะเหล่านั้น ความแตกต่างระหว่างความเชื่อ 2 อัน คือ อันแรก ผลิตภัณฑ์จะขายโดยไม่มีใบสั่งแพทย์ มักไม่ระบุสรรพคุณที่เจาะจงโดยเฉพาะ ส่วนอันที่สอง คือ มีใบสั่งแพทย์และมีตัวยาเดี่ยวซึ่งมักอยู่ในขั้นตอนการวิจัยและพัฒนาโดยไม่คำนึงถึงความเชื่อใด ๆ ผู้ผลิตจะต้องรู้จักลักษณะของพืชสมุนไพร รู้ส่วนประกอบของสารเคมีเพื่อให้ได้สารสกัดที่ถูกต้องสำหรับพืชส่วนใหญ่ของทางตะวันตก การสกัดมักใช้แอลกอฮอล์ หรือแอลกอฮอล์ผสมน้ำ (Aqueous alcohol) ที่อุณหภูมิห้อง ขณะที่พืชของทางตะวันออกมักใช้การสกัดด้วยความร้อน เช่น การต้มกับน้ำ เป็นวิธีพิเศษ โดยเฉพาะที่ใช้กับพืชที่มีตัวยารุนแรง การเคี้ยวกรุ่น ๆ หรือตุ๋น เป็นเวลานาน ๆ นี้จะให้สารประกอบตัวใหม่

สำหรับสารสกัดในระดับอุตสาหกรรมเพื่อรักษาคุณภาพของสมุนไพร พืชจะถูกสกัดจนหมดด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสม พืชบางชนิดที่มีส่วนประกอบที่มีกลิ่นหอม ตัวอย่างเช่น mint, angelica, thyme และ sage โดยปกติจะถูกสกัดที่อุณหภูมิต่ำ และใช้เวลาสั้น ๆ ในขณะที่ส่วนใหญ่ของพืชสมุนไพรจีน โดยเฉพาะยารุนแรง มักถูกสกัดที่อุณหภูมิสูง และใช้ระยะเวลาสั้น เพื่อเร่งให้ยาถูกสกัดมากขึ้น ตัวอย่างเช่น การต้ม ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้มาแต่โบราณ จะได้สารสกัดที่เป็น ส่วนทั้งหมด ซึ่งมีตัวยาสำคัญทั้งหมดและเป็นตัวแทนที่ดีของพืชทั้งต้นบวกกับสารประกอบตัวใหม่ซึ่งอาจเกิดขึ้นระหว่างการสกัดนี้ วิธีการสกัดซึ่งต่างไปจากวิธีเดิมแต่โบราณ อาจทำให้ขาดสารสำคัญบางตัว ซึ่งมีคุณภาพหรือฤทธิ์ต่างไปจากพืชตั้งต้นหรือสารสกัดแบบเก่า ในการสกัดเพื่อต้องการเลือกกลุ่มสารเคมีโดยเฉพาะเจาะจง คนทำต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของสารประกอบเหล่านั้นและใช้ตัวทำละลายและอุณหภูมิที่เหมาะสม และควรพิจารณาถึงความเหมาะสมของตัวทำละลายบางตัวที่ติดไฟง่ายและทำลายสิ่งแวดล้อม ดังนั้น น้ำ, ethanol, methanol และส่วนผสมของน้ำกับ alcohol ที่สัดส่วนต่าง ๆ กัน ก็เพียงพอที่จะสกัดสารและสารเคมีที่เฉพาะเจาะจงหลายตัว อย่างไรก็ตาม ผู้สกัดจะต้องจำใส่ใจไว้ว่าสารที่ถูกสกัดไม่จำเป็นจะต้องเป็นสารสำคัญกลุ่มใหญ่ และกากที่เหลือก็เป็นแหล่งของสารเคมีอีกหลายกลุ่มการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์สารสกัดสมุนไพร

มีการใช้สารสกัดพืชสมุนไพรในอุตสาหกรรมอาหารเสริม ยา อาหาร เครื่องสำอางและอื่น ๆ อีกมากมักผลิตในรูปของทิงเจอร์ สารสกัดของแข็ง และสารสกัดรูปผงแห้ง คุณภาพของมันมักแสดงในรูปความแรง(strength) หรือปริมาณสารมาตรฐาน (standardized) ที่เป็นสารเคมีหรือกลุ่มของสารเคมี

สมุนไพรที่ใช้ในงานวิจัย



ภาพที่ 1 ขมิ้น

ข้อมูลทางพฤกษศาสตร์

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Curcuma longa* Linn., *Curcuma domestica* Valetton.

ชื่อวงศ์ Zingiberaceae

ชื่ออังกฤษ Turmeric

ชื่อท้องถิ่น ขมิ้นแกง, ขมิ้นชัน, ขมิ้นหยอก, ขมิ้นหัว, ขี้มัน, ตายอ, สะขอ, หมั่น

หลักฐานทางวิทยาศาสตร์

1.ฤทธิ์ด้านการเกิดแผลและสมานแผลในกระเพาะอาหาร ขมิ้นมีฤทธิ์สมานแผลในกระเพาะอาหาร โดยเร่งการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อที่เป็นแผล ทำให้แผลหายเร็วขึ้น α -turmerone จากน้ำมันหอมระเหยของขมิ้นเป็นสารออกฤทธิ์ป้องกันและรักษาแผลในกระเพาะอาหาร ขมิ้นสามารถต้านการเกิดแผลในกระเพาะอาหาร โดยกระตุ้นการหลั่ง mucin มาเคลือบกระเพาะอาหาร และสาร curcumin ขนาด 50 มก./กก. ก็ให้ผลเช่นเดียวกัน และ ขมิ้นยังยับยั้งการหลั่งน้ำย่อยต่าง ๆ ได้อีกด้วย นอกจากนี้ยังมีการทดลองทางคลินิก ที่ใช้ขมิ้นในการรักษาผู้ป่วยที่มีอาการปวดท้องด้วยอาการโรคแผลในกระเพาะอาหาร โดยเปรียบเทียบกับการใช้ยาไตรซิลิเกต (trisilicate) ซึ่งเป็นยาลดกรดขององค์การเภสัชกรรม หลังการทดลองได้ผลดังนี้ คือ อาการดีขึ้นมากหลังรักษาด้วยขมิ้นชันครบ 12 สัปดาห์ จำนวน 15 ราย คิดเป็นร้อยละ 60 หายเป็นปกติ 1 ราย คิดเป็นร้อยละ 5.8 อาการดีขึ้นมากหลังรักษาด้วยยาไตรซิลิเกต 5 ราย คิดเป็นร้อยละ 50 และหายเป็นปกติ 4 ราย คิดเป็นร้อยละ 40

ต่อมาได้มีการทดลองในผู้ป่วย 10 คน เป็นชาย 8 คนและหญิง 2 คน อายุระหว่าง 16-60 ปี เป็นแผลในกระเพาะอาหารและลำไส้ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของแผล 0.5-1.5 ซม. ซึ่งมีอาการปวดท้องและอาการอื่น ๆ ที่บ่งถึงภาวะแผลเปื่อยในกระเพาะอาหารและ/หรือลำไส้เล็ก ทำการทดสอบโดยให้รับประทานขมิ้นแคปซูลขนาด 250 มก. ครั้งละ 2 แคปซูล วันละ 4 ครั้ง คือรับประทานก่อนอาหารครึ่งชั่วโมง 3 มื้อ และรับประทานก่อนนอน เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ การตรวจสอบโดยการส่องกล้อง ทำในสัปดาห์ที่ 0, 4, 8 และ 12 สัปดาห์ หลังจากรักษา มีผู้ป่วยแผลหาย 7 ราย (70%) โดยแผลหายภายใน 4 สัปดาห์ 5 ราย (50%) แผลหายภายใน 8 สัปดาห์ 1 ราย (10%) และแผลหายภายใน 12 สัปดาห์ 1 ราย (10%)

การทดลองทางคลินิก โดยให้ผู้ป่วยโรคกระเพาะชนิด gastric ulcer (GU) จำนวน 5 ราย และ duodenal ulcer (DU) จำนวน 20 ราย ได้รับยาแคปซูลขมิ้นขนาด 300 มก. ครั้งละ 2 แคปซูล วันละ 5 ครั้ง คือรับประทานก่อนอาหาร 0.5-1 ชั่วโมง 3 มื้อ รับประทานเวลา 16.00 น. และรับประทานก่อนนอน เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าผู้ป่วย 12 ราย (DU 9 ราย และ GU 3 ราย) จาก 25 ราย คิดเป็นร้อยละ 48 แผลหายภายใน 4 สัปดาห์ ผู้ป่วย 18 ราย (DU 13 ราย และ GU 5 ราย) จาก 25 ราย คิดเป็นร้อยละ 72 แผลหายภายใน 8 สัปดาห์ ผู้ป่วย 19 ราย (DU 14 ราย และ GU 5 ราย) จาก 25 ราย คิดเป็นร้อยละ 76 แผลหายภายใน 12 สัปดาห์ และผู้ป่วยที่แผลหายแล้ว จะไม่กลับมาเป็นแผลอีก

น้ำคั้นจากเหง้าสด ผงขมิ้น ส่วนที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์ที่ละลายในเฮกเซน และส่วนที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์ที่ไม่ละลายในเฮกเซน เมื่อป้อนให้หนูขาวที่ทำให้เกิดแผลในกระเพาะอาหาร 3 วิธี ได้แก่ การทำให้เครียดด้วยความเย็น ให้กรดเกลือและให้แอสไพริน พบว่ายาเตรียมและส่วนสกัดต่างๆ ยกเว้นส่วนที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์ที่ไม่ละลายในเฮกเซน สามารถป้องกันการเกิดแผลในกระเพาะอาหารได้

การทดสอบโดยป้อนน้ำมันขมิ้นในขนาด 0.075, 0.15 และ 0.3 ก./กก. แก่หนูขาวก่อนถูกกระตุ้นให้เกิดแผลในกระเพาะอาหารด้วย 0.6 N hydrochloric acid และ indomethacin 50 มก./กก. เป็นเวลา 30 นาที พบว่าน้ำมันขมิ้นช่วยทำให้ pH ในกระเพาะอาหารเพิ่มขึ้น ลดการทำงานของเปปซินและเพิ่มการหลั่งสารเมือกของกระเพาะอาหาร ซึ่งฤทธิ์ดังกล่าว จะเพิ่มขึ้นตามขนาดของน้ำมันที่ให้ และพบว่าที่ขนาด 0.3 ก./กก. ยังช่วยป้องกันการเกิดแผลในกระเพาะอาหารจาก hydrochloric acid และ indomethacin ได้ 97.4 และ 100%

ขมิ้นสามารถยับยั้งการเกิดแผล และช่วยไม่ให้แผลในกระเพาะอาหารเกิดเพิ่มขึ้น ซึ่งทดลองโดยให้สารสกัดแอลกอฮอล์ของขมิ้นในขนาด 500 มก./กก. กรอกเข้าทางปากแก่หนูขาว พบว่าสามารถป้องกันการเกิดแผลที่มีสาเหตุมาจาก pyloric ligation, ความเครียดโดยใช้ความเย็น, indomethacin, reserpine, cysteamine, 80% เมทานอล, 0.6 M hydrochloride, 0.2 M Sodium hydroxide และ 95% Sodium chloride

การทดสอบป้อนผงขมิ้นขนาด 0.5 ก./กก. แก่หนูขาวเพศผู้ ก่อนชักนำให้เกิดแผลในกระเพาะอาหารเป็นเวลา 3 วัน ด้วย indomethacin ขนาด 12 มก./กก., ภาวะเครียดจากความเย็น และการจำกัดการเคลื่อนไหว พบว่าผงขมิ้นที่ขนาดดังกล่าว มีฤทธิ์ช่วยป้องกันและเสริมการสมานแผลในกระเพาะอาหาร แต่มีแนวโน้มในการทำให้เกิดแผลรุนแรงมากกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งได้รับ indomethacin แต่ไม่ได้รับขมิ้น เมื่อให้สาร phenyl-1-hydroxy-N-pentane ซึ่งเป็นสารอนุพันธ์ที่สังเคราะห์มาจากสารประกอบในขมิ้น เข้าทางลำไส้เล็กส่วน duodenum ของสุนัข จะมีฤทธิ์เพิ่มการหลั่ง secretin และ bicarbonate จากตับอ่อน โดยการออกฤทธิ์จะเพิ่มขึ้นตามขนาดของสารที่ได้รับ และการทดลองในอาสาสมัคร 6 คน ที่ได้รับ 2% phenyl-1-hydroxy-N-pentane ขนาด 30 มล./30 นาที โดยการฉีดเข้าที่ลำไส้เล็กส่วนบนของ jejunum ก็พบว่าความเข้มข้นของ secretin และ bicarbonate ในเลือดเพิ่มขึ้น

2. ฤทธิ์ลดการอักเสบ มีผลทดลองพบว่าส่วนผงแห้ง น้ำคั้น สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์ สารสกัดแอลกอฮอล์ และสารสกัดน้ำของขมิ้น มีฤทธิ์ลดการอักเสบ และสารสำคัญในการออกฤทธิ์ลดการอักเสบ คือ สาร curcumin และอนุพันธ์ของสารดังกล่าว และเมื่อเปรียบเทียบกับ phenylbutazone พบว่ามีฤทธิ์ใกล้เคียงกันในกรณีของการอักเสบแบบเฉียบพลัน ส่วนกรณีของการอักเสบแบบเรื้อรังจะมีฤทธิ์เพียงครึ่งเดียวเท่านั้น โดยทำการทดลองฉีดสารสกัดขมิ้นขนาด 160 มก./กก. เข้าทางกระเพาะอาหารของหนูขาว พบว่ามีฤทธิ์ยับยั้งการอักเสบคิดเป็น 29.5% และสาร curcumin เป็นสารออกฤทธิ์ นอกจากนี้ สารดังกล่าวยังทำให้เกิดแผลในกระเพาะอาหารได้น้อยกว่า phenylbutazone การทดสอบฤทธิ์ของ curcumin และอนุพันธ์ที่สกัดจากขมิ้น พบว่า desoxycurcumin ออกฤทธิ์ด้านการอักเสบได้ดีที่สุด อนุพันธ์ต่างๆ ที่ได้จากการสังเคราะห์ curcumin คือ sodium curcumin และ tetrahydrocurcumin เมื่อนำมาทดสอบฤทธิ์ด้านการอักเสบ พบว่าออกฤทธิ์ได้ดีกว่า curcumin สาร curcumin จะมีฤทธิ์ลดการอักเสบ เป็นสัดส่วนกับขนาดที่ใช้ จนถึงขนาด 30 มก./กก. เมื่อให้สูงกว่านี้ฤทธิ์จะลดลง ต่อมา มีรายงานว่าสาร curcumin สามารถออกฤทธิ์ยับยั้งการสังเคราะห์ leukotrine B₄ ซึ่งทำให้เกิดการอักเสบได้

น้ำมันหอมระเหยในเหง้าขมิ้นมีฤทธิ์ลดการอักเสบ โดยมีฤทธิ์ต้าน histamin ในระยะแรกของการอักเสบ โดยผ่านกระบวนการยับยั้ง trypsin หรือ hyaluronidase น้ำมันจากใบขมิ้นที่ได้จากการสกัดด้วยไอน้ำ มีฤทธิ์ด้านการอักเสบในหนูขาวที่ถูกชักนำให้อู้งเท้าบวมด้วย carrageenin และ cotton pellet โดยน้ำมันหอมระเหยขนาด 1.6 มล./กก. มีฤทธิ์ด้านการอักเสบได้เทียบเท่ากับ phenylbutazone ขนาด 100 มก./กก.

น้ำคั้นจากขมิ้นมีฤทธิ์ด้านการอักเสบเมื่อทดสอบกับหนูขาวที่ถูกชักนำให้เกิดการอักเสบที่อู้งเท้าด้วยสาร carragenan พบว่าน้ำคั้นขมิ้นขนาดต่ำสุดที่สามารถแสดงฤทธิ์ด้านอักเสบได้มีขนาดเทียบเท่าเหง้าขมิ้นสด 0.5 ก./กก. เมื่อให้ทางช่องท้อง และขนาด 20 ก./กก. เมื่อให้ทางปาก ส่วนผงขมิ้นขนาดต่ำสุดที่แสดงฤทธิ์เมื่อให้ทางปากคือ 2 ก./กก หรือเทียบเท่าขมิ้นสด 14.8 ก./กก. สารสกัด 95% เอทานอล และส่วนสกัดที่ละลายในเฮกเซน แสดงฤทธิ์ด้านการอักเสบเมื่อให้เข้าทางช่อง

ท้องและทางปาก ขนาดต่ำสุดที่แสดงฤทธิ์ด้านการอักเสบได้มีขนาดเทียบเท่าผงขมิ้นชัน 1.1 และ 0.8 ก./กก. ตามลำดับ เมื่อให้ทางช่องท้อง และ 2.2 และ 3.3 ก./กก. ตามลำดับเมื่อให้ทางปาก สารสกัดน้ำจากขมิ้นมีฤทธิ์ด้านการอักเสบที่เกิดจากการเหนี่ยวนำด้วยเชื้อที่ทำให้เกิดสิว (*Propionibacterium acnes*) ซึ่งพบว่าสารสกัดจากขมิ้นมีฤทธิ์ยับยั้งการเกิด oxidative burst จากการเหนี่ยวนำด้วยเชื้อได้ 40.3% นอกจากนี้ สารสกัดน้ำจากขมิ้นยังสามารถยับยั้งการสร้าง interleukin-8 และ tumor necrosis factor- α จาก polymorphonuclear leukocytes ของมนุษย์ได้ 29.8 และ 57.6% ตามลำดับ เมื่อใช้สารสกัดในขนาด 50 มก./มล. ยับยั้งได้ 18.1 และ 43.5% ตามลำดับ เมื่อใช้สารสกัดในขนาด 5 มก./มล.

สารสกัดเมทานอลของขมิ้น มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ cyclooxygenase-II (COX-II) และ nitric oxide synthase (iNOS) ได้ 74.0 และ 88.4% ตามลำดับ เมื่อทดสอบที่ขนาด 10 มก./มล.

สาร curcumin จากขมิ้นมีฤทธิ์ด้านการอักเสบ ด้วยการยับยั้งการออกฤทธิ์ของเอนไซม์ 5-lipoxygenase เมื่อทดสอบกับ neutrophils ของหนูขาว และยังยับยั้งการออกฤทธิ์ของเอนไซม์ 12-lipoxygenase และ cyclooxygenase ในเกล็ดเลือดของมนุษย์ ซึ่งเอนไซม์เหล่านี้จะทำงานเมื่อเกิดการอักเสบ สารสกัดจากเหง้าขมิ้นแห้งแสดงฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ cyclooxygenase และ prostaglandin synthetase ซึ่งพบว่าสารที่ออกฤทธิ์คือ 1,7-bis(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1,6-heptadiene-3,5-dione (curcumin) และ p-hydroxycinnamoylferuloylmethane-1,6-heptadiene-3,5-dione โดยนำสารที่ได้นี้ไปทดสอบกับเลือดม้า เปรียบเทียบกับ flunixin meglumine ซึ่งเป็นสารในกลุ่ม non-steroidal anti-inflammatory (NSAID) สาร curcumin, monodemethoxycurcumin และ bisdemethoxycurcumin จากขมิ้นในขนาด 125 มก./มล. มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ cyclooxygenase-I (COX-I) 32, 38.5 และ 39.2% ตามลำดับ และที่ขนาดเดียวกัน ยังมีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ cyclooxygenase-II (COX-II) 89.7, 82.5 และ 58.9% ตามลำดับ สารสกัดหยาบของขมิ้นซึ่งมีปริมาณของ curcumin (i), demethoxycurcumin (ii) และ bis-demethoxycurcumin (iii) 21.4, 7.2 และ 5.1% โดยน้ำหนัก ตามลำดับ มีค่า IC_{50} ต่อการสร้าง PGE_2 0.13 มก./มล. น้ำมันจากขมิ้นซึ่งมี (i), (ii) และ (iii) 25.7, 8.7 และ 6.2% โดยน้ำหนัก ตามลำดับ มีค่า IC_{50} ต่อการสร้าง PGE_2 0.48 มก./มล. curcuminoids ซึ่งมี (i), (ii) และ (iii) 74.2, 14.9 และ 4.5% โดยน้ำหนัก ตามลำดับ มีค่า IC_{50} ต่อการสร้าง PGE_2 2.66 มก./มล. แต่การใช้สารสกัดขมิ้นซึ่งมีสารต่างๆ และน้ำมันขมิ้น จะให้ฤทธิ์ด้านการอักเสบที่ดีกว่าการใช้เพียงสารใดสารหนึ่ง โดยกลไกการออกฤทธิ์จะเกี่ยวข้องกับการยับยั้งการสร้าง prostaglandin E_2 (PGE_2) และยับยั้งการออกฤทธิ์ของเอนไซม์ COX-II สาร curcumin จากขมิ้นมีฤทธิ์ยับยั้งการสร้าง macrophage inflammatory protein-2 (MIP-2) ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการรักษาการอักเสบ สาร cinnamyl tiglate จากน้ำมันหอมระเหยของขมิ้นมีฤทธิ์ด้านการอักเสบเมื่อทดสอบกับหนูขาวที่ถูกชักนำให้เกิดการอักเสบด้วย carrageenin พบว่าการป้อนหนูด้วย cinnamyl tiglate ในขนาด 4.4% ค่อน้ำหนักตัว 1 กก. สามารถลดการอักเสบและฤทธิ์จะมากขึ้นเมื่อป้อนในขนาด 17.6% ค่อน้ำหนักตัว 1 กก. สารจากขมิ้น 6 ชนิดคือ 1,5-bis(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-(1E,4E)-1,4-pentadien-3-one, 1-

(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-5-(4-hydroxyphenyl)-(1E,4E)-1,4-pentadien-3-one, curcumin, demethoxycurcumin, bisdemethoxycurcumin และ 5'-methoxycurcumin มีฤทธิ์ด้านการอักเสบ เมื่อทดสอบกับใบหูของหนูถีบจักรที่ถูกชักนำให้เกิดการอักเสบด้วย 12-O-tetradecanoylphorbol-13-acetate ในขนาด 0.6 ไมโครโมลาร์ โดยที่ bisdemethoxycurcumin มีฤทธิ์ดีที่สุด

JCICM-6 เป็นตำรับยาที่ประกอบด้วยสารสกัดจากพืชหลายชนิดรวมทั้งขมิ้น ซึ่งสกัดด้วยวิธี supercritical CO₂ จากการทดลองพบว่าการป้อนหนูขาวด้วย JCICM-6 ขนาด 0.438 – 1.75 ก./กก. สามารถลดการบวมที่อุ้งเท้าหนูที่ถูกชักนำด้วย carragenan และสารก่อการอักเสบอื่นๆ เช่น histamine, serotonin, bradykinin และ prostaglandin E₂ (PGE₂) ได้ และลดการบวมที่ใบหูของหนูถีบจักรที่ถูกชักนำด้วย arachidonic acid หรือ 12-O-tetradecanoyl phorbol 13-acetate (TPA) ได้นอกจากนี้ยังยืดเวลาของปฏิกิริยาตอบสนองต่อการกระตุ้นด้วยความร้อนในหนูขาว และลดจำนวนของ writhing episodes ของหนูถีบจักรที่ถูกชักนำด้วยการฉีด 0.8% w/v acetic acid in 0.9% w/v NaCl ขนาด 0.2 มล. เข้าที่ช่องท้องหนู ซึ่งแสดงให้เห็นว่า JCICM-6 มีฤทธิ์ด้านการอักเสบและบรรเทาปวดผลิตภัณฑ์ครีมขมิ้นชัน ซึ่งมีสารสำคัญคือ curcumin, desmethoxycurcumin, bisdesmethoxycurcumin และ aromatic turmerone เท่ากับ 0.78, 0.19 0.16 และ 0.87%w/v ตามลำดับ มีฤทธิ์ด้านการอักเสบที่เกิดจาก bradykinin ยาเตรียมจากขมิ้นมีฤทธิ์ด้านการอักเสบเมื่อทำการทดสอบในหนูขาวและหนูถีบจักรที่ถูกชักนำให้เกิดการอักเสบที่อุ้งเท้าด้วย carrageenan จากการทดลองพบว่ายาเตรียมในรูปแบบ aqueous paste 1%w/w W/O (water in oil) cream และ 1% w/w O/W (water in oil) cream มีความสามารถยับยั้งอาการบวมที่อุ้งเท้าหนูขาวได้ 30.23, 36.84 และ 55.55% ตามลำดับ และยาเตรียมในรูปแบบ O/W cream ที่ความเข้มข้น 1%w/w และ 1.5w/w มีความสามารถยับยั้งอาการบวมที่อุ้งเท้าหนูถีบจักรได้ 65.52 และ 95.52% ตามลำดับ

การศึกษาทางคลินิกแบบ randomized, double-blind, placebo controlled, cross-over study ในผู้ป่วยกระดูกข้ออักเสบเรื้อรังจำนวน 42 คน โดยใช้ยาสมุนไพรที่มีส่วนประกอบของเหง้าขมิ้น 50 มก./แคปซูล 650 มก. พบว่าการได้รับยาสมุนไพรดังกล่าวสามารถลดความเจ็บปวดที่รุนแรงได้

3. ฤทธิ์ด้านการแพ้สาร curcumin และสารสกัดเอทิลอะซิเตทที่ประกอบด้วย furulic acid, monodemethoxycurcumin, bisdemethoxycurcumin, caffeic acid, *p*-coumaric acid และ trans-cinnamic acid มีฤทธิ์ด้านการแพ้ ซึ่งกลไกการออกฤทธิ์คือยับยั้งการหลั่งสาร histamine ของร่างกายเมื่อเกิดปฏิกิริยาการแพ้ สารสกัดเบนซีน บิวทานอล น้ำเฮกเซน และ เอทิลอะซิเตทจากเหง้าขมิ้น เมื่อทดลองในหนูขาวและหนูถีบจักร โดยให้ด้วยวิธีกรอกเข้าทางปากในขนาด 300 มก./กก. มีฤทธิ์ด้านการแพ้ โดยสารสกัดเอทิลอะซิเตทมีฤทธิ์แรงที่สุด แต่กลไกการออกฤทธิ์ไม่ได้เกิดจากการยับยั้งการหลั่งสาร histamine ของร่างกาย และการศึกษาฤทธิ์ด้าน histamine ของน้ำมันหอมระเหย สารสกัดน้ำ เบนซีน บิวทานอล และเอทิลอะซิเตท จากขมิ้น ที่ความเข้มข้น 50 มก./มล. ในหลอดทดลองพบว่า สารดังกล่าว มีฤทธิ์ยับยั้งการหลั่ง histamine จาก mast cell ของหนูขาว

Curcumin tetrahydrocurcumin, curcumin-related compounds และสารในกลุ่ม curcuminoids มีฤทธิ์ยับยั้งการหลั่ง histamine ในเซลล์ basophilic leukemia (RBL-2H3) ของหนูขาว และ mast cell ของหนูขาว ที่ถูกชักนำด้วย concanavalin A (con A), calcium ionophore A23187 และ phosphatidylserine โดยพบว่า curcumin และ tetrahydrocurcumin มีฤทธิ์แรง ค่าความเข้มข้นที่ยับยั้งได้ 50% (IC_{50}) คือ 65.1 และ 79.8 ไมโครโมลาร์ ตามลำดับ ซึ่งในการทดลองมีการสนับสนุนว่าสารในกลุ่ม curcumin จะมีผลกับกระบวนการ degranulation หลังจาก calcium ion เข้าสู่ mast cell และมีผลยับยั้งการหลั่ง histamine

สารสกัดเอทิลอะซีเตทและบิวทานอลของขมิ้นมีฤทธิ์ขัดขวางการจับกับ H_2 -histamine receptor ของ dimaprit ซึ่งเป็น H_2 -histamine receptor agonist การกระตุ้น receptor นี้ จะก่อให้เกิดการสร้าง cyclic AMP (cAMP) ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดแผลในกระเพาะอาหาร เมื่อทำการทดลองในเซลล์ U937 และ HL-60 promyelocytes พบฤทธิ์ขัดขวางการจับกับ H_2 -histamine receptor สูงสุดในสารสกัดเอทิลอะซีเตท นอกจากนี้ สารสกัดเอทานอลของขมิ้นยังยับยั้งการเข้าจับของ $[H^3]$ -tiotidine ที่ membrane receptor ของเซลล์ HL-60 ซึ่ง $[H^3]$ -tiotidine เป็นตัวกระตุ้นการสร้าง cAMP เช่นกัน

4. ฤทธิ์ลดการบีบตัวของลำไส้ การทดลองในสุนัขพบว่า สาร curcumin มีฤทธิ์ลดการบีบตัวของลำไส้สุนัข สาร sodium curcuminat สามารถยับยั้งการบีบตัวของลำไส้หนูขาวในหลอดทดลองที่เหนี่ยวนำด้วย nicotine, acetylcholine, 5-hydroxy-tryptamine, histamine และ barium chloride นอกจากนี้ sodium curcuminat ยังลดจังหวะการบีบรัดตัวของลำไส้ของกระต่าย โดยไปลดระยะห่างของจังหวะการบีบรัดตัวของลำไส้ และขมิ้นมีฤทธิ์ลดการบีบตัวของลำไส้เล็กของหนูขาวได้ ซึ่งกลไกการออกฤทธิ์ จะเกี่ยวข้องกับฤทธิ์ต้าน calcium (calcium antagonism) นอกจากนี้การออกฤทธิ์คลายกล้ามเนื้อเรียบของขมิ้น ยังออกฤทธิ์ผ่านการต้านฤทธิ์ของ acetylcholine, barium chloride และ serotonin และพบว่าขมิ้นสามารถลดการหดตัวของกล้ามเนื้อเรียบของมดลูก จึงช่วยบรรเทาอาการปวดเกร็ง ของบริเวณดังกล่าว การทดลองทางคลินิกในคนไข้ 440 คน อายุเฉลี่ย 48.5 ปี โดยการให้รับประทานขมิ้นวันละ 162 มก. พบว่า มีฤทธิ์ลดการบีบตัวของลำไส้ และยังช่วยในการขับลมและแก้อาเจียนด้วย

5. ฤทธิ์ลดอาการแน่นจุกเสียด มีการทดลองในผู้ป่วยโรคท้องอืดท้องเฟ้อในโรงพยาบาล 6 แห่ง จำนวน 160 คน โดยรับประทานครั้งละ 2 แคปซูลวันละ 4 ครั้ง พบว่าได้ผลดีกว่ายาขับลมและผู้ป่วยพอใจ ซึ่งน้ำมันหอมระเหยของขมิ้นเป็นสารออกฤทธิ์ในการขับลม

6. ฤทธิ์ขับน้ำดี ขมิ้นมีฤทธิ์ขับน้ำดีและมีสารสำคัญในการออกฤทธิ์เช่น curcumin, p-tolyl-methylcarbinol ซึ่งสามารถเพิ่มการขับและกระตุ้นการสร้างน้ำดี นอกจากนี้ หากนำ p-tolyl-methylcarbinol มาสังเคราะห์ร่วมกับ camphoric acid และ diethanolamine จะได้สาร synthobilin ซึ่งมีฤทธิ์ขับน้ำดีได้เพิ่มขึ้น สาร bisdesmethoxycurcumin และ curcumin เมื่อนำมาทดสอบโดยการฉีด

เข้าสู่เส้นเลือดดำของหนูขาวในขนาด 25 มก./กก. พบว่าสามารถเพิ่มการขับน้ำดีได้ 120% และ 80% ตามลำดับ และเมื่อทดสอบกับหนูขาวที่ถูกชักนำให้การขับน้ำดีลดลงด้วยการฉีด cyclosporin ขนาด 30 มก./กก. เข้าสู่เส้นเลือด พบว่า bisdesmethoxycurcumin และ curcumin ช่วยเพิ่มการขับน้ำดีได้ 125% และ 100% ตามลำดับ จากค่าเริ่มต้น สาร sodium curcuminat เมื่อฉีดเข้าหลอดเลือดในขนาด 25 มก./กก. มีฤทธิ์เพิ่มน้ำดีเกือบ 100% โดยไม่มีผลต่อความดันโลหิตและการหายใจ เมื่อฉีดสาร sodium curcuminat เข้าหลอดเลือดดำในขนาด 5, 10, 25 มก./กก. พบว่าเพิ่มปริมาณน้ำดี เพิ่มการขับ bile salt, bilirubin และ cholesterol แต่กรดไขมันไม่เปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ cineole ที่พบในน้ำมันหอมระเหยของขมิ้น ยังมีฤทธิ์กระตุ้นการขับน้ำดีด้วย จึงทำให้การย่อยดีขึ้นเป็นผลให้อาการจุกเสียดบรรเทาลง อย่างไรก็ตาม บางรายงานพบว่าการป้อนหนูขาวด้วย curcumin ขนาด 100 มก./กก. ร่วมกับการฉีด cyclosporin ขนาด 10 มก./กก. เข้าทางช่องท้อง เป็นเวลา 2 สัปดาห์ กลับทำให้การขับน้ำดีลดลง

7. ฤทธิ์รักษาอาการท้องเสีย ตามตำรายาพื้นบ้านของไทย มีการใช้ขมิ้นรักษาอาการท้องเสีย โดยนำผงขมิ้นชันผสมน้ำผึ้งปั้นเป็นยาลูกกลอนรับประทานหลังอาหารและก่อนนอน ครั้งละ 3-5 เม็ด วันละ 3 เวลา และในประเทศอินโดนีเซียก็มีการใช้ขมิ้นในการรักษาอาการอุจจาระร่วงเช่นกัน และขมิ้นชันขนาด 1000 มก./ครั้ง/วัน มีผลให้อาการท้องร่วงในลูกสุกรระยะคุนนมแม่หายไป

8. ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย ขมิ้นยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดหนอง ยับยั้งการเกิดกรดเนื่องจากเชื้อ *Lactobacillus acidophilus* และ *L. plantarum* และยับยั้งการเกิดก๊าซเนื่องจากเชื้อ *Escherichia coli* สารสำคัญในการออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียคือ น้ำมันหอมระเหย และ curcumin มีการทดลองพบว่าสารสกัดแอลกอฮอล์และน้ำมันหอมระเหยของขมิ้นมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococci* และน้ำมันจากขมิ้นที่สกัดด้วยเฮกเซน มีฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* สาร curcumin มีฤทธิ์ต้านเชื้อ *Staphylococcus spp.* และ *Streptococcus spp.* แต่ไม่มีฤทธิ์ต้านเชื้อ *Proteus spp.* และ *Klebsiella spp.* ในงานเพาะเชื้อ ที่ความเข้มข้น 1 ไมโครโมล มีฤทธิ์ต้าน *S. aureus* ในงานเพาะเชื้อ สารสกัดแอลกอฮอล์และน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *Streptococci* และ *Staphylococcus* โดยเหนี่ยวนำการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเชืดังกล่าว สารสกัดขมิ้น และน้ำมันหอมระเหยมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของอาการแน่นจุกเสียดและท้องเสีย สารสกัดเอทานอลจากเหง้าขมิ้นมีฤทธิ์ต้านเชื้อ *Staphylococcus albus*, *E. coli* และ *Pseudomonas pyocyanea* และมีฤทธิ์ต้านเชื้อ *Bacillus subtilis* และ *S. aureus* ที่ค่า MIC 16 และ 128 มก./มล. ตามลำดับ

สารในกลุ่ม monoterpene และ sesquiterpene ในน้ำมันหอมระเหยจากใบ และ sesquiterpene ketone ในน้ำมันหอมระเหยจากเหง้า สามารถยับยั้งเชื้อ *E. coli* MTCC 433 ได้ที่ความเข้มข้น 15.62 และ 125 มก./มล. ตามลำดับ สาร sesquiterpene ที่แยกได้จากขมิ้นแสดงฤทธิ์ฆ่าเชื้อ *Porphyromonas gingivalis* ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคเหงือกอักเสบ โดยมีค่า MIC 1.6 มก./มล.

น้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้น 1 โมลาร์ มีฤทธิ์ต้านเชื้อ *E. coli*, *Salmonella paratyphi*, *Salmonella typhosa* และ *S. aureus* ที่ความเข้มข้น 31.25 มก./มล. มีฤทธิ์ต้านเชื้อ *Shigella flexneri* และ *Shigella sonnei* ที่ความเข้มข้น 62.5 มก./มล. มีฤทธิ์ต้านเชื้อ *Shigella boydii* และที่ความเข้มข้น 7.81 มก./มล. มีฤทธิ์ต้านเชื้อ *E. coli* และ *Shigella dysenteriae* เมื่อทดสอบฤทธิ์ดังกล่าวในงานเพาะเชื้อ น้ำมันหอมระเหยของขมิ้นมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย ที่ค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งเชื้อ (MIC) เท่ากับ 125 มก./มล. เมื่อทดสอบฤทธิ์ดังกล่าวในงานเพาะเชื้อ น้ำมันขมิ้นสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *S. aureus* ที่ค่า MIC 0.25 มก./มล. น้ำมันขมิ้นซึ่งมีส่วนประกอบของ 6-(*p*-tolyl)-2-methyl-2-heptenol 36.74% มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดสิว 2 ชนิด คือ *S. aureus* และ *Propionibacterium acnes* โดยมีค่า MIC 23.0 และ 27.9 มก./มล. ตามลำดับ น้ำมันจากเหง้าขมิ้นซึ่งอุดมไปด้วย turmerone มีฤทธิ์ต้านเชื้อ *Bacillus subtilis*, *Corynebacterium diphtheriae* และ *S. aureus* น้ำมันจากใบขมิ้นมีฤทธิ์ต้านเชื้อ *E. coli* (NCTC 6571), *E. coli*, *S. aureus* (NCTC 10418), *S. aureus*, *Klebsiella aerogenes* และ *Pseudomonas aeruginosa* เมื่อใช้ปริมาณน้ำมันต่อตัวทำละลาย 1:8, 1:16 และ 1:32 โดยความสามารถในการออกฤทธิ์ขึ้นกับขนาดน้ำมันที่ใช้

สารสกัดน้ำของขมิ้น ที่ความเข้มข้น 0.3 มล. มีฤทธิ์ต้านเชื้อ *E. coli*, *Salmonella paratyphi*, *Salmonella typhi* และ *S. aureus* สารสกัดน้ำและสารสกัดเฮกเซนของขมิ้น ที่ความเข้มข้น 200 มก./มล. ไม่มีฤทธิ์ต้าน *E. coli*, *Salmonella typhimurium* และ *S. aureus* สารสกัดน้ำและสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์ของขมิ้น ที่ความเข้มข้น 250 มก./มล. มีฤทธิ์ต้านเชื้อ *E. coli* และสารสกัดคลอโรฟอร์มของขมิ้น ที่ความเข้มข้น 250 มก./มล. มีฤทธิ์ต้านเชื้อ *S. aureus* สารสกัดเอทานอลที่ความเข้มข้น 2.5 มก./แผ่น มีฤทธิ์ต้านเชื้อ *S. aureus* แต่ไม่มีฤทธิ์ต้านเชื้อ *E. coli* เมื่อทดสอบด้วยวิธี disc diffusion สารสกัดเอทานอลที่ความเข้มข้น 200 มก./มล. ไม่มีฤทธิ์ต้านเชื้อ *E. coli* สารสกัด 95% เอทานอลที่ความเข้มข้น 250 มก./มล. เมื่อทดสอบในงานเพาะเลี้ยงเชื้อ พบว่ามีฤทธิ์ต้านเชื้อ *S. aureus* แต่ที่ความเข้มข้น 10 มก./มล. ไม่มีฤทธิ์ต้านเชื้อดังกล่าว สารสกัดแอลกอฮอล์และน้ำมันหอมระเหยของขมิ้นมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococci* น้ำมันจากขมิ้นที่สกัดด้วยเฮกเซนมีฤทธิ์ต้านเชื้อ *S. aureus* และ *E. coli* สาร curcumin มีฤทธิ์ต้านเชื้อ *S. aureus* แต่ไม่มีฤทธิ์ต้านเชื้อ *Lactobacillus acidophilus* และ *Salmonella typhosa* ในหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อ สาร curcumin ความเข้มข้น 10 ไมโครโมล มีฤทธิ์ต้านเชื้อ *Salmonella typhimurium* และ *E. coli* ในงานเพาะเชื้อ สารสกัดแอลกอฮอล์ของขมิ้นชันสามารถยับยั้งเชื้อ *Streptococcus mutans* ที่เป็นสาเหตุของโรคฟันผุ เมื่อทดสอบด้วยวิธี agar diffusion พบ inhibition zone ขนาด 6.5 มม.

สารสกัด standardized ของขมิ้นซึ่งมี curcumin 72.29%, desmethoxycurcumin 23.50% และ bisdesmethoxycurcumin 3.63% มีฤทธิ์ต้านเชื้อก่อโรคในกุ้ง (*Vibrios*) ที่ค่า MIC₅₀ ที่ 256 มก./มล. และค่า MIC₉₀ ที่ 512 มก./มล. สาร α -turmerone, β -turmerone, α -turmerone และ α -curcumyl alc. จากขมิ้นมีฤทธิ์ต้านเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* สาร curcumin,

bisdesmethoxycurcumin และ desmethoxycurcumin มีฤทธิ์ยับยั้ง sortase A ซึ่งเป็น bacterial surface protein anchoring transpeptidase ของเชื้อ *S. aureus* และ curcumin ยังแสดงฤทธิ์ยับยั้งการเข้าจับกันของเชื้อมีชื่อว่า กับ fibronectin ด้วย

9. ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย เป็นที่ทราบกันแน่ชัดแล้วว่า เชื้อแบคทีเรีย *Helicobacter* เป็นต้นเหตุสำคัญของการเกิดแผลในกระเพาะอาหาร เนื่องจาก *Helicobacter* ทำให้เยื่อบุกระเพาะอาหารถูกย่อยทำลายโดยกรดและน้ำย่อยได้ง่ายขึ้น สารสกัดเมทานอลจากรากขมิ้นร่วมกับเหง้าขิง (1:1) มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Helicobacter pylori* ความเข้มข้นของสารต่ำสุดที่ออกฤทธิ์ในการยับยั้งได้ 50% (MIC_{50}) เท่ากับ 50 มก./มล. สารสกัดเมทานอลจากเหง้าขมิ้นแห้งและสารเคอร์คูมินจากขมิ้นสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *H. pylori* 19 สายพันธุ์ รวมทั้งสายพันธุ์ *cagA+* 5 สายพันธุ์ ค่า MIC อยู่ระหว่าง 6.25-50 มก./มล. Foryst-Ludwig และคณะ ศึกษาสารเคอร์คูมินจากขมิ้นความเข้มข้น 40 หรือ 80 ไมโครโมล ไม่มีผลยับยั้ง *H. pylori* เมื่อทดสอบโดยการนับจำนวน colony ของเชื้อแบคทีเรียที่ยังมีชีวิตอยู่ ไม่แตกต่างจาก colony ที่ไม่ได้รับสารเคอร์คูมิน การทดลองทางคลินิกในผู้ป่วยโรคกระเพาะที่ตรวจพบเชื้อ *H. pylori* เมื่อให้ผู้ป่วยรับประทานขมิ้นชันวันละ 2 ก. แบ่งวันละ 4 ครั้ง เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าขมิ้นไม่มีผลกับเชื้อมีชื่อว่า

10. ฤทธิ์ต้านเชื้อรา ขมิ้นสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตและฆ่าเชื้อราจำพวก dermatophytes, black mold, white mold และ yeast ได้หลายชนิด สารสกัดแอลกอฮอล์ สารสกัดด้วยคลอโรฟอร์ม และผงขมิ้น มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อราที่เป็นสาเหตุโรคผิวหนัง สารสกัดน้ำ (1:1 w/v) จากส่วนใบของขมิ้นมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Epidermophyton floccosum*, *Trichophyton mentagrophytes* และ *Microsporum gypseum* ได้ 28.57%, 25.60% และ 35.04% ตามลำดับ สารสกัดคลอโรฟอร์ม และ 95% เอทานอลของขมิ้น สามารถต้านเชื้อรา *M. gypseum*, *T. rubrum* และ *E. floccosum* และสารสกัด 95% เอทานอล ยังสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *Cryptococcus neoformans* ได้ สารสกัดเมทานอล สารสกัดไดคลอโรมีเทน และสารสกัดเฮกเซนจากขมิ้น มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *E. floccosum*, *M. gypseum*, *T. mentagrophytes* และ *T. rubrum* เมื่อทดสอบด้วยวิธี paper disc diffusion

น้ำมันหอมระเหยของขมิ้น มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา โดยเฉพาะเชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรคกลากเช่น *Microsporum*, *Trichophyton* และ *Epidermophyton* น้ำมันหอมระเหยความเข้มข้น 1% มีฤทธิ์ต้านเชื้อราทดลองในจานเพาะเชื้อ น้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นที่กลั่นใหม่ ๆ และน้ำมันหอมระเหยที่มีอายุ 18 เดือน มีฤทธิ์ต้านเชื้อ Dermatophyte โดยให้ค่า MIC เท่ากับ 7.8 และ 7.2 มก./มล. ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำมันหอมระเหยที่ 18 เดือน มีสารในกลุ่ม monoterpene น้อยกว่า น้ำมันหอมระเหยที่กลั่นใหม่ ๆ แต่มีสารในกลุ่ม sesquiterpene คงเดิม น้ำมันจากใบ น้ำมันที่ได้จากการสกัดด้วยไอน้ำเป็นเวลา 1 ชั่วโมง น้ำมันที่ได้จากการสกัดด้วยไอน้ำเป็นเวลา 2 ชั่วโมง และน้ำมันที่เกิดจากการผสมน้ำมันที่ได้จากการสกัดใบด้วยไอน้ำ 1 และ 2 ชั่วโมง อัตราส่วน 1:1 มีฤทธิ์ต้านเชื้อ

รา *C. neoformans*, *T. rubrum*, *Sporothrix schenckii* และ *M. gypseum* น้ำมันจากเหง้าขมิ้นซึ่งมีส่วนประกอบของ turmerone และ α -turmerol ที่ความเข้มข้น 1000 ppm มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Colletotrichum falcatum* และ *Fusarium moniliforme* ที่ความเข้มข้น 2000 ppm มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Curvularia pallescens*, *Aspergillus niger* และ *Fusarium oxysporum* น้ำมันขมิ้น และสารสกัดในกลุ่ม curcuminoids ที่ทำในรูปแบบ oil in water (O/W) turmeric cream มีค่า MIC ต่อเชื้อ dermatophyte และ yeast 16 + 10 และ >37.76 มก./ก. เมื่อทดสอบด้วยวิธี broth dilution น้ำมันขมิ้นมีฤทธิ์ต้านเชื้อรา *T. rubrum* และเมื่อทดสอบกับเชื้อรา *T. mentagrophytes*, *M. gypseum* พบค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งเชื้อได้ (MIC) คือ 6.56, 3.28 และ 3.28 มก./มล. ตามลำดับ เมื่อทดสอบด้วยวิธี agar well diffusion และค่า MIC ต่อเชื้อ *T. rubrum*, *T. mentagrophytes*, *E. floccosum* และ *M. gypseum* คือ 0.82, 0.41, 0.21 และ 0.41 มก./มล. ตามลำดับ เมื่อทดสอบด้วยวิธี agar dilution และสังเกตได้ว่า ในสถานะที่มีน้ำมันขมิ้น เชื้อ *T. rubrum* จะมีการสร้าง chlamydoconidia และมีการบวมของเซลล์ ในขณะที่สาร curcumin จากขมิ้น ที่ความเข้มข้น 10 มก./มล. ไม่มีฤทธิ์ต่อ *E. floccosum* และ *T. rubrum* ในหลอดทดลอง และที่ความเข้มข้นมากกว่า 100 มก./มล. ก็ไม่มีฤทธิ์ต่อ *M. gypseum* ในจานเพาะเชื้อ นอกจากฤทธิ์ต้านเชื้อราในคนแล้ว น้ำมันหอมระเหยจากใบและเหง้าขมิ้น ยังมีฤทธิ์ต้านเชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรคราในข้าว 5 ชนิด คือ *Rhizoctonia solani*, *Trichochonis padwickii*, *Helminthosporium oryzae*, *Fusarium moniliforme* และ *Curvularia lunata* โดยน้ำมันจากใบจะมีฤทธิ์ดีกว่าน้ำมันจากเหง้า

11. ฤทธิ์ต้านยีสต์ (*Candida*.) มีรายงานว่าผงขมิ้น และน้ำมันหอมระเหย มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *Candida albicans* น้ำมันหอมระเหยจากใบที่ความเข้มข้น 1% มีฤทธิ์ต้านเชื้อ *C. albicans* MTCC-183 เมื่อทดลองในจานเพาะเชื้อ เมื่อนำน้ำมันหอมระเหย สารสกัดแอลกอฮอล์ และส่วนที่เหลือจากการสกัดแอลกอฮอล์ออกไป มาทดลองกับเชื้อ *C. albicans* โดยใช้วิธี disc diffusion เปรียบเทียบกับยา Clotrimazole (Canesten® solution) พบว่าน้ำมันหอมระเหยให้ผลดีที่สุดในการต้านเชื้อดังกล่าว น้ำมันหอมระเหยของขมิ้น มีค่า MIC₉₀ อยู่ในช่วง 1:8 ถึง 1:32 เมื่อทดลองกับเชื้อ *C. albicans* ATCC 10231 และใช้ยาฆ่าเชื้อรา nystatin เป็นกลุ่มควบคุม น้ำมันจากใบ น้ำมันที่ได้จากการสกัดด้วยไอน้ำเป็นเวลา 1 ชั่วโมง น้ำมันที่ได้จากการสกัดด้วยไอน้ำเป็นเวลา 2 ชั่วโมง และน้ำมันที่เกิดจากการผสมน้ำมันที่ได้จากการสกัดด้วยไอน้ำ 1 และ 2 ชั่วโมง อัตราส่วน 1:1 มีฤทธิ์ต้านเชื้อรา *C. albicans* น้ำมันขมิ้นขนาด dilution 1:160 - 1:120 สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *C. albicans* ได้ 34 สายพันธุ์ ขนาด dilution 1:160 - 1:10 สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Cryptococcus neoformans* ได้ 33 สายพันธุ์ ขนาด dilution 1:160 - 1:40 สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Penicillium marneffei* ได้ 39 สายพันธุ์ โดยเชื้อราดังกล่าวเป็นเชื้อราที่ก่อให้เกิดการติดเชื้อฉวยโอกาสในผู้ป่วยเอดส์

สาร curcumin จากสารสกัดเอทานอล (มี curcumin 0.8%) และเมทานอล (มี curcumin 1.02%) จากเหง้าขมิ้น มีฤทธิ์ต้านเชื้อ *C. albicans* ในหลอดทดลอง สาร labda-8, 12-diene-15, 16 dial จากสารสกัด hexane ของใบขมิ้นมีฤทธิ์ต้านเชื้อ *C. albicans* ที่ความเข้มข้น 1 มก./มล. และมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Candida krusei* และ *Candida parapsilosis* ที่ความเข้มข้น 25 มก./มล. น้ำสกัดความเข้มข้น 10 มก./มล. มีฤทธิ์ต้านเชื้อ *C. albicans* และ *Candida tropicalis* เมื่อทดสอบในจานเพาะเชื้อ การศึกษาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งเชื้อ *C. albicans* (MIC) ของสารสกัดเอทานอล และสารสกัดน้ำของขมิ้น พบว่ามีค่า MIC เท่ากับ 9.3 และ 75 มก./มล. ตามลำดับ เมื่อทดสอบในจานเพาะเชื้อ แต่การทดลองที่ใช้สารสกัดน้ำ สารสกัดคลอโรฟอร์ม สารสกัด 95% เอทานอล และส่วนที่ละลายในน้ำของขมิ้น ที่ความเข้มข้น 200 มก./มล. สารสกัดเอทานอล ที่ความเข้มข้น 2.5 มก./แผ่น และสารสกัดน้ำ ที่ความเข้มข้น 0.3 มก./หลอด ไม่มีฤทธิ์ต้านเชื้อ *C. albicans* และการทดลองที่ใช้ oleoresin จากขมิ้น ที่ความเข้มข้น 500 ppm พบว่าไม่มีฤทธิ์ต้านเชื้อ *Candida lipolytica* ทั้งในหลอดทดลองและในจานเพาะเชื้อ

12. ฤทธิ์ต้านปรสิต มีการทดลองพบว่าสารสกัดด้วยแอลกอฮอล์และน้ำ (1:1) ความเข้มข้น 125 มก./ซีซี มีผลในการฆ่าเชื้ออะมีบา (*Entamoeba histolytica*) ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคบิดมีตัว

13. ฤทธิ์ป้องกันตับอักเสบ สารสกัดเอทานอลของขมิ้นขนาด 100 มก./กก. สามารถป้องกันตับของหนูขาวที่ถูกทำลายจากการได้รับยาพาราเซตามอลขนาด 600 มก./กก. โดยพบว่าระดับของเอนไซม์ตับ คือ alanine aminotransferase (ALT), aspartate aminotransferase (AST) และ alkaline phosphatase (ALP) ที่เพิ่มขึ้นจากการได้รับยาพาราเซตามอล ลดลง และเนื้อเยื่อตับของหนูมีสภาพปกติ และสารสกัดเอทานอลของขมิ้นขนาด 500 มก./กก. สามารถป้องกันความเป็นพิษต่อตับหนูขาวของ -D-galactosamine โดยสารสกัดดังกล่าวสามารถลดระดับของ transaminase ในเลือดได้เท่ากับยา silymarin ซึ่งเป็นยาที่ใช้ในการรักษาโรคที่เกี่ยวข้องกับตับ สาร curcumin จากขมิ้นสามารถป้องกันตับจากการถูกทำลายด้วยเอทานอล เมื่อทดลองในหนูถีบจักร และ slice culture model ซึ่งเอทานอลจะทำให้ตับมีการหลั่ง lactate dehydrogenase (LDH) เพิ่มขึ้น 3.5 เท่า แรงให้เกิดกระบวนการ lipid peroxidation เพิ่มขึ้น 2 เท่าเมื่อเทียบกับเซลล์ปกติ และยังทำให้การทำหน้าที่และระดับของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการกำจัดอนุมูลอิสระเช่น superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), และ peroxidase เพิ่มขึ้น ซึ่งพบว่าทำให้ curcumin ขนาด 5 ไมโครโมลาร์ ร่วมกับการได้รับเอทานอล จะช่วยให้ LDH และกระบวนการ lipid peroxidation รวมถึงการทำหน้าที่และระดับของเอนไซม์ในตับลดลง สาร curcumin, demethoxycurcumin และ bisdemethoxycurcumin มีฤทธิ์ในการป้องกันเซลล์ตับของมนุษย์ (Hep G₂ cell) ที่ถูกชักนำให้เกิดพิษด้วย tacrine โดยมีค่าความเข้มข้นที่ยับยั้งพิษได้ 50% (EC₅₀) ที่ 86.9, 70.7 และ 50.2 ไมโครโมลาร์ ตามลำดับ Tumeric Antioxidant Protein (TAP) จากขมิ้น มีฤทธิ์ในการป้องกันเนื้อเยื่อตับของหนูขาวจากการถูกทำลายด้วย peroxide ที่ถูกชักนำด้วย carbontetrachloride (CCl₄) โดยพบว่า TAP สามารถยับยั้งการทำลายตับได้ 40-70% และ TAP ทำให้

SOD, CAT, glutathione peroxidase (GPx), glutathione-S-transferase (GST), glutathione (GSH), total thyrotropin (TSH), protein thiol (PSH), non-protein thiol (NPSH) และ ascorbic acid ที่ลดลง เนื่องจาก CCl_4 มีระดับเพิ่มขึ้นมาใกล้เคียงกับระดับปกติ TAP ช่วยลดการทำหน้าที่ของ glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PD), LDH, ALT และ AST ได้ 50-80% ซึ่งการเพิ่มดังกล่าวนี้เกิดขึ้นเนื่องจากการชักนำของ CCl_4 นอกจากนี้ TAP ยังช่วยรักษาระดับของ glucose-6-phosphatase (G6Pase) และ membrane bound ATPase ที่ลดลงเนื่องจาก CCl_4 ด้วย (141) สาร curcumin, *p*-coumaroylferuloylmethane และ di-*p*-coumaroylmethane จากขมิ้นในขนาด 0.01-1.0 มก./กก. สามารถป้องกันความเป็นพิษต่อตับหนูถีบจักรที่ชักนำให้เกิดพิษด้วย CCl_4 และยังช่วยป้องกันการทำลายเซลล์ตับของหนูขาวที่ได้รับ D-galactosamine ด้วย

14.ฤทธิ์ด้านการกลายพันธุ์ สารสกัดน้ำของขมิ้นที่แยกเอาสาร curcumin ออก สาร curcumin สารสกัดเมทานอลของขมิ้น น้ำมันจากขมิ้นที่แยกเอา oleoresin ออก มีฤทธิ์ด้านการกลายพันธุ์ โดยเมื่อนำสารสกัดน้ำของขมิ้น (43%) สารสกัดน้ำของขมิ้นที่แยกเอาสาร curcumin ออก (76%) สาร curcumin (65%) ขนาด 3 มก. แก่หนูถีบจักรเพศเมีย ก่อนฉีด benzo[a]pyrene ขนาด 250 มก./กก. เข้าช่องท้องเป็นเวลา 18 ชม. พบว่าสามารถยับยั้งการสร้าง bone micronuclei และหากให้สารสกัดทั้ง 3 ชนิด ในช่วง 2 สัปดาห์ ก่อน ระหว่าง และหลังจากที่หนูได้รับ benzo[a]pyrene ขนาด 1 มก./ตัว สัปดาห์ละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าสามารถยับยั้งการเกิดเนื้องอกในกระเพาะอาหารของหนูได้ น้ำมันขมิ้นที่มีสาร turmerone และ curdione เป็นส่วนประกอบ มีฤทธิ์ด้านการกลายพันธุ์ใน Ames test ที่ชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ด้วย sodium azide

สาร curcumin (145) และสารสกัดเมทานอลของขมิ้น มีฤทธิ์ด้านการกลายพันธุ์ เมื่อทดสอบกับเชื้อ *Salmonella typhimurium* TA98 และ TA100 โดยชักนำ TA98 + S9 ให้กลายพันธุ์ด้วย glycine 35 มิลลิโมลาร์ creatinine 70 มิลลิโมลาร์ และ glucose 70 มิลลิโมลาร์ (reflux ร่วมกับสารสกัดขมิ้นเป็นเวลา 2 ชม. ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส) และใน TA100 + S9 ที่กลายพันธุ์ด้วย lysin 1 โมลาร์ และ glucose 1 โมลาร์ (reflux ร่วมกับสารสกัดขมิ้นเป็นเวลา 150 นาที ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส) โดยสารก่อกลายพันธุ์ที่นำมาทดสอบนี้เรียกว่า maillard reaction products ซึ่งทราบโดยทั่วกันว่า เป็นสารก่อกลายพันธุ์ และสารก่อมะเร็งที่มีบทบาทสำคัญในโรคที่เกี่ยวกับเบาหวาน และโรคที่เกิดจากการเสื่อมอายุของร่างกาย นอกจากนี้สารสกัด 70% เมทานอลของขมิ้นขนาด 4 มก./plate ยังยับยั้งการกลายพันธุ์ของเชื้อ *Escherichia coli* ที่ถูกชักนำในกลายพันธุ์ด้วย tert-butylhydroperoxide ขนาด 100 มก./plate

15. ฤทธิ์ด้านความเป็นพิษต่อยีน สารในกลุ่ม phenolic จากขมิ้นที่ความเข้มข้น 25, 50 และ 100 ไมโครโมลาร์ มีฤทธิ์ป้องกันความเสียหายของ DNA ที่ถูกชักนำด้วย hydrogen peroxide (H_2O_2) เมื่อทำการทดลองกับเซลล์ lymphoblastoid TK6 ของมนุษย์ (149) สาร curcumin จากขมิ้นขนาด 10

มก./กก. สามารถต้านความเป็นพิษต่ออื่น เมื่อทำการทดสอบกับเซลล์ในไขกระดูกของหนูถีบจักร ซึ่งเหนี่ยวนำให้เกิดความเป็นพิษด้วย cyclophosphamide

16. ฤทธิ์สมานแผล ผงขมิ้นที่นำมาผสมกับน้ำแล้วทาลงบนแผลพบว่า ช่วยเร่งให้แผลที่ไม่ติดเชื้อของกระต่ายและหนูขาวหายได้ 23.3 และ 24.2% ตามลำดับ และสามารถเร่งให้แผลติดเชื้อของหนูขาวหายได้ 26.2% การทดลองทางคลินิก โดยทายาสมุนไพรซึ่งมีขมิ้นเป็นส่วนประกอบที่ผิวหนังพบว่ามียุทธในการสร้างเซลล์ผิวขึ้นใหม่ มีผู้ทดลองใช้สาร curcumin จากขมิ้นในการรักษาแผลหลังผ่าตัด 40 ราย พบว่าให้ผลการอักเสบได้เหมือน phenylbutazone การทดลองใช้ขมิ้นหรือยาปฏิชีวนะ ในการรักษาแผลพุพองในผู้ป่วย 60 ราย โดยแบ่งเป็นกลุ่มที่ใช้ขมิ้น และกลุ่มที่ให้ยาปฏิชีวนะ แล้วติดตามดูแผลพุพองหลังการรักษา 21 วัน พบว่าผู้ป่วยทุกรายหายจากโรค และไม่พบภาวะแทรกซ้อนหรือข้อแตกต่างระหว่างการใช้ขมิ้นและยาปฏิชีวนะมีการนำสารสกัด 95% เอทานอลของขมิ้น มาพัฒนาตำรับเป็นครีมป้ายปาก แล้วทำการทดลองเพื่อสังเกตฤทธิ์ในการสมานแผล โดยทำการทดลองในอาสาสมัคร 30 คน พบว่าครีมป้ายปากที่มีสารสกัดขมิ้นชั้น 1% มีผลทำให้แผลในปากหายภายใน 1 สัปดาห์

17. ฤทธิ์อื่นๆ การทดลองในหนูถีบจักรและเซลล์โคของหนูแฮมสเตอร์พบว่า สาร curcumin จากขมิ้นมีผลกระตุ้นการทำงานของ $\Delta F508$ CFTR (cystic fibrosis transmembrane conductance regulator) ซึ่งเป็นโปรตีนที่ผิดปกติและเป็นสาเหตุให้เกิด cystic fibrosis ดังนั้นการที่ curcumin สามารถกระตุ้นโปรตีนดังกล่าว จะเป็นแนวทางในการพัฒนางานวิจัยเพื่อใช้ในการรักษาโรค cystic fibrosis ต่อไป

สารสกัดน้ำจากขมิ้น มีฤทธิ์เป็นยาชาเฉพาะที่ เมื่อทำการทดลองกับ sciatic nerve ของกบ พบว่าที่ความเข้มข้น 6.66%(w/v) มีฤทธิ์ยับยั้ง nerve active potential ได้ประมาณ 90% ภายใน 5 นาที หลังจากได้รับสารสกัดดังกล่าว ในขณะที่เมื่อให้ในขนาด 7.5, 15 และ 30 มก./มล. จะสามารถยับยั้งการกระตุ้นด้วยไฟฟ้า ได้ภายในเวลา 6.79 ± 1.51 , 3.57 ± 0.48 และ 2.79 ± 0.44 นาทีตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า β -toluylmethylcarbinol และ phenylethylcarbinol จากขมิ้นมีฤทธิ์เป็นยาชาเฉพาะที่ เมื่อทดสอบในกระต่ายด้วย และในขณะนี้ ยังมีการนำขมิ้นมาใช้ในผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ยาสีฟันที่มีส่วนประกอบของสารสกัดขมิ้น เพื่อช่วยในการขจัดคราบหินหรือและมีฤทธิ์ลดการอักเสบ ใช้ขมิ้นเป็นส่วนผสมในยาจีนเพื่อการรักษาและป้องกันเนื้องอกและข้ออักเสบ

18. หลักฐานความเป็นพิษและการทดสอบความเป็นพิษ

18.1 การทดสอบความเป็นพิษ เมื่อฉีดสารสกัดเอทานอล (95%) ให้แก่หนูถีบจักรทางช่องท้อง พบว่าขนาดที่ทำให้หนูตายครั้งหนึ่ง (LD_{50}) คือ 3.98 ก./กก. ส่วนการฉีดสารสกัดจากน้ำและปิโตรเลียมอีเทอร์เข้าทางช่องท้องหนูถีบจักร พบว่า LD_{50} มีค่า 430 มก./กก. และ 525 มก./กก. ตามลำดับ เมื่อฉีดสารสกัดจากเอทานอลและน้ำ (1:1) ให้แก่หนูถีบจักรทางช่องท้อง พบว่า LD_{50} มีค่าเท่ากับ 500 มก./กก. เมื่อป้อนสาร curcumin แก่หนูถีบจักร พบว่า LD_{50} มากกว่า 2 ก./กก. เมื่อกรอก

สารสกัด 95% เอทานอลให้หนูถีบจักร ในขนาด 100 มก./กก./วัน พบว่าไม่มีผลต่อน้ำหนักตัว แต่ทำให้น้ำหนักของปอด และหัวใจเปลี่ยนแปลง น้ำหนักของอวัยวะสืบพันธุ์เพิ่มขึ้น จำนวนและการตายของอสุจิเพิ่มขึ้น แต่ไม่ถึงขั้นแสดงความเป็นพิษต่ออสุจิ ระดับของเม็ดเลือดแดงและเม็ดเลือดขาวลดลง เมื่อผสมสารสกัด 95% เอทานอล แก่หนูขาวและลิงในขนาด 300 มก./กก. หนูตะเภาในขนาด 2.5 ก./กก. พบว่าไม่ทำให้เกิดพิษ เมื่อป้อนสารสกัดแอลกอฮอล์และน้ำ (1:1) ให้หนูถีบจักรกินในขนาด 4 มก./กก. พบว่าไม่มีผลต่อการกินอาหาร การเพิ่มของน้ำหนัก หรือระบบประสาทส่วนกลาง ผสม oleoresin จากขมิ้นในอาหารให้แก่หนูในขนาด 60, 296, 1551 มก./กก./วัน เป็นเวลา 102-109 วัน พบว่าทำให้ต่อมไทรอยด์ใหญ่ขึ้น เกิดการเปลี่ยนแปลงของ epithelial ของกระเพาะปัสสาวะ ไต และ pericholangitis เมื่อผสม oleoresin ลงในอาหารที่ให้หนูขาว ขนาด 0, 1,000, 5,000, 10,000, 25,000 และ 25,000 ppm พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญของส่วนประกอบของเลือด แต่จะเกิดการเพิ่มขนาดของเยื่อทางเดินอาหารใน cecum และ colon ในหนูที่ได้รับ oleoresin ขนาด 50,000 ppm ผงขมิ้นไม่ก่อให้เกิดพิษเฉียบพลัน เมื่อให้หนูถีบจักรในขนาด 10 ก./กก. ส่วนสารสกัดเอทานอลเมื่อให้หนูถีบจักรโดยการฉีดเข้าทางช่องท้อง ฉีดเข้าใต้ผิวหนัง หรือให้กิน พบค่า LD₅₀ มากกว่า 15 ก./กก. ส่วนการทดสอบพิษกึ่งเรื้อรังโดยให้ผงขมิ้นในขนาด 0.03, 2.5 และ 5 ก./กก./วัน แก่หนูขาว 96 ตัว เป็นเวลา 6 เดือน พบว่าหนูเพศผู้ที่ได้รับผงขมิ้นขนาด 2.5 และ 5 ก./กก./วัน กินอาหารได้น้อยลง และอัตราการเจริญเติบโตน้อยลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม การทดสอบพิษเฉียบพลันพบว่าผงขมิ้นขนาด 2 ก./กก. หรือสารสกัดแอลกอฮอล์ของขมิ้นในขนาด 300 มก./กก. ไม่เกิดพิษเฉียบพลันในหนูขาว หนูตะเภา และลิง เมื่อผสมขมิ้นลงในอาหารหนูขาวจนถึง 10% พบว่าไม่มีผลทำให้เคมีเลือดเปลี่ยนแปลง การทดสอบความเป็นพิษในหนูขาว พบว่าทั้งขมิ้นและ curcumin ในขนาดที่สูงกว่าที่ใช้ในคน 1.25-125 เท่า ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงในด้านการเจริญเติบโต และระดับสารเคมีในเลือด การทดลองในคนทั้งเพศชายและเพศหญิง จำนวน 15 คนโดยให้รับประทานขมิ้นขนาด วันละ 2.2 ก. เป็นเวลา 4 เดือนพบว่าไม่ทำให้เกิดพิษ Sodium curcuminat ซึ่งเป็นเกลือที่ได้จากผงขมิ้นทำให้เกิดความผิดปกติของโครโมโซมในดักแด้ และในแมลง *Poecilocera pica* (Acrididae) เมื่อให้ sodium curcuminat ทางปาก ฉีดเข้าใต้ผิวหนัง หรือฉีดเข้าช่องท้องของหนูขาว ในขนาด 500 มก./กก. ไม่พบความเป็นพิษ แต่พบความเป็นพิษเมื่อฉีด sodium curcuminat ในขนาดเดียวกัน เข้าหลอดเลือดดำของหนูถีบจักร โดยพบว่าสัตว์ทดลองตายทั้งหมด ที่ขนาด 250 มก./กก. สัตว์ทดลองตาย 3 ใน 6 ในขณะที่ขนาด 100 มก./กก. ไม่พบความเป็นพิษ

18.2ฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ สารสกัด 95% เอทานอลของขมิ้นขนาด 10 และ 15 มก./จานเพาะเชื้อ มีฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ต่อ *Salmonella typhimurium* TA102 และ *S. typhimurium* TA98 ตามลำดับ สารสกัดขมิ้นด้วยน้ำในขนาด 100 มก./จานเพาะเชื้อ ไม่มีฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ต่อ Cells-Pig-Kidney-LLC-PK-1 และ Cells-trophoblastic placenta สารสกัดขมิ้นด้วยน้ำ ขนาด 50 มก./มล. ไม่มีฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ใน *S. typhimurium* TA1535 สารสกัดขมิ้นด้วยน้ำหรือน้ำร้อน หรือผงขมิ้น ขนาด 0.5 มล./

แผ่น ไม่มีฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ต่อ *Bacillus subtilis* H-17 (Res⁺, Res⁻) และ H-45 (Res⁻) เมื่อทดสอบด้วยวิธี disc diffusion สารสกัดด้วยน้ำร้อนและแอลกอฮอล์ของไขมัน ขนาด 50 มก. ของน้ำมันก๊พีชแห้ง/แผ่น ไม่มีฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ต่อ *S. typhimurium* TA98 และ TA100 เมื่อทดสอบด้วยวิธี disc diffusion

สารสกัด 95% เอทานอลของไขมัน ขนาด 250 และ 360 มก./จานเพาะเชื้อ ไม่มีฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ต่อ *S. typhimurium* TA98, TA100 และ TA1535 ไขมันขนาด 50 มก./จานเพาะเชื้อ ไม่มีฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ต่อ *S. typhimurium* TA1537 และ TA1538 Resin จากไขมัน ขนาด 160 มก./จานเพาะเชื้อ ไม่มีฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ต่อ *S. typhimurium* TA98, TA100 และ TA1535 สารสกัด 95% เอทานอลและ curcumin จากไขมันไม่มีฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ใน *S. typhimurium* TA1530 สารสกัดหยาบของไขมันไม่มีฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ เมื่อทดสอบโดย Ames test โดยใช้ *S. typhimurium* TA98 และ TA100 แต่มีรายงานที่พบว่าเมื่อผสมไขมัน 0.5% หรือ curcumin 0.015% ลงในอาหารเพื่อให้หนูถีบจักรกิน พบว่าไม่ทำให้โครงสร้างและจำนวนของโครโมโซมของไขกระดูกเปลี่ยนแปลง และไม่ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ และเมื่อให้หนูขาวกินอาหารผสมไขมัน 0.5 และ 0.05% ซึ่งทำให้สุก ก็ไม่พบพิษต่อโครโมโซมเช่นกัน

18.3 ความเป็นพิษต่อตัวอ่อน เมื่อให้หนูขาวเพศเมียกินสารสกัด 95% เอทานอล สารสกัดจากน้ำและสารสกัดจากปิโตรเลียมอีเทอร์ของไขมัน ขนาด 100 มก./กก. พบความเป็นพิษต่อตัวอ่อน แต่เมื่อป้อนสารสกัด 95% เอทานอล สารสกัดจากน้ำ และสารสกัดจากปิโตรเลียมอีเทอร์ของไขมัน ขนาด 200 มก./กก. แก่หนูขาวหรือกระต่ายเพศเมีย พบว่าไม่มีก่อให้เกิดความผิดปกติของตัวอ่อน (teratogenic) และเมื่อผสมไขมันลงไปในการอาหารของหนูขาวเพศเมีย ขนาด 0.5% พบว่าไม่มีก่อให้เกิดความผิดปกติของตัวอ่อนเช่นกัน

18.4 ความเป็นพิษต่อตับ การศึกษาพิษกึ่งเรื้อรังในหนูถีบจักรและหนูขาวเพศเมีย โดยให้ผงไขมัน (0, 1, และ 5%) และสารสกัด 95% เอทานอลของไขมัน (0%, 0.05% และ 0.25%) โดยผสมในอาหารให้หนูกิน 14 และ/หรือ 90 วัน พบว่าการที่หนูถีบจักรและหนูขาว ได้รับผงไขมันในขนาด 5% เป็นระยะเวลา 90 วัน ทำให้น้ำหนักตัวและน้ำหนักตับลดลง และมี necrosis เกิดขึ้นที่ตับ หนูถีบจักรและการได้รับผงไขมันในขนาด 0.2 หรือ 1% เป็นระยะเวลา 14 วัน พบพิษต่อตับ โดยความเป็นพิษดังกล่าว ในหนูถีบจักรจะเกิดขึ้นมากกว่าในหนูขาว ส่วนสารสกัด 95% เอทานอลของไขมันในขนาดที่ให้ ไม่พบความเป็นพิษ

การทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลันของผงไขมันในหนูขาว พบค่า LD₅₀ > 5000 มก./กก. การทดสอบความเป็นพิษเรื้อรัง โดยการป้อนหนูขาวด้วยผงไขมันขนาด 500 และ 1000 มก./กก. เป็นเวลา 28 วัน พบว่า fibrinogen ในเลือดหนูลดลง prothrombin time สั้นลง ระยะเวลาที่ทำให้เกิด partial thromboplastin เพิ่มขึ้น และผงไขมันยังทำให้น้ำหนักของตับและไตของหนูขาวเพิ่มขึ้น ระดับของ aspartate aminotransferase (AST), bilirubin, cholesterol, triglycerides, blood urea nitrogen (BUN),

creatinin, phosphate (P), calcium (Ca), magnesium (Mg) และ Chloride (Cl) ในเลือดของหนูขาวทั้ง 2 เพศ เพิ่มขึ้น แต่การได้รับผงขมิ้นในขนาด 1000 มก./กก. เป็นเวลา 28 วัน ไม่พบความเป็นพิษที่รุนแรงในหนูขาว

การทดสอบความเป็นพิษของสารในกลุ่ม curcuminoids จากขมิ้นเป็นเวลา 6 เดือน พบว่าหนูขาวในกลุ่มที่ได้รับการป้อนยาแขวนตะกอน curcuminoids ขนาด 50 มก./กก./วัน มีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับ tragacanth ซึ่งเป็นส่วนประกอบของยาแขวนตะกอน และไม่ทำให้เกิดความเป็นแปลงค่าทางโลหิต ที่มีความสัมพันธ์กับขนาดที่ใช้ และในหนูขาวกลุ่มที่ได้รับการป้อนยาแขวนตะกอน curcuminoids ขนาด 250 มก./กก./วันพบว่ามึ่น้ำหนักตัว น้ำหนักสัมพันธ์ของตับ และระดับ alkaline phosphatase (ALP) สูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่ยังอยู่ในช่วงปกติ จากผลการศึกษาทำให้สรุปได้ว่า การที่หนูได้รับ curcuminoids ในขนาดที่ให้ผลทางการรักษาคือ 10 มก./กก./วัน ติดต่อกันเป็นเวลานาน ไม่ก่อให้เกิดความเป็นพิษ และการให้ curcuminoids ขนาดสูงอาจมีผลต่อการทำงานและโครงสร้างของตับ แต่เป็นความเปลี่ยนแปลงที่กลับเป็นปกติใหม่ได้เมื่อหยุดใช้ curcuminoids

การใช้ขมิ้นรักษาแผล, แผลงัดคุด้อย

1. ใช้ผงขมิ้นชั้น 1 ช้อนโต๊ะ ผสมน้ำมันมะพร้าว หรือน้ำมันหมู 2-3 ช้อนโต๊ะ เคี่ยวด้วยไฟอ่อน ๆ จนจนน้ำมันกลายเป็นสีเหลือง ใช้น้ำมันที่ได้ใส่แผล
 2. นำขมิ้นชั้นมาล้างให้สะอาด แล้วตำจนละเอียดคั้นเอาน้ำใส่แผล
 3. ผสมขมิ้นชั้นกับน้ำปูนใสเล็กน้อย และผสมสารส้มหรือดินประสิว พอบริเวณที่เป็นแผล
- การใช้ขมิ้นรักษากลาก เกลื้อน ผสมผงขมิ้นกับน้ำ แล้วทาบริเวณที่เป็นกลากเกลื้อน 2 ครั้งต่อวัน

แบคทีเรีย (Bacteria)

แบคทีเรีย หรือ แบคทีเรีย เป็นประเภทของสิ่งมีชีวิตประเภทใหญ่ประเภทหนึ่ง มีขนาดเล็ก มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ส่วนใหญ่มีเซลล์เดียว และมีโครงสร้างเซลล์ที่ไม่ซับซ้อนมาก โดยทั่วไป แบคทีเรียแบ่งได้หลายรูปแบบ ได้แก่

- แบ่งตามรูปร่าง แบ่งได้หลายแบบทั้งกลม (cocci) ,แบบท่อน (bacilli,rod) ,แบบเกลียว (spiral) ซึ่งแต่ละแบบก็จะมีการจัดเรียงเซลล์ต่างกัน
- แบ่งตามการย้อมติดสีแกรม (Gram's strain) มีได้สองลักษณะคือแบคทีเรียที่ติดสีแกรมบวก (Gram positive) และแบคทีเรียที่ติดสีแกรมลบ (Gram negative) แต่แบคทีเรียบางชนิดสามารถติดสีทั้งสองแกรมเรียกว่า Gram variable ซึ่งเกี่ยวข้องกับผนังเซลล์ของแบคทีเรีย
- แบ่งตามความต้องการใช้ออกซิเจน ซึ่งมีหลายแบบคือ aerobic bacteria, anaerobic bacteria, facultative anaerobic bacteria, microaerophilic bacteria เป็นต้น
- แบ่งกลุ่มแบคทีเรียตามแหล่งอาหารและพลังงานได้เป็น
 - ออโตโทรฟ (autotroph) แหล่งคาร์บอนสำหรับสร้างสารอินทรีย์มาจาก CO₂ ได้แก่แบคทีเรียที่สังเคราะห์ด้วยแสงได้
 - เฮเทอโรโทรฟ (heterotroph) แหล่งคาร์บอนมาจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ ได้แก่แบคทีเรียที่ดูดซับสารอาหารเป็นแหล่งพลังงานทั่วไป
 - โฟโตโทรฟ (photothroph) ได้พลังงานเริ่มต้นจากแสง
 - คีโมโทรฟ (chemotroph) ได้พลังงานเริ่มต้นจากสารเคมี

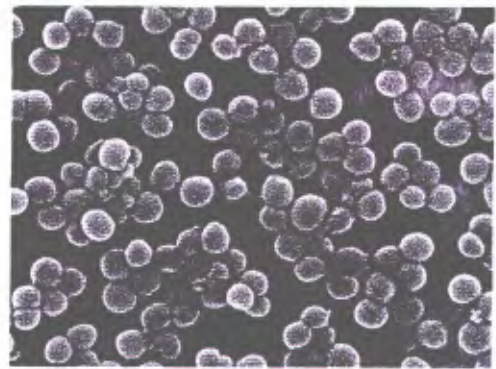
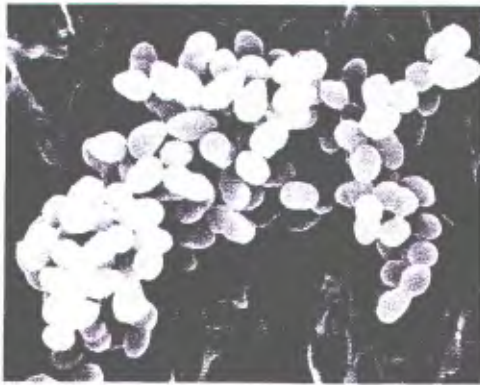
เชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรคทางผิวหนัง

ในสภาวะปกติแล้วการติดเชื้อทางผิวหนังจะไม่เกิดขึ้นง่ายนัก เพราะผิวหนังมนุษย์จะมีกลไกหลายอย่างในการป้องกันการติดเชื้อ เช่น สภาพความเป็นกรด สารไขมันที่จับจากผิวหนัง การหลุดออกของเซลล์ผิวหนัง แต่เมื่อใดถ้าผิวหนังมีรอยโรค หรือมีบาดแผลซึ่งบางทีก็เล็กน้อยจนไม่ได้สังเกต เช่น รอยถลอก จี๊ด ข่วน เป็นต้น อาการทางผิวหนังเช่น ตุ่มหนอง แผลเปื่อย ผื่น คันที่เกิดจากแบคทีเรีย อาจเกิดจากการเชื้อเข้าทางผิวหนังโดยตรง หรือทางเข้าเป็นที่ยื่น เช่น ทางเดินหายใจ แต่มีอาการออกทางผิวหนัง แบคทีเรียที่พบบ่อยที่สุดในโรคผิวหนังติดเชื้อคือ *S. aureus*, *S. pyogenes* รองลงมาคือพวก *Corynebacterium*, *Mycobacteria* และ Gram negative bacilli

แบคทีเรียที่ใช้ในการวิจัย

Staphylococcus aureus *Staphylococcus aureus* สามารถแปลแบบตรงตามตัวอักษรได้ว่า Golden Cluster Seed และรู้จักกันทั่วไปในชื่อ golden staph ซึ่งเป็นสาเหตุทั่วไปของโรค staph infection *Staphylococcus aureus* เป็นแบคทีเรียที่มีลักษณะเป็นทรงกลม พบทั่วไปบริเวณผิวหนัง และจมูกของคน ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรค minor skin infection เช่น สิว หนอง ฝี เป็นต้น และยังเป็นสาเหตุของโรคที่ทำให้ถึงแก่ชีวิตได้ เช่น ปอดบวม , เยื่อหุ้มสมองอักเสบ , เยื่อหุ้มหัวใจอักเสบ , มีแบคทีเรียในกระแสเลือด Toxic shock syndrome (TSS) เป็นต้น เชื้อชนิดนี้สามารถเขียนชื่อย่อได้เป็น *S. aureus* หรือ *Staph aureus* (ในทางการแพทย์)

Staphylococcus aureus ถูกค้นพบขึ้นใน Aberdeen Scotland ในปี 1880 โดย นาย ศัลยแพทย์ Sir Alexander Ogston จากหนองในการผ่าตัดฝี ใน 1 ปี คนไข้ชาวอเมริกัน 500,000 ราย มีการติดเชื้อ Staphylococcal infection



ภาพที่ 2 เชื้อ *Staphylococcus aureus* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

Scientific Classification :

Domain	Bacteria
Kingdom	Bacteria
Phylum	Firmicutes
Class	Bacilli
Order	Bacillales
Family	Staphylococcaceae
Genus	<i>Staphylococcus</i>
Species	<i>S. aureus</i>

Characteristics :

Staphylococcus aureus เป็นแบคทีเรียแกรมบวกที่มีลักษณะเป็นทรงกลม ซึ่งจะเห็นเกาะกลุ่มคล้ายพวงองุ่น (grape-like cluster) เมื่อมองผ่านกล้องจุลทรรศน์ นอกจากนั้น colony ของเชื้อ *Staphylococcus aureus* ยังมีขนาดใหญ่ กลม และมีสีเหลืองทอง บ่อยครั้งมีการสร้าง β -hemolysis เมื่อเจริญบน blood agar plates ซึ่งจากลักษณะที่ปรากฏ แบคทีเรียชนิดนี้ จึงได้ชื่อว่า *aureus* ซึ่งแปลว่า สีทอง ตามรากศัพท์ในภาษาละติน

เชื้อ *S. aureus* สามารถทดสอบ catalase ให้ผลเป็นบวก และสามารถเปลี่ยน ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ให้เป็นน้ำและออกซิเจนได้ ซึ่งผลของการทำ catalase test นี้ ทำให้ Staphylococci มีความแตกต่างจาก Enterococci และ Streptococci และยังทำให้สามารถแยกเชื้อ *S. aureus* ออกจากเชื้อ *Staphylococcus* สปีชีส์อื่นๆ ได้โดยการทำ coagulase test ซึ่ง *S. aureus* จะให้ผลของการทำ coagulase test เป็นบวก ในขณะที่ *Staphylococcus* ตัวอื่นๆ จะให้ผลเป็นลบ อย่างไรก็ตาม ขณะที่ *S. aureus* ส่วนใหญ่สามารถผลิต coagulase ได้ แต่ก็ยังมี *S. aureus* บางสายพันธุ์ที่ไม่สามารถสร้าง coagulase ได้

Staphylococci สามารถทำให้เกิดโรคในมนุษย์ได้หลายชนิด ทั้งจากการสร้างสารพิษ (toxin) และการบุกรุกเข้าสู่เนื้อเยื่อต่างๆ (invasion) ตัวอย่างเช่น *S. aureus* เป็นสาเหตุทั่วไปของโรคอาหารเป็นพิษซึ่งเกิดจาก staphylococci toxin โดยแบคทีเรียจะเจริญขึ้นได้จากการเก็บอาหารไว้ในที่ที่ไม่เหมาะสม กระบวนการปรุงอาหารสามารถฆ่าเชื้อได้ แต่สารพิษที่เชื้อสร้างไว้สามารถทนความร้อนได้ เชื้อ Staphylococci สามารถเจริญในอาหารที่มี water activity น้อยได้ เช่น ชีส และซาลามิ เป็นต้น



ภาพที่ 3 ลักษณะเชื้อ *S. aureus* บนอาหาร Blood Agar



ภาพที่ 4 ลักษณะเชื้อ *S. aureus* บนอาหาร Mannitol Salt Agar

Role in Disease (บทบาทในการทำให้เกิดโรค) :

เชื้อ *S. aureus* อาจปรากฏเป็นเชื้อที่ดำรงชีวิตแบบพึ่งพาอยู่บนบริเวณผิวหนัง จมูก และในลำคอของมนุษย์ นอกจากนั้นยังอาจพบอีกเป็นจำนวนน้อยในลำไส้และระบบปัสสาวะด้วย การพบเชื้อในลักษณะนี้ยังไม่ถือว่าเป็นการติดเชื้อ เชื้อ *S. aureus* สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในสัตว์ที่เลี้ยงไว้ภายในบ้าน เช่น สุนัขหรือแมวได้ และเชืวยังเป็นสาเหตุให้เกิดโรค bumblefoot ในไก่อีกด้วย หากเชื้อมีเจริญใน host phage เช่น Panton-Valentine leukocidin ก็จะทำให้เชื้อเพิ่มความรุนแรงมากขึ้น

เชื้อ *S. aureus* สามารถ infect ได้ในเนื้อเยื่อต่างๆ เมื่อสิ่งกีดขวางตามปกติ (normal barrier) ถูกทำลาย เช่น ผิวหนังหรือเยื่อหูเกิดการฉีกขาด เป็นต้น ซึ่งจะชักนำให้เกิดฝีได้ หากมีการ infect เชื้อในเด็กทารกจะทำให้เกิดโรคร้ายแรงขึ้น คือ Staphylococcal scalded skin syndrome (SSSS)

การติดเชื้อ *S. aureus* สามารถแพร่กระจายผ่านทางหนองจากแผลหนองจากแผลที่ติดเชื้อจากการสัมผัสจากผิวหนังสู่ผิวหนัง (skin-to-skin contact) ของผู้ติดเชื้อ และจากวัตถุต่างๆ ที่ถูกใช้โดยผู้ติดเชื้อ เช่น ผ้าเช็ดตัว เสื้อผ้า หรืออุปกรณ์กีฬาต่างๆ

หากเกิดการติดเชื้ออย่างรุนแรงก็จะสามารถทำให้เกิดโรคที่ร้ายแรงได้ เช่น โรคไขข้ออักเสบ เยื่อหูหัวใจอักเสบ (ติดเชื้อบริเวณลิ้นหัวใจ) และปอดบวม เป็นต้น ซึ่งการติดเชื้อแบบนี้เชื้อจะกระจายไปอย่างรวดเร็ว

Virulence Factor (ปัจจัยที่ทำให้เกิดความรุนแรง) :

Toxins

เชื้อ *S. aureus* สามารถสร้าง toxin ได้ ซึ่ง toxin ที่สร้างขึ้นจะแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

Pyrogenic toxin superantigens :

Pyrogenic toxin superantigens (PTSAgs) สามารถชักนำให้เกิดโรค Toxic shock syndrome (TSS) ได้ นอกจากนั้น Staphylococcal enterotoxin ที่เป็นสาเหตุของอาหารเป็นพิษ ก็จัดอยู่ในกลุ่มนี้ ด้วย

Exfoliative toxins :

Exfoliative toxins มีความเกี่ยวข้องกับการเกิดโรค Staphylococcal scalded-skin syndrome (SSSS) ซึ่งพบทั่วไปในเด็กทารกและเด็กเล็ก โดย protease activity ของ exfoliative toxin เป็นสาเหตุที่ทำให้ผิวหนังลอก

Panton-Valentine leukocidin :

Staphylococcal toxins ที่ปรากฏบนเซลล์เมมเบรนจะประกอบไปด้วย alpha-toxin, beta-toxin, delta-toxin และ bicomponent toxin โดย bicomponent toxin ที่เป็น Panton-Valentine leukocidin (PVL) มักจะมีความเกี่ยวข้องกับการเกิดโรค severe necrotizing pneumonia ในเด็ก โดย gene ที่สร้างส่วนประกอบของ PVL พบใน bacteriophage MRSA strains

Role of pigment in virulence

Pigment สีเหลืองสดของ *S. aureus* อาจจะเป็นปัจจัยที่ทำให้เชื่อมีความรุนแรง เมื่อเปรียบเทียบกับ *S. aureus* สายพันธุ์ทั่วไป กับสายพันธุ์ที่มีการปรับแต่งให้มีสีเหลืองจางลง พบว่าสายพันธุ์ทั่วไปจะสามารถอยู่รอดได้ใน oxidizing chemical เช่น hydrogen peroxide มากกว่า mutant strain

โคโลนีของทั้ง 2 สายพันธุ์ แสดงลักษณะคล้าย neutrophil ของมนุษย์ โดยที่ mutant colony จะตายไปอย่างรวดเร็ว ขณะที่ strain ปกติยังมีชีวิตรอดอยู่ มีการทดลองนำเชื้อไป infect บริเวณบาดแผลของหนู mice strain ปกติ สามารถสร้างฝีเรื้อรัง ส่วนบาดแผลที่เป็น mutant strain นั้นจะหายเป็นปกติอย่างรวดเร็ว นั้นแสดงให้เห็นว่า pigment สีเหลืองนั้น เป็นส่วนสำคัญของ *S. aureus* ในการอยู่รอดหลังจากถูกโจมตีโดยระบบภูมิคุ้มกัน จึงทำให้ยาที่สามารถยับยั้งการสร้าง carotenoid ใน bacteria ซึ่งจะไม่มีผลต่อ pigment สีเหลืองจะไปทำให้เชื้ออ่อนแอและทำให้เชื้อไวต่อยาปฏิชีวนะมากขึ้น

Diagnosis :

Gram stain : เป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปร่างกลม และอยู่กับเป็นกลุ่ม

culture the organism in Mannitol Salt Agar : ได้โคโลนีสีเหลือง

Catalase test : ผลบวก

Coagulase test : เกิด fibrin clot formation

DNase test : เกิด clear zone บน nutrient agar

Lipase test : ได้อาหารเลี้ยงเชื้อสีเหลืองและมีกลิ่นเหม็น

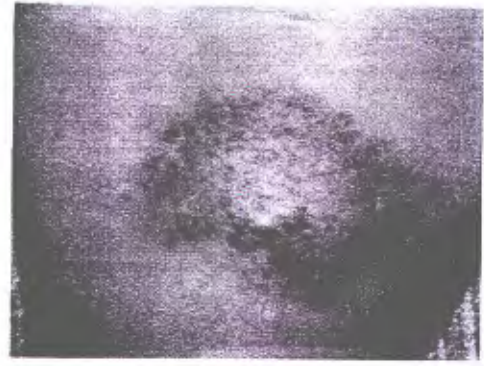
Phosphatase test : ได้อาหารเลี้ยงเชื้อสีชมพู



ภาพที่ 5 ลักษณะการติดสีแกรมบวกของเชื้อ *S. aureus*



ภาพที่ 6 ลักษณะรูปร่างของเชื้อ *S. aureus* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน



ภาพที่ 7 อาการของโรคการติดเชื้อ *S. aureus*

ภาพที่ 8 ฝีจากการติดเชื้อ *S. aureus*

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โสภณ เริงสำราญ, อมร เพชรสง, สุเทพ ธนียวัน, สุรัชย์ พรภักกุล และสุนทรย์ ชันธิรัฐ (2540) ศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 31 ชนิด ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย ได้แก่ *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus pyogenes*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhi* และ *Pseudomonas aeruginosa* ผลการทดลองพบว่า น้ำมันหอมระเหยของอบเชยสามารถยับยั้งเชื้อทั้ง 6 สายพันธุ์ ซึ่งมีค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ยับยั้งเชื้อได้ (Minimum inhibition Concentration : MIC) อยู่ในช่วง 312–5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนน้ำมันหอมระเหยออริกานและน้ำมันหอมระเหยซัมเมอร์โรสสามารถยับยั้งเชื้อได้เกือบทุกชนิด ยกเว้น *Pseudomonas aeruginosa* ซึ่งมีค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ยับยั้งเชื้อได้ (Minimum inhibition Concentration : MIC) อยู่ในช่วง 625–5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

เมธิน ผดุงกิจ อุษา กลิ่นหอม และสมพิศ ปิ่นะแก (2542) ศึกษาผลของสารสกัดหยาบบัวบกต่อการเจริญของเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรคผิวหนังสองชนิดคือ *Staphylococcus aureus* *Staphylococcus pyogenes* โดยวิธี Disc diffusion method พบว่าสารสกัดหยาบบัวบกด้วยน้ำที่ระดับความเข้มข้น 2 : 10 น้ำหนักต่อปริมาตร สามารถยับยั้งแบคทีเรียทั้งสองชนิดได้ดี

พรพิรา ปัทมานันท์ และสาธิต ห่อเลี้ยงเชวง (2544) ศึกษาสูตรตำรับเจลล้างมือจากน้ำมันตะไคร้ โดยใช้ น้ำมันตะไคร้ 1%, 2% และ 5% ตามลำดับ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียโดยวิธี Disc diffusion, Hand washing และ challenge test แบคทีเรียที่ใช้ทดสอบคือ *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* และ *Pseudomonas aeruginosa* ผลการทดลองพบว่า ตำรับที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียดีที่สุดคือตำรับที่มีความเข้มข้นของน้ำมันตะไคร้ 5% โดยมีผลในการยับยั้งเชื้อที่นำมาทดสอบได้ทุกตัว ยกเว้น *Pseudomonas aeruginosa*

Messenger S. และคณะ (2004) ศึกษาประสิทธิภาพของคาร์บอสูล์ล้างมือที่มีน้ำมันทีทรี 5% และ Tween 80 0.001% และแอลกอฮอล์ 10% เพื่อเปรียบเทียบกับสบู่ที่ไม่มีส่วนผสมของสารยับยั้งเชื้อต่อการยับยั้งเชื้อ *E. coli* พบว่า น้ำมันทีทรี 5% ผสมกับ Tween 80 0.001% มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *E. coli* ได้ดีกว่าสบู่ธรรมดาที่ไม่มีส่วนผสมของสารยับยั้งเชื้อ และน้ำมันทีทรี 5% ผสมกับ Tween 80 0.001% และแอลกอฮอล์ 10% มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *E. coli* ได้ดีที่สุด

จันจิรา อินตราและอนุสราร รอดรักษา (2542) ได้ศึกษาการพัฒนาสบู่เหลวสมุนไพรต้านเชื้อแบคทีเรียที่ผิวหนัง *S. aureus* จากสมุนไพร 11 ชนิด พบว่า สารสกัดจากต้นทองพันชั่ง เปลือกมังคุด ใบพลู และต้นตะไคร้มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ได้ดี และสบู่สมุนไพรที่ไม่สามารถยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ได้แก่ มะกรูด มะคำดีควาย เทียนกิ่ง เทียนบ้าน ผักบุ้ง หมีเหม็น และบอระเพ็ด

ณัฐพันธุ์ ดันดินฤพงษ์และศุลาภรณ์ ม่วงแดง (2543) ได้ศึกษาการพัฒนาสบู่สมุนไพรต้านเชื้อ *Propionibacterium acnes* และ *S. aureus* จากสารสกัดสมุนไพร 6 ชนิด คือ ใบเหียงอกปลาหมอ ดอกขาว ใบสามเเงา เปลือกมังคุด ใบเสม็ดขาว ใบและก้านบัวบก พบว่าสารสกัดน้ำจากใบสามเเงา และสารสกัดแอลกอฮอล์ของ เปลือกมังคุด ใบเสม็ดขาว ใบและก้านบัวบก มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* เป็นอย่างดี แต่เมื่อเตรียมเป็นสบู่ทั้งไว้ 1 เดือนพบตะกอนที่ก้นภาชนะ ซึ่งเกิดจากสารสกัดที่ไม่ละลายในน้ำ ดังนั้นจึงควรเปลี่ยนวิธีการสกัดใหม่เพื่อพัฒนาสบู่สมุนไพรอย่างต่อเนื่อง

ทัศนีย์ ปัญจานนท์, กันทิมา ชูแสงและธีรกุล อภรณ์สุวรรณ (2548) ศึกษาฤทธิ์การต้านเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดจากผลยอ ผลการศึกษาพบว่าการทดสอบด้วยวิธี disc diffusion สารสกัดยอขนาด 2.5 มก. มีฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *staphylococcus aureus* และเชื้อแบคทีเรียรูปแท่งแกรมลบที่เป็นเชื้อก่อโรคทางเดินอาหาร

นุสวดี พจนานุกิจ และสมใจ ขจรชีพพันธุ์งาม (2553) ศึกษาเปรียบเทียบการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดจากเปลือกมังคุดขมิ้นชันและใบบัวบกในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* *Bacteiium acnes* จากการทดลองพบว่าเปลือกมังคุดมีความสามารถในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ดีที่สุด รองลงมาเป็นขมิ้นชัน และใบบัวบกตามลำดับ

พรเทพ เต็มรังสี (2554) ศึกษาฤทธิ์การต้านจุลินทรีย์ของสารสกัดสมุนไพรต่อเชื้อที่แยกจากแผลติดเชื้อจากสมุนไพร 5 ชนิด ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumonia*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*, *Escherichia coli* จากการทดลองพบว่าน้ำมันหอมระเหยจากฝางสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ทุกสายพันธุ์

มันธนา ศรีสวัสดิ์ (2550) ศึกษาการพัฒนาสบู่เหลวล้างมือผสมน้ำมันหอมระเหยทีทรี และการทดสอบในอาสาสมัครโดยการศึกษาที่มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเตรียมสบู่เหลวล้างมือผสมน้ำมันหอมระเหยทีทรี (*melaleuca alternifolia*) และประสิทธิภาพของสบู่เหลวล้างมือผสมน้ำมันหอมระเหยทีทรีและความพึงพอใจของอาสาสมัคร ซึ่งการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกเป็นการพัฒนาสำหรับของสบู่เหลวล้างมือผสมน้ำมันหอมระเหยทีทรี โดยการเตรียมและทำการ

ประเมินสูตรตำรับที่มีปริมาณของ Sodium Lauryl Ether Sulfate N8000 Comperland KD Cocamidopropyl betain และ citric acid ที่แตกต่างกัน และคัดเลือกสูตรตำรับที่เหมาะสมซึ่งมีคุณสมบัติของสบู่เหลวดังนี้คือ กลิ่นหอมสดชื่น การเกิดฟองค่อนข้างดี ล้างออกง่าย มีค่า pH 6.25 และมีความคงตัว ในขั้นตอนที่ 2 เป็นการทดสอบสบู่เหลวที่คัดเลือกได้ในด้านประสิทธิภาพในการลดเชื้อและความพึงพอใจของอาสาสมัครเพศหญิง จำนวน 33 คน โดยการศึกษาผลของชนิดของสบู่เหลวล้างมือและวิธีการล้างมือที่มีผลต่อการลดลงของเชื้อ ผลการศึกษาพบว่าการใช้สบู่เหลวล้างมือผสมน้ำมันหอมระเหยทีทรีและสบู่เหลวควบคุมสามารถลดเชื้อได้แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) สบู่เหลวล้างมือผสมน้ำมันหอมระเหยทีทรีสามารถยับยั้งเชื้อ *Bacillus* spp. (difference stain). *Coag Neatifve Staphylococci Microcous* spp. (difference stain) *Non hemolytic, corynebacterium* spp. *Canida* spp. *Pseudomonas stutzeri* ได้ประสิทธิภาพการล้างมือด้วยการล้างมือแบบปรกติและการล้างมือด้วยวิธีการล้างมือ 7 ขั้นตอนสามารถลดเชื้อได้อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) การล้างมือด้วยวิธีการล้างมือ 7 ขั้นตอนสามารถทำให้เชื้อ *Bacillus* spp สามารถลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.005$) สำหรับการทดสอบความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์ พบว่าอาสาสมัครมีความพึงพอใจในสบู่เหลวล้างมือผสมน้ำมันหอมระเหยทีทรีและสบู่เหลวควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) อาสาสมัครมีความพึงพอใจในสบู่เหลวล้างมือผสมน้ำมันหอมระเหยทีทรีในด้านการล้างมือแล้วให้ความรู้สึกสะอาด ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าสบู่เหลวล้างมือผสมน้ำมันหอมระเหยทีทรีที่พัฒนาขึ้นสามารถลดเชื้อได้ และทำให้ล้างมือแล้วมีความรู้สึกสะอาด

จิราภรณ์ บุรากร (2555) ศึกษาผลของสารสกัดสมุนไพรพื้นบ้านไทยจำนวน 7 ชนิดต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumonia*, *Staphylococcus epidremidis* จากการทดลองพบว่าสารสกัดจากผักแว่นด้วยเมทานอลสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ดีที่สุด

บทที่ 3

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุและอุปกรณ์

1. พืชสมุนไพร คือ ขมิ้นชัน
2. เชื้อแบคทีเรียทดสอบ คือ *Staphylococcus aureus*
3. เอทิลแอลกอฮอล์ 95%
4. ซ้อนดักสาร
5. จานอาหารเลี้ยงเชื้อ
6. ขวดเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ
7. เครื่องชั่งไฟฟ้าชนิด 2 ตำแหน่ง (Balance; 0.01g) รุ่น PG 2002-5
8. หม้อนึ่งอัดความดันไอน้ำ (Autoclave) รุ่น Tomy ss-325
9. ตู้อบเครื่องแก้ว (Hot air oven) รุ่น Memmert Model 500
10. ตู้บ่มเชื้อ (Incubator) รุ่น Contrem P.O.Box 30605 Lower Halt
11. ไม้พันสำลี (Swab)
12. ปากคีบ (Forcep)
13. ตะเกียงแอลกอฮอล์
14. กระดาษกรอง Whatman NO.1
15. หลอดแก้วทอทอง
16. ปิเปต
17. ไมโครปิเปต
18. ลวดเขี่ยเชื้อ (Loop)
19. เครื่องระเหยตัวทำละลายออก (Vacuum evaporator)
20. เครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge)
21. อาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient broth
22. อาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient agar
23. อาหารเลี้ยงเชื้อ Muller Hillton agar

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมสารสกัดพืชสมุนไพร

นำสมุนไพรขมิ้นชันมา 200 กรัม ใส่ในขวดแก้วปากกว้าง เติมเอทิลแอลกอฮอล์ 95% ลงไป 400 มล. เพื่อเป็นตัวทำละลาย ปิดฝาให้สนิท เก็บไว้ในที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน โดยเขย่าเป็นครั้งคราว จากนั้นนำมารองเอาตะกอนหรือเศษพืชออก นำน้ำที่กรองได้ไปเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็ว 8,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที เพื่อตกตะกอน นำน้ำใสที่ได้ไประเหยเอาตัวทำละลายออกด้วย vacuum evaporator ชั่งน้ำหนักสารที่ได้ จากนั้นนำสารที่ได้มาเตรียมสารสกัดหยาบที่มีความเข้มข้น 100,000 ppm โดยละลายในเอทิลแอลกอฮอล์ 95% ในอัตราส่วน สาร 1 กรัมต่อเอทิลแอลกอฮอล์ 9 มล.

2. การเตรียมเชื้อแบคทีเรียทดสอบ

ในการทดสอบนี้ใช้แบคทีเรียที่เป็นสาเหตุการเกิดฝีหนองคือ *Staphylococcus aureus*, โดยเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียทดสอบในอาหารเหลว nutrient broth บ่มที่ 35 °C เป็นเวลา 24 ชม. ปรับความเข้มข้นให้เท่ากับ Mc Farland standard No.5 (ปริมาณเชื้อประมาณ 10^8 cfu/ml) ก่อนทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย

3. การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดสมุนไพรขมิ้นชันในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียทดสอบโดยวิธี paper disc diffusion method

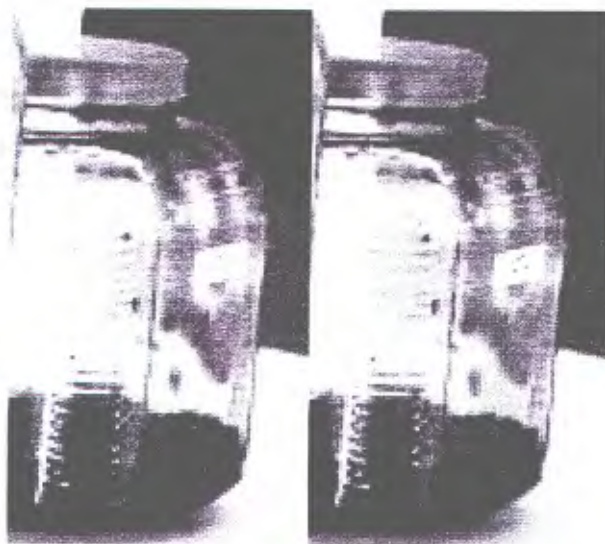
นำสารสกัดหยาบของพืชสมุนไพรขมิ้นชันที่ระดับความเข้มข้น 100,000 ppm มาหยดลงบนกระดาษกรองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6.0 มม. ที่นั่งฆ่าเชื้อแล้ว โดยใช้ micropipette ขนาด 10 ไมโครลิตร หยด 3 ครั้ง แต่ละครั้งผึ่งให้แห้งหมาด ๆ ก่อน ส่วนที่ใช้เปรียบเทียบกับ (control) ใช้เอทิลแอลกอฮอล์หยดแทนสารสกัด จากนั้นใช้ปากคีบคีบแผ่นกระดาษที่หยดสารสกัดแล้ว วางบนอาหาร Muller Hillton agar ที่ป้ายเชื้อแบคทีเรียทดสอบไว้แล้วบ่มเชื้อที่ 35 °C เป็นเวลา 24 ชม. ตรวจสอบผลโดยดูบริเวณยับยั้ง (inhibition zone) ที่เกิดขึ้น นำสารสกัดหยาบจากพืชสมุนไพรขมิ้นชันมาปรับความเข้มข้นเป็น 5 ระดับ ได้แก่ 100,000 , 50,000 , 10,000 , 5,000 และ 1,000 ppm จากนั้นนำไปทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้ออีกครั้งหนึ่งด้วยวิธีเดียวกัน ทำ 3 ซ้ำ บันทึกผลการทดลองโดยวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของบริเวณยับยั้ง (inhibition zone) ที่เกิดขึ้น เปรียบเทียบกับ control ซึ่งไม่ควรเกิดบริเวณยับยั้ง หากค่าเฉลี่ย และบันทึกภาพ

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การสกัดพืชสมุนไพร

ผลการสกัดขมิ้นชัน โดยนำตัวอย่างขมิ้นชันปริมาณ 500 กรัม แช่ในเอทิลแอลกอฮอล์ 95% ปริมาตร 1,000 มล. เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน (ภาพที่ 9) นำมากรองเอาแต่น้ำใสที่ได้ไประเหยเอาตัวทำละลายออกด้วย vacuum evaporator (ภาพที่ 10) ก็จะได้สารสกัดออกมามีลักษณะข้นหนืด สีส้มเหลือง มีกลิ่นฉุน (ภาพที่ 11) ชั่งน้ำหนักสารที่ได้ จากนั้นนำสารที่ได้มาเตรียมสารสกัดหยาบที่มีความเข้มข้น 100,000 ppm โดยละลายในสารละลาย Diethylsulfoside (DMSO) ในอัตราส่วนสารสกัดขมิ้นชัน 1 กรัมต่อสารละลาย Diethylsulfoside (DMSO) 9 มล.



ภาพที่ 9 การแช่สมุนไพรในตัวทำละลายเอทิลแอลกอฮอล์ 95%



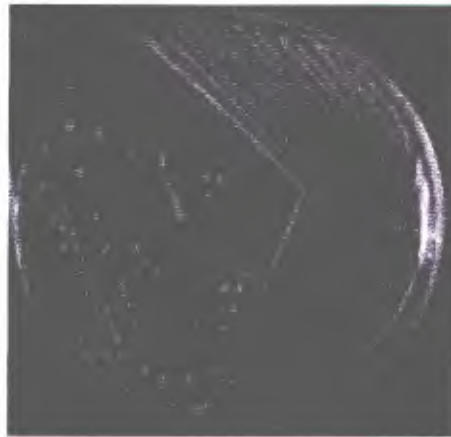
ภาพที่ 10 การระเหยเอาตัวทำละลายออกด้วย vacuum evaporator



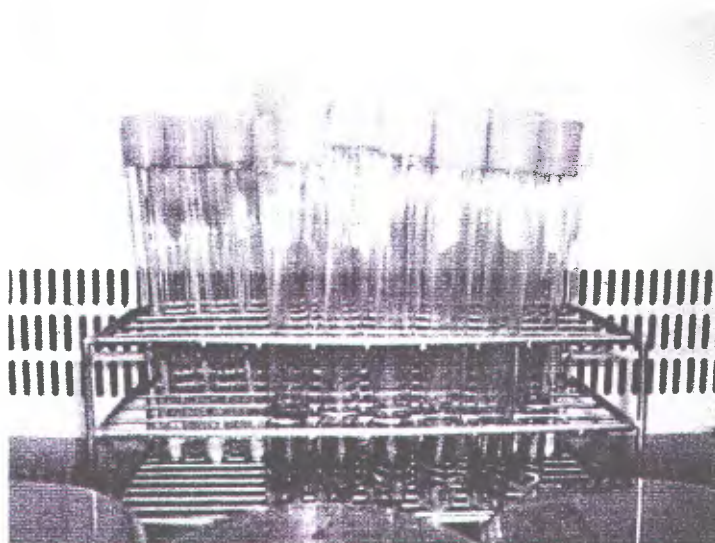
ภาพที่ 11 สารสกัดขมิ้นชันที่ได้หลังระเหยตัวทำละลายออกแล้ว

การเตรียมเชื้อแบคทีเรียทดสอบ

เลี้ยงเชื้อแบคทีเรียทดสอบ คือ *Staphylococcus aureus* (ภาพที่ 12) ในอาหารเหลว nutrient broth (ภาพที่ 13) บ่มที่ อุณหภูมิ 35 °C เป็นเวลา 24 ชม. ปรับความขุ่นให้เท่ากับ Mc Farland standard No 0.5 (ปริมาณเชื้อประมาณ 10^8 cfu/ml) ก่อนทดสอบประสิทธิภาพของ สมุนไพรในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ผิวหนัง



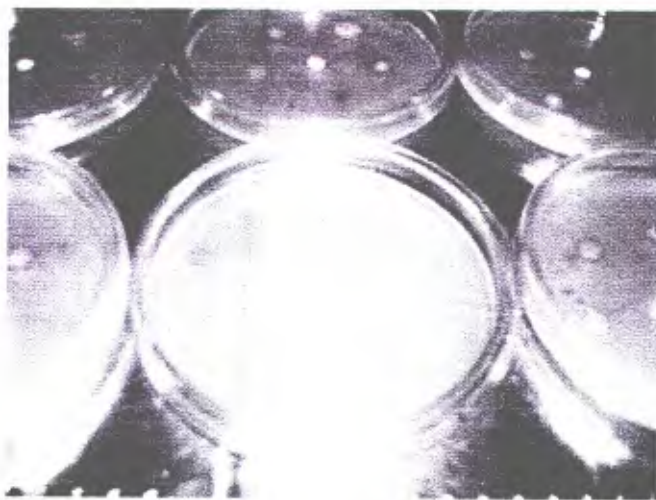
ภาพที่ 12 เชื้อแบคทีเรีย *S. aureus*



ภาพที่ 13 อาหารเหลว nutrient broth

**การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดสมุนไพรในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียทดสอบ
โดยวิธี paper disc diffusion method**

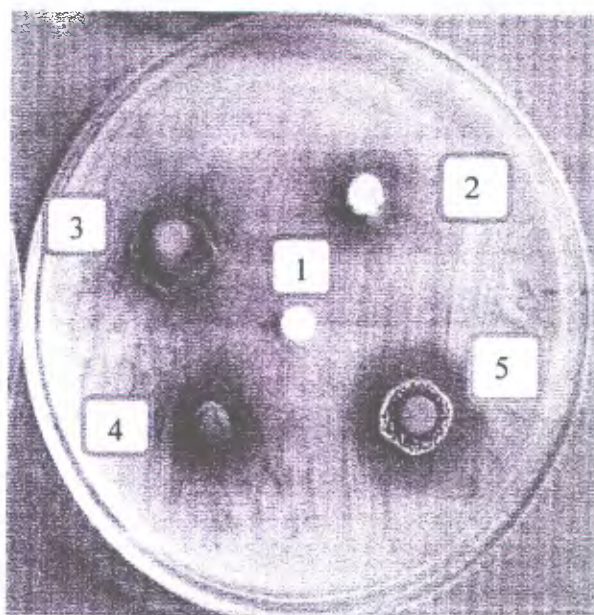
จากการนำสารสกัดหยาบของขมิ้นชันที่ระดับความเข้มข้น 100,000 ppm มาปรับความเข้มข้นที่ 50,000, 10,000 และ 1,000 ppm เพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียทดสอบโดยวิธี paper disc diffusion method บนอาหาร Muller Hinton agar (ภาพที่ 14) แล้วบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 °C เป็นเวลา 24 ชม. วัดผลบริเวณยับยั้ง (inhibition zone) ที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบกับ control ปรากฏว่าสารสกัดขมิ้นชันให้ผลในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทดสอบได้ดีทุกความเข้มข้น โดยให้ผลบริเวณยับยั้ง (inhibition zone) ต่อเชื้อ *S. aureus* มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8.2, 7.4, 7.0 และ 6.8 มม. ตามลำดับ (ตารางที่ 1 และ ภาพที่ 15)



ภาพที่ 14 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดขมิ้นชันในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย
ทดสอบโดยวิธี paper disc diffusion method

ตารางที่ 1 ผลของสารสกัดขมิ้นชันที่ระดับความเข้มข้นต่างๆต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus aureus*

ระดับความเข้มข้นสารสกัด ขมิ้นชัน (ppm)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ inhibition zone (mm.)			
	1	2	3	เฉลี่ย
50,000	8.3	8.0	8.2	8.2
10,000	7.5	7.4	7.3	7.4
5,000	7.0	7.0	6.9	7.0
1,000	6.8	6.7	6.9	6.8
control	6.0	6.0	6.0	6.0



ภาพที่ 15 ผลของสารสกัดขมิ้นชันที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการยับยั้งเชื้อ *S.aureus*

1 = control 2 = 1,000 ppm 3 = 5,000 ppm 4 = 10,000 ppm 5 = 50,000 ppm

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากนำขมิ้นชันมาสกัดด้วย เอทิลแอลกอฮอล์ 95% เป็นเวลา 7 วัน แล้วนำไปประเหยเอาตัวทำละลายออกได้สารสกัดขมิ้นชันที่มีลักษณะขุ่นหนืดสีส้มเหลือง จากนั้นนำสารสกัดขมิ้นชันมาปรับความเข้มข้นเป็น 100,000 ppm เป็นสารตั้งต้นก่อนนำไปปรับความเข้มข้นที่ระดับ 1,000, 10,000 และ 50,000 ppm ด้วยสารละลาย Dimethylsulfoxide (DMSO) เพื่อทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* ด้วยวิธี paper disc diffusion method พบว่าสารสกัดจากขมิ้นชันที่ทุกระดับความเข้มข้นมีประสิทธิภาพยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* ได้ดี โดยมีวงใสในการยับยั้งเชื้อ (inhibition zone) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.8, 7.0, 7.4 และ 8.2 มิลลิเมตร ที่ระดับความเข้มข้น 1,000, 10,000 และ 50,000 ppm ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในการแยกสารให้บริสุทธิ์ เพื่อให้ทราบว่าสารตัวใดเป็นตัวยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์
2. จากผลการวิจัยสารสกัดขมิ้นชันมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* ได้ดี น่าสนใจนำไปพัฒนาเป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ต่างๆ

บรรณานุกรม

- จันจิรา อินตราและอนุสราร รอดรักษา. 2542. การพัฒนาสมุนไพรต้านเชื้อแบคทีเรีย.
โครงการพิเศษปริญญาเภสัชศาสตรบัณฑิต คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- จิราภรณ์ บุราคร. 2555. ผลของสารสกัดสมุนไพรพื้นบ้านไทยจำนวน 7 ชนิดต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย.
- ทัศนีย์ ปัญจานนท์, กันทิมา ชูแสงและธีรกุล อาภรณ์สุวรรณ. 2548. ศึกษาฤทธิ์การต้านเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดจากผลยอ. ปีที่ 12 (ฉบับที่ 1). สืบค้นวันที่สืบค้นเมื่อวันที่ 17 มกราคม 2558
- นภรัตน์. 2544. ความพึงพอใจ. ค้นเมื่อ 20 มีนาคม 2559, จาก <http://www.gotoknow.org>
- นุสวดี พจนานุกิจและสมใจ ขจรชีพพันธุ์. 2553. เปรียบเทียบการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดจากเปลือกมังคุด ขมิ้นชัน และใบบัวบกในการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus*. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ. 2547. แบคทีเรียที่เกี่ยวข้องกับโรค. NOBLE PRINT. กรุงเทพฯ.
- พิมพร ทิลาพรพิสิฐ. 2532. เครื่องสำอางสำหรับผิวหน้า. ภาควิชาเภสัชอุตสาหกรรม, คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 218 น.
- พิมพร ทิลาพรพิสิฐ. 2544. เครื่องสำอางเพื่อความสะอาด. พิมพ์ครั้งที่ 2 : กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- พรเทพ เต็มรังสี. 2554. ศึกษาฤทธิ์การต้านจุลินทรีย์ของสารสกัดสมุนไพรต่อเชื้อที่แยกจากแผลติดเชื้อ. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- มณฑนา ภาณุมาภรณ์และฤดี เสาวคนธ์. 2548. คุณสมบัติของสมุนไพร.
- มณฑนา ภาณุมาภรณ์และฤดี เสาวคนธ์. 2548. องค์ประกอบหลักของผลิตภัณฑ์สมุนไพร.
- มณฑนา ศรีสวัสดิ์. 2550. การพัฒนาสมุนไพรล้างมือผสมน้ำมันหอมระเหยที่รื้อและการทดสอบในอาสาสมัคร.
- เมธิณ ผดุงกิจ. 2542. ผลของบัวบก (*Centella asiatica* Linn Urban) ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคผิวหนัง (วิทยานิพนธ์). มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2535. พืชเครื่องเทศและสมุนไพร. กรุงเทพมหานคร : กรมศาสนา.
- วันดี กฤษณพันธ์. 2536. เภสัชวินิจฉัย : ยาและผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติเล่ม 1. ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. กรุงเทพฯ.

- สุทธิชัย ปทุมล่องทอง. 2543. เคล็ดลับสมุนไพรไทยเภสัชกรรมที่อยู่ใกล้ๆตัวคุณ. นนทบุรี : ชาร บัวแก้ว.
- สุธี เวคะวากยานนท์ และวัชร คุณกิตติ. 2541. เทคนิคการตั้งตำรับยา. พิมพ์ครั้งที่ 2. ขอนแก่น: พระธรรมจันต์.
- สุมาลี เหลืองสกุล. 2531. คุณสมบัติของสมุนไพรบางชนิดในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย. รายงานการวิจัย ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ประจำปี 2530. 20 หน้า.
- สุมลวรรณ ชุ่มเชื้อ. 2534. การสกัดและผลของสารที่สกัดได้จากพืชสมุนไพรบางชนิดที่มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อ *Neisseria gonorrhoeae*. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สมพร ภูติยานนท์. 2542. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการแพทย์แผนไทยว่าด้วยสมุนไพรกับการแพทย์แผนไทย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.
- โสภณ เรืองสำราญ, อมร เพชรสง, สุเทพ ธนียวัน, สุรัชย์ พรภคกุล และสุนทรีย์ ชันธิริญ. 2540. การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของน้ำมันหอมระเหยบางชนิด. วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์, 22 (1), 14-19.
- แสงจันทร์ เอี่ยมธรรมชาติ. 2552. การศึกษาผลของสมุนไพรบางชนิดในวงศ์ซิงกิเบอเรซี (Zingiberaceae) ต่อการเจริญของแบคทีเรียบางชนิด. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม. 2539. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง : ข้อกำหนดทั่วไป. มอก. 152-2539.
- อรัญญา มโนสร้อย. 2543. เครื่องสำอาง. โครงการตำรามหาวิทยาลัยเชียงใหม่. พิมพ์ครั้งที่ 1: สำนักพิมพ์ไอ.เอส.พรินต์เฮาส์.
- อঞ্জรา คงชุม. 2546. ฤทธิ์ต้านราในสารสกัดจากสมุนไพรท้องถิ่นบางชนิดเพื่อใช้รักษาโรคติดเชื้อราในช่องปาก. มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.
- Desta B. 1993. Ethiopian traditional herbal drugs Part II : Antimicrobial activity of 63 medicinal plants. Journal of Ethnopharmacology. 39 : 129-130.
- Foryst-Ludwig A, Neumann M, Schneider-Brachert W, Naumann M. Curcumin blocks NF-KB and the motogenic response in *Helicobacter pylori*-infected epithelial calls. Biochemical Biophysical Research Communications 2004;316(4):1065-72.
- Kadota S, Basnet P, Ishii E, Tamura T and Namba T. 1997. Antibacterial activity of trichorabdol A from *Rabdosia trichocarpa* against *Helicobacter pylori*. Zentralbl.-bakteriol. Vol. 286. No. 1 : 63-67.